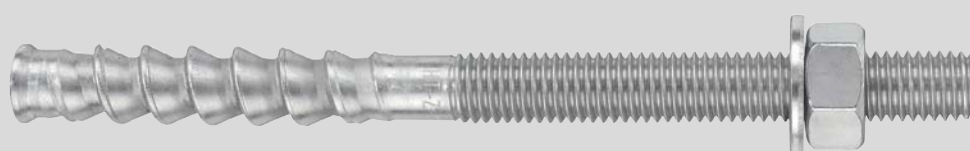
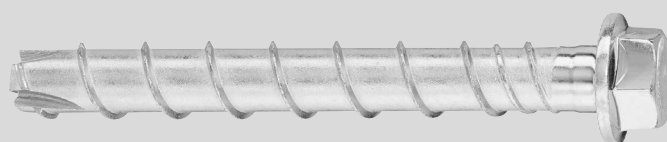




PODREČZNIK TECHNIKI ZAMOCOWAŃ HILTI

Technika kotwienia



SPIS TREŚCI

1	Oprogramowanie. Doradztwo. Usługi	1.1
2	Ramy prawne	2.1
3	Podstawy techniki kotwienia	3.1
4	Pomoc w doborze systemów zamocowań	4.1
5	Wymiarowanie. Dane techniczne elementów techniki kotwienia	5.1
6	Szyny kotwiące HAC	6.1
7	Zespoleńie betonu z nadbetonem	7.1
8	Technika głębokiego kotwienia prętów zbrojeniowych	8.1



OPROGRAMOWANIE. DORADZTWO. USŁUGI.

Technika zamocowań



SPIS TREŚCI

1.1	Wsparcie techniczne	
	Hilti Engineering – doradztwo techniczne na poziomie inżynierskim	1.4
1.2	Seminaria i szkolenia	
	Dla projektantów, przedsiębiorców i wykonawców	1.5
1.3	Nowa odsłona Hilti Online	
	Dla wszystkich projektantów	1.6
1.4	Twoja kariera	
	Kariera inżynierska w Hilti	1.7
1.5	Obszary zastosowań	1.8
1.6	Oprogramowanie	1.9
1.6.1	Oprogramowanie do wymiarowania zamocowań z użyciem łączników kotwowych – PROFIS Anchor	1.9
1.6.2	PROFIS Anchor: moduł do wymiarowania zamocowań kotwowych w konstrukcjach murowych	1.10
1.6.3	Oprogramowanie do wymiarowania uciągania zbrojenia PROFIS REBAR	1.10
1.6.4	Oprogramowanie do wymiarowania szyn kotwiących PROFIS Anchor Channel	1.11
1.7	Biblioteki BIM oraz CAD online	1.12
1.8	Techniczny biuletyn informacyjny – newsletter dla projektantów	1.13
1.9	Aplikacje Hilti dla systemów Android oraz iOS	1.14
1.10	Systemy lokalizowania i detekcji Hilti	
	Dla nieniszczących badań obiektów budowlanych	1.15
1.11	Testy zamocowań na budowie	1.16



HILTI ENGINEERING NA DRODZE DO ŚWIATA CYFROWEGO

Szanowni Państwo – Klienci firmy Hilti,

naszym priorytetem w strategii, którą nazywamy Hilti Engineering, jest bycie Państwa partnerem – i to zarówno w świecie rzeczywistym, jak i cyfrowym. Osiągamy to dzięki innowacyjnym produktom, a także profesjonalnym usługom i oprogramowaniu, które mogą wspierać Państwa we wszystkich fazach projektu. Towarzyszymy Państwu od rozpoczęcia projektu aż po rozpisanie przetargu, od rozpoczęcia prac wykonawczych, aż po stworzenie dokumentacji powykonawczej i zarządzanie obiektem. Jednocześnie wspieramy Państwa zarówno w dążeniach do zwiększenia produktywności, jak i osiągnięcia najwyższej jakości w zagadnieniach związanych z techniką zamocowań.

Ponieważ nakład poprzedniego wydania niniejszego „Podręcznika techniki mocowań”, który cieszył się ogromnym powodzeniem, uległ już wyczerpaniu, intensywnie analizowaliśmy na podstawie informacji uzyskanych od Państwa, co możemy jeszcze udoskonalić. Zastanawialiśmy się, w jaki sposób możemy zapewnić stan, w którym zawsze będą mieć Państwo pod ręką najbardziej aktualne dane techniczne dla wszystkich produktów. Wyzwaniem w przypadku materiałów drukowanych jest fakt, iż nie można ich tak szybko aktualizować. W rezultacie istnieje tylko jedno rozwiązanie: nasz cyfrowy świat. Dokonaliśmy dla Państwa aktualizacji naszej **strony internetowej** i w obszarze **Engineering** udostępniliśmy wszystkie istotne dla Państwa informacje. Znajdą tam Państwo również aktualne wydanie niniejszego podręcznika.

Podręcznik zawiera jedynie podstawowe informacje pomocne przy doborze łączników, narzędzi i osprzętu oraz podstawy wymiarowania. Do samego procesu wymiarowania zalecamy stosowanie naszego oprogramowania **PROFIS**, w którym w sposób pewny, szybki i niezawodny uwzględniane są wszystkie istotne parametry. Ponadto na naszej stronie internetowej znajdą Państwo także inne materiały, np. symbole CAD (**Biblioteka PROFIS BIM/CAD**), a także **aprobaty techniczne**. Polecamy także nasz regularnie wydawany **newsletter techniczny**.

Poza **szkoleniami** i **seminariami**, które prowadzimy osobiście u Państwa w biurze lub na placu budowy, przygotowujemy pierwsze **webinaria**. Są to seminaria realizowane przez internet, co daje wyraźną korzyść dla Państwa i Państwa pracowników dzięki możliwości skompresowanego przekazu treści szkoleniowych przy jednoczesnej eliminacji czasu dojazdu.

Oczywiście pozostajemy w dalszym ciągu do Państw dyspozycji w bezpośrednich kontaktach – grono blisko 30 **Inżynierów Konsultantów Hilti** w całej Polsce służy pomocą, oferując najwyższy stopień fachowości i wsparcia. W zakresie projektów międzynarodowych Hilti AG dysponuje siłą około 22 000 pracowników i ogólnoświatową obecnością w ponad 120 krajach. Mogą Państwo postawić na globalną sieć Hilti, a także profesjonalne wsparcie ze strony ok. 1000 inżynierów Hilti. To oznacza dla Państwa oszczędność kosztów i czasu.

Serdecznie dziękujemy za zaufanie i dotychczasową współpracę.

Z poważaniem

Dr inż. Oliver Geibig
Kierownik Techniczny, Europa Centralna

1.1

WSPARCIE TECHNICZNE

**Hilti Engineering – doradztwo
techniczne na poziomie
inżynierskim**



Doradztwo techniczne

Pracujący w Hilti kompetentni inżynierowie są do Państwa dyspozycji. Doradzają oni projektantom i wspierają klientów w kompleksowych rozwiązaniach z zakresu techniki kotwienia, zamocowań systemów instalacyjnych i ochrony przeciwpożarowej.

Doświadczeni inżynierowie służą pomocą przy obliczeniach związanych z projektowaniem systemów zamocowań.

Zakres usług obejmuje rysunki CAD, zalecenia montażowe oraz doradztwo w zestawieniu materiałów.

Oprogramowanie, biblioteki BIM i CAD

Innowacyjne i bazujące na wieloletniej praktyce oprogramowanie do wymiarowania PROFIS stanowi wsparcie codziennej pracy.

Pliki BIM-CAD oraz oprogramowanie Hilti PROFIS są do Państwa dyspozycji online na stronie www.hilti.pl.

Pobieranie dokumentacji technicznej

Prosty dostęp online do dokumentów technicznych takich jak aprobaty techniczne, instrukcje montażu lub raporty z badań zapewniony jest na stronie www.hilti.pl.

1.2 SEMINARIA I SZKOLENIA

**Dla projektantów,
przedsiębiorców
i wykonawców**



Seminaria i szkolenia

Hilti organizuje szkolenia dotyczące szeroko pojętych nowości produktowych, tak aby mogli Państwo czerpać korzyści z naszych doświadczeń. Szkolenia te przeznaczone są dla projektantów, przedsiębiorców i wykonawców. Organizowane są we wszystkich regionach kraju.

Co oferujemy?

- Szkolenia o tematyce dostosowanej do potrzeb klienta/projektanta
- Dzielenie się wiedzą techniczną opartą na wieloletnim doświadczeniu zdobytym na rynku budowlanym
- Instruktaż w stosowaniu produktów technicznie zaawansowanych
- Wsparcie dla wykwalifikowanej kadry na budowie
- Certyfikaty potwierdzające nabyte kompetencje
- Rozwiązania problemów technicznych związanych z konkretnym zastosowaniem

W celu uzyskania informacji o aktualnych terminach szkoleń i seminariów zachęcamy do kontaktu z Inżynierem Konsultantem Hilti

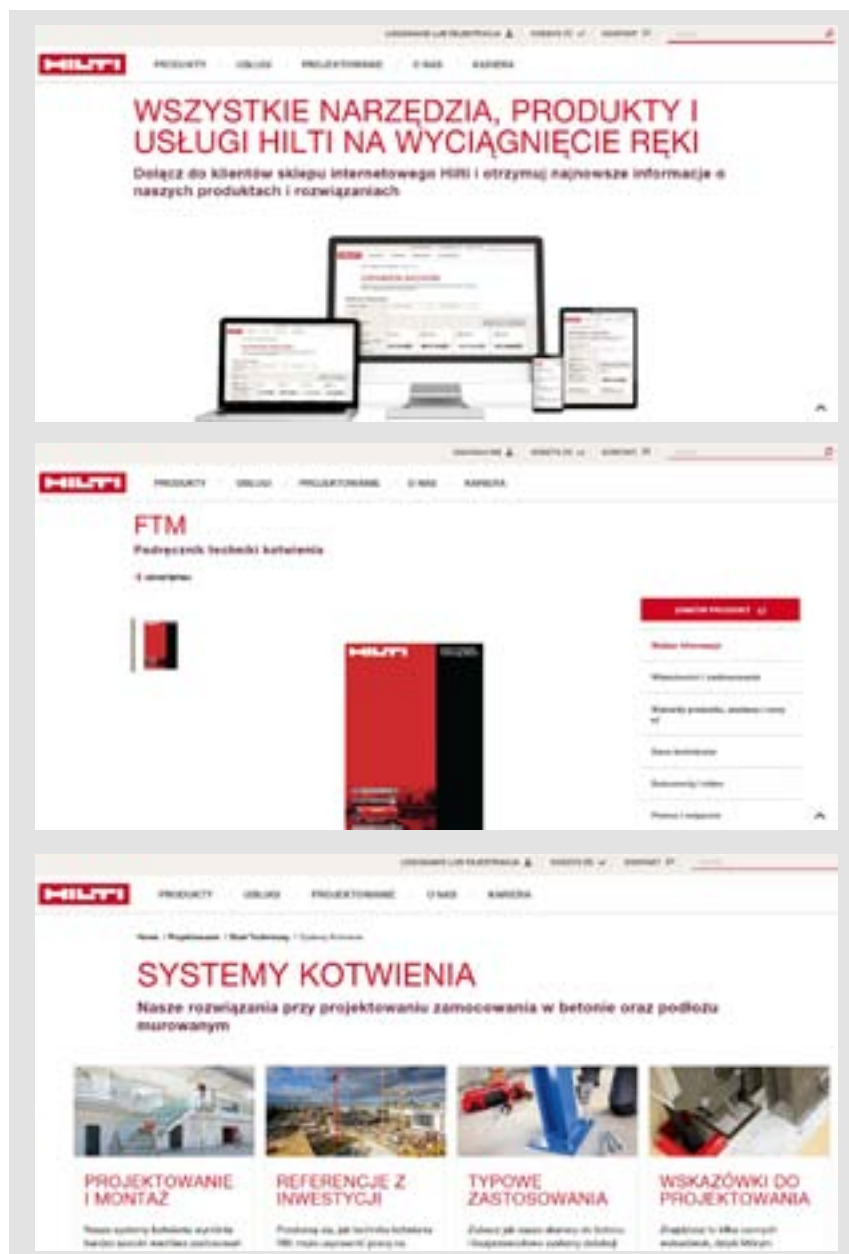
1.3 NOWA ODSŁONA HILTI ONLINE

Dla wszystkich projektantów

Bez względu na to, czy trafią Państwo na stronę Hilti Online podczas szukania produktu, za pośrednictwem nowej funkcji „Projektowanie” czy też bezpośrednio przez Bibliotekę techniczną, zostaną Państwo w szybki i niezawodny sposób doprowadzeni do:

- oprogramowania Hilti wspomagającego projektowanie,
- plików BIM/CAD,
- aprobat i dokumentów technicznych.

W strefie „Projektowanie” opracowanej specjalnie z myślą o projektantach znajdą Państwo ponadto zawsze aktualne nowości związane z projektowaniem, informacje o naszych produktach i ich zastosowaniach, a także szczegółowe informacje uzupełniające.



1.4 TWOJA KARIERA

Kariera inżynierska w Hilti



Inspirujemy naszych klientów i budujemy lepszą przyszłość. Jednocześnie wcielamy w życie nasze wartości: prawość, odwagę do wprowadzania zmian, pracę zespołową i niezwykle zaangażowanie. Profesjonalistom z branży budowlanej oferujemy innowacyjne rozwiązania o znacznej wartości dodanej. To wszystko w 120 krajach, przy pomocy 24 000 członków naszego zespołu.

Naszym współpracownikom oferujemy wyzwania stwarzające różnorodne możliwości rozwoju.

Dzięki intensywnemu szkoleniu już na starcie przygotowujemy naszych pracowników do pracy w ciekawym, zróżnicowanym środowisku pracy. Inżynierowie budowlani znajdują u nas różnorodne zadania na terenie kraju i za granicą, jak np. doradztwo i obsługa jednostek projektowych w przedsiębiorstwach budowlanych i biurach inżynieryjnych. Wspieranie naszych działów sprzedaży, a także rozwiązywanie technicznie złożonych problemów wymaga, poza solidnym wykształceniem, także ponadprzeciętnego zaangażowania oraz stylu pracy ukierunkowanego na klienta.

Dzięki szkoleniom wewnętrznym i zewnętrznym zapewniamy, iż nasi klienci poznają zastosowania naszego oprogramowania i produktów. Zawsze służymy pomocą i radą – co wynika z naszej pasji do działania na rzecz uczestników całego procesu budowlanego.

Wyjątkowa kultura przedsiębiorstwa stawiająca współpracowników w centrum uwagi motywuje codziennie nasz zespół do efektywnego działania. W firmie Hilti pracują ludzie pragnący „zmieniać świat” i w tym celu szukają innowacyjnych rozwiązań. Znajduje to potwierdzenie również w naszych corocznych ankietach wewnętrznych i zewnętrznych – 86% naszych pracowników jest dumnych z tego, że pracuje w Hilti.

1.5 OBSZARY ZASTOSOWAŃ

Dla profesjonalisty na budowie
– kotwy, kołki do montażu
bezpośredniego, szyny
kotwiące do betonu
oraz łączenie zbrojenia



Połączenia zbrojenia
uzupełniającego



Zespoleńie betonu z betonem



Konstrukcje stalowe



Montaż barier i balustrad



Szyny kotwiące HAC



Detekcja

1.6 OPROGRAMOWANIE



Hilti PROFIS to oprogramowanie przyjazne dla użytkownika, z intuicyjną obsługą, przeznaczone do wymiarowania i opracowywania dokumentacji projektowej w zakresie kotew, szyn kotwiących, techniki instalacyjnej i detekcji zbrojenia. Nazwa Hilti to synonim wysokiej jakości produktów. Jednym z najważniejszych zadań jest wprowadzanie najnowszych technologii budowlanych i koncepcji wymiarowania do przyjaznych dla użytkownika, niezawodnych i oszczędzających czas systemów oprogramowania.

1.6.1 Oprogramowanie do wymiarowania zamocowań z użyciem łączników kotwiących – PROFIS Anchor

- Nowe oprogramowanie PROFIS Anchor sprawia, że wymiarowanie kotew staje się prostsze, szybsze i niezawodne.
- Dane techniczne zawarte w oprogramowaniu PROFIS Anchor bazują na najbardziej aktualnych metodach obliczeniowych, takich jak EOTA TR029, EOTA TR045, ETAG 0001 Aneks C, CEN/TS 1992-4 oraz ACI 318-08, Załącznik D, a także krajowych i międzynarodowych aprobat i zasadach wymiarowania.
- Moduł do konstrukcji murowych służący do wymiarowania łączników kotwowych w konstrukcjach murowych wraz z próbami podłoża i testami nośności na placu budowy.

Funkcje i zawartość

- Wprowadzanie danych projektu.
- Wybór konkretnego łącznika za pośrednictwem zestawienia produktów albo obliczenia dla pełnego asortymentu łączników.
- Geometria blachy czołowej wraz z otworami podłużnymi.
- Dowolna geometria płyty kotwionej (międzynarodowa procedura wymiarowania).
- Wprowadzenie montażu dystansowego.
- Obliczanie zamocowań balustrad i barier.
- Obliczeniowe wyznaczanie wymaganych grubości płyt czołowych.
- Dynamiczna, dająca się swobodnie powiększać, powierzchnia interfejsu użytkownika.
- Automatyczna prezentacja wszystkich wyników na ekranie albo w postaci możliwego do weryfikacji lub zatwierdzenia wydruku (w wersji skróconej lub pełnej).
- Moduł automatycznej aktualizacji gwarantuje aktualność danych i przepisów dot. wymiarowania, a także rozszerzenie dostępnego asortymentu łączników w przypadku wprowadzenia nowych produktów.



Oprogramowanie dostępne na www.hilti.pl

1.6.2 PROFIS Anchor: moduł do wymiarowania zamocowań kotwowych w konstrukcjach murowych

Nowe oprogramowanie PROFIS Anchor umożliwia teraz także wymiarowanie łączników kotwionych w konstrukcjach murowych. Dane techniczne zawarte w oprogramowaniu PROFIS Anchor bazują na najbardziej aktualnej metodzie obliczeniowej wg ETAG 029 Załącznik C i umożliwiają tym samym szybkie i niezawodne wymiarowanie.

Funkcje i zawartość

Podobnie jak w przypadku zasadniczego modułu PROFIS Anchor, także i tu wbudowano wiele funkcji, np. wprowadzanie danych projektu, prezentacja wszystkich wyników na ekranie lub w postaci możliwego do weryfikacji lub zatwierdzenia wydruku, moduł automatycznej aktualizacji, dowolna geometria płyty kotwionej itd.

Przy wymiarowaniu można wybrać jedną z dwóch metod projektowania:

Projektowanie uproszczone (możliwe tylko dla muru z elementów murowych pełnych)

- W przypadku potrzeby szybkiego wymiarowania albo braku wystarczających informacji o podłożu można dla muru z pełnych elementów murowych wybrać opcję projektowania uproszczonego. Przyjmuje się tu wartości ze współczynnikiem bezpieczeństwa, tak że po wprowadzeniu kilku parametrów możliwe jest szybkie i niezawodne wymiarowanie.

Expert Design – projektowanie szczegółowe

- W tym przypadku istnieje możliwość wprowadzenia wszystkich istotnych dla projektu zamocowania warunków granicznych, jak np. wymiarów elementów murowych, sposobów ich wiązania i rodzajów spoin, tak aby uzyskać maksymalne nośności. Ponadto można wybrać wiele innych rodzajów elementów murowych, dla

których istnieją dane techniczne Hilti (chodzi tu o wewnętrzne badania Hilti – należy przy tym przestrzegać lokalnie obowiązujących przepisów).

Moduł testów podłoża i testów nośności na budowie

- W module tym istnieje możliwość wprowadzenia wyników testów podłoża i testów nośności na budowie i poddania ich analizie w oparciu o ETAG 029 Załącznik B. Wartości mogą być następnie przyjęte do wymiarowania i są również prezentowane w wynikach na ekranie lub na wydruku.

1.6.3 Oprogramowanie do wymiarowania uciągłania zbrojenia profis rebar

Funkcje i zawartość

- Proste i niezawodne oprogramowanie do wymiarowania połączeń zbrojenia uzupełniającego.
- PROFIS Rebar umożliwia rozplanowanie połączeń zbrojenia uzupełniającego zgodnie z aktualnymi postanowieniami Eurokodu EC2.
- Metoda obliczeniowa Hilti umożliwia optymalizację głębokości osadzania wklejanych prętów zbrojeniowych.
- Wszystkie istotne dane techniczne i zalecenia montażowe można wydrukować w postaci raportów możliwych do weryfikacji lub zatwierdzenia.
- Wprowadzanie danych projektu.
- Automatyczne zapytania o warunki brzegowe istotne z punktu widzenia aprobaty i metody wymiarowania.
- Wymagania dotyczące nośności ogniowej są uwzględniane zgodnie z aprobatą.
- Kontrola wizualna za pomocą graficznej prezentacji przekrojów podłużnych i poprzecznych.
- Moduł automatycznej aktualizacji gwarantuje aktualność danych i przepisów dot. wymiarowania, a także dostosowanie asortymentu łączników w przypadku wprowadzenia nowych produktów.



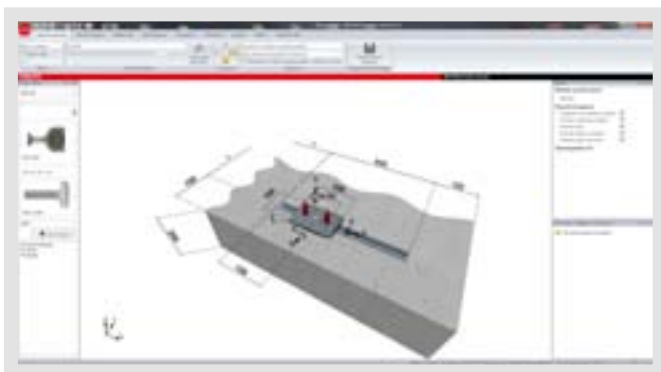
1.6.4 Oprogramowanie do wymiarowania szyn kotwiących PROFIS Anchor Channel

Oprogramowanie PROFIS Anchor Channel dzięki znanemu interfejsowi PROFIS oferuje przyjazne dla użytkownika, szybkie, elastyczne i bezpieczne wymiarowanie według nowych procedur wymiarowania szyn kotwiących CEN/TS 1992-4-1 oraz CEN/TS 1992-4-3.

Bezpośrednie wprowadzanie obciążeń działających na mocowany element, funkcja optymalizacji w celu zmniejszenia odległości od krawędzi oraz wprowadzanie tolerancji montażowych to tylko kilka cech umożliwiających proste i niezawodne wymiarowanie szyn kotwiących.

Funkcje i zawartość

- Wprowadzanie danych projektu.
- Procedury wymiarowania zgodne z CEN/TS 1992-4-1 oraz CEN/TS 1992-4-3 dla obciążeń statycznych oraz model wymiarowania wg ETA dla obciążeń dynamicznych.
- Automatyczne zapytania o warunki brzegowe istotne z punktu widzenia aprobaty i metody wymiarowania.
- Kontrola wizualna za pomocą graficznej prezentacji, przekrojów podłużnych i poprzecznych.
- Prezentacja wszystkich wyników na ekranie albo w postaci wydruku możliwego do weryfikacji lub zatwierdzenia.
- Moduł automatycznej aktualizacji gwarantuje aktualność danych i przepisów dot. wymiarowania, a także dostosowanie asortymentu łączników w przypadku wprowadzenia nowych produktów.



1.7 BIBLIOTEKI BIM ORAZ CAD ONLINE



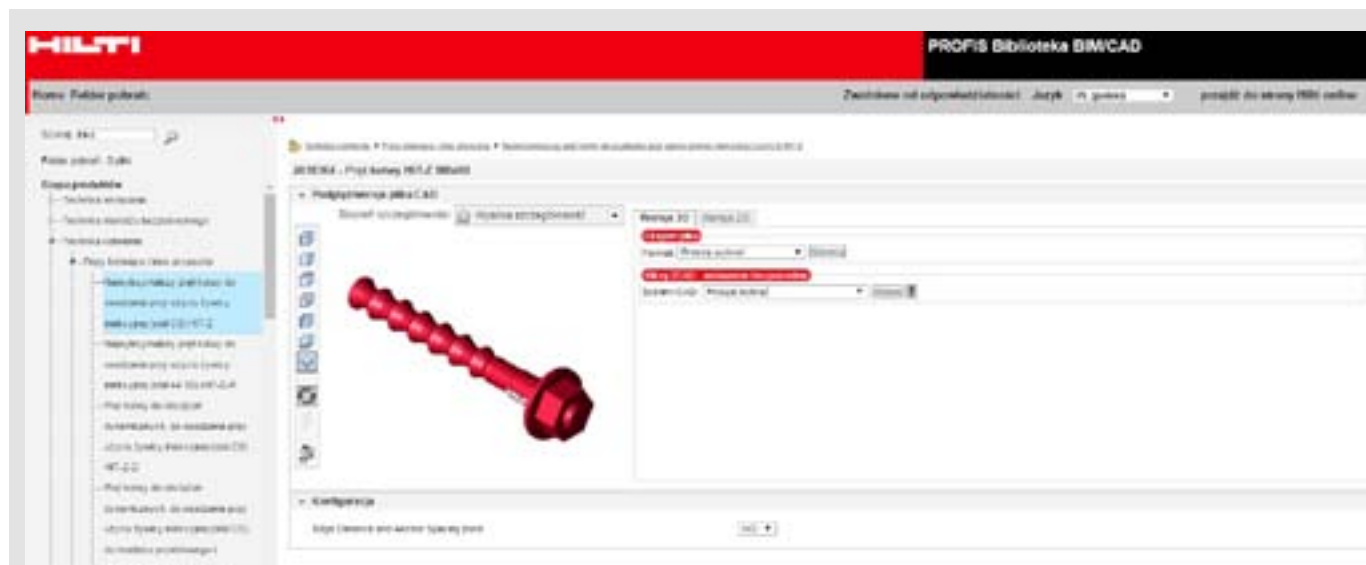
Building Information Modeling

Ze względu na rosnące znaczenie Building Information Modeling (BIM) w procesach projektowania i realizacji inwestycji budowlanych Hilti oferuje swoim klientom innowacyjne rozwiązania dla najbardziej aktualnych zastosowań BIM. Zapewniają one większą elastyczność i kompatybilność w procesie projektowania i planowania.

- Biblioteka online zawierająca symbole CAD dla produktów Hilti istotnych w procesie projektowym z dziedziny techniki instalacyjnej, zamocowań konstrukcyjnych, ochrony przeciwpożarowej oraz rozwiązań mocowania elewacji budynków.
- Proste i szybkie pobieranie żądanych produktów, a następnie automatyczne włączanie ich do wszystkich typowych programów

komputerowego wspomagania projektowania.

- Idealnie nadaje się do wykorzystania w projektach wykorzystujących Building Information Modeling (BIM), ponieważ w opisach atrybutów zawarte są dodatkowe informacje, które mogą być przekazane do programu wspomagania projektowania i następnie uzupełniane.
- Wtyczki do programu AutoCAD oraz Revit.



Nowość: biblioteka PROFIS BIM CAD – wersja offline

1.8 TECHNICZNY BIULETYN INFORMACYJNY – NEWSLETTER

Dla projektantów



Zawsze na bieżąco z aktualną tematyką i innowacjami z zakresu techniki zamocowań, ochrony przeciwpożarowej, oprogramowania oraz innymi produktami oraz ich zastosowaniami istotnymi w procesie projektowania

Dział Marketingu Technicznego firmy Hilti zbiera interesujące zagadnienia z zakresu produktów i zastosowań z całego świata i chce podzielić się

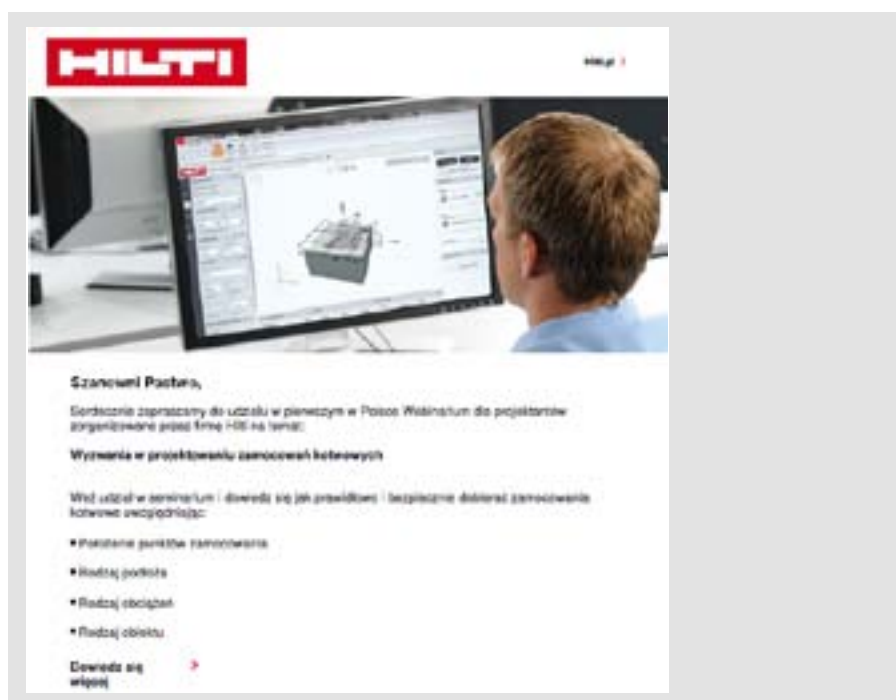
z Państwem wiedzą na temat tych rozwiązań. Dlatego też, w regularnych odstępach, wysyłamy nasz biuletyn informacyjny przeznaczony specjalnie dla inżynierów projektantów.

Znajdą w nim Państwo nowości z zakresu produktów, a także innowacje na dotyczące wymiarowania i zmieniających się treści przepisów, na które już od lat mamy wpływ poprzez oddziaływanie w gronach osób

decyzyjnych w branży budowlanej. Raporty z placów budowy z całego świata, na których zastosowano niecodzienne rozwiązania, dopełniają nasz pakiet techniczny.

Jeżeli jeszcze Państwo nie otrzymują naszego biuletynu informacyjnego, wystarczy zarejestrować się na stronie

www.hilti.pl.



1.9 APLIKACJE HILTI

Dla systemów Android i iOS



Aplikacja Hilti do doboru kotew

Aplikacja Hilti oferuje szybki dobór kotew, bazując na warunkach zastosowania (podłoże, odległość od krawędzi, rodzaj montażu).



Aplikacja Hilti do doboru punktów stałych

Nowa aplikacja do doboru punktów stałych służy jako niezawodne wsparcie w procesie wyznaczania stałych punktów instalacji w przypadku przewodów rurowych obciążonych zmianami temperatur.



Aplikacja Hilti Volume Calculator – obliczanie ilości zaprawy iniekcyjnej

Kalkulator do obliczania ilości zaprawy iniekcyjnej Hilti HIT umożliwia szybkie określanie niezbędnych ilości tego materiału potrzebnego do montażu kotew lub wklejanych prętów zbrojeniowych.



Aplikacja Hilti Mobile

Bez względu na to, gdzie Państwo się znajdują, ta aplikacja wskaże najbliższy sklep Hilti Center. Aplikacja wyznaczy także trasę od Państwa lokalizacji do wybranego Hilti Center.



Aplikacja Hilti Documanager

Menadżer zarządzania dokumentacją przepustów ogniochronnych Hilti Documanager zawiera przegląd wszystkich zastosowań produktów do biernej ochrony przeciwpożarowej, zapewnia wysoką jakość wykonania przejść, a także zgodność z obowiązującymi przepisami, co ułatwia odbiory techniczne.



1.10 SYSTEMY LOKALIZOWANIA I DETEKCJI HILTI

**Dla badań nieniszczących
w obiektach budowlanych**



**Przenoszenie punktów rozpoczęcia
wiercenia przy wykonywaniu ot-
worów przelotowych
– w oparciu o zasadę indukcji
elektromagnetycznej**



Lokalizator centrujący Transpinter PX 10

System składa się z nadajnika i odbiornika, a jego nazwa już w dużym stopniu opisuje jego możliwości: lokalizator centrujący PX 10 Hilti przenosi punkty odniesienia przez ściany murowane i betonowe. Pomiar grubości ściany i sufitu umożliwia łatwe dobranie odpowiedniego wiertła do danego zastosowania. Zasięg pomiaru: do 1,35 m.

**Nieinwazyjna detekcja obiektów
w ścianach, stropach i płytach
(fundamentów,
zbiorników itp.)
– radar impulsowy**



Multidetektor PS 50

Multidetektor Hilti PS 50 znajduje praktycznie wszystko, co kryje się w płycie (np. fundamentowej), ścianach lub stropie. Precyzyjnie lokalizuje metal, drewno, plastik czy przewody elektryczne. Tym samym kosztowne wadliwe wiercenie otworów oraz przebi-
cia przewodów definitywnie należą do przeszłości. Głębokość pomiaru: do 150 mm.

**Nieinwazyjna detekcja położenia
prętów zbrojeniowych oraz grubości
otuliny betonowej tych prętów –
w oparciu o zasadę
indukcji elektromagnetycznej**



System Ferroskan PS 250

System Ferroskan PS 250 Hilti w sposób nieniszczący określa położenie i grubość otuliny prętów zbrojeniowych w betonie. Ponadto za pomocą łatwego w obsłudze urządzenia lokalizującego można oszacować średnicę prętów zbrojeniowych. Bezprzewodowy, kompletny zestaw składa się ze skanera, monitora i oprogramowania komputerowego. Skaner niezawodnie lokalizuje pręty zbrojeniowe w betonie za pomocą techniki indukcyjnej. Mogą być one bezpośrednio na placu budowy odwzorowane na przenośnym monitorze w postaci prostych do oceny obrazów dwuwymiarowych i następnie analizowane. Alternatywnie dane ze skanowania mogą zostać przesłane na komputer za pośrednictwem przystawki-adaptora lub monitora do dalszej analizy, sporządzenia ekspertyzy lub archiwizacji. Głębokość pomiaru: do 160 mm.

**Nieinwazyjna detekcja za pomocą
radaru impulsowego z wizualizacją
przestrzenną wszystkich obiektów
w ścianach, stropach, płytach**



System X-Scan PS 1000

Hilti System X-Scan PS 1000 szybko lokalizuje pręty zbrojeniowe, cięgna sprężające, przewody metalowe, plastikowe lub elektryczne, a także kable światłowodowe nawet na dużych powierzchniach betonowych. Trzy anteny radarowe w skanerze zestawu PS 1000 rozpoznają obiekty nawet przy ich nakładaniu się do maks. głębokości 400 mm. Dane ze skanowania są wyświetlane na monitorze X-Scan celem natychmiastowej analizy lub mogą zostać przesłane na monitor PSA 100 do dalszej oceny. Prosta obsługa, bezproblemowe użytkowanie zestawu Hilti X-Scan PS 1000 na placu budowy, a także prosta interpretacja odwzorowań 3D prętów zbrojeniowych dały początek nowej epoce nieniszczących badań na obiektach budowlanych. Głębokość pomiaru: do 400 mm.

1.11 TESTY ZAMOCOWAŃ NA BUDOWIE



Jakość zamocowania elementów w obiekcie budowlanym wpływa na ich bezpieczne użytkowanie.

Wytrzymałość podłoża, właściwy dobór elementu kotwiącego i prawidłowy montaż zamocowania – wszystko to ma istotny wpływ na faktyczną nośność zamocowania. Popołniony błąd w jednym z tych elementów obniża rzeczywistą nośność połączenia, a obciążenie takiego zamocowania może spowodować dotkliwe, negatywne konsekwencje, które mogą dotyczyć zarówno projektanta jak i wykonawcy oraz nadzoru budowlanego.

Jak sprawdzić, czy wykonane zamocowanie można bezpiecznie obciążyć założoną siłą?

Gdzie szukać informacji dotyczącej wytrzymałości zamocowania w podłożu o nieznanach parametrach?

W odpowiedzi na te pytania pomaga nasza usługa – **Testy zamocowań na budowie.**

Testy zamocowań służą sprawdzeniu jakości zamocowania kotew, prętów zbrojeniowych lub gwoździ marki Hilti. Badanie pokazuje, czy wykonane zamocowanie przenosi zakładane obciążenie obliczeniowe i potwierdza możliwości bezpiecznego obciążenia zamocowania do zbadanej wartości.

Korzyść dla użytkownika: Potwierdzone raportem bezpieczeństwo rozwiązań mocujących.

Wyznaczenie wytrzymałości może być niezbędne, jeśli zamocowanie należy wykonać w istniejących budynkach, w których nieznane są parametry podłoża. W takim przypadku badanie określa parametry mocowań w konkretnym podłożu poprzez test ich nośności.

Korzyść dla użytkownika: Określenie dopuszczalnej nośności zamocowania w nieznanym materiale podłoża

W obu przypadkach Hilti zapewnia test wykonany wg. najwyższych standardów zawartych w wytycznych ETAG lub British Standard. Badanie wykonuje certyfikowana osoba za pomocą odpowiedniego testera. Wyniki badania są udokumentowane raportem i mogą być dodatkowo analizowane.

Zakres usług

- Nośność zamocowań określona w drodze testów niszczących lub nieniszczących
 - Badanie nośności kotew i prętów zbrojeniowych
 - Formalny raport z wynikami badań
 - Wykonanie testów przez osoby wysoce wykwalifikowane
 - Praca wykonywana z użyciem atestowanych testerów
- Możliwa dodatkowa analiza wyników badań

Informacje o usłudze:

Zakres usługi	Sprawdzenie zamocowania, określenie nośności, możliwa interpretacja wyników
Rodzaj badanych zamocowań	Kotwy mechaniczne Kotwy chemiczne: Pręty zbrojeniowe Pręty gwintowane Kołki gwintowane do osadzaków
Wykonawca usługi	Przeszkolony, wysoce wykwalifikowany pracownik Hilti, z odpowiednim certyfikatem
Wytyczne	ETAG lub British Standard
Czas trwania	Zależy od wymagań projektu, opłata naliczana za godzinę usługi
Lokalizacja	Zgodnie z wymogami na budowie
Produkty powiązane	Badaniu podlegają tylko zamocowania Hilti



RAMY PRAWNE

Technika zamocowań



SPIS TREŚCI

2.1	Dane techniczne. Wytyczne dotyczące Europejskich Aprobát Technicznych	2.3
2.2	System oceny zgodności	2.4

2.1. DANE TECHNICZNE

Wszelkie dane techniczne zawarte w niniejszym Podręczniku Techniki Zamocowań opierają się na licznych badaniach i ocenach bazujących na najnowszym stanie wiedzy technicznej. Kotwy oraz inne łączniki Hilti są poddawane badaniom w naszych laboratoriach w Kauferingu (Niemcy), Schaan (Księstwo Liechtenstein) lub Tulsie (USA) a wyniki testów są weryfikowane przez naszych doświadczonych inżynierów. Mając świadomość, że nie wszystkie aplikacje występujące w budownictwie mogą być objęte zakresem aprobat technicznych, firma Hilti udostępnia swoim klientom także dane techniczne w postaci raportów z tych badań. Produkty Hilti są oczywiście także badane w niezależnych instytutach badawczych (w Europie i USA).

Oprócz standardowych testów mających na celu określenie warunków stosowania łączników przeprowadzane są również testy nośności ogniowej oraz testy sprawdzające wytrzymałość na obciążenia udarowe, sejsmiczne i zmęczeniowe.

Wytyczne do Europejskich Ocen Technicznych

Dane zawarte w niniejszym podręczniku albo wprost spełniają wymogi Wytycznych do Europejskich Ocen Technicznych (ETAG), albo zostały opracowane w Hilti na bazie tych zaleceń lub przepisów krajowych.

Wytyczne do Europejskich Ocen Technicznych ETAG 001 „Kotwy metalowe do stosowania w betonie” formułują podstawy do oceny kotew przeznaczonych do stosowania w betonie (zarysowanym lub niezarysowanym). Składają się one z następujących części:

- Część 1: Kotwy – zagadnienia ogólne
- Część 2: Kotwy z rozprężaniem kontrolowanym momentem dokręcającym
- Część 3: Kotwy podcinające
- Część 4: Kotwy z rozprężaniem kontrolowanym przemieszczeniem
- Część 5: Kotwy wklejane
- Część 6: Kotwy do wielopunktowych zamocowań elementów niekonstrukcyjnych
- Załącznik A: Szczegóły przeprowadzania badań
- Załącznik B: Badania dopuszczalnych warunków użytkowania – informacje szczegółowe
- Załącznik C: Metody wymiarowania zakotwień

Dla kotew specjalnych przeznaczonych do stosowania w betonie dodatkowe wymogi formułują Raporty Techniczne (TR) w powiązaniu z ETAG 001:

- TR 018: Ocena kotew wklejanych z rozprężaniem regulowanym momentem dokręcającym
- TR 020: Ocena odporności ogniowej zakotwień wykonywanych w betonie
- TR 029: Wymiarowanie kotew wklejanych

Wytyczne ETAG 014 „Łączniki z tworzywa sztucznego do mocowania warstwy izolacyjnej ociepleń ścian zewnętrznych” zawierają podstawy do oceny łączników

z tworzywa sztucznego stosowanych do mocowania złożonych systemów izolacji cieplnej (ETICS) do podłoży w postaci ścian betonowych i murowych.

Wytyczne do Europejskich Ocen Technicznych ETAG

020 „Łączniki kotwowe z tworzywa sztucznego” formułują podstawy do oceny łączników z tworzywa sztucznego stosowanych do wielopunktowych zamocowań elementów nienośnych do podłoży betonowych i murowych. Składają się one z następujących części:

- Część 1: Zagadnienia ogólne
- Część 2: Łączniki do betonu zwykłego
- Część 3: Łączniki do elementów murowych pełnych
- Część 4: Łączniki do pustaków lub innych elementów murowych drążonych
- Część 5: Łączniki do autoklawizowanego betonu komórkowego
- Załącznik A: Szczegóły badań
- Załącznik B: Zalecenia dotyczące badań wykonywanych na obiektach budowlanych
- Załącznik C: Metody wymiarowania zakotwień

Wytyczne ETAG 029 „Metalowe kotwy iniekcyjne do stosowania w konstrukcjach murowych” dotyczą oceny kotew iniekcyjnych wklejanych we wstępnie wywierconych otworach, kotwionych z wykorzystaniem modelu klinowania i wiązania adhezyjnego (zamocowania kształtowego i adhezyjnego). Składają się z następujących części:

- Załącznik A: Szczegóły badań aprobowanych
- Załącznik B: Zalecenia dotyczące badań wykonywanych na obiektach budowlanych
- Załącznik C: Metody wymiarowania zakotwień

Wytyczne do Europejskich Ocen Technicznych oraz związane z nimi Raporty Techniczne formułują wymagania i kryteria akceptacji, które muszą być spełnione przez łączniki kotwowe. Stosowana w wytycznych ogólna metodyka oceny opiera się na połączeniu istniejącego zasobu wiedzy i doświadczenia w odniesieniu do zachowania łączników podczas badań. Zgodnie z takim podejściem, aby ocenić przydatność danego rodzaju łącznika, muszą być przeprowadzone stosowne badania.

Wymagania zawarte w Wytycznych do Europejskich Ocen Technicznych sformułowane są w postaci celów oraz odnośnych środków, które mają być uwzględniane przy ich realizacji. W wytycznych ETAG wyszczególnione są także konkretne wartości i właściwości. Jeżeli są one dotrzymywane, należy przyjąć, że sformułowane wymagania są spełniane zgodnie ze stanem wiedzy technicznej. W wytycznych, w niektórych przypadkach, podane są również alternatywne możliwości oceny spełnienia wymagań.

2.2. SYSTEM OCENY ZGODNOŚCI

W przypadku łączników kotwowych posiadających aprobatę ocena zgodności dostarczanego wyrobu z tym dokumentem musi być potwierdzona przez niezależną jednostkę certyfikującą (jednostkę notyfikowaną) w oparciu o zadania producenta oraz zadania notyfikowanej jednostki certyfikującej.

Do zadań producenta należą:

- zakładowa kontrola produkcji (ciągła wewnętrzna kontrola produkcji i prowadzenie dokumentacji zgodnie z ustalonym planem badań),
- zaangażowanie organów lub instytucji uprawnionych do tychże zadań.

Do zadań notyfikowanej jednostki certyfikującej należą:

- wstępne badanie właściwości użytkowych danego wyrobu budowlanego,
- wstępna inspekcja zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji,
- kontynuacja nadzoru, oceny i ewaluacji zakładowej kontroli produkcji.



PODSTAWY TECHNIKI KOTWIENIA

Technika zamocowań



SPIS TREŚCI

3.1	Podstawowe zasady techniki kotwienia	3.3
3.2	Podłoża – beton, konstrukcje murowe, beton komórkowy, płyty, beton sprężony, stropy z płyt kanałowych	3.4
3.3	Zasady działania łączników kotwowych	3.9
3.4	Wykonywanie otworów wierconych	3.10
3.5	Rodzaje montażu	3.12
3.6	Pojedyncze łączniki kotwowe, grupy łączników, zamocowania wielopunktowe	3.14
3.7	Obciążenia i wymiarowanie	3.15
3.8	Rodzaje obciążeń i postacie zniszczenia	3.16
3.9	Szczególne rodzaje obciążeń – korozja, obciążenie ogniowe, zamocowania instalacji gaśniczych	3.17

3.1 PODSTAWOWE ZASADY TECHNIKI KOTWIENIA

10 złotych zasad techniki kotwienia

1. Oznaczenie i opis oraz dobór kotew

Oznaczenia i opisy kotew muszą odpowiadać danym zawartym w aprobach. W razie wątpliwości należy sprawdzić, czy podane obciążenia są statyczne czy dynamiczne oraz czy obowiązują wymagania przeciwpożarowe.

2. Podłoża

Należy stosować wyłącznie kotwy dopuszczone do użycia do danego typu podłoża. Beton: z reguły należy zakładać użycie betonu zarysowanego (strefa rozciągania). Konstrukcje murowe: każda kotwa może przenosić tylko te obciążenia, które jest w stanie przenieść podłoże.

3. Narzędzia do wiercenia i osadzania

Maszyny wierzące i narzędzia do osadzania należy stosować zgodnie z instrukcją obsługi oraz zaleceniami producenta. Należy stosować wiertła o odpowiedniej średnicy i posiadające znak kontrolny.

4. Wiercenie i czyszczenie otworu

Podczas wiercenia należy zwracać uwagę na głębokość otworu oraz głębokość osadzania kotwy. Oczyszczanie otworu wierconego należy wykonać zgodnie z instrukcją montażu albo z aprobatą. Rozróżnia się czyszczenie standardowe lub automatyczne.

5. Montaż kotew

Kotwy należy osadzać zgodnie z instrukcją montażu. Instrukcje montażu znajdują się w danej aprobacie i na opakowaniu produktu albo w jego wnętrzu. Nie wolno wymieniać pojedynczych elementów kotew.

6. Głębokość osadzania

Należy zachowywać wymaganą głębokość osadzania zgodnie z oznakowaniem na kotwie oraz zgodnie z aprobatą techniczną. W zależności od rodzaju łączników kotwionych według aprobaty dopuszcza się kilka głębokości osadzania.

7. Wadliwie wykonane otwory

Nie osadzać kotew w spoinach – za wyjątkiem kotwy HIT-HY 270 w konstrukcjach murowych. Wadliwie wykonane otwory należy zaślepić zaprawą o dużej wytrzymałości i niskiej kurczliwości (np. Hilti HIT). Nowy otwór należy wykonać z zachowaniem odpowiedniego odstępu, który z reguły stanowi trzykrotność średnicy otworu. Należy przy tym przestrzegać zaleceń zawartych w aprobacie technicznej.

8. Rozstawy i odległości od krawędzi

Należy zachowywać podane rozstawy osiowe i odległości od krawędzi. W aprobach przedstawiono wartości charakterystyczne oraz wartości minimalne tych wielkości.

9. Pomieszczenia suche

Kotwy cynkowane galwanicznie mogą być stosowane wyłącznie w pomieszczeniach suchych. Względna wilgotność powietrza może wynosić maksymalnie 60%.

10. Środowisko zewnętrzne i pomieszczenia mokre

W środowisku zewnętrznym i pomieszczeniach mokrych muszą być stosowane kotwy cynkowane ogniowo albo ze stali nierdzewnej. W przypadku basenów pływackich, tuneli drogowych i zastosowań w strefie oddziaływania wody morskiej należy użyć łączników ze stali o wysokiej odporności na korozję (HCR). Zgodnie z normami krajowymi należy w niektórych przypadkach stosować elementy cynkowane ogniowo.

3.2 PODŁOŻA

Beton

Beton jest sztucznym kamieniem, a jego skład stanowi mieszanina cementu, kruszyw (piasku, żwiru), ewentualnych dodatków i wody. Beton charakteryzuje się następującymi właściwościami oraz zastosowaniami:

- Wysoka wytrzymałość na ściskanie przy jednocześnie niskiej wytrzymałości na rozciąganie. Wytrzymałość na rozciąganie wynosi jedynie około 10% wytrzymałości na ściskanie,
- Poprzez umieszczenie prętów zbrojeniowych (pojedyncze pręty lub siatki) zwiększa się nośność (stal + beton = żelbet),
- Zapewniona powtarzalność parametrów. Skład jest uregulowany normami. Tym samym beton stanowi idealne podłoże dla zamocowań,
- Elementy betonowe wykonywane są w deskowaniach w miejscu wbudowania na placu budowy albo jako kompletne elementy prefabrykowane w wytwórniach wyrobów betonowych,

Klasy wytrzymałości betonu

- W zależności od rodzaju zastosowanych kruszyw rozróżnia się beton lekki, zwykły i ciężki,
- C12/15 (=B15) do C30/37 (=B35): typowe klasy betonu. Beton o takiej wytrzymałości jest spotykany najczęściej,
- C30/37 (=B35) do C50/60 (≈B55): wyższa klasa do zastosowań specjalnych.

Zależności pomiędzy różnymi krajowymi i międzynarodowymi klasami wytrzymałości betonu

Norma	Klasy wytrzymałości betonu										
Eurocode 2 (1992)	-	-	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
DIN 1045-1 (2008)	-	-	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
DIN 1045 (1988)	B 5	B 10	B 15	-	B 25	-	B 35	B 45	-	B 55	-
DIN 1045 (1978)	B 120	B 160	B 225	-	B 300	-	B 450	B 600	-	-	-
DIN 1045 (1972)	Bn 50	Bn 100	Bn 150	-	Bn 250	-	Bn 350	Bn 450	-	Bn 550	-
TGL	Bk 10	Bk 12,5	Bk 15/20	-	Bk 25	-	Bk 40	Bk 50	-	Bk 55	-
ÖN B4200 (A)	-	-	B12/B 120	B15/160	B20/B225	B30/B300 ¹		-	B50/500		-
	-	-	-	-	B25/250		B40/400		-	-	-
SIA 162 (CH)	-	-	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
NFP 18400 (F)	-	-	-	-	B 250	-	-	-	-	-	-
BS 1881 (GB)	-	-	-	C20P	C25P	C30P	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	C35P		-	-	-	-
ACI 318-83 (USA)	-	2000 PSI		3500 PSI		5000 PSI		-	-	-	-
	-	-	2500 PSI		4000 PSI		5500 PSI		-	-	-

1. Wytrzymałość na ściskanie betonu w przybliżeniu mieści się w granicach pomiędzy wartościami dla klas C20/25 i C30/37 (tylko wartość orientacyjna); analogicznie w przypadku wszystkich pozostałych wartości pośrednich.

Wiązanie betonu

Beton zwykły bez domieszek przyspieszających wiązanie osiąga w warunkach normalnych pełną minimalną wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach. W przypadku niskich temperatur proces twardnienia/wiązania może ulec znacznemu wydłużeniu.

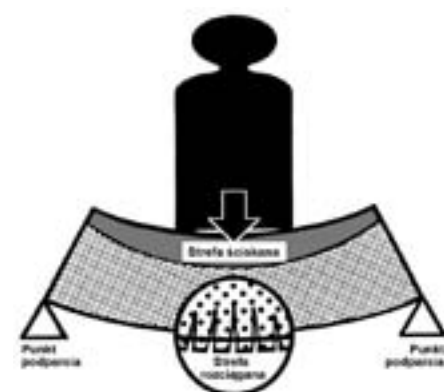
Masę betonu świeżego można formować w czasie jednej godziny po przygotowaniu mieszanki.

- Beton zielony to taki, którego czas wiązania wynosi do 4 godzin. Jego masy nie można już formować.
- Beton młody to taki, którego czas wiązania wynosi od 4 godzin do 28 dni. Jego masy nie można już formować. Minimalna wytrzymałość na ściskanie jeszcze nie została osiągnięta. Do osadzania w młodym betonie służą specjalnie do tego przeznaczone kotwy (np. kotwa ze spiralą HCA).
- Beton w pełni związany, mający więcej niż 28 dni, osiągnął nominalną wytrzymałość na ściskanie.

Zamocowania w podłożu betonowym

W celu uzyskania niezawodnych zamocowań w podłożu betonowym należy pamiętać, że:

- Beton zawsze wykazuje zarysowania (proces skurczu podczas twardnienia, obciążenie),
- W przypadku braku obliczeń statycznych strefy ściskanej (patrz rysunek), należy zakładać, że wystąpi beton zarysowany,
- Kotwy do betonu zarysowanego muszą przy rozwarciu rys dodatkowo rozprężyć się (łącznik rozporowy) albo wykorzystywać model zamocowania poprzez klinowanie (np. kotwa samopodcinająca),
- Przecięcie prętów zbrojeniowych podczas wykonywania otworów wierconych jest niedopuszczalne. W szczególnych przypadkach, po uzgodnieniu z projektantem konstruktorem, można przeciąć pręty zbrojeniowe nienośne (wiercenie diamentowe),
- Beton musi wykazywać właściwości nośne na całej długości otworu wierconego, ale nie może wykazywać gniazd żwirowych czy pustek,
- Zarówno w przypadku elementów betonowanych w miejscu wbudowania, jak prefabrykatów mogą podczas ich wykonywania zostać wbetonowane łączniki albo marki stalowe lub inne części złączy. Jeżeli nie zostaną one umieszczone przed betonowaniem albo będą usytuowane niewłaściwie, muszą być później zamocowane dodatkowo za pomocą łączników kotwionych.



Warto wiedzieć

• Podłoże betonowe:

Należy stosować tylko kotwy aprobowane do użycia w danym podłożu.

Z reguły należy zakładać postać betonu zarysowanego (strefa rozciągania).

Konstrukcje murowe

Spośród wszystkich występujących podłoży do zamocowań konstrukcje murowe wykazują największą różnorodność. Istnieje bardzo szeroki asortyment elementów murowych, różne jakości i klasy zapraw. Dlatego tylko w przypadku konstrukcji murowych wykonanych ze znormalizowanych cegieł można od razu ocenić, czy określona kotwa może być zastosowana i wymiarowana.

Podział konstrukcji murowych może odbywać się według:

- Zastosowanego elementu murowego (np. konstrukcje murowe z kamienia naturalnego, cegły, cegły silikatowej, bloczków z betonu porowatego),
- Budowy elementu (np. mur jednowarstwowy albo dwuwarstwowy – ściana szczelinowa),
- Klasy wytrzymałości i gęstości objętościowej elementu murowego.

Element murowy	Materiał	Oznaczenie	Norma
Cegła pełna	ł/glina/masy gliniane z dodatkami/bez dodatków	Mz	DIN EN 771-1
Pustak ceramiczny	jw.	HLz	DIN EN 771-1
Cegła dziurawka, pustak stropowy	jw.		DIN EN 771-1
Lekki pustak ceramiczny	jw.	HLz	DIN EN 771-1
Cegła licówka	jw., mrozoodporny	VMz	DIN EN 771-1
Klinkier pełny	jw., powierzchnia spiekana, mrozoodporny	KMz	DIN EN 771-1
Cegła silikatowa pełna	Zmielony piasek kwarcowy i wapno palone, autoklawizowane	KS	DIN EN 771-2
Cegła silikatowa drążona	Zmielony piasek kwarcowy i wapno palone, autoklawizowane	KSL	DIN EN 771-2
Bloczek z betonu lekkiego		Vbl	DIN EN 771-3
Pustak ścienny z betonu lekkiego		Hbl	DIN EN 771-3
Bloczek z betonu zwykłego		Vbn	DIN EN 771-3
Bloczek drążony z betonu zwykłego		Hbn	DIN EN 771-3

Znormalizowane konstrukcje murowe

Jakość konstrukcji murowej określa się na podstawie zastosowanego elementu murowego i użytej zaprawy.

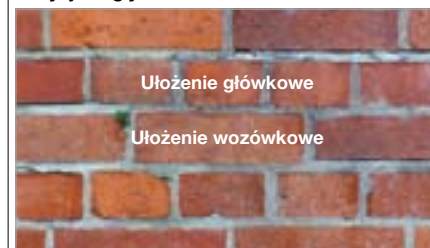
Na przykład w Niemczech:

- Wielkość elementów murowych podawana jest na podstawie dwóch formatów:
wymiar cienki DF (dł. x szer. x wys.: 240 x 115 x 52 mm)
wymiar normalny NF (dł. x szer. x wys.: 240 x 115 x 71 mm),
- Powszechnie stosowane formaty to:
2 DF (dł. x szer. x wys.: 240 x 115 x 113 mm) do 20 DF (dł. x szer. x wys.: 490 x 300 x 238 mm),
- Pozostałe istotne parametry przy opisywaniu elementów murowych odnoszą się do klasy wytrzymałości na ściskanie i klasy gęstości objętościowej,
- Przykład oznaczenia cegły:
Cegła DIN 105 Mz 12 – 1,8 – 2 DF
(12 N/mm² = klasa wytrzymałości na ściskanie,
1,8 kg/dm³ = klasa gęstości objętościowej).

Zamocowania w konstrukcjach murowych

- W przypadku montażu łączników kotwionych w konstrukcjach murowych należy częściowo uwzględniać inne aspekty niż w przypadku zamocowań w betonie. W instrukcjach producentów materiałów ceramicznych zawarte są niekiedy niezrozumiałe podpowiedzi, dlatego też przed każdym montażem dobrze jest zasięgnąć szczegółowych informacji w Aprobacie lub Europejskiej Ocenie Technicznej danego łącznika.
- Dlatego tylko w przypadku konstrukcji murowych wykonanych ze znormalizowanych cegieł można jednoznacznie ocenić, czy określona kotwa może być zastosowana i obliczana.
W przypadku pustaków i innych drażonych elementów murowych, otwór wiercony musi być wykonywany najczęściej z zastosowaniem wiercenia bez udaru. Ponadto w przypadku łączników wklejanych stosuje się tuleje siatkowe. W przypadku elementów murowych pełnych można w większości przypadków stosować wiercenie udarowe. Tuleje siatkowe nie muszą być stosowane, gdy zapewniony jest brak pustych przestrzeni.
- W przypadku zakotwień istotnych dla bezpieczeństwa w nieznanych lub starych konstrukcjach murowych można (w uzgodnieniu z projektantem lub inwestorem, a także właściwym inżynierem, ewentualnie instytucją badawczą, dokonującymi kontroli jakości) przeprowadzić próby nośności w miejscu budowy. Dopiero po ich wykonaniu wraz z pracownikiem Hilti wybierana jest odpowiednia kotwa, a często także cały system iniekcyjny.
- Głębsze osadzenie kotwy w konstrukcji murowej zwiększa z reguły nośność obliczeniową/dopuszczalne obciążenie. W przypadku głębokości wykraczających poza ETA należy dokonać odpowiednich uzgodnień z projektantem lub inwestorem, a także właściwym inżynierem, ewentualnie instytucją badawczą, dokonującymi kontroli jakości zamocowań.
- Kotwienie w spoinach pionowych często oddziałuje w sposób negatywny na nośność obliczeniową/dopuszczalne obciążenie i należy go unikać. Jeżeli nie można wykluczyć kotwienia w spoinach (np. tynk na konstrukcji murowej), to dla takich przypadków firma Hilti oferuje kotwienie chemiczne nowej generacji.
- Wilgoć w czasie montażu i eksploatacji kotwy może mieć negatywne oddziaływanie na nośność obliczeniową/dopuszczalne obciążenie.
- W konstrukcjach murowych możliwy jest montaż przelotowy i nieprzelotowy.
- Łączniki wklejane również można stosować, zarówno poziomo w konstrukcjach murowych, jak i w montażu „od dołu”, w pustakach stropowych.

Pozycja cegły



Ułożenie główkowe: długość cegły odpowiada szerokości ściany.

Ułożenie wozówkowe: cegła w strukturze układana wzdłużnie.



Warto wiedzieć

• Konstrukcje murowe:

Stosować tylko łączniki kotwione aprobowane do danego typu podłoża.

Elementem decydującym o nośności zamocowania jest rodzaj konstrukcji murowej, a nie zastosowany łącznik.

BETON KOMÓRKOWY, PŁYTY GIPSOWO-KARTONOWE, STROPY Z PŁYT KANAŁOWYCH Z BETONU SPRĘŻONEGO

Podłoża o rosnącym znaczeniu

Poniżej opisane podłoża mają swoje specyficzne właściwości, które należy uwzględnić przy wykonywaniu w nich zamocowań.

Beton komórkowy

- Wykazuje zasadniczo niską wytrzymałość na ściskanie i zawiera wiele pęcherzyków powietrznych (porów). Beton ten jest lekki i działa jak izolacja termiczna, jednakże ze względu na swoją strukturę dopuszcza wykonywanie zamocowań jedynie dla niewielkich obciążeń. Beton komórkowy służy jako materiał do elementów konstrukcji murowych niezbrojonych (bloczki i płytki) o klasach wytrzymałości PP 2 – PP 8, a także do zbrojonych płyt stropowych, dachowych i ściennych o klasach wytrzymałości PP 3,3 – PP 4,4 (dawniej GB 3,3 – GB 4,4).

Płyty okładzinowe

- To cienkościenny wyrób budowlany o niskiej wytrzymałości. Płyty gipsowo-kartonowe (np. Rigips czy Knauf) oraz płyty gipsowo-włókniste (np. Fermacell lub Rigidur) mogą być układane pojedynczo lub podwójnie i są stosowane podczas prac remontowych, renowacyjnych oraz przy wznoszeniu nowych obiektów – przede wszystkim do wykończenia wnętrz (cienkie ścianki działowe, okładziny, ścianki maskujące instalacje). Praktycznym i cenionym łącznikiem kotwionym stosowanym w takich przypadkach jest Hilti HDD.

Stropy z płyt kanałowych z betonu sprężonego

- To stropy betonowe z kanałami, zbrojone w dolnej części splotami wielodrutowymi albo specjalnymi prętami (tzw. strunami). Wielkość kanałów i ich wzajemna odległość, a także grubość dolnej ścianki płyty (grubość betonu od spodniej powierzchni płyty do najniższego punktu kanału) są dokładnie określone. Jedynie kilka typów łączników kotwionych uzyskało aprobatę techniczną do stosowania w takim podłożu (np. Hilti HKH, HUS-A/-H/-I/-P 6, HRD, HKD).

Zamocowania w podłożu z betonu komórkowego płyt okładzinowych albo stropów z płyt kanałowych z betonu sprężonego

- Do zamocowań w betonie komórkowym, materiałach lekkich, płytach okładzinowych lub stropach z płyt kanałowych sprężonych należy stosować wyłącznie łączniki kotwowe, które mają aprobatę techniczną do tych podłoży.
- Wykonując otwory wiercone pod kotwy w stropach z płyt kanałowych sprężonych, nie wolno przewiercać zbrojenia płyt. Należy stosować detektory zbrojenia np. Hilti PS250

Warto wiedzieć

• Podłoża specjalne:

Do zamocowań w betonie komórkowym, materiałach lekkich, płytach okładzinowych lub stropach z płyt kanałowych sprężonych należy stosować wyłącznie łączniki kotwione, które są aprobowane dla tych podłoży albo dla nich odpowiednie.

3.3 ZASADY DZIAŁANIA ŁĄCZNIKÓW KOTWOWYCH

Kotwienie łączników opiera się na trzech rodzajach współpracy kotwy z podłożem:

- Siły tarcia (zamocowanie rozporowe), np. HSA, HST2, DBZ,
- Zamocowaniu kształtowemu (zamocowanie przez podcinanie ścian otworu w podłożu), np. HSC, HDA, HUS3,
- Wiązaniu adhezyjnym (efekt klejenia), np. HIT-RE 500V3.

Każda z nich ma mocne i słabe strony, które należy uwzględnić przy doborze łączników.

Siła tarcia

W przypadku zamocowania rozporowego część łącznika (np. element rozprężny kotwy segmentowej Hilti HST) wskutek rozprężania zostaje dociśnięta do ścianki otworu. Siły rozciągające przejmowane są przez siłę tarcia.



Tarcie

Klinowanie

W przypadku zamocowania rozporowego łącznik (np. kotwa samopodcinająca Hilti HDA lub kotwa wklejana iniekcyjnie Hilti HIT-HY 270) jest kotwiony wskutek klinowania się w podłożu. Dochodzi do tego za pośrednictwem wypełniania pustek w podłożu albo poprzez automatyczne podcinanie. Ten typ mocowania maksymalnie wykorzystuje nośność podłoża. Nie powstają tu żadne siły rozprężające lub są one niewielkie.



Klinowanie

Wiązanie adhezyjne

W przypadku zamocowania chemicznego dwuskładnikowa zaprawa (np. system łączników wklejanych iniekcyjnie Hilti HIT) łączy się zarówno z chropowatą ścianką otworu, jak również z powierzchnią elementu kotwiącego. Stosując ten typ zamocowania, można skompensować uszkodzenia podłoża i wykorzystać możliwość zmiennej głębokości osadzania. Należy zwracać szczególną uwagę na oczyszczenie otworu wierconego i czas wiązania zaprawy.



Wiązanie adhezyjne

Warto wiedzieć

• Zasada działania łączników kotwionych:

Kotwy chemiczne uzyskują pełną nośność w podłożu pod warunkiem starannego czyszczenia otworu wierconego – zgodnie z odpowiednią aprobatą techniczną. Wyjątek stanowi zaprawa iniekcyjna HIT HY 200 stosowana z prętem HIT-Z. Przy tym zestawie czyszczenie otworu nie jest wymagane.

3.4 WYKONYWANIE OTWORÓW WIERCONYCH

Wykonywanie otworów wierconych

Otworki wiercone należy wykonywać prostopadle względem powierzchni podłoża kotwienia. Odchylenie od kąta prostego może wynosić maksymalnie 5°. Przy czym:

- Do wiercenia obrotowego i udarowego należy stosować wyłącznie wiertła posiadające znak kontrolny Prufgemeinschaft Mauerbohrer e.V. Remscheid (np. wiertła Hilti),
- Otworki wiercone należy zawsze oczyszczać ze zwiercin. Należy przestrzegać stosownych zaleceń szczególnych zawartych w aprobatkach i instrukcjach producenta.



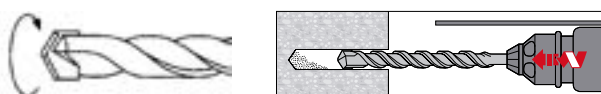
Znak kontrolny Prufgemeinschaft
Mauerbohrer e.V. Remscheid

Wykonywanie otworów bez wstępnego wiercenia



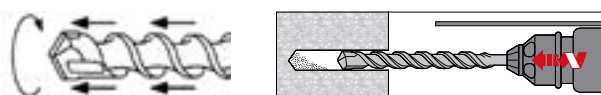
- Łącznik jest wbijany lub wkręcany bezpośrednio w podłoże.
- Przykład: kotwy wkręcane Hilti HUS do stosowania w betonie komórkowym określonej jakości.

Wykonywanie otworów metodą wiercenia obrotowego



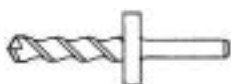
- Wiercenie bez włączonego udaru.
- Przede wszystkim w drążonych elementach murowych albo w innych podłożach o niskiej wytrzymałości.
- Przykład: kołki ościeżnicowe HRD Hilti lub kotwy wkręcane Hilti HUS lub HIT-HY 270.

Wykonywanie otworów metodą wiercenia udarowego



- W twardych podłożach, np. betonowych.
- Możliwe wykonanie za pomocą elektropneumatycznych wiertarek udarowych (np. Hilti).
- Przykład: kotwy segmentowe Hilti HST lub kotwy wklejane Hilti HVZ.

Wykonywanie otworów za pomocą specjalistycznych wiertel udarowych



- Wiercenie udarowe przy użyciu dobranego zgodnie z aprobatą wiertła kołnierowego.
- Przykład: kotwy samopodcinające Hilti HSC lub kotwy samopodcinające Hilti HDA.

Warto wiedzieć

• Narzędzia do wiercenia i osadzania:

Narzędzia do wiercenia i osadzania należy użytkować zgodnie z aprobatą oraz danymi producenta. Stosować wiertła o pasującej średnicy i znaku kontrolnym.

• Wadliwie wykonane otworki:

Nie osadzać kotew w spoinach. Wyjątek stanowi HIT-HY 270 do konstrukcji murowych. Wadliwie wykonane otworki należy zaślepić zaprawą o dużej wytrzymałości i niskiej kurczliwości, np. Hilti HIT. Nowy otwór należy wykonać z zachowaniem odpowiedniego odstępu, który z reguły stanowi trzykrotność średnicy otworu. Należy przy tym przestrzegać zaleceń zawartych w aprobacie.

• Wiercenie i oczyszczanie otworu:

Podczas wiercenia należy zwracać uwagę na głębokość otworu, ewentualnie głębokość osadzania kotwy. Oczyszczanie otworu wierconego należy wykonywać zgodnie z instrukcją montażu albo aprobatą. Rozróżnia się czyszczenie automatyczne i standardowe.

Wykonywanie otworów wierconych metodą techniki diamentowej



- Stosować narzędzia specjalistyczne z diamentowym wiertłem koronowym.
 - W głównej mierze wiercenie na mokro, lecz istnieje także możliwość wiercenia na sucho.
 - Wiercenie bez wibracji.
 - Przykład: kotwy do wzmacniania prefabrykowanych płyt ściennych Hilti HWB, pręty HIT-Z, pręty zbrojeniowe traktowane jako uzupełnienie zbrojenia wklejane za pomocą zaprawy iniekcyjnej HIT RE 500 V3.
 - O ile nie zostało to wyraźnie określone w aprobacie, wiercenie z użyciem techniki diamentowej jest dozwolone tylko w wyjątkowych przypadkach, ponieważ ścianki otworu mogłyby być zbyt gładkie do zastosowania łączników kotwionych (patrz wiązanie adhezyjne). Stojąca woda lub wilgoć w przypadku otworów wierconych techniką diamentową mogą drastycznie zmniejszyć nośność łączników (przede wszystkim wklejanych iniekcyjnie). Istnieje także zagrożenie przecięcia pręta zbrojenia głównego.
- Jeżeli po uzgodnieniu z inżynierem konstruktorem odpowiedzialnym za projekt konstrukcji nośnej i zbrojenia dopuszczone zostanie w pewnych strefach elementu zastosowanie techniki diamentowej zaleca się użycie specjalistycznej wiertnicy diamentowej z napędem oscylacyjnym (Hilti DD-EC 1). Narzędzie to umożliwia uzyskanie falistej ścianki otworu i co ważne może być obsługiwane ręcznie.



Wskazówki dotyczące bezpieczeństwa

- Nie stosować wiertła o nadmiernie zużytych krawędziach tnących (patrz postanowienia zawarte w aprobacie).
- Dla niektórych typów łączników kotwionych aprobata wymaga stosowania specjalistycznych wiertła (np. wiertła kołnierowego). W takich sytuacjach należy bezwzględnie ich używać!
- Głębokość wiercenia jest precyzyjnie określona w aprobacie danej kotwy i odnosi się do określonej grubości podłoża. W przypadku zastosowań ogólnych bez aprobaty obowiązuje reguła uproszczona:
wymagana grubość podłoża $\geq$ głębokość otworu + 50 mm.
- W przypadku wadliwie wykonanego otworu (natrafienie na pręt lub niewłaściwa lokalizacja) aprobaty określają zasady doboru miejsca wiercenia nowego otworu.
- W przypadku kotew wklejanych lub systemów łączników wklejanych iniekcyjnie należy bezwzględnie usunąć stojącą wodę z wywierconego otworu, chyba że postanowienia zawarte w danej aprobacie regulują tę kwestię inaczej, np. w przypadku Hilti HIT-Z. W temperaturach ujemnych wykonanie otworu wierconego oraz osadzenie kotwy powinno następować bezpośrednio po sobie, aby uniknąć tworzenia się kryształków lodu w otworze.

3.5 RODZAJE MONTAŻU

Montaż przelotowy

- Otwór wiercony jest przez mocowany element (element mocowany = szablon wiercenia).
- Łącznik kotwiony osadzany jest przez element mocowany w podłożu.
- W przypadku zamocowań wielopunktowych preferowany jest montaż przelotowy.
- Przykład: mocowanie balustrad za pomocą kotew wkręcanych HUS.

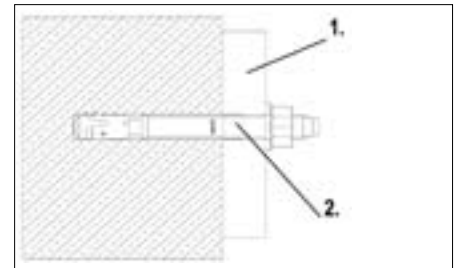


Tabela 1: Średnica otworu przelotowego w elemencie mocowanym do zastosowania ETAG 001, Załącznik C lub TR 029 (obciążenie ścinające)

Średnica zewnętrzna d_1 lub d_2	[mm]	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
Średnica d_f otworu przelotowego w elemencie mocowanym	[mm]	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	30	33

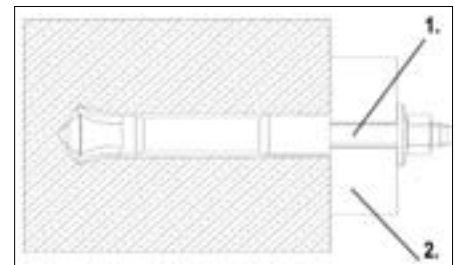
d_1 – gdy trzpień przylega do mocowanego elementu.

d_2 – gdy tuleja kompozytowa przylega do mocowanego elementu.

Gdy średnica d_f otworu przelotowego w elemencie mocowanym jest większa niż wartości podane w tabeli, to procedura wymiarowania jest miarodajna jedynie wtedy, gdy szczelina pierścieniowa pomiędzy łącznikiem kotwionym a elementem mocowanym została wypełniona zaprawą, posiadającą odpowiednią wytrzymałość na ściskanie. W tym celu można stosować zaprawy iniekcyjne Hilti HIT. W przypadku zakotwień narażonych na obciążenia rozciągające dopuszcza się wykonanie otworu przelotowego o większej średnicy, gdy zastosowana zostanie dodatkowa podkładka.

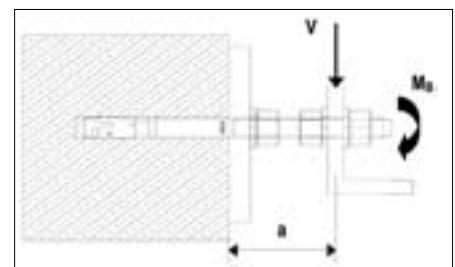
Montaż nieprzelotowy

- Otwór wykonywany jest przed umieszczeniem elementu mocowanego.
- Kotwa osadzana jest w podłożu przed montażem elementu mocowanego.
- Przykład: kotwa samopodcinająca Hilti HSC, HDA-P.



Montaż dystansowy

- Element mocowany montowany jest z odstępem i w taki w sposób, aby był wytrzymały na rozciąganie i ściskanie.
- Można przy tym zastosować zarówno montaż przelotowy, jak i nieprzelotowy.
- Dystans a = ramię działania siły.
- Moment zginający = siła ścinająca • ramię działania siły według aprobaty.



WSKAZÓWKI MONTAŻOWE

- Element mocowany musi przylegać do podłoża całą powierzchnią. Jeżeli wykonywana jest warstwa wyrównawcza wytrzymała na ściskanie, zakotwienie musi być wymiarowane jako montaż dystansowy z uwzględnieniem ramienia działania siły.
- Element mocowany musi na całej długości otworu przelotowego (= grubość elementu mocowanego) przylegać do łącznika/trzpienia gwintowanego. W przeciwnym razie zakotwienie musi być wymiarowane jako montaż dystansowy z uwzględnieniem ramienia działania siły.
- W przypadku poszczególnych rodzajów łączników kotwionych należy zwracać uwagę na maksymalną wysokość zamocowania t_{fix} zawartą w zaleceniach producenta.
- Wymiar ten, zwany także długością użyteczną, składa się z:
 t_{fix} = grubość elementu mocowanego + warstwy nienośne aż do podłoża nośnego, np. zaprawa wyrównawcza lub tynk.
- Wiele łączników kotwowych – posiadających aprobaty techniczne, wydane przez organy nadzoru budowlanego – musi być dokręcanych z przyłożeniem wymaganego momentu dokręcającego. W tym celu należy używać skalibrowanego klucza dynamometrycznego.
 Montażowy moment dokręcający gwarantuje osiągnięcie wymaganej siły sprężającej, a także prawidłowy montaż łącznika. W przypadku kotew wklejanych przed przyłożeniem momentu dokręcającego dokręcania i przyłożeniem obciążenia użytkowego należy odczekać, aż upłynie czas wiązania.
- Kotwy należy osadzać jako seryjnie dostarczaną całość. Niedopuszczalna jest wymiana, zmiana lub usuwanie jego elementów (np. nakrętek, podkładek).
- Większe otwory przelotowe w elemencie mocowanym mogą być wypełniane z wykorzystaniem zestawu dynamicznego Hilti oraz zaprawy iniekcyjnej Hilti HIT.



3.6 POJEDYNCZE ŁĄCZNIKI KOTWOWE, GRUPY ŁĄCZNIKÓW, ZAMOCOWANIA WIELOPUNKTOWE

Aby poprawnie dobrać odpowiednie łączniki kotwowe, należy wiedzieć, jak dany łącznik może być rozmieszczony:

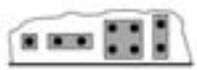
- Pojedynczo lub w grupie, po 2,3,4,6 lub 8 łączników,
- Jako część zamocowania liniowego lub wielopunktowego.

W materiałach technicznych Hilti lub aprobaty technicznych można znaleźć informacje dotyczące nośności łączników oraz ich rozstawów osiowych.

W przypadku mocowania w konstrukcjach murowych w zależności od łącznika obowiązują inne wytyczne, jak np. ETAG 029. W niej, jak również w odpowiednich Europejskich Aprobatach Technicznych (ETA) dla łączników można znaleźć niezbędne dane dotyczące zamocowań grup łączników blisko krawędzi.

Zamocowania blisko krawędzi

- Wymiarowanie według: ETAG 001, Aneks C oraz EOTA TR029.
- Treść aprobaty: „Łącznik może być stosowany wyłącznie do zakotwień przy obciążeniu w przeważającym stopniu statycznym [...] w betonie zwykłym zbrojonym lub niezbrojonym. Można go stosować w betonie zarysowanym i niezarysowanym”.



Zamocowania oddalone od krawędzi

- Dopuszczalne rozmieszczenia łączników według ETAG 001, Aneks C (1997).
- Dopuszczalne rozmieszczenia łączników według EOTA TR029 (ETAG 001, Aneks C (2008)).
- Wymiarowanie według ETA: wartość obliczeniowa dla pojedynczego łącznika jest podana w aprobacie. W każdym punkcie mocowania można stosować do ośmiu łączników.



Zamocowania wielopunktowe

- Rozmieszczenie: zamocowanie wielopunktowe, przykład według ETA.



- Zamocowania wielopunktowe = w przypadku zniszczenia jednego punktu mocowania musi być zapewnione przeniesienie obciążenia na sąsiadujące punkty mocowania, w przeciwnym razie dochodzi do „efektu suwaka”, tzn. zawodzą wszystkie łączniki po kolei.
- Wyciąg z treści aprobaty: „Łącznik może być stosowany wyłącznie w wielopunktowych zamocowaniach elementów niekonstrukcyjnych [...]. Łącznik może być stosowany wyłącznie do zakotwień przy obciążeniu statycznym [...] w betonie zarysowanym lub niezarysowanym”.

Wskazówki

- Obszar zastosowania, a tym samym nośności łączników kotwowych są zamieszczone w każdej aprobacie technicznej. Należy rozróżniać łączniki, które zostały dopuszczone wyłącznie do zamocowań pojedynczych, ewentualnie w grupach łączników (2 do 8 łączników), lub też wyłącznie do zamocowań wielopunktowych.
- Najbardziej krytycznym obciążeniem dla łącznika jest zginanie (obciążenie ścinające działające z odstępem od podłoża).
- Wymiarowanie łączników posiadających dopuszczenia lub aprobaty musi zostać przeprowadzone przez uprawnionego projektanta.

Zostało to uregulowane w obowiązujących aprobatach w następujący sposób:

- Wymiarowanie w oparciu o dopuszczalne obciążenia (tzn. porównanie występującego obciążenia z dopuszczalnym),
- Wymiarowanie według EOTA TR029 dla kotew wklejanych (przy czym projektant ma możliwość dostosowania głębokości osadzania kotwy do warunków brzegowych i obciążeń),
- Wymiarowanie według ETAG 001, Aneks C (załącznik do Wytycznych do Europejskich Aprobát Technicznych). Ponadto firma Hilti opracowała międzynarodową koncepcję wymiarowania – tzw. procedurę SOFA (Solutions for Fastening), która w bardzo dużym stopniu opiera się na procedurze ETAG. Może być ona stosowana w sytuacji, gdy wymiarowanie na podstawie aprobaty nie jest możliwe (np. w przypadku nieregularnie rozmieszczonych łączników), jednakże zakotwienie powinno być poprawnie sprawdzane przy uwzględnieniu maksymalnych parametrów technicznych wybranych łączników Hilti (należy zwrócić się z prośbą o konsultację do inżyniera konstruktora lub Inżyniera Konsultanta Hilti).

Definicje pojęć z zakresu wymiarowania łączników kotwowych:

- Obciążenie oddziałujące F_{vorh} = rzeczywiste występujące obciążenie na jeden łącznik, bez częściowych współczynników bezpieczeństwa γ_G i γ_Q .
- Obciążenie zalecane F_{emp} = zalecane przez Hilti maksymalne obciążenie na jeden łącznik, bez częściowych współczynników bezpieczeństwa γ_G i γ_Q (często określane również jako obciążenie użytkowe).
- Obciążenie dopuszczalne F_{zul} = maksymalne obciążenie na jeden łącznik według świadectwa aprobaty, bez częściowych współczynników bezpieczeństwa γ_G i γ_Q .
- F_U = obciążenie, pod wpływem którego łącznik lub podłoże ulega zniszczeniu.
- Charakterystyczne obciążenie niszczące $F_{U, 5\%} = 5\%$ – kwantyl.
- γ_G = częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń stałych (=1,35).
- γ_Q = częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń zmiennych (=1,50).
- Wartość obliczeniowa (projektowa) oddziaływania: S_d (ogólnie) lub $N_d / V_d / M_d$ (w odniesieniu do składowych obciążeń) = $F_{vorh} \cdot \gamma_G$ lub $F_{vorh} \cdot \gamma_Q$.
- Wartość obliczeniowa nośności $R_d = 5\%$ kwantyl podzielony przez częściowy współczynnik bezpieczeństwa danego obciążenia (obie wartości można znaleźć w ETA).
- Dla każdego występującego rodzaju obciążenia należy dokonać sprawdzenia: $S_d \leq R_d$.

3.7 OBCIĄŻENIA I WYMIAROWANIE

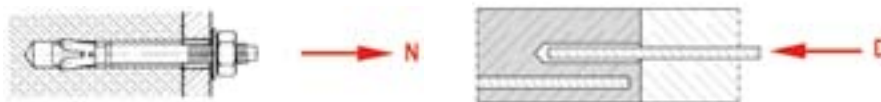
Aby właściwie dobrać łącznik kotwowy, niezbędna jest znajomość obciążeń działających na całą konstrukcję oraz wynikających z nich sił przekrojowych dla każdego pojedynczego łącznika. Siły przekrojowe dzielą się według:

- Wielkości,
- Kierunku,
- Punktu przyłożenia.

Poniżej przedstawiono zestawienie obciążeń oraz ich kierunków działania:

Obciążenia działające w kierunku osi kotwy

- N = rozciąganie, D = ściskanie



Obciążenia działające poprzecznie do osi kotwy

- V = siła ścinająca
- M_B = zginanie w wyniku działania siły na ramieniu = $V \cdot a$



Montaż dystansowy

- N = siła rozciągająca
- V = siła ścinająca
- M_B = zginanie w wyniku działania siły na ramieniu = $V \cdot a$
- F_{Res} = wypadkowa sił N oraz V (rozciąganie ukośne) = $\sqrt{N^2 + V^2}$



3.8 RODZAJE OBCIĄŻEŃ I POSTACIE ZNISZCZENIA

Rodzaje obciążeń

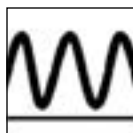
- Obciążenia w przeważającym stopniu statyczne.
- Obciążenia dynamiczne.
- Obciążenia wskutek oddziaływań wyjątkowych.
- Na ogół w przeważającym stopniu można zakładać występowanie obciążeń statycznych. Zaliczają się do nich także obciążenia wiatrem i śniegiem tzw. quasi-statyczne (np. działające na daszek nad wejściem do budynku).

Obciążenia dynamiczne występują najczęściej w budownictwie drogowym (nagłe i gwałtowne obciążenie uderzeniowe barier energochłonnych), w budowie maszyn (zamocowanie robotów) lub konstrukcjach dźwigów. Oddziaływania wyjątkowe uwzględnia się przy budowie elektrowni, np. upadek samolotu na elektrownię jądrową. W takich przypadkach przyjmuje się nietypowo dużą szerokość rozwarcia rys w żelbecie.

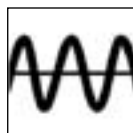
Specyficzne rodzaje obciążeń



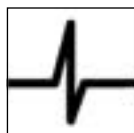
Statyczne



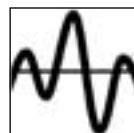
Dynamiczne
pulsujące



Dynamiczne
przemienne



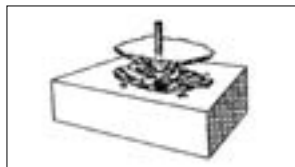
Udarowe



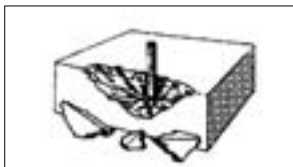
Sejsmiczne

Postacie zniszczenia

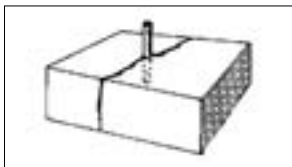
Zwykle występujące postacie zniszczenia zamocowań:



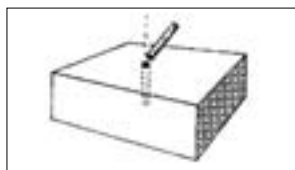
Wylamanie stożka betonu



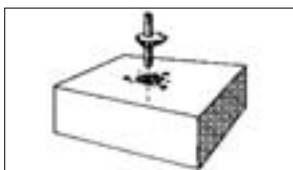
Wylamanie krawędzi elementu
betonowego



Rozłupanie



Zniszczenie stalowego elementu
łącznika



Wyrwanie łącznika

Wskazówki

- Główne przyczyny zniszczenia łączników to wadliwy montaż, niewystarczająca nośność podłoża, a także przeciążenie.
- Do zakotwienia przy działaniu obciążeń dynamicznych służą systemy posiadające aprobaty wydane przez organy nadzoru budowlanego, jak np. kotwy Hilti HVZ, HIT-Z D oraz HDA z dopuszczeniami do stosowania przy obciążeniach dynamicznych.
- W przypadku oddziaływań wyjątkowych w budownictwie elektrowni można stosować wyłącznie te rodzaje łączników kotwionych, które posiadają dopuszczenie do stosowania przy nietypowo dużej szerokości rozwarcia rys, np. kotwy samopodcinające. Hilti HDA.

3.9 SZCZEGÓLNE RODZAJE OBCIĄŻEŃ

Korozja

Rozróżnia się dwa rodzaje korozji:

- Korozja kontaktowa, która powstaje w wyniku połączenia różnych materiałów metalicznych,
- Korozja wynikająca z warunków eksploatacji lub środowiska.

Korozja kontaktowa

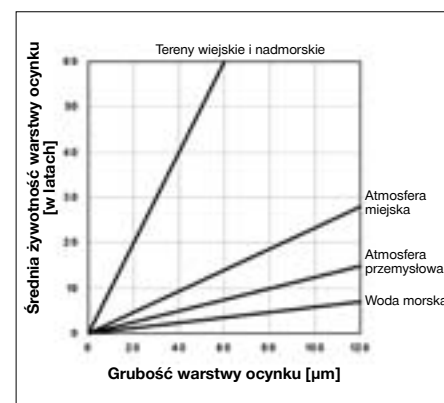
Przy połączeniu dwóch lub więcej elementów konstrukcji wykonanych z różnych metalicznych materiałów w taki sposób, że możliwe jest przewodnictwo elektryczne, w przypadku wystąpienia wilgoci (a więc także wilgotności powietrza) wytwarza się potencjał elektrochemiczny, tzn. zaczyna przepływać prąd o niewielkim natężeniu. Dochodzi przy tym do korozji kontaktowej, w trakcie której materiał mniej szlachetny koroduje, szczególnie w strefach punktów styku.

Korozja wynikająca z warunków eksploatacji lub środowiska

Niniejsza tabela pokazuje przeciętną trwałość powłok cynkowych w zależności od warunków środowiskowych.

Wartości orientacyjne dla powszechnych grubości powłoki:

- Delta-Tone 10–15 μm ,
- Cynkowanie ogniowe metodą Sendzimira do 20 μm ,
- Cynkowanie ogniowe 45–60 μm ,
- Cynkowanie dyfuzyjne 45–60 μm ,
- Cynkowanie galwaniczne 5 μm .



Wskazówki

Ogólne dopuszczenia wydawane przez organy nadzoru budowlanego dzielą się w Niemczech* na dotyczące:

- Pomieszczeń suchych (względna wilgotność powietrza maksymalnie 60%, łączniki kotwione cynkowane galwanicznie, grubość powłoki z reguły 5–15 μm),
- Pomieszczeń mokrych i zastosowań zewnętrznych (łączniki kotwione ze stali nierdzewnej, A4, z reguły 1.4401 lub 1.4571),
- Szczególnie agresywne warunki środowiska (np. chlor gazowy w obszarze podsufitowym na basenach pływackich, tunele drogowe, zmienny kontakt z wodą morską, atmosfera zanieczyszczona chemicznie) według dopuszczenia wymagają zastosowania łączników ze stali o wysokiej odporności na korozję (z reguły 1.4529, tzw. stal HCR), np. kotew segmentowych HST3-HCR lub kotew wklejanych HVZ-HCR.

Kółki ościeżnicowe z tworzywa sztucznego, jak Hilti HRD, z galwanicznie cynkowaną śrubą łącznika, mogą być również stosowane do mocowania konstrukcji nośnych elewacji wentylowanych od tyłu, jeżeli łeb śruby zostanie po montażu zabezpieczony paroszczelną powłoką malarską.

* Inne kraje: patrz normy krajowe.

Warto wiedzieć

• Pomieszczenia mokre:

W środowisku zewnętrznym oraz w pomieszczeniach mokrych należy zasadniczo stosować kotwy ze stali nierdzewnej.

W przypadku basenów pływackich, tuneli drogowych i zastosowań w strefie oddziaływania morskiej wody należy stosować wyłącznie stal o wysokiej odporności na korozję (HCR).

• Pomieszczenia suche:

Kotwy cynkowane galwanicznie mogą być stosowane wyłącznie w pomieszczeniach suchych.

Zalecenia dotyczące stosowania materiałów i ochrony przed korozją (1)

Przedstawione w niniejszym rozdziale zalecenia należy traktować jako podstawowe. Należy przestrzegać przepisów krajowych i warunków dopuszczeń oraz aprobat.

Zastosowanie	Warunki ogólne	Zalecenia	
Stan surowy			
Zamocowania tymczasowe: deskowania, prowizoryczne podpory, rusztowania	Wewnątrz i na zewnątrz budynków	Stal cynkowana galwanicznie, 5–10 µm	
Zamocowania konstrukcyjne: wsporniki, słupy, dźwigary	Pomieszczenia suche bez występowania kondensatu	Stal cynkowana galwanicznie, min. 5–10 µm	
	Pomieszczenia mokre ze sporadycznym występowaniem kondensatu w wyniku wysokiej wilgotności i wahań temperatury	Cynkowana ogniowo/dyfuzyjnie, min. 45 µm	
	Częste i długotrwałe występowanie kondensatu (szklarnie), niezamknięte, otwarte pomieszczenia (podcienia) lub otwarte hale (wiaty)	Stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362; ew. stal cynkowana ogniowo	
Konstrukcje zespolone	Ochrona dzięki alkalicznemu działaniu betonu	Stal ocynkowana, 5–10 µm	
Roboty wykończeniowe			
Ściany działowe, sufity podwieszane, okna, drzwi, balustrady/parkany, windy	Pomieszczenia suche bez występowania kondensatu	Stal cynkowana galwanicznie, 5–10 µm	
Elewacje i dachy			
Blachy profilowane, ściany osłonowe, zamocowania termoizolacji, konstrukcje nośne elewacji	Środowisko wiejskie: bez emisji	Zastosowanie do wewnątrz	Stal cynkowana galwanicznie, 5–10 µm
		Zastosowanie na zewnątrz	Stal cynkowana ogniowo/dyfuzyjnie, klasa wytrzymałości 5.8/8.8; min. 45 µm
		Izolacje termiczne	Dacromet/tworzywo sztuczne; stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362
	Środowisko miejskie: wysoka zawartość SO ₂ i NO _x , chlorki z soli drogowej mogą gromadzić się na częściach nienarażonych bezpośrednio na czynniki atmosferyczne	Zastosowanie do wewnątrz	Stal cynkowana galwanicznie, 5–10 µm
		Zastosowanie na zewnątrz	Cynkowana ogniowo/dyfuzyjnie; min. 45 µm; przy chlorkach stal o wysokiej odporności na korozję, HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547
		Izolacje termiczne	Stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362
	Środowisko przemysłowe: wyższa zawartość SO ₂ i innych mediów korozyjnych (bez halogenków)	Zastosowanie do wewnątrz	Stal cynkowana galwanicznie, 5–10 µm
		Zastosowanie na zewnątrz	Stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362
		Izolacje termiczne	
	Środowisko przybrzeżne: wysoka zawartość chlorków w połączeniu ze środowiskiem przemysłowym	Zastosowanie do wewnątrz	Stal cynkowana galwanicznie, 5–10 µm
		Zastosowanie na zewnątrz	Stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547
		Izolacje termiczne	
Instalacje			
Montaż rur, tras kablowych, przewodów wentylacyjnych Instalacje elektryczne: trasy, oświetlenie, anteny Instalacje przemysłowe: tory jezdne suwnic lub żurawi, ogrodzenia, przenośniki Zamocowania maszyn	Pomieszczenia suche bez występowania kondensatu	Stal cynkowana galwanicznie; 5–10 µm	
	Pomieszczenia mokre, słabo przewietrzane, piwnice/szyby, sporadyczne występowanie kondensatu ze względu na wysoką wilgotność i wahania temperatury	Stal cynkowana ogniowo/dyfuzyjnie, min. 45 µm	
	Częste i długotrwałe występowanie kondensatu (szklarnie), otwarte pomieszczenia (podcienia) lub otwarte hale (wiaty)	Stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362, ew. stal cynkowana ogniowo	
Budownictwo drogowe i mostowe			
Montaż rur, tras kablowych, znaki drogowe, ekrany akustyczne, bariery energochłonne, odbojnice	Bezpośrednie działanie czynników atmosferycznych (chlorki są regularnie splukiwane)	Stal cynkowana ogniowo/dyfuzyjnie, min. 45 µm; stal nierdzewna 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362	
	Częste intensywne zagrożenia solą drogową, wysokie znaczenie dla bezpieczeństwa	Stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547	
Budownictwo tunelowe			
Izolacje foliowe, siatki zbrojeniowe, znaki drogowe, oświetlenie, okładziny ścian tunelu, kanały wentylacyjne, sufity podwieszane	Mniejsze znaczenie dla bezpieczeństwa	Stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362 Szwajcaria: stal cynkowana ogniowo/dyfuzyjnie, min. 45 µm; stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362	
	Wysokie znaczenie dla bezpieczeństwa	Stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547	
Instalacje portowe i morskie (szelfowe)			
Zamocowania do ścian nabrzeży, urządzeń portowych i doków	Mniejsze znaczenie dla bezpieczeństwa, zamocowania tymczasowe	Stal cynkowana ogniowo, min. 45 µm	
	Wysoka wilgotność, chlorki, często nakładające się działanie środowiska przemysłowego lub naprzemienne działanie olejów i wody morskiej	Stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547	
	Na platformie wiertniczej	Stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362	

Zalecenia dotyczące stosowania materiałów i ochrony przed korozją (2)

Przedstawione w niniejszym rozdziale zalecenia należy traktować jako podstawowe. Należy przestrzegać przepisów krajowych i warunków dopuszczeń oraz aprobat.

Zastosowanie	Warunki ogólne	Zalecenia
Przemysł/branża chemiczna		
Montaż rur, tras kablowych, konstrukcje złącz, oświetlenie	Pomieszczenia suche	Stal cynkowana galwanicznie; 5–10 µm
	Wnętrza sprzyjające korozji, np. zamocowania w laboratoriach, zakładach galwanicznych, bardzo korozyjne opary	Stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362, Stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547
	Zastosowania na zewnątrz, wysokie obciążenie działaniem SO ₂ i dodatkowych czynników korozyjnych (tylko kwaśne środowiska)	Stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362 Częściowo także: stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547
Elektrownie		
Zamocowania istotne dla bezpieczeństwa	Pomieszczenia suche	Stal cynkowana galwanicznie; 5–10 µm
	Zastosowania na zewnątrz, bardzo wysokie obciążenie działaniem SO ₂	Stal nierdzewna 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362
Kominy w spalarniach śmieci/kompostowniach		
Zamocowania np. drabinek, odgromników	W dolnej części komina	Stal cynkowana ogniowo/dyfuzyjnie, min. 45 µm; stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362
	Na wylocie z komina: kondensacja kwasów i często wysokie stężenia chlorków oraz innych halogenków	Stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547
Oczyszczalnie ścieków		
Montaż rur, tras kablowych, Konstrukcje złącz	Wysoka wilgotność z atmosfery, gazy fermentacyjne	Stal cynkowana ogniowo/dyfuzyjnie, min. 45 µm; stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362
	Zastosowania podwodne, ścieki komunalne, ścieki przemysłowe	Stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547
Parkingi wielokodrygnacyjne		
Zamocowanie np. barierek energochłonnych, balustrad	Silne nanoszenie chlorków (sole drogowe) przez samochody, liczne cykle nawilżania i wysychania	Stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547
Kryte baseny kąpielowe		
Zamocowania drabinek, sufitów podwieszanych	Zamocowania istotne dla bezpieczeństwa	Stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547
Hale sportowe, stadiony		
Zamocowanie krzesełek, barierek, siatek	W środowisku wiejskim	Stal cynkowana ogniowo/dyfuzyjnie, min. 45 µm
	W środowisku miejskim	Stal cynkowana ogniowo/dyfuzyjnie, min. 45 µm; stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362
	Zamocowania w miejscach niedostępnych	Stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362

W poniższej tabeli przedstawiono zdatność danej kombinacji metali oraz informacje, które metale mogą być ze sobą stosowane, a jakich kombinacji należy raczej unikać.

Element mocowany	Element mocujący					
	Cynkowany galwanicznie	Cynkowany ogniowo	Stop aluminiowy	Stal konstrukcyjna	Stal nierdzewna	Mosiądz
Cynk	□	□	□	□	□	□
Stal cynkowana ogniowo	□	□	□	□	□	□
Stop aluminiowy	■	■	□	□	□	□
Powłoka kadmowa	■	■	□	□	□	□
Stal konstrukcyjna	■	■	■	□	□	□
Staliwo węglowe	■	■	■	■	□	□
Stal chromowa	■	■	■	■	□	■
Stal CrNi (Mo)	■	■	■	■	□	■
Cyna	■	■	■	■	□	■
Miedź	■	■	■	■	■	■
Mosiądz	■	■	■	■	■	□

□ korozja nieznaczna lub brak korozji elementu mocującego

■ silna korozja elementu mocującego

■ umiarkowana korozja elementu mocującego

Ochrona przeciwpożarowa

Stal w temperaturze 500°C – temperaturze, którą osiąga według standardowej krzywej temperaturowej już po około sześciu minutach (Tabela 1) – posiada już tylko 56% swojej pierwotnej wytrzymałości (Tabela 2).

Jeżeli dla określonego zastosowania wymagana jest określona odporność ogniowa łącznika kotwowego, np. do zamocowań na drogach ratunkowych i ewakuacyjnych, to w przypadku pożaru można przyjmować tylko te maksymalne obciążenia:

- Charakterystyczne obciążenie zgodnie z dopuszczeniem w przypadku pożaru,
- Charakterystyczne obciążenie zgodnie ze sprawozdaniem z badań w przypadku pożaru.

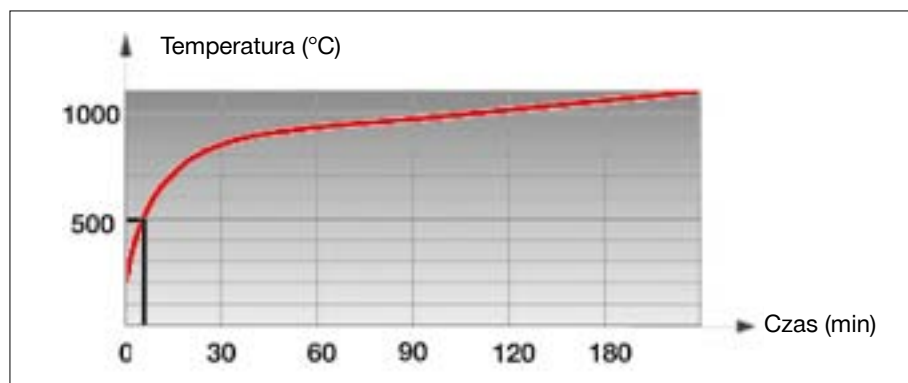


Tabela 1: Standardowa krzywa temperaturowa

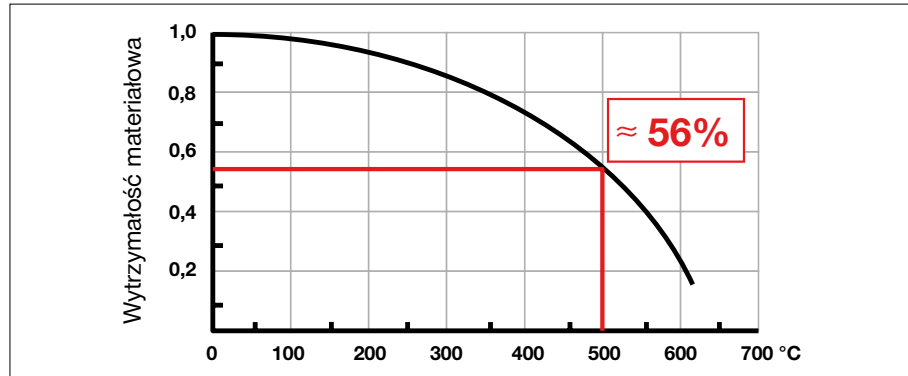


Tabela 2: Wytrzymałość stali w zależności od temperatury

Wskazówki

- Większość łączników posiadających dopuszczenia organu nadzoru budowlanego zostało poddanych badaniom ogniowym. Badania ogniowe przeprowadza niezależna instytucja badań materiałowych (np. IBMB Braunschweig). Badanie odbywa się z reguły w zakresie klas odporności ogniowej F30 do F120, w wyjątkowych przypadkach do F180. F30 oznacza, że w razie pożaru element budowlany zachowuje swoje funkcje przez 30 minut (analogicznie dla F60/F90/F120/F180).
- Charakterystyczne obciążenia łączników podczas pożaru integrowane są stopniowo z Europejskimi Aprobatami Technicznymi.

Warto wiedzieć

• Zamocowania narażone na działanie ognia:

Na drogach ewakuacyjnych i ratunkowych można stosować wyłącznie łączniki, które zostały sprawdzone w badaniu ogniowym. Należy przy tym przyjmować zredukowane charakterystyczne nośności ogniowe według klas odporności ogniowej F30-F180.

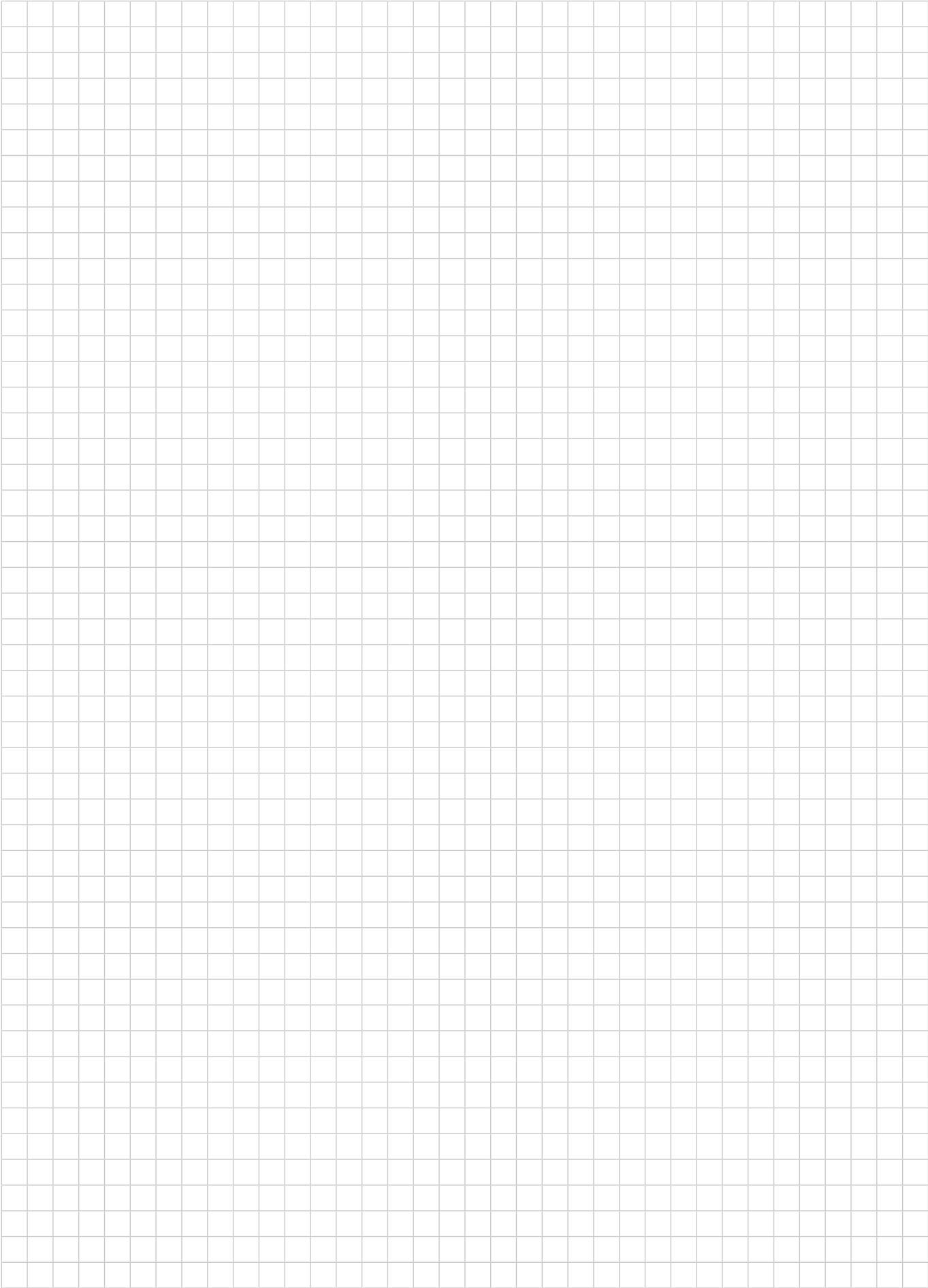
Łączniki kotwowe dopuszczone zgodnie z wymogami VdS (Verband der Sachversicherer) do zamocowań instalacji tryskaczowych w podłożu betonowym

Kotwy metalowe przeznaczone do wykonywania zamocowań instalacji tryskaczowych w podłożu betonowym



	ETA	≤ DN 50	≤ DN 100	≤ DN 150	≤ DN 200	≤ DN 250	Uwagi (klasa stali)
HUS							
HUS-P 6, HUS-H 6	10/0005	x	–	–	–	–	
HUS-I 6, HUS-A-6	10/0005	M8/M10	M10	–	–	–	
HUS-HR 6	08/0307	x	–	–	–	–	
HUS3-H 8, -HR 8	08/0307	x	x	–	–	–	
HUS3-H 10, -HR 10	08/0307	x	x	x	–	–	
HUS-HR 14	08/0307	x	x	x	x	–	
HKD							
M8x25	06/0047	x	–	–	–	–	Śruba lub pręt gwintowany ≥ 4,6
M10x25	06/0047	x	x	–	–	–	
M12x25	06/0047	x	x	x	–	–	
M16x65	06/0047	x	x	x	x	–	
HKD-SR							
M8x30	06/0047	x	–	–	–	–	Śruba lub pręt gwintowany ≥ A4-70
M10x40	06/0047	x	x	–	–	–	
M12x50	06/0047	x	x	x	–	–	
HK/HK-I							
HK-I M8L	04/0043	x	–	–	–	–	Śruba lub pręt gwintowany ≥ 4,6
HK8-I M8	04/0043	x	x	–	–	–	
HK8-I M10	04/0043	x	x	–	–	–	
HK8-I M8/10	04/0043	M8/M10	M10	–	–	–	
HK8-I M12	04/0043	x	x	x	–	–	
HST, -R, -HCR							
M8	98/0001	x	–	–	–	–	
M10	98/0001	x	x	–	–	–	
M12	98/0001	x	x	x	–	–	
M16	98/0001	x	x	x	x	–	
M20	98/0001	x	x	x	x	x	
M24	98/0001	x	x	x	x	x	
HSC-A (R)							
M8x40	02/0027	x	–	–	–	–	
M8x50	02/0027	x	–	–	–	–	
M10x40	02/0027	x	x	–	–	–	
M12x60	02/0027	x	x	x	–	–	
HSC-I (R)							
M8x40	02/0027	x	–	–	–	–	Śruba lub pręt gwintowany ≥ 8,8 (HSC-I) ew. ≥ A4-70 (HSC-IR)
M10x50	02/0027	x	x	–	–	–	
M10x60	02/0027	x	x	–	–	–	
M12x60	02/0027	x	x	x	–	–	
HSL-3							
M8	02/0042	x	–	–	–	–	
M10	02/0042	x	x	–	–	–	
M12	02/0042	x	x	x	–	–	
M16	02/0042	x	x	x	x	–	
M20	02/0042	x	x	x	x	x	
M24	02/0042	x	x	x	x	x	
HDA-T (R), HDA-P (R)							
M10	99/0009	x	x	–	–	–	
M12	99/0009	x	x	x	–	–	
M16	99/0009	x	x	x	x	–	
Certyfikaty VdS dla łączników Hilti							
HKH							
M8	Z-21.1-1722	x	–	–	–	–	G4961028
M10	Z-21.1-1722	x	x	–	–	–	G4961028
HPD							
M8	Z-21.1-1729	x	–	–	–	–	G4981083
M10	Z-21.1-1729	x	x	–	–	–	G4981083

x = zgodne do stosowania





POMOC W DOBORZE SYSTEMÓW ZAMOCOWAŃ

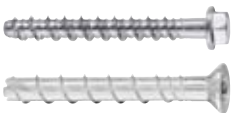
Technika zamocowań



SPIS TREŚCI

4.1	Systemy zamocowań mechanicznych w betonie oraz w betonie komórkowym	4.1
4.2	Systemy zamocowań mechanicznych kotwy do dużych obciążeń	4.3
4.3	Systemy zamocowań mechanicznych kotwy do średnich i małych obciążeń (1)	4.4
4.4	Systemy zamocowań mechanicznych kotwy do średnich i małych obciążeń (2)	4.5
4.5	Systemy zamocowań chemicznych w betonie – uzupełniające połączenia prętów zbrojeniowych oraz zespolenie betonu z betonem	4.6
4.6	Systemy zamocowań chemicznych w konstrukcjach murowych	4.8
4.7	Systemy zamocowań chemicznych w ładunku foliowym oraz w opakowaniu foliowym z zaprawą iniekcyjną (1)	4.9
4.8	Systemy zamocowań chemicznych w ładunku foliowym oraz w opakowaniu foliowym z zaprawą iniekcyjną (2)	4.10
4.9	Łączniki kotwowe i kołki do montażu bezpośredniego do zamocowań sufitowych w żelbecie	4.11
4.10	Łączniki kotwowe i kołki do montażu bezpośredniego do zamocowań w stropach z betonu sprężonego, płytach kanałowych, lekkich stropach typu Cobiax, stropach ceramicznych	4.13
4.11	Kołki do montażu bezpośredniego i wkręty do zamocowań w stali i drewnie	4.15
4.12	Odporność ogniowa elementów techniki kotwienia łączniki badane pod względem stosowania w biernej ochronie przeciwpożarowej budowli	4.17

4.1 SYSTEMY ZAMOCOWAŃ MECHANICZNYCH W BETONIE ORAZ W BETONIE KOMÓRKOWYM

Zastosowanie	Łączniki kotwowe			
Materiał podłoża	Beton zarysowany i niezarysowany C20/25–C50/60			
Produkt	Kotwa wkręcana HUS3 	Kotwa segmentowa HST3 	Kotwa do dużych obciążeń HSL-3 	Kotwa samopodcinająca do dużych obciążeń HDA-(T/P) 
Krótką charakterystyka	Kotwa samogwintująca podłoże	Kotwa rozporowa	Kotwa rozporowa	Samopodcinający łącznik kotwowy
Dodatkowe szczegóły	- Niewielkie siły rozprężania - Oznaczenie rozmiaru zgodne ze średnicą otworu wierconego - Raport z badań dla stropów typu Cobiax - Estetyka mocowania, trzy głębokości osadzenia	- Bardzo szybki montaż - Dostępne także w stali HCR 2 głębokości kotwienia - Małe odległości krawędziowe	Dostępne wersje: - Gwint zewnętrzny - Śruba z łbem sześciokątnym - Śruba z łbem wpuszczanym	- Dopuszczona do stosowania pod wpływem obciążeń dynamicznych i do stosowania w instalacjach elektrowni jądrowych - Wizualna kontrola osadzania
Nośność obliczeniowa	$N_{Rd} = 2,4\text{--}21,1 \text{ kN}$ $V_{Rd} = 10,9\text{--}38,3 \text{ kN}$	$N_{Rd} = 5\text{--}26,6 \text{ kN}$ $V_{Rd} = 11,1\text{--}83,9 \text{ kN}$	$N_{Rd} = 6,7\text{--}44,1 \text{ kN}$ $V_{Rd} = 20\text{--}88,2 \text{ kN}$	$N_{Rd} = 16,7\text{--}63,3 \text{ kN}$ $V_{Rd} = 43,3\text{--}166,6 \text{ kN}$
Montaż	Montaż przelotowy	- Montaż przelotowy - Montaż nieprzelotowy	- Montaż przelotowy - Montaż nieprzelotowy	- Montaż nieprzelotowy (HDA-P) - Montaż przelotowy (HDA-T)
Dostępny zakres łączników	= HUS3-H 8/10/14 = HUS3-C 8/10 = HUS-HR 6/8/10/14 = HUS-CR 10 i HUS CR8 = HUS3-H/-A/-I/-P 6 + zakrętarka z udarem stycznym	= HST3 M8–M24 + opcjonalnie narzędzie do osadzania M8–M16	= HSL-3 M8–M24	= HDA M10–M20 + wiertło kołnierzone + narzędzie do osadzania + dodatkowo narzędzie do demontażu kotwy! Kotwa demontowalna!
Materiał łącznika, klasa	- Stal cynkowana galwanicznie - F-coating - Stal nierdzewna A4	- Stal cynkowana galwanicznie - Stal nierdzewna A4 - HCR: 1.4529	Stal cynkowana galwanicznie	- Stal cynkowana galwanicznie - Stal nierdzewna A4
Aprobata	- ETA-13/1038 - ETA-08/0307 - ETA-10/0005	ETA-98/0001	ETA-02/0042	- ETA-99/0009 - Z-21.1-1693 (HDA Dynamik) - Z-21.1-1987 (HDA KKW)
Oprogramowanie Hilti	Hilti Profis Anchor	Hilti Profis Anchor	Hilti Profis Anchor	Hilti Profis Anchor
Raport ogniowy	- ETA-13/1038 - ETA-08/0307 dla HUS-HR - IBMB 3574/5146	- ETA-98/0001 - IBMB 3332/0881-2 (ZTV-ING)	IBMB 3041/1663	IBMB 3039/8151

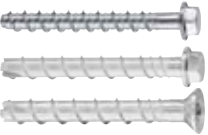
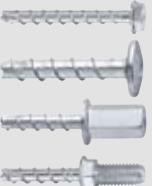
Łączniki kotwowe		
Beton zarysowany i niezarysowany C20/25–C50/60	Beton niezarysowany C20/25–C50/60	Beton zarysowany i niezarysowany $\geq$ C12/15, Beton komórkowy AAC 2/6
Kotwa samopodcinająca HSC-I/A 	Kotwa segmentowa HSA 	Uniwersalna kotwa rozporowa HRD 
Samopodcinający łącznik kotwowy	Łącznik o stopniu rozprężania regulowanym siłą dokręcającą	Kolek ościeżnicowy do zamocowań wielopunktowych
- Mały rozstaw kotew i małe odległości od krawędzi - Niewielka głębokość wiercenia ≥ 46 mm	- Trzy różne głębokości osadzania - Montaż za pomocą specjalnego systemowego klucza dynamometrycznego (opcjonalnie)	Do betonu zwykłego, betonu komórkowego, konstrukcji murowych
$N_{Rd} = 6\text{--}11,2$ kN $V_{Rd} = 4,5\text{--}22,3$ kN	$N_{Rd} = 4,1\text{--}21,8$ kN $V_{Rd} = 5,2\text{--}43,7$ kN	$N_{Rd} = 1,1\text{--}4,7$ kN $V_{Rd} = 4\text{--}5,2$ kN
Montaż nieprzelotowy	- Montaż przelotowy - Montaż nieprzelotowy	Montaż przelotowy
= HSC M8–M12 + wiertło kołnierzone + narzędzie do osadzania	= HSA M6–M20 + opcjonalnie narzędzie do osadzania M8–M16 + specjalny klucz dynamometryczny Hilti S-TB stworzony dla kotew HSA	= HRD 8/10/14
- Stal cynkowana galwanicznie - Stal nierdzewna A4	- Stal cynkowana galwanicznie - Stal nierdzewna A2 - Stal nierdzewna A4 - Stal cynkowana ogniowo	- Stal cynkowana galwanicznie - Stal nierdzewna A4
ETA-02/0027	ETA-11/0374	- ETA-07/0219 (HRD 8/10) - Z-21.2-1952 (HRD-10)
Hilti Profis Anchor	Hilti Profis Anchor	–
IBMB 3177/1722-1	- ETA-11/0374 - IBMB 3332/0881-2 (ZTV-ING)	IBMB 3613/3891

4.2 SYSTEMY ZAMOCOWAŃ MECHANICZNYCH KOTWY DO DUŻYCH OBCIĄŻEŃ

Typ kotwy	Materiał podłoża						Aprobaty	Zastosowanie	Zalety		Wykonanie											
	Beton zarysowany	Beton niezarysowany	Beton lekki	Beton komórkowy	Mur z elementów ceramicznych pełnych	Mur z elementów ceramicznych drażnionych	Płyta kanałowa z betonu sprężonego	Aprobata (ETA i/lub DIBt)	Obciążenia sejsmiczne	Obciążenia dynamiczne	Badanie odporności ogniowej											
Kotwa samopodcinająca HDA-T/-TR/-P/-PR 	■	■						■	■	■	■			■	□		■		■		■	■
Kotwa do dużych obciążeń HSL-3 	■	■						■	■	■				■				■				■

- Objęte aprobatą techniczną/raportem z badań.
- Możliwe do stosowania.

4.3 SYSTEMY ZAMOCOWAŃ MECHANICZNYCH KOTWY DO ŚREDNICH I MAŁYCH OBCIĄŻEŃ (1)

Typ kotwy	Materiał podłoża				Aprobaty				Zastosowanie	Zalety		Wykonanie																	
	Beton zarysowany	Beton niezarysowany	Beton lekki	Beton komórkowy	Mur z elementów ceramicznych pełnych	Mur z elementów ceramicznych drażnionych	Płyta kanałowa z betonu sprężonego	Aprobata (ETA i/lub DIBt)	Obciążenia sejsmiczne	Obciążenia dynamiczne	Badanie odporności ogniowej							Stal galwanicznie cynkowana	Stal cynkowana ogniowo/szerardyzowana	Stal nierdzewna A2 (1.4303)	Stal nierdzewna A4 (np. 1.4401)	Stal typu HCR (1.4529)	Gwint zewnętrzny	Gwint wewnętrzny	Montaż nieprzelotowy	Montaż przelotowy			
Kotwa samopodcinająca HSC-A(R)/-I(R) 	■	■					■				■	Szczególnie istotne dla bezpieczeństwa zamocowania w elewacjach i stropach przy małej głębokości kotwienia	• Samoczynne podcinanie betonu • Małe odległości od krawędzi i małe rozstawy kotew • Mała głębokość osadzania	Średnica wiertła: 14–20 mm Rozmiar kotwy: M6–M12	■				■										
Kotwa segmentowa HST3/-R/-HCR 	■	■						■	■		■	Montaż przelotowy, np. w kątownikach, szynach, belkach drewnianych itd.	• Dwie głębokości osadzania • Szybki, prosty proces osadzania • Znacznik głębokości osadzania • Unikalna tuleja rozprężna	Średnica wiertła: 8–24 mm Rozmiar kotwy: M8–M24	■				■	■					■	■			
Kotwa segmentowa HSA/-R/-R2/-F 		■						■			■	Montaż przelotowy, np. belek drewnianych, kształtowników metalowych itd.	• Trzy głębokości osadzania • Znacznik głębokości osadzania • Bardzo ciągliwa stal, możliwość wygięcia trzpienia	Średnica wiertła: 6–24 mm Rozmiar kotwy: M6–M24	■	■	■	■			■			■	■				
Kotwa wkręcana HUS-HR, HUS-CR 	■	■		□	□		□	■	■		■	Zamocowania w zakresie obciążeń średnich, np. słupów, regałów wysokiego składowania, urządzeń	• Dwie głębokości osadzania • Osadzanie bezpośrednio w podłożu • Zintegrowana podkładka • Łącznik dostosowany do wkrętarki z udarem stycznym	Średnica wiertła: 6–14 mm					■								■		
Kotwa wkręcana HUS-H, HUS3-H, HUS3-C 	■	■		□	□		□	■	■		■	Zamocowania w zakresie obciążeń średnich, np. wsporników, regałów wysokiego składowania, urządzeń	• Trzy głębokości osadzania • Osadzanie bezpośrednio w podłożu – bez tulei • Zintegrowana podkładka • Łącznik dostosowany do wkrętarki z udarem stycznym	Średnica wiertła: 8–14 mm		■	■											■	
Kotwa wkręcana HUS3-C 6, HUS3-PS 6, HUS3-I Flex 6, HUS3-P 6, HUS3-H 6, HUS3-I 6, HUS-A 6 	■	■		□	□		1)	■	■			Zamocowania Elementów systemu montażu techniki instalacyjnej	• Osadzanie bezpośrednio w podłożu • Wprasowana podkładka • Łącznik dostosowany do wkrętarki z udarem stycznym	Średnica wiertła: 6 mm		■							■	■		■			

■ Objęte aprobatą techniczną/raportem z badań.

□ Możliwe do stosowania.

1) Zamocowanie wielopunktowe.

4.4 SYSTEMY ZAMOCOWAŃ MECHANICZNYCH KOTWY DO ŚREDNICH I MAŁYCH OBCIĄŻEŃ (2)

Typ kotwy	Materiał podłoża						Aprobaty	Zastosowanie	Zalety		Wykonanie														
	Beton zarysowany	Beton niezarysowany	Beton lekki	Beton komórkowy	Mur z elementów ceramicznych pełnych	Mur z elementów ceramicznych drażonych	Płyta kanałowa z betonu sprężonego	Aprobata (ETA i/lub DIBt)	Obciążenia sejsmiczne	Obciążenia dynamiczne	Badanie odporności ogniowej														
Tuleja kotwiąca HKD 	1)	■	■				1)	■	■		■	Zamocowania prętów gwintowanych do podwieszania rur, kanałów wentylacyjnych i sufitów podwieszanych	- Wizualna weryfikacja pełnego rozprężenia - Małe głębokości osadzania	Średnica wiertła: 8–25 mm Rozmiar kotwy: M6–M20		■			■			■	■		
Uniwersalna kotwa rozporowa HRD-C/-H 	1)	■	■	■	■	■	1)	■		■		Zamocowania okładzin elewacji, ścian osłonowych, zdatny do większości stosowanych podłoży: beton, mur z elementów pełnych i drażonych	- Kolek z dopasowanym wkrętem - Odporny na uderzenia i zmiany temperatury - Z tworzywa sztucznego wysokiej jakości	Średnica wiertła: 8, 10 i 14 mm		■	■		■					■	
Kotwa sufitowa HK/HK-I 		■	■						■		■	Zamocowania sufitów podwieszanych, systemów nośnych kabli, rur	- Mała średnica otworu wiercenia - Łatwy i szybki montaż	Średnica wiertła: 6 mm Rozmiar kotwy: M6		■				■		■			
Kotwa do płyt otworowych HKH 											■	Zamocowania sufitów podwieszanych do płyt kanałowych z betonu sprężonego	- Dopuszczona do stosowania w zamocowaniach pojedynczych - Dopuszczona do zamocowań instalacji tryskaczowych	Średnica wiertła: 10–14 mm Rozmiar kotwy: M6–M10		■				■		■	■	■	

■ Objęte aprobatą techniczną/raportem z badań.

□ Możliwe do stosowania.

1) Zamocowanie wielopunktowe.

4.5 SYSTEMY ZAMOCOWAŃ CHEMICZNYCH W BETONIE – UZUPEŁNIAJĄCE POŁĄCZENIA PRĘTÓW ZBROJENIOWYCH ORAZ ZESPOLENIE BETONU Z BETONEM

Zastosowanie	Kotwy			
Materiał podłoża	Beton zarysowany i niezarysowany C20/25–C50/60			
Produkt	System kotew wklejanych iniekcyjnie HIT-Z 	System kotew wklejanych HVZ 	System kotew wklejanych iniekcyjnie HIT-HY 200 	System kotew wklejanych iniekcyjnie HIT RE 500 V3 
Główne zastosowania	- Zamocowania ogólne - Zakres średnich i wysokich obciążeń - Obciążenie dynamiczne dla rozmiaru M16	- Zamocowania ogólne - Zakres wysokich obciążeń - Obciążenia dynamiczne	- Zamocowania ogólne - Zakres najwyższych obciążeń - Pręt zbrojeniowy BSt 500 jako kotwa/łącznik	- Zamocowania ogólne - Zakres najwyższych obciążeń - Pręt zbrojeniowy BSt 500 jako kotwa/łącznik - Kotwa do kap chodnikowych obiektów mostowych
Krótką charakterystyka	- Utwardzacz o krótkim czasie wiązania - Przystosowany do różnych głębokości zakotwienia	- Utwardzacz o krótkim czasie wiązania - Dopuszczony do stosowania pod wpływem obciążeń dynamicznych, dotyczy to łączników ze stali cynkowanej galwanicznie i HCR - Montaż od 0°C	- Utwardzacz o krótkim czasie wiązania - Głębokość zakotwienia zmienna około 4–20 d_s - Montaż od -10°C	- Utwardzacz o długim czasie wiązania - Głębokość zakotwienia zmienna w zakresie 4–20 d_s - Możliwe mocowania pod wodą
Dodatkowe szczegóły	- Niewielka grubość podłoża - SAFEset: bez czyszczenia otworu wierconego - Wiercenie techniką diamentową	- Specjalne podłoża: beton zwykły C12/15, beton lekkie LB15/25, beton wałowany - SAFEset: automatyczne czyszczenie podczas wiercenia otworu wiertłem rurowym TE-CD/-YD	- Niewielka grubość konstrukcji - SAFEset: automatyczne czyszczenie podczas wiercenia otworu wiertłem rurowym TE-CD/-YD	- Niewielka grubość podłoża - Specjalne podłoża: beton wałowany, stropy typu Cobiax - Wiercenie techniką diamentową - SAFEset: automatyczne czyszczenie podczas wiercenia otworu wiertłem rurowym TE-CD/-YD
Nośność obliczeniowa	$N_{Rd} = 14,1\text{--}58,0 \text{ kN}$ $V_{Rd} = 9,6\text{--}58,4 \text{ kN}$	$N_{Rd} = 15,5\text{--}53,2 \text{ kN}$ $V_{Rd} = 14,4\text{--}70,4 \text{ kN}$	$N_{Rd} = 6,7\text{--}88,7 \text{ kN}$ $V_{Rd} = 7,2\text{--}112,0 \text{ kN}$	$N_{Rd} = 4,5\text{--}161,6 \text{ kN}$ $V_{Rd} = 5,3\text{--}179,2 \text{ kN}$
Montaż	- Montaż przelotowy - Montaż nieprzelotowy	- Montaż przelotowy - Montaż nieprzelotowy	Montaż przelotowy	Montaż przelotowy
Dostępny zakres łączników	= HIT-HY 200 + HIT-Z M8-20	= HVU ładunek foliowy z zaprawą + HAS-TZ M10-20	= HIT-HY 200 + HIT-V pręt gwint. M10-30 + HIS-N gwint wewn. M8-20 + B500-B Ø 8-32	= HIT-RE 500-V3 + HIT-V pręt gwint. M8-30 + HIS-N gwint wewn. M8-20 + B500-B Ø 8-32 + łączniki do 80 mm na podstawie danych HILTI
Materiał łącznika, klasa	- Stal cynkowana galwanicznie 8.8 - Stal nierdzewna A4	- Stal cynkowana galwanicznie 8.8 - Stal nierdzewna A4 - HCR: 1.4529	- Stal cynkowana galwanicznie 5.8/8.8 - Stal cynkowana ogniowo 5.8 / 8.8 - Stal nierdzewna A4 - HCR: 1.4529, 1.4565	- Stal cynkowana galwanicznie 5.8/8.8 - Stal cynkowana ogniowo 5.8 / 8.8 - Stal nierdzewna A4 - HCR: 1.4529, 1.4565
Aprobata	- ETA-12/0006 - ETA-12/0028	ETA-03/0032	- ETA-11/0493 - ETA-12/0084	ETA-07/0260
Oprogramowanie Hilti	Hilti Profis Anchor	Hilti Profis Anchor	Hilti Profis Anchor	Hilti Profis Anchor
Raport ogniowy	• IBMB 3501/676/13	• IBMB 3357/0550-1 (ETK) • IBMB 3357/0550-2 (ZTV-ING)	• MPA Lipsk PB 3.2/09-526	• GSIII/B-07-070 (ETK)

Uzupełniające połączenia prętów zbrojeniowych		Zespoleńie betonu z betonem
Beton zarysowany i niezarysowany C12/15–C50/60		Beton zwykły zarysowany i niezarysowany C20/25–C50/60
System łączników wklejanych iniekcyjnie HIT-HY 200 	System łączników wklejanych iniekcyjnie HIT RE 500 V3 	System łączników wklejanych iniekcyjnie, do konstrukcji zespolonych HCC-B/HIT-V 
• Połączenia zbrojenia na zakład • Montaż nieprzelotowy • Zakotwienia zbrojenia dla pokrycia linii przebiegu sił rozciągających • Połączenia zbrojenia na zakład dla wysokich obciążeń przy wznoszeniu konstrukcji stalowych	• Połączenia zbrojenia na zakład • Montaż nieprzelotowy • Zakotwienia zbrojenia dla pokrycia linii przebiegu sił rozciągających • Połączenia zbrojenia na zakład dla wysokich obciążeń przy wznoszeniu konstrukcji stalowych	• Wzmocnienie konstrukcji nośnej poprzez zespolenie betonu z betonem
• Krótki czas wiązania żywicy • B500-B: $d_s = 8-32$; $l_b \leq 2$ m • Dopuszczony do stosowania pod wpływem obciążeń dynamicznych • Montaż od -10°C	• Długi czas wiązania żywicy • B500-B: $d_s = 8-40$; $l_b \leq 8$ m • Dopuszczony do stosowania pod wpływem obciążeń dynamicznych • HZA: obciążenie statyczne • Dopuszczalne wiercenie diamentowe	• HCC-B: z możliwym wyrównaniem wysokości • HCC-HIT-V: o różnych długościach
• Najmniejsza minimalna głębokość zakotwienia $l_{0,min}$ i długość zakładu $l_{0,min}$ • Dowolny kierunek montażu • SAFEset: automatyczne czyszczenie podczas wiercenia otworu wiertłem rurowym TE-CD/-YD	• Najmniejsza minimalna głębokość zakotwienia $l_{0,min}$ i długość zakładu $l_{0,min}$ • Dowolny kierunek montażu • SAFEset: automatyczne czyszczenie podczas wiercenia otworu wiertłem rurowym TE-CD/-YD	• Możliwość natychmiastowego obciążenia • Podpórka zbrojenia i element dystansowy • HCC-B możliwość regulacji rzędnej położenia zbrojenia • SAFEset: automatyczne czyszczenie podczas wiercenia otworu wiertłem rurowym TE-CD/-YD
Zniszczenie stali	Zniszczenie stali	$N_{Rd} = 11-43$ kN
• Montaż nieprzelotowy (HZA-R)	• Montaż nieprzelotowy (HZA-R)	-
= HIT-HY 200 + B500-B Ø 8–32 + HZA-R M12–24	= HIT RE 500 V3 + B500-B Ø 8–40 + HZA-R M12–24	= HIT RE 500 V3/HIT-HY 200 + HCC-B łącznik do konstrukcji zespolonych + HCC HIT-V łącznik do konstrukcji zespolonych
• B500-B • B500-B z gwintem A4 • Stal nierdzewna BSt 500 NR	• B500-B • B500-B z gwintem A4 • Stal nierdzewna BSt 500 NR	• B500-B • Żeliwo ciągliwe
• ETA-12/0083 • ETA-11/0492 • Z-21.8-1947 • Z-21.8-1948	• ETA-08/0105 • Z-21.8-1790	• ETA-07/0260 • Z-21.8-1900
Hilti Profis Rebar	Hilti Profis Rebar	
W aprobacie	W aprobacie	• GSIII/B-07-070 (ETK)

4.6 SYSTEMY ZAMOCOWAŃ CHEMICZNYCH W KONSTRUKCJACH MUROWYCH

Zastosowanie	Łączniki kotwowe
Materiał podłoża	Mz 1DF $\geq 12, 40$ N/mm ² Mz 2DF ≥ 12 N/mm ² KS 2DF $\geq 12, 28$ N/mm ² KS 8DF $\geq 12, 20, 28$ N/mm ² Vbl 2DF $\geq 4, 6$ N/mm ² Vbn 2DF $\geq 6, 16$ N/mm ² Hlz 10DF $\geq 12, 20$ N/mm ² KSL 4-8DF $\geq 12, 20$ N/mm ² Hbl $\geq 2, 6$ N/mm ² B40 $\geq 4, 10$ N/mm ² Ds
Produkt	System kotew wklejanych iniekcyjnie HIT-HY 270 
Główne zastosowania	Zamocowania ogólne w najwyższym możliwym zakresie obciążeń konstrukcji murowych
Krótką charakterystyka	- Żywica o krótkim czasie wiązania - Aprobowany/posiadający raporty z badań do stosowania w wielu rodzajach podłoży ceramicznych
Dodatkowe szczegóły	- Dopuszczalne zakotwienie w elemencie murowym i spoinie - Dostępne raporty dotyczące zastosowań w murach z elementów wapienno-piaskowych - Różne głębokości zakotwienia
Nośność obliczeniowa	Cegła pełna: $N_{Rd,s} = 0,8-4,8$ kN $V_{Rd,s} = 0,48-4,8$ kN Pustak ceramiczny: $N_{Rd,s} = 0,36-3,2$ kN $V_{Rd,s} = 0,6-4,8$ kN
Montaż	Montaż nieprzelotowy
Elementy	= zaprawa iniekcyjna HIT-HY 270 + HIT-V/(R)/(HCR) pręty gwintowane M8-M16 + HIT-IC tuleje z gwintem wewnętrznym M8-M12 + HIT-SC tuleje siatkowe 16x50, 16x85, 18x50, 18x85, 22x50, 22x85
Materiał łącznika, klasa	- Stal cynkowana galwanicznie ≥ 5.8 - Stal nierdzewna A4 - HCR: 1.4529; 1.4565
Aprobata	ETA-13/1036
Ochrona przeciwpożarowa	PB 3.2/14-179-1
Temperatura materiału podłoża	-5°C do +40°C (zakotwienia w cegle pełnej $\geq$ Mz 12 według DIN 105: temperatura minimalna podłoża zakotwienia +5°C)

* c $\geq$ cr i spoiny

4.7 SYSTEMY ZAMOCOWAŃ CHEMICZNYCH W ŁADUNKU FOLIOWYM ORAZ W OPAKOWANIU FOLIOWYM Z ZAPRAWĄ INIEKCYJNĄ (1)

Typ kotwy	Materiał podłoża							Aprobaty	Zastosowanie	Zalety		Wykonanie																			
	Beton zarysowany	Beton niezarysowany	Beton lekki	Beton komórkowy	Mur z elementów ceramicznych pełnych	Mur z elementów ceramicznych drażnionych	Płyta kanałowa z betonu sprężonego	Aprobata (ETA i/lub DIBt)	Obciążenia sejsmiczne	Obciążenia dynamiczne	Badanie odporności ogniowej			Stal galwanicznie cynkowana	Stal cynkowana ogniowo/szerardyzowana	Stal nierdzewna A2 (1.4303)	Stal nierdzewna A4 (np. 1.4401)	Stal typu HCR (1.4529)	Gwint zewnętrzny	Gwint wewnętrzny	Montaż nieprzelotowy	Montaż przelotowy									
Kotwa wklejana HVZ 	■	■	□					■		■	■	Zamocowania do dużych obciążeń z małymi rozstawami kotew i małymi odległościami od krawędzi podłoża	• Brak sił rozporowych w podłożu • Małe odległości od krawędzi podłoża i małe rozstawy osiowe kotew • Elastyczny ładunek foliowy wytrzymały na rozrywanie	Średnica wiertła: 12–25 mm		■		■	■												
Kotwa wklejana HVU 		■									■	Zamocowania do dużych obciążeń z małymi rozstawami kotew i małymi odległościami od krawędzi podłoża	• Brak sił rozporowych w podłożu • Małe odległości od krawędzi podłoża i małe rozstawy osiowe kotew • Elastyczny ładunek foliowy wytrzymały na rozrywanie	HAS M8–M30 HIS M8–M20		■	■		■	■		■	■		■	■		■	■		

- Objęte aprobatą techniczną/raportem z badań.
□ Możliwe do stosowania.

4.8 SYSTEMY ZAMOCOWAŃ CHEMICZNYCH W ŁADUNKU FOLIOWYM ORAZ W OPAKOWANIU FOLIOWYM Z ZAPRAWĄ INIEKCYJNĄ (2)

Typ kotwy	Materiał podłoża				Aprobaty	Zastosowanie	Zalety	Rozmiar	Wykonanie													
	Beton zarysowany	Beton niezarysowany	Beton lekki	Beton komórkowy	Mur z elementów ceramicznych pełnych	Mur z elementów ceramicznych drażonych	Płyta kanałowa z betonu sprężonego	Aprobata (ETA i/lub DIBt)	Obciążenia sejsmiczne	Obciążenia dynamiczne	Badanie odporności ogniowej		Rozmiar gwintu, ewentualnie zewnętrzna średnica kotwy	Stal galwanicznie cynkowana	Stal cynkowana ogniowo/szerardyzowana	Stal nierdzewna A2 (1.4303)	Stal nierdzewna A4 (np. 1.4401)	Stal typu HCR (1.4529)	Gwint zewnętrzny	Gwint wewnętrzny	Montaż nieprzelotowy	Montaż przelotowy
HIT RE 500 V3												Zamocowanie adhezyjne w betonie zarysowanym i niezarysowanym	- Brak sił rozporowych w podłożu, przystosowany do różnych głębokości zakotwienia, wysokie obciążenia - Długi czas wiązania pozwalający na głębokie kotwienie / możliwość korekty położenia pręta	HIT-V M8–M30 HIS-M8–M20 Ø pręta zbrojeniowego: 8–32 mm								
HIT-HY 200										3)		Zamocowanie adhezyjne w betonie zarysowanym i niezarysowanym	- Brak sił rozporowych w podłożu - Nie zawiera styrenu - Ekologiczny dzięki miękkiemu opakowaniu (minimalna objętość po zużyciu)	HIT-V M8–M30 HIS-M8–M20 Ø pręta zbrojeniowego: 8–32 mm								
HIT-HY 270		2)										Zaprawa uniwersalna do murów z elementów pełnych i drażonych	- Brak sił rozporowych w podłożu - Kontrola nad wypełnieniem otworu zaprawą dzięki tulei siatkowej HIT-SC	Średnica wiertła: 10–22 mm Rozmiar kotwy: M8–M16								

■ Objęte aprobatą techniczną/raportem z badań.

□ Możliwe do stosowania.

1) Zamocowanie wielopunktowe.

2) Elementy murowe z betonu lekkiego.

4.9 ŁĄCZNIKI KOTWOWE I KOŁKI DO MONTAŻU BEZPOŚREDNIEGO DO ZAMOCOWAŃ SUFITOWYCH W ŻELBECIE

Zastosowanie	Łączniki kotwione			
Materiał podłoża	Beton zarysowany i niezarysowany			
	≥ C20/25			
Produkt	Gwóźdź klinowy DBZ	Kotwa sufitowa HK	Tuleja kotwiąca HKD HKD-SR	Kotwa wkręcana HUS-P 6 HUS-H 6 HUS-I 6 HUS-A 6 HUS-HR 6
				
Typ zamocowania	Zamocowania wielopunktowe			
Główne zastosowania	- Sufity podwieszane - Kształowniki do suchej zabudowy	- Sufity podwieszane - Kształowniki do suchej zabudowy - Trasy kablowe i rurowe	- Trasy kablowe i rurowe - Sufity podwieszane	- Sufity podwieszane - Kształowniki do suchej zabudowy - Trasy kablowe i rurowe
Krótką charakterystyka	Prosty montaż wbijany	- Niewielka średnica otworu - Niewielka głębokość wiercenia	Głębokość wiercenia ≥ 27 mm	- Niewielka średnica otworu - Szybki montaż - Niewielka głębokość wiercenia
Dodatkowe szczegóły	-	Instalacje tryskaczowe według VdS CEA 4001	Instalacje tryskaczowe według VdS CEA 4001	- Instalacje tryskaczowe według VdS CEA 4001 - Raport z badań dla stropów typu Cobiax
Obciążenie dopuszczalne: 3 punkty mocowania	$F_{zul,max} = 1,4 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 1,4 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 1,4 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 1,4 \text{ kN}$
Obciążenie dopuszczalne: ≥ 4 punkty mocowania	$F_{zul,max} = 1,6 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 1,4 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 2,1 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 1,7 \text{ kN}$
Minimalna grubość elementu konstrukcji	80 mm	80 mm	100 mm	100 mm
Typ montażu	Montaż przelotowy	- Montaż przelotowy - Montaż nieprzelotowy	Montaż nieprzelotowy	Montaż przelotowy (HUS-P/-H/-HR 6)
Sposób połączenia	Bezpośrednio	Gwint zewnętrzny i wewnętrzny	Gwint wewnętrzny	- Bezpośrednio - Gwint wewnętrzny - Gwint zewnętrzny
Elementy	= DBZ 6	= HK6 M6L = HK 8-I M8-M12 = HK6I M6L = HK6I M8L	= HKD = HKD-SR + wiertło kołnierzone	= HUS-P 6 = HUS-H 6 = HUS-I 6 M8/M10 = HUS-A 6 = HUS-HR 6
Materiał łącznika	Stal cynkowana galwanicznie	- Stal cynkowana galwanicznie - Stal nierdzewna A4 - HCR: 1.4529	- Stal cynkowana galwanicznie - Stal nierdzewna A4	- Stal cynkowana galwanicznie - Stal nierdzewna A4 (HUS-HR 6)
Aprobata	ETA-06/0179	ETA-04/0043	ETA-06/0047	- ETA-10/0005 - ETA-08/0307
Ochrona przeciwpożarowa	ETA-06/0179	ETA-04/0043	ETA-06/0047	- ETA-10/0005 - ETA-08/0307

Łączniki kotwione	Montaż bezpośredni			
Beton zarysowany i niezarysowany ≥ C12/15	Beton zarysowany i niezarysowany			
	≥ C20/25		≥ C20/25; Stal S235–S355	
Kołek ościeżnicowy HRD	Kołki gwintowane X-M 8 H X-CR M8	Gwoździe uniwersalne X-DKH 48 X-CR 48	Wieszak stropowy z gwoździem uniwersalnym X-CC	Wieszak stropowy X-HS
				
Zamocowania wielopunktowe i pojedyncze	Zamocowanie pojedyncze			
- Sufity podwieszane - Instalacje	- Sufity podwieszane - Trasy kablowe i rurowe	Kształtowniki do suchej zabudowy	Sufity podwieszane	- Sufity podwieszane - Trasy kablowe i rurowe
W zastosowaniach do stolarki budowlanej wyłącznie do zamocowań wielopunktowych	System osadzania kołków DX-Kwik (niezbędne wstępne nawiercenie za pomocą wiertła kołnierowego)			
Kołek uniwersalny	Szybki montaż			
$F_{zul,max} = 3,0 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 0,5 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 0,5 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 0,5 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 0,4 \text{ kN}$
$F_{zul,max} = 4,5 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 0,5 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 0,5 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 0,5 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 0,4 \text{ kN}$
100 mm	100 mm	100 mm	100 mm	100 mm
Montaż przelotowy	Montaż bezpośredni	Montaż bezpośredni	Montaż bezpośredni	Montaż bezpośredni
Bezpośrednio	Gwint zewnętrzny	Bezpośrednio	Oczko + pętelka	Gwint wewnętrzny
= HRD 8 = HRD 10	= X-M 8 H = X-CR M8 + wiertło kołnierzowe	= X-DKH 48 = X-CR 48 + wiertło kołnierzowe	= X-CC DKH + wiertło kołnierzowe	= X-HS M6–10 + wiertło kołnierzowe
- Stal cynkowana galwanicznie - Stal nierdzewna A4	Stal cynkowana galwanicznie	Stal cynkowana galwanicznie	Stal cynkowana galwanicznie	Stal cynkowana galwanicznie
• ETA-07/0219	• Z-21.7-670 • Z-21.7-1512	• Z-21.7-670	• Z-21.7-670	-
• ETA-07/0219	Certyfikat MPA Leipzig P-1433/1043			

4.10 ŁĄCZNIKI KOTWOWE I KOŁKI DO MONTAŻU BEZPOŚREDNIEGO DO ZAMOCOWAŃ W STROPACH Z BETONU SPRĘŻONEGO, PŁYTACH KANAŁOWYCH, LEKKICH STROPACH TYPU COBIAX, STROPACH CERAMICZNYCH ORAZ W STALI

Zastosowanie	Łączniki kotwowe		
Materiał podłoża	Płyty kanałowe z betonu sprężonego		Lekkie stropy żelbetowe np. typu Cobiax
	Klasa betonu $\geq C30/37$	Klasa betonu $\geq C45/55$	
Produkt	Kotwy wkręcane HUS-P 6 HUS-H 6 HUS-I 6 HUS-A 6 HUS-HR 6 	Kotwa do płyt kanałowych HKH 	Kotwy wkręcane HUS-6 HUS-P HUS-H HUS-I HUS-A 
Typ zamocowania	Zamocowanie wielopunktowe		
Główne zastosowania	- Sufity podwieszane - Kształtowniki do suchej zabudowy - Trasy kablowe i rurowe		
Krótką charakterystyka	- Niewielka średnica otworu - Szybki montaż	-	Rozwiązanie techniczne bez dopuszczenia
Dodatkowe szczegóły	VdS CEA 4001 Instalacje tryskaczowe	Badane przez VdS	-
Dopuszczalna nośność: 3 i ≥ 4 punkty mocowania	$F_{zul,max} = 1,4 \text{ kN}$	$F_{zul,max} = 1,2 \text{ kN}$	Według ekspertyzy
Minimalna grubość elementu konstrukcji	25 mm	25 mm	-
Typ montażu	Montaż przelotowy	Montaż nieprzelotowy	Montaż przelotowy
Sposób połączenia	Bezpośrednio gwint wewnętrzny	Gwint zewnętrzny	Bezpośrednio, gwint wewnętrzny i zewnętrzny
Elementy	= HUS-P 6 = HUS-H 6 = HUS-I 6 M8/M10 = HUS-A 6 = HUS-HR 6	= HKH 6/8/10	= HUS 6 = HUS-H 6, HUS-HR 6 = HUS-P 6 = HUS-I 6 = HUS-A 6
Materiał łącznika	- Stal cynkowana galwanicznie - Stal nierdzewna A4 (HUS-HR 6)	Stal cynkowana galwanicznie	- Stal cynkowana galwanicznie - Stal nierdzewna A4 (HUS-HR 6)
Aprobata	ETA-10/0005	Z-21.1-1722	- Raport z badań TU Kaiserslautern - Raport 08015CT/512-1-5
Ochrona przeciwpożarowa	ETA-10/0005	Z-21.1-1722	-

Montaż bezpośredni

Stal
S235–S355

Gwóźdź uniwersalny
X-U



Kołek gwintowany
X-BT



Kołek gwintowany
X-CR



Kołek gwintowany
X-E



Zamocowanie pojedyncze

- Kształtowniki do suchej zabudowy

- Sufity podwieszane
- Trasy kablowe i rurowe

Kołki do montażu bezpośredniego:
szybko, niezawodnie, bez wstępnego
wiercenia

Kołki do montażu bezpośredniego:
szybko, niezawodnie, bez wstępnego
wiercenia

Kołki do montażu bezpośredniego:
szybko, niezawodnie, bez wstępnego
wiercenia

Kołki do montażu bezpośredniego:
szybko, niezawodnie, bez wstępnego
wiercenia

Wysokie wartości obciążeń

Do mocowania elementów ze stali
o dużej wytrzymałości/powlekanej

Środowisko przemysłowe/morskie

-

$F_{zul,max} = 2,3 \text{ kN}$

$F_{zul,max} = 1,8 \text{ kN}$

$F_{zul,max} = 1,8 \text{ kN}$

$F_{zul,max} = 2,4 \text{ kN}$

$\geq 6 \text{ mm}$

$\geq 8 \text{ mm}$

$\geq 6 \text{ mm}$

$\geq 6 \text{ mm}$

Montaż bezpośredni

Montaż bezpośredni

Montaż bezpośredni

Montaż bezpośredni

Bezpośrednio

Gwint zewnętrzny

Gwint zewnętrzny

Gwint zewnętrzny

= X-U 16, 19
+ osadzak do kołków

= X-BT M8, M10
+ osadzak do kołków
+ wkrętarko-wiertarka akumulatorowa

= X-CR M6, M8
+ osadzak do kołków

= X-E M6–M10
+ osadzak do kołków

- Stal cynkowana galwanicznie

- Stal nierdzewna A4

- Stal nierdzewna A4

- Stal cynkowana galwanicznie

-

- German Lloyds
- American Bureau of Shipping

- Z-14.4-456 dla X-CR 14 P8

-

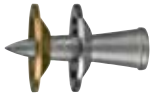
-

-

-

-

4.11 KOŁKI DO MONTAŻU BEZPOŚREDNIEGO I WKRĘTY DO ZAMOCOWAŃ W STALI I DREWNE

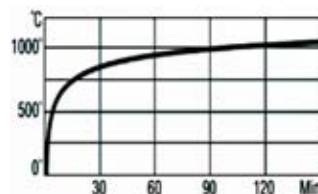
Zastosowanie	Montaż bezpośredni		
Materiał podłoża	Stal S235/S355		
Produkt	Gwóźdź do blach profilowanych X-ENP 	Gwóźdź uniwersalny X-CR 	Gwóźdź uniwersalny X-U 
Główne zastosowania	Blacha stalowa mocowana do konstrukcji stalowych	Profile stalowe/aluminiowe mocowane do konstrukcji stalowych	Blacha stalowa/drewno mocowane do konstrukcji stalowych
Krótką charakterystyka	Gwóźdź do blach profilowanych	Gwóźdź uniwersalny do profili nakładanych	Gwóźdź uniwersalny o dużej wytrzymałości
Dodatkowe szczegóły	Bez wstępnego wiercenia	Bez wstępnego wiercenia	$t_1 = 3-6$ mm: wstępne nawiercenie elementu mocowanego Długość gwoźdźa: 16-62 mm
Ograniczenia stosowania t_1 = element mocowany t_2 = podłoże	min $t_1 = 0,63$ mm max $t_1 = 2,5$ mm min $t_2 = 6$ mm max $t_2 =$ stal lita S355	min $t_1 = 1,5$ mm max $t_1 = 2,5$ mm min $t_2 = 5$ mm max $t_2 = 12$ mm (S235) t_1 do profili nakładanych Raico, Schüco, Esco	min $t_1 = 0,75$ mm max $t_1 = 6$ mm min $t_2 = 6$ mm max $t_2 = 15$ mm (S235)
Nośność obliczeniowa	$N_{Rd,max} = 7$ kN $V_{Rd,max} = 6,9$ kN	$N_{Rd,max} = 2,1$ kN $V_{Rd,max} = 2,4$ kN	$N_{Rd,max} = 3$ kN $V_{Rd,max} = 4,2$ kN
Typ montażu	Montaż bezpośredni	Montaż bezpośredni	Montaż bezpośredni
Elementy	= gwóźdź do blach profilowanych X-ENP + DX 76 PTR + naboje 6,8/18 niebieskie/czerwone/czarne	= gwóźdź uniwersalny X-CR + DX 450 pojedynczy + naboje 6,8/11 żółty/czerwony	= gwóźdź uniwersalny X-U + DX 460 + naboje 6,8/11 żółty/czerwony/czarny
Materiał łącznika	Stal cynkowana galwanicznie	Stal nierdzewna A4	Stal cynkowana galwanicznie
Aprobaty	ETA-04/0101	Z-14.4-456	Z-14.4-517
Oprogramowanie	Profis DF	-	-
Wysokość wystawiania łba NVS	8,2 do 9,8 mm	3,0 do 4,5 mm	2,5 do 4,5 mm
Średnica	-	-	-

Technika wkręcania

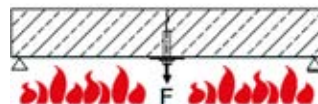
Technika wkręcania			
Stal S235/S355, Drewno			Stal S235/S355
Wkręt samowiercący S-MD/S-MD PS 	Wkręt samogwintujący S-MP 	Wkręt do płyt warstwowych S-CD 	Wkręt samowiercący S-MS 
Blacha stalowa mocowana do konstrukcji stalowych/drewnianych	Blacha stalowa mocowana do konstrukcji stalowych/drewnianych	Elementy przekładkowe mocowane do konstrukcji stalowych/drewnianych	Złącze śrubowe wzdłużne profilu z blachy stalowej
Wkręt samowiercący	Wkręt samogwintujący	Wkręt samowiercący	Wkręt samowiercący
Wszystkie wkręty dostępne są z kolorowym łbem według tabeli kolorów RAL i podkładkami uszczelniającymi Ø 14/16/19/22 mm			
Zdolność przewiercania do 12 mm, wysokość zamocowania (od wierzchu fałdy do podłoża) do 67 mm	Grubość blachy od 0,63 mm, wysokość zamocowania (od wierzchu fałdy do podłoża) do 184 mm	Zdolność przewiercania do 12 mm, wysokość zamocowania (od wierzchu fałdy do podłoża) do 182 mm	Zdolność przewiercania do 2,5 mm
Odpowiedni rozmiar – patrz tabele obciążeń w aprobacie.			
Samowiercący, częściowo w magazynkach	Wiercenie wstępne, samogwintowanie	Samowiercący	Samowiercący, częściowo w magazynkach
= wkręt samowiercący S-MD / S-MD PS + ST 1800 / ST 2500	= wkręt samogwintujący S-MP + ST 1800 / ST 2500	= wkręt do płyt warstwowych S-CD + ST 1800 / ST 2500	= wkręt do złączy wzdłużnych S-MS 01Z i S-MS 41-51S + ST 1800 / SDT 30
Stal cynkowana galwanicznie Stal nierdzewna A2	Stal cynkowana galwanicznie Stal nierdzewna A2	Stal cynkowana galwanicznie Stal nierdzewna A2	Stal cynkowana galwanicznie Stal nierdzewna (S-MS-01S)
ETA-10/182	Z-14.4-407 ETA-10/182	Z-14.4-407	ETA-10/182
Profis DF	Profis DF	Profis DF	Profis DF
-	-	-	-
4,2 / 4,8 / 5,5 / 6,3	6,3 / 6,5	5,5 / 6,5	4,8

4.12 ODPORNOŚĆ OGNIOWA ELEMENTÓW TECHNIKI KOTWIENIA ŁĄCZNIKI BADANE POD WZGLĘDEM STOSOWANIA W BIERNEJ OCHRONIE PRZECIWPÓŻAROWEJ BUDOWLI

- Badane zgodnie z międzynarodową standardową krzywą przebiegu temperatury podczas rozwoju pożaru (ISO 834, DIN 4102 T.2) lub według Raportu Technicznego TR 020 wydanego przez EOTA (Ocena odporności ogniowej zakotwień wykonywanych w betonie).

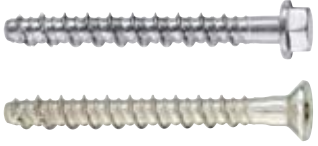


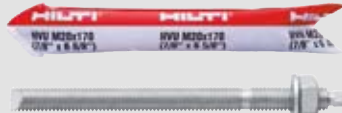
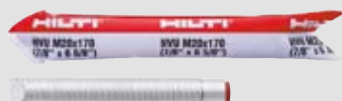
- Badane łączniki osadzone w betonie zarysowanym, poddane działaniu płomieni bez osłony izolacją termiczną lub innymi środkami zabezpieczającymi.

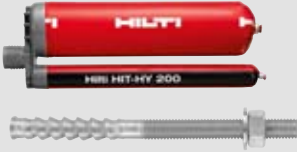


Łączniki kotwione	Rozmiar	Maksymalne obciążenie (w kN) dla wymaganej klasy odporności ogniowej (czas w minutach)				Uprawniona instytucja badawcza/Nr
			F60	F90	F120	
HDA (stal ocynkowana)	M10	4,5	2,2	1,3	1,0	IBMB Braunschweig UB 3039/8151 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M12	10,0	3,5	1,8	1,2	
	M16	15,0	7,0	4,0	3,0	
	M20	25,0	9,0	7,0	5,0	
HDA-F (stal cynkowa ognioowo)	M10	4,5	2,2	1,3	1,0	IBMB Braunschweig UB 3039/8151 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M12	10,0	3,5	1,8	1,2	
	M16	15,0	7,0	4,0	3,0	
HDA-R (stal nierdzewna)	M10	20,0	9,0	4,0	2,0	IBMB Braunschweig UB 3039/8151 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M12	30,0	12,0	5,0	3,0	
	M16	50,0	15,0	7,5	6,0	
HSL-3 (stal ocynkowana)	M8	3,0	1,1	0,6	0,4	IBMB Braunschweig UB 3041/1663-CM Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10	7,0	2,0	1,3	0,8	
	M12	10,0	3,5	2,0	1,2	
	M16	19,4	6,6	3,5	2,2	
	M20	30,0	10,3	5,4	3,5	
	M24	43,0	14,8	7,9	5,0	
HSL-3-G (stal ocynkowana)	M8	3,0	1,1	0,6	0,4	IBMB Braunschweig UB 3041/1663-CM Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10	7,0	2,0	1,3	0,8	
	M12	10,0	3,5	2,0	1,2	
	M16	19,4	6,6	3,5	2,2	
	M20	30,0	10,3	5,4	3,5	
	M24	43,0	14,8	7,9	5,0	
HSL-3-SH (stal ocynkowana)	M8	1,9	1,1	0,6	0,4	IBMB Braunschweig UB 3041/1663-CM Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10	4,5	2,0	1,3	0,8	
	M12	8,5	3,5	2,0	1,2	
HSL-3-SK (stal ocynkowana)	M8	3,0	1,1	0,6	0,4	IBMB Braunschweig UB 3041/1663-CM Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10	7,0	2,0	1,3	0,8	
	M12	10,0	3,5	2,0	1,2	

Łączniki kotwowe	Rozmiar	Maksymalne obciążenie (w kN) dla wymaganej klasy odporności ogniowej (czas w minutach)				Uprawniona instytucja badawcza/Nr
		F30	F60	F90	F120	
HSC-A (stal ocynkowana) 	M8x40	1,5	1,5	1,5	-	IBMB Braunschweig UB 3177/1722-1 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M8x50	1,5	1,5	1,5	-	
	M10x40	1,5	1,5	1,5	-	
	M12x60	3,5	3,5	2,0	-	
HSC-I (stal ocynkowana) 	M8x40	1,5	1,5	1,5	-	IBMB Braunschweig UB 3177/1722-1 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10x50	2,5	2,5	2,5	-	
	M10x60	2,5	2,5	2,5	-	
	M12x60	2,0	2,0	2,0	-	
HSC-AR (stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362) 	M8x40	1,5	1,5	1,5	-	IBMB Braunschweig UB 3177/1722-1 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M8x50	1,5	1,5	1,5	-	
	M10x40	1,5	1,5	1,5	-	
	M12x60	3,5	3,5	3,5	3,0	
HSC-IR (stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362) 	M8x40	1,5	1,5	1,5	-	IBMB Braunschweig UB 3177/1722-1 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M8x50	2,5	2,5	2,5	-	
	M10x40	2,5	2,5	2,5	-	
	M12x60	3,5	3,5	3,5	3,0	
HST3 (stal ocynkowana) 	M8	0,9	0,8	0,7	0,6	DIBt Berlin ETA-98/0001 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10	2,4	1,8	1,2	0,9	
	M12	5,0	3,7	2,1	1,3	
	M16	7,1	6,8	3,9	2,4	
	M20	9,1	9,1	6,0	3,8	
	M24	12,6	12,6	8,7	5,4	
HST3-R (stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362) 	M8	1,9	1,9	1,9	1,7	DIBt Berlin ETA-98/0001 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10	3,0	3,0	3,0	3,0	
	M12	5,0	5,0	5,0	5,0	
	M16	7,1	7,1	7,1	7,1	
	M20	9,1	9,1	9,1	9,1	
	M24	12,6	12,6	12,6	12,6	
HST-HCR (stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547) 	M8	1,3	1,3	1,3	1,0	IBMB Braunschweig ETA-98/0001 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10	2,3	2,3	2,3	1,8	
	M12	3,0	3,0	3,0	2,4	
	M16	6,3	6,3	6,3	5,0	
HSA-, HSA-BW, HSA-R2, HSA-R 	M6	0,20	0,18	0,14	0,10	IBMB Braunschweig UB 3215/229/12
	M8	0,37	0,33	0,26	0,18	
	M10	0,87	0,75	0,58	0,46	
	M12	1,69	1,26	1,10	0,84	
	M16	3,14	2,36	2,04	1,57	
	M 20	4,90	3,68	3,19	2,45	

Łączniki kotwowe	Rozmiar	Głębokość osadzenia [mm]	Maksymalne obciążenie (w kN) dla wymaganej klasy odporności ogniowej (czas w minutach)				Uprawniona instytucja badawcza/Nr
				F60	F90	F120	
HUS-HR / HUS-CR (stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362) 	6x30		0,5	0,5	0,5	0,4	Hilti Dane Techniczne
	6x35		0,7	0,7	0,7	0,5	DIBt Berlin ETA-10/0005
	6x55		1,3	1,3	1,3	1,0	DIBt Berlin ETA-08/0307
	8x60		1,5	1,5	1,5	1,2	
	8x80		3,0	3,0	3,0	1,7	
	10x70	$h_{nom1} = 70$	2,3	2,3	2,3	1,8	
	10x90	$h_{nom2} = 90$	4,0	4,0	4,0	2,4	
	14x70	$h_{nom1} = 70$	3,0	3,0	3,0	2,4	
	14x90	$h_{nom2} = 110$	6,3	6,3	6,3	5,0	
HUS3-H (stal ocynkowana) 	8x50	$h_{nom1} = 50$	1,5	1,5	1,5	1,2	DIBt Berlin ETA-13/1038
	8x60	$h_{nom2} = 60$	2,3	2,3	1,6	1,2	
	8x70	$h_{nom3} = 70$	3,0	2,8	1,9	1,5	
	10x55	$h_{nom1} = 55$	2,0	2,0	2,0	1,6	
	10x75	$h_{nom2} = 75$	4,0	4,0	3,2	2,5	
	10x85	$h_{nom3} = 85$	4,9	4,7	3,2	2,5	
	14x65	$h_{nom1} = 65$	3,0	3,0	3,0	2,4	
	14x85	$h_{nom2} = 85$	4,8	4,8	4,8	3,8	
	14x115	$h_{nom3} = 115$	7,8	7,8	5,5	4,3	
HUS-A/-H/-I/-P (stal ocynkowana) 	6x35	$h_{nom1} = 35$	0,5	0,5	0,5	0,4	DIBt Berlin ETA-10/0005, część 6
	6x55	$h_{nom2} = 55$	1,5	1,2	0,8	0,7	DIBt Berlin ETA-08/0307
	8x60	$h_{nom1} = 60$	1,5	1,5	1,3	0,8	DIBt Berlin ETA-08/0307
	8x75	$h_{nom2} = 75$	2,3	2,2	1,3	0,8	
	10x70	$h_{nom1} = 70$	1,9	1,9	1,9	1,5	
	10x85	$h_{nom2} = 85$	4,0	3,6	2,2	1,5	
HUS (stal ocynkowana) (gazobeton, płyty i elementy murowe, klasa wytrzymałości > 6) 	6		1,0	0,6	0,4	0,3	IBMB Braunschweig UB 3707/983/11 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	-H6						
	-A6						
HKD (stal ocynkowana) 	M6x25		0,5	0,4	0,3	0,2	DIBt Berlin ETA-06/0047, część 6
	M8x25		0,6	0,6	0,6	0,5	
	M8x30		0,9	0,9	0,9	0,7	
	M8x40		1,3	1,3	1,3	0,7	
	M10x25		0,6	0,6	0,6	0,5	
	M10x30		0,9	0,9	0,9	0,7	
	M10x40		1,8	1,8	1,8	1,5	
	M12x25		0,6	0,6	0,6	0,5	
	M12x50		2,3	2,3	2,3	1,8	
	M16x65		4,0	4,0	4,0	3,2	
HKD-SR, HKD-ER (stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362) 	M6x30		0,5	0,5	0,4	0,3	DIBt Berlin ETA-06/0047, część 6 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M8x30		0,9	0,9	0,9	0,7	
	M10x40		1,8	1,8	1,8	1,5	
	M12x50		2,3	2,3	2,3	1,8	
HRD 8 / HRD 10 			Tylko siły ścinające				MFPA Lipsk GS 3.2/10-157-1
			1,9	1,4	1,0	0,7	
HK (stal ocynkowana) 	HK6		0,3	0,3	0,3	0,2	DIBt Berlin ETA-04/0043
	HK6L		0,6	0,5	0,3	0,2	
	HK8		1,2	1,0	0,6	0,4	

Łączniki kotwowe	Rozmiar	Maksymalne obciążenie (w kN) dla wymaganej klasy odporności ogniowej (czas w minutach)				Uprawniona instytucja badawcza/Nr
		F30	F60	F90	F120	
HKH/HKH-L (stal ocynkowana) 	M6	1,2	0,65	0,45	0,35	IBMB Braunschweig UB 3606/8892 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M8	1,9	0,95	0,65	0,5	
	M10	3,2	1,6	1,1	0,85	DIBt Berlin Z-21.1-1722
	M6	0,45	0,45	0,45	0,35	
	M8	0,65	0,65	0,65	0,5	
	M10	0,8	0,8	0,8	0,8	
IDMS/IDMR (stal ocynkowana) 		Przebadane z płytami Tektalan, sklasyfikowane w kategorii REI90 oraz RE 90 zgodnie z DIN 13 502-2:2003				IBMB Braunschweig UB 3136/2315
HVZ + HAS-TZ (stal ocynkowana) 	M10	4,5	2,2	1,3	1,0	IBMB Braunschweig UB 3357/0550-1 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M12	10,0	3,5	1,8	1,2	
	M16	15,0	7,0	4,0	3,0	
	M20	25,0	9,0	7,0	5,0	
HVZ + HAS-R/HAS-HCR-TZ (stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362; stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547) 	M10	10,0	4,5	2,7	1,7	IBMB Braunschweig UB 3357/0550-1 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M12	15,0	7,5	4,0	3,0	
	M16	20,0	11,5	7,5	6,0	
	M20	35,0	18,0	11,5	9,0	
HVU + HAS (stal ocynkowana) 	M8	1,5	0,8	0,5	0,4	IBMB Braunschweig UB 3333/0891-1 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10	4,5	2,2	1,3	0,9	
	M12	10,0	3,5	1,8	1,0	
	M16	15,0	5,0	4,0	3,0	
	M20	25,0	9,0	7,0	5,0	
	M24	35,0	12,0	9,5	8,0	
	M27	40,0	13,5	11,0	9,0	
	M30	50,0	17,0	14,0	11,0	
	M33	60,0	20,0	16,5	13,5	
	M36	70,0	24,0	19,5	16,0	
	M39	85,0	29,0	23,5	19,5	
HVU + HAS-R/HAS-E-R + HVU + HAS-HCR/HAS-E-HCR (stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362; stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547) 	M8	2,0	0,8	0,5	0,4	IBMB Braunschweig UB 3333/0891-1 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10	6,0	3,5	1,5	1,0	
	M12	10,0	6,0	3,0	2,5	
	M16	20,0	13,5	7,5	6,0	
	M20	36,0	25,5	15,0	10,0	
	M24	56,0	38,0	24,0	16,0	
	M27	65,0	44,0	27,0	18,0	
	M30	85,0	58,0	36,0	24,0	
	M33	100,0	68,0	42,0	28,0	
	M36	120,0	82,0	51,0	34,0	
	M39	140,0	96,0	60,0	40,0	
HVU + HIS-N (stal ocynkowana) 	M8	1,5	0,8	0,5	0,4	IBMB Braunschweig UB 3333/0891-1 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10	4,5	2,2	1,3	0,9	
	M12	10,0	3,5	1,8	1,0	
	M16	15,0	5,0	4,0	3,0	
	M20	25,0	9,0	7,0	5,0	
HVU + HIS-RN (stal nierdzewna, 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362) 	M8	10,0	5,0	1,8	1,0	IBMB Braunschweig UB 3333/0891-1 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10	20,0	9,0	4,0	2,0	
	M12	30,0	12,0	5,0	3,0	
	M16	50,0	15,0	7,5	6,0	
	M20	65,0	35,0	15,0	10,0	

Łączniki kotwowe	Rozmiar	Maksymalne obciążenie (w kN) dla wymaganej klasy odporności ogniowej (czas w minutach)				Uprawniona instytucja badawcza/Nr
		F30	F60	F90	F120	
HIT-HY 200 + HIT-Z 	M8	1,64	0,45	0,24	0,17	IBMB Braunschweig UB 3501/676/12 Obciążenia dla standardowej głębokości zakotwienia; dla zmiennej głębokości zakotwienia patrz: raport z badań.
	M10	2,75	0,75	0,4	0,28	
	M12	4,9	1,8	0,89	0,59	
	M16	10,5	6,07	2,95	1,83	
	M20	16,4	12,3	7,7	4,72	
HIT-HY 200 + HIT-Z-R 	M8	1,64	0,45	0,24	0,17	IBMB Braunschweig UB 3501/676/12 Obciążenia dla standardowej głębokości zakotwienia; dla zmiennej głębokości zakotwienia patrz: raport z badań.
	M10	2,75	0,75	0,4	0,28	
	M12	6,67	1,8	0,89	0,59	
	M16	20,1	6,07	2,95	1,83	
	M20	31,4	16,01	7,7	4,72	
HIT-HY 200 + HIT-V 5.8 	M8	1,2	0,45	0,24	0,17	IBMB Braunschweig UB 3501/676/12 Obciążenia dla standardowej głębokości zakotwienia; dla zmiennej głębokości zakotwienia patrz: raport z badań.
	M10	2,0	0,75	0,4	0,28	
	M12	3,0	1,8	0,89	0,59	
	M16	6,2	2,55	1,29	0,86	
	M20	9,7	7,8	5,85	3,61	
	M24	14,0	11,3	8,6	7,2	
	M27	18,3	14,7	11,2	9,4	
	M30	22,3	17,9	13,6	11,5	
HIT-HY 200 + HIT-V 8.8 	M8	1,64	0,45	0,24	0,17	IBMB Braunschweig UB 3501/676/12 Obciążenia dla standardowej głębokości zakotwienia; dla zmiennej głębokości zakotwienia patrz: raport z badań.
	M10	2,75	0,75	0,4	0,28	
	M12	4,9	1,8	0,89	0,59	
	M16	9,09	2,55	1,29	0,86	
	M20	16,4	12,01	5,85	3,61	
	M24	23,6	17,7	11,8	8,8	
	M27	30,9	23,1	15,3	11,5	
	M30	37,6	28,1	18,7	14,0	
HIT-HY 200 + HIT-V-R 	M8	1,64	0,45	0,24	0,17	IBMB Braunschweig UB 3501/676/12 Obciążenia dla standardowej głębokości zakotwienia; dla zmiennej głębokości zakotwienia patrz: raport z badań.
	M10	2,75	0,75	0,4	0,28	
	M12	6,67	1,8	0,89	0,59	
	M16	9,09	2,55	1,29	0,86	
	M20	31,4	12,01	5,85	3,61	
	M24	45,2	29,8	14,4	8,83	
	M27	30,9	23,1	15,3	11,5	
	M30	71,9	52,2	32,5	21,08	

Dla zaprawy iniekcyjnej HIT RE 500 V3 pełny raport ogniowy MFPA Leipzig GS 3.2/15-361-4 dostępny na stronie www.hilti.pl (w języku niemieckim / angielskim)

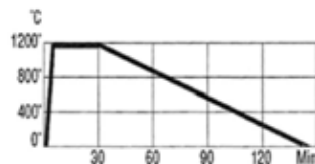
Łączniki kotwowe	Rozmiar	Maksymalne obciążenie (w kN) dla wymaganej klasy odporności ogniowej (czas w minutach)				Uprawniona instytucja badawcza/Nr
		F30	F60	F90	F120	
HIT-HY 270 $h_{ef} = 80$ mm (HLz, MVz, KSL, KSV) 	M8	2,0	0,4	0,2	-	MFPA Lipsk PB 3.2/14-179-1
	M10	2,0	0,4	0,2	-	
	M12	2,0	0,4	0,2	-	
HIT-HY 270 $h_{ef} = 130$ mm (HLz, MVz, KSL, KSV)	M8	2,0	1,2	0,7	0,5	MFPA Lipsk PB 3.2/14-179-1
	M10	3,6	1,9	1,1	0,7	
	M12	5,9	3,0	1,5	1,1	

Powyższa ocena dotyczy wyłącznie systemu łączników wklejanych iniekcyjnie Hilti HIT-HY 270 – ze stali cynkowanej galwanicznie i stali nierdzewnej o oznaczeniach materiałowych 1.4401 (A4), 1.4571 (A5-70), 1.4462 (HCR2) i 1.4529 (HCR), instalowanych z zachowaniem postanowień Europejskiej Aprobaty Technicznej ETA-13/1036.

- Pustak ceramiczny DIN EN 771-1 HLZ, klasa wytrzymałości > 12
- Cegła pełna DIN EN 771-1 MZ, klasa wytrzymałości > 12
- Cegła silikatowa drążona DIN EN 771-1 KSL, klasa wytrzymałości > 12
- Cegła silikatowa pełna DIN EN 771-1 KS, klasa wytrzymałości > 12
- Strop ceramiczno-żelbetowy typu Gundelfinger z pustakami ceramicznymi ZDT-12-333 x 250 x 250.
Gęstość objętościowa ~1 kg/dm³, wytrzymałość na ściskanie ~ 20 N/mm²

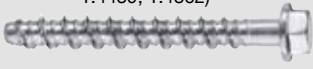
ODPORNOŚĆ OGNIOWA ELEMENTÓW TECHNIKI KOTWIENIA ŁĄCZNIKI BADANE POD WZGLĘDEM BIERNEJ OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ BUDOWLI

- Badane zgodnie z **niemiecką krzywą przebiegu temperatury podczas rozwoju pożaru w tunelu** (ZTV-ING, część 5).

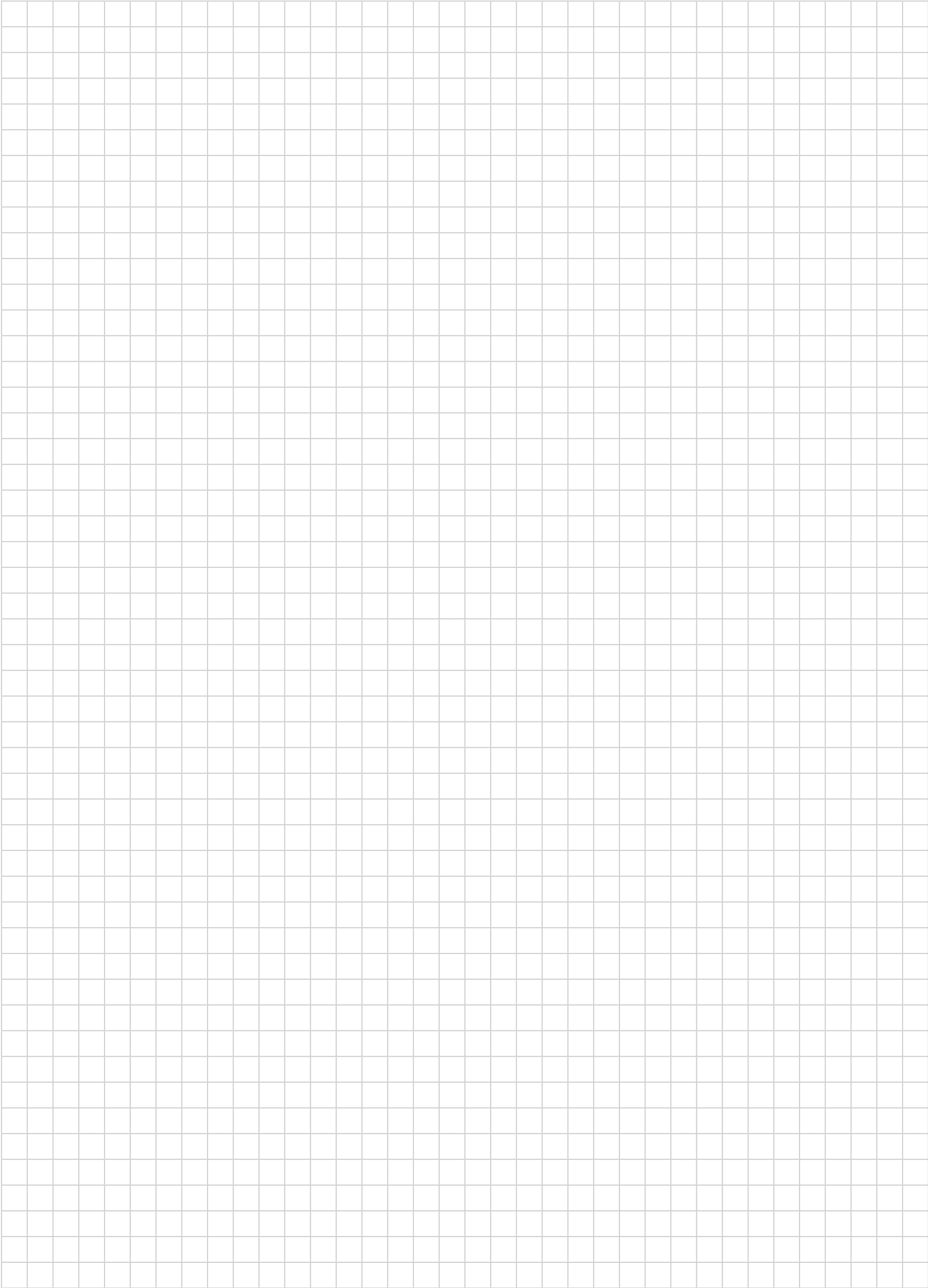


- Badane łączniki osadzone w betonie zarysowanym, poddane działaniu płomieni bez osłony izolacją termiczną lub innymi środkami zabezpieczającymi.



Łączniki kotwowe	Rozmiar	Maksymalne obciążenie (w kN) dla wymaganej klasy odporności ogniowej (czas w minutach)	Uprawniona instytucja badawcza/Nr
HST-HCR (stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547) 	M10	1,0	IBMB Braunschweig UB 3332/0881-2-CM i pismo uzupełniające 13184/2006 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M12	1,5	
	M16	2,5	
	M20	6,0	
HUS-HR (stal nierdzewna 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362) 	6	0,20 ¹	MFPA Lipsk PB III/08-354
	8	0,30 ¹	
	10	0,50 ¹	
	14	1,10 ¹	
HKD-SR (stal nierdzewna 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362) 	M8	0,5	IBMB Braunschweig UB 3027/0274-4 i pismo uzupełniające 133/00-Nau- Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10	0,8	
	M12	2,5	
	M16	5,0	
	M20	6,0	
HVU-TZ + HAS-HCR (stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547) 	M10	1,5	IBMB Braunschweig UB 3357/0550-2 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M12	2,5	
	M16	6,0	
	M20	8,0	
HVU + HAS-HCR (stal o wysokiej odporności na korozję HCR, 1.4565, 1.4529, 1.4547) 	M8	0,5	IBMB Braunschweig UB 3333/0891-2 Warringtonfire WF-Raport nr 166402
	M10	1,5	
	M12	1,5	
	M16	5,0	

1. Badane zgodnie ze standardową krzywą EBA – przebiegu temperatury w trakcie rozwoju pożaru w tunelu kolejowym, EBA (Eisenbahnbundesamt – Federalny Urząd ds. Kolej).





WYMIAROWANIE. DANE TECHNICZNE ELEMENTÓW TECHNIKI KOTWIENIA

Technika zamocowań



SPIS TREŚCI

5.1	Procedury wymiarowania	5.3
5.2	Metody wymiarowania/przykłady	5.5
5.2.1	Wymiarowanie zakotwień w betonie	5.5
5.2.2	Wymiarowanie kotew chemicznych w konstrukcjach murowych	5.8
5.3	Oddziaływania dynamiczne	5.11
5.4	Dane techniczne systemów zamocowań mechanicznych	5.15
5.4.1	HDA Kotwy samopodcinające do dużych obciążeń	5.15
5.4.2	HDA Dynamic. Kotwy samopodcinające do dużych obciążeń z zestawem dynamicznym	5.23
5.4.3	HSL-3 Kotwy do dużych obciążeń	5.25
5.4.4	HSC-A Kotwy samopodcinające	5.28
5.4.5	HSC-I Kotwy samopodcinające	5.31
5.4.6	HST 3 Kotwy segmentowe	5.34
5.4.7	HSA Kotwy segmentowe	5.42
5.4.8	HUS-HR/-CR Kotwy wkręcane	5.48
5.4.9	HUS3-H/-C/-HF Kotwy wkręcane	5.54
5.4.10	HUS-A/-H/-I/-P Kotwy wkręcane	5.62
5.4.11	HUS-A/-H/-I/-P 6 Kotwy wkręcane do zamocowań wielopunktowych	5.68
5.4.12	HUS-A/-H/-I/-P 6 Kotwy wkręcane do prefabrykowanych, sprężonych płyt stropowych kanałowych	5.72
5.4.13	HKD/-SR/-ER Tuleje kotwiące	5.75
5.4.14	HKD/-SR/-ER Tuleje kotwiące do zamocowań wielopunktowych	5.79
5.4.15	HRD-U 14 Uniwersalne kotwy rozporowe	5.82
5.4.16	HRD Uniwersalne kotwy rozporowe	5.84
5.4.17	HK Kotwy sufitowe	5.98
5.4.18	HKH Kotwy do płyt kanałowych	5.101
5.4.19	HCA Kotwy sprężynowe	5.103
5.5	Dane techniczne dla systemów zamocowań chemicznych	5.107
5.5.1	HVZ Kotwy wklejane	5.107
5.5.2	HVZ Dynamic. Kotwy wklejane z zestawem do obciążeń dynamicznych	5.110
5.5.3	HVU Kotwy wklejane z prętem kotwy HAS	5.114
5.5.4	HVU Kotwy wklejane z tuleją z gwintem wewnętrznym HIS-(R)N	5.117
5.5.5	HIT-HY 200 Zaprawa iniekcyjna z prętem kotwy HIT-Z	5.120
5.5.6	HIT-HY 200 Zaprawa iniekcyjna z prętem kotwy HIT-V	5.124
5.5.7	HIT-HY 200 Zaprawa iniekcyjna z prętem zbrojeniowym	5.128
5.5.8	HIT-HY 270 Zaprawa iniekcyjna do konstrukcji murowych	5.131
5.5.9	HIT-RE 500V3 Zaprawa iniekcyjna z prętem kotwy HIT-V	5.152
5.5.10	HIT-RE 500V3 Zaprawa iniekcyjna z prętem zbrojeniowym (jako kotwą)	5.163
5.5.11	HIT-RE 500V3 Zaprawa iniekcyjna z prętem zbrojeniowym (głębokie wklejanie i uciąganie zbrojenia)	5.174
5.5.12	HIT-HY 170 Zaprawa iniekcyjna do konstrukcji murowych	5.192
5.5.13	HIT-HY 170 Zaprawa iniekcyjna z prętem kotwy HIT-V	5.206
5.5.14	HIT-HY 170 Zaprawa iniekcyjna z tuleją z gwintem wewnętrznym HIS-(R)N	5.223
5.5.15	HIT-HY 170 Zaprawa iniekcyjna z prętem zbrojeniowym (jako kotwą)	5.239

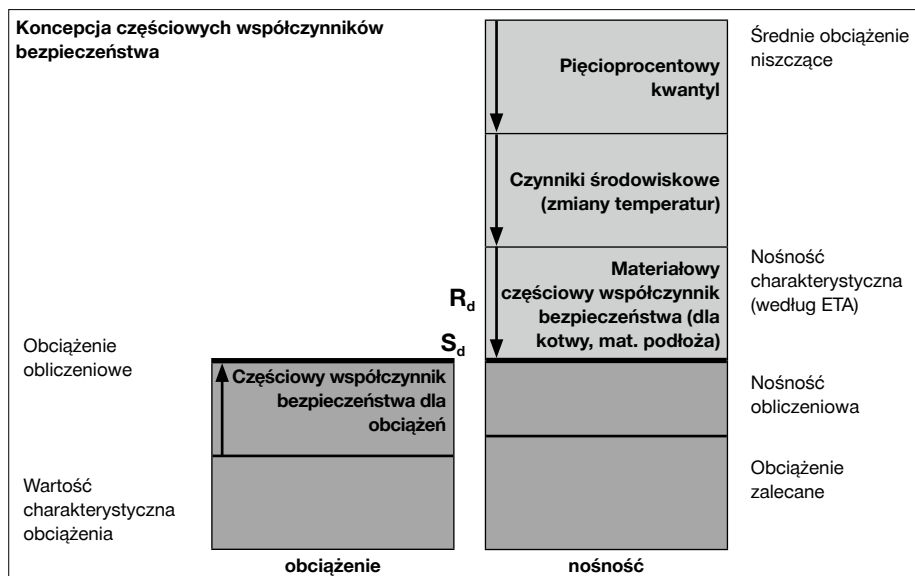
5.1 PROCEDURY WYMIAROWANIA

Koncepcje bezpieczeństwa

W zależności od zastosowania oraz typu łączników kotwowych możliwe jest zastosowanie jednej z dwóch przedstawionych niżej koncepcji zapewnienia bezpieczeństwa:

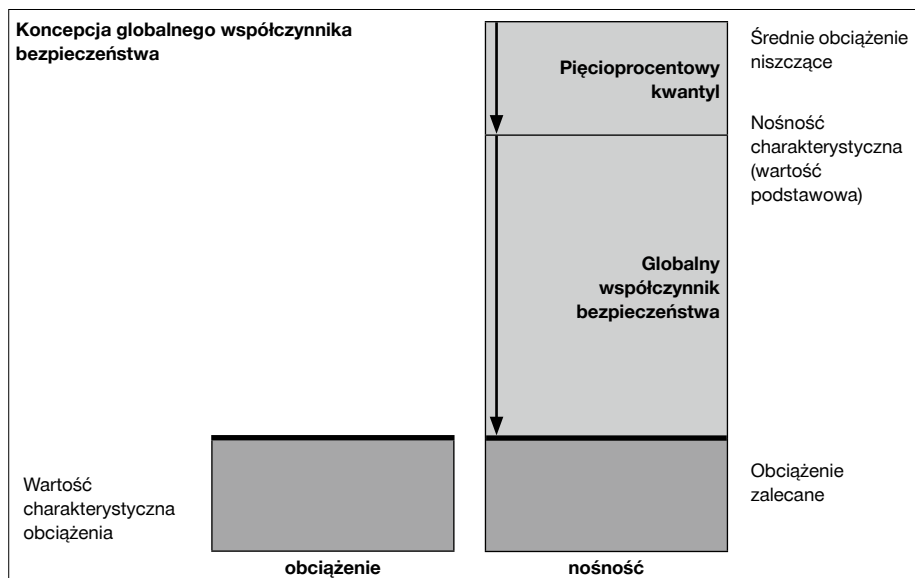
1. Dla łączników kotwowych przeznaczonych do stosowania w betonie, które posiadają Europejską Aprobataę Techniczną (ETA), zaleca się stosować **koncepcję częściowych współczynników bezpieczeństwa** według wytycznych ETAG 001 lub RTA 020. Należy przy tym wykazać, że wartość obciążeń obliczeniowych nie przekracza wartości nośności obliczeniowej: $S_d \leq R_d$.

Wartości charakterystyczne nośności podane w odpowiednich aprobatach ETA uwzględniają już współczynniki zmniejszające ze względu na np. cykle zamrażania i odmrażania, temperaturę eksploatacyjną, trwałość, zjawisko pełzania i inne czynniki środowiskowe lub warunki użytkowania.



2. Stosując koncepcję **globalnego współczynnika bezpieczeństwa**, należy wykazać, że wartość charakterystyczna obciążenia nie przekracza wartości obciążenia dopuszczalnego.

Podane w tabelach charakterystyczne wartości nośności są wynikami uzyskanymi w normalnych warunkach testowych dla kwantyli pięcioprocentowych. Za pomocą globalnego współczynnika bezpieczeństwa uwzględniane są wszelkie warunki środowiskowe oraz obciążenia i nośności, określające w rezultacie dopuszczalną czy zalecaną wartość obciążenia.



Łączniki metalowe przeznaczone do zakotwień w betonie według ETAG 001

Procedury wymiarowania łączników metalowych przeznaczonych do zakotwień w betonie zostały szczegółowo opisane w Załączniku C Wytucznych do Europejskich Aprobatach Technicznych ETAG 001. Procedury wymiarowania kotew wklejanych ze zmienną głębokością osadzania reguluje Raport Techniczny TR 029 wydany przez EOTA (Europejska Organizacja ds. Ocen Technicznych). Dodatkowe zasady wymiarowania dla zamocowań wielopunktowych zostały podane w Części 6 Wytucznych ETAG 001.

Podana w niniejszym podręczniku procedura wymiarowania zamocowań opiera się na tych wytucznych. W odpowiednich rozdziałach dla każdego z łączników zostały zamieszczone tabele z podstawowymi wartościami obciążeń i współczynnikami wpływu oraz sposób obliczeń.

Łączniki do zakotwień w innych podłożach oraz do zastosowań specjalnych

Jeśli nie podano specjalnej procedury obliczeniowej, obowiązują podstawowe wartości obciążeń podane w niniejszym podręczniku, jednak konieczne należy uwzględnić czynniki specyficzne dla danego zastosowania (np. materiał podłoża, geometria, warunki środowiskowe).

Zamocowania wielopunktowe przy użyciu łączników z tworzywa sztucznego

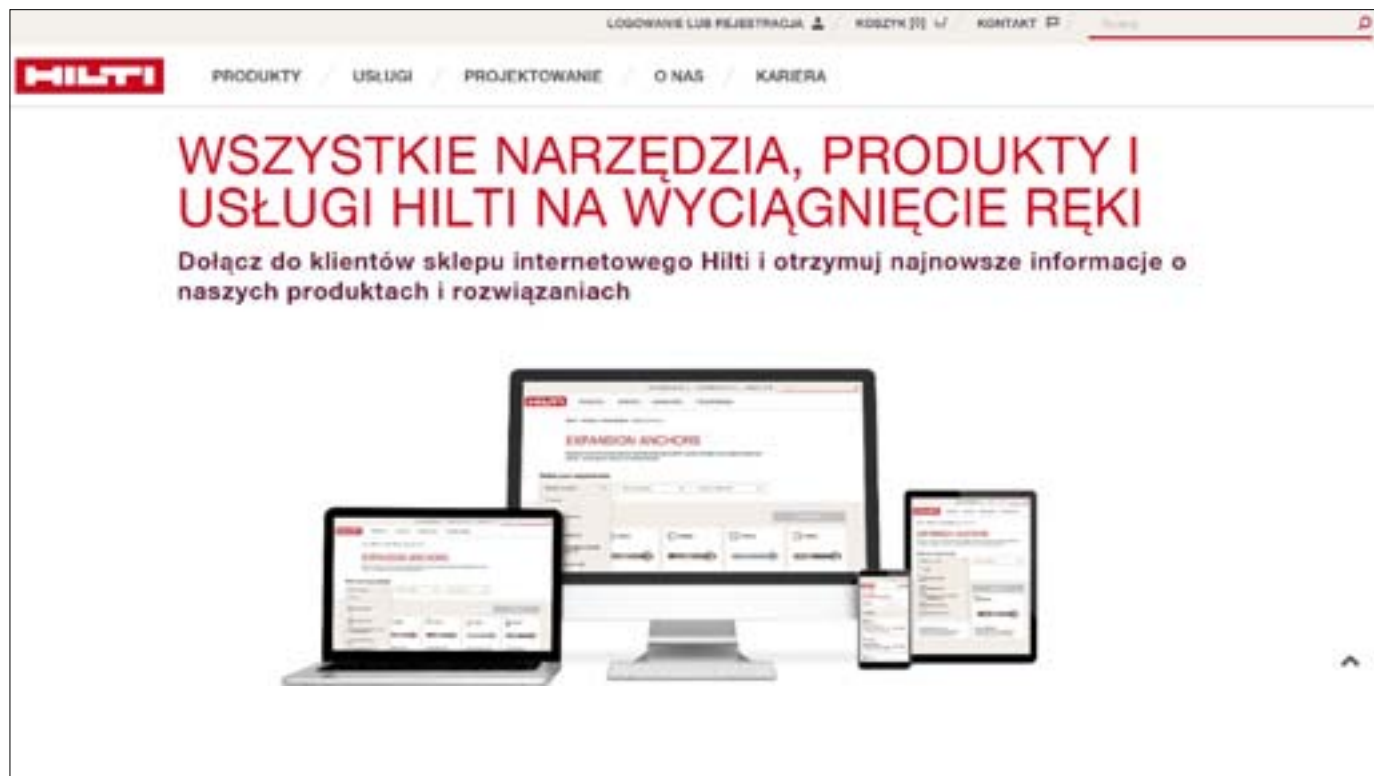
Zasady wymiarowania zamocowań wielopunktowych przy użyciu łączników z tworzywa sztucznego do zakotwień elementów nienośnych (niekonstrukcyjnych) w podłożu betonowym i murowym są ustalone w Załączniku C do ETAG 020. Niniejszy podręcznik uwzględnia dodatkowe instrukcje dotyczące wymiarowania takich zamocowań.

Ochrona przeciwpożarowa

W przypadkach zastosowań, przy których istotny jest aspekt ochrony przeciwpożarowej, należy przestrzegać wartości obciążeń podanych w rozdziale „Odporność ogniowa”. Wartości te obowiązują każdorazowo dla pojedynczego łącznika.

Oprogramowanie Hilti PROFIS Anchor do wymiarowania łączników

Do bardziej złożonego i dokładnego wymiarowania zamocowań ogólnego rodzaju oraz zakotwień balustrad, przeprowadzanego z uwzględnieniem wytucznych międzynarodowych i krajowych, oraz do zastosowań wykraczających poza te wytuczne można wykorzystać oprogramowanie do wymiarowania łączników Hilti: PROFIS Anchor, PROFIS Rebar lub PROFIS Anchor Channel.



5.2 METODY WYMIAROWANIA/PRZYKŁADY

5.2.1 Wymiarowanie zakotwień w betonie

Metoda wymiarowania według ETAG 001 Załącznik C, ewentualnie EOTA TR 029

Obliczeniowa nośność na rozciąganie

Obliczeniowa nośność na rozciąganie jest najmniejsza spośród poniższych wartości:

Obliczeniowa nośność stali łącznika na rozciąganie	$N_{Rd,s}$
Obliczeniowa nośność ze względu na wyrwanie łącznika	$N_{Rd,p}$
Obliczeniowa nośność ze względu na połączenie wyrwania łącznika i wyłamania stożka betonu dla kotew wklejanych	$N_{Rd,Np}$
Obliczeniowa nośność ze względu na wyłamanie stożka betonu	$N_{Rd,c}$
Obliczeniowa nośność ze względu na rozłupanie betonu	$N_{Rd,sp}$



Obliczeniowa nośność stali łącznika na rozciąganie $N_{Rd,s}$

ETAG 001 Załącznik C lub EOTA TR 029 i odpowiadająca ETA

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$$

* $N_{Rk,s}$	charakterystyczna nośność stali
* γ_{Ms}	częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla zniszczenia łącznika
* Wartości podane w odpowiedniej ETA.	

Obliczeniowa nośność ze względu na wyrwanie łącznika $N_{Rd,p}$ według ETAG 001 Załącznik C

ETAG 001 Załącznik C i odpowiadająca ETA

$$N_{Rd,p} = (N_{Rk,p} / \gamma_{Mp}) \cdot \psi_c$$

* $N_{Rk,p}$	charakterystyczna nośność ze względu na wyrwanie łącznika
* γ_{Mp}	częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla zniszczenia przez wyrwanie łącznika
* ψ_c	wpływ wytrzymałości betonu
* Wartości podane w odpowiedniej ETA.	

Obliczeniowa nośność ze względu na połączenie wyrwania kotwy i wyłamania stożka betonu dla kotew wklejanych $N_{Rd,Np}$ według EOTA TR 029

EOTA TR 029 i odpowiadająca ETA

$$N_{Rd,Np} = (N_{Rk,p}^0 / \gamma_{Mp}) \cdot (A_{p,N} / A_{p,N}^0) \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{ec,Np} \cdot \psi_{re,Np} \cdot \psi_c$$

$$N_{Rk,p}^0 = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 - (s/s_{cr,Np})^{0.5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1$$

$$\psi_{g,Np}^0 = n^{0.5} - (n^{0.5} - 1) \cdot \{(d \cdot \tau_{Rk}) / [k \cdot (h_{ef} \cdot f_{ck,cube})^{0.5}]\}^{1.5}$$

$$s_{cr,Np} = 20 \cdot d \cdot (\tau_{Rk,ucr} / 7.5)^{0.5} \leq 3 \cdot h_{ef}$$

* γ_{Mp}	częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla zniszczenia przez połączenie wyrwania kotwy i wyłamania stożka betonu
** $A_{p,N}^0$	pole powierzchni wpływu pojedynczej kotwy na powierzchni betonu przy dużym rozstawie i dużej odległości od krawędzi
** $A_{p,N}$	rzeczywiste pole powierzchni wpływu zakotwienia na powierzchni betonu, ograniczone nakładaniem się pól sąsiednich zakotwień oraz krawędziami elementu betonowego
** $\psi_{s,Np}$	wpływ zaburzenia symetrycznego stanu naprężenia w betonie przez krawędź elementu
** $\psi_{ec,Np}$	wpływ mimośródów
** $\psi_{re,Np}$	wpływ gęstego zbrojenia
* ψ_c	wpływ wytrzymałości betonu
* d	średnica kotwy
* h_{ef}	(zmienna) głębokość osadzania
* τ_{Rk}	charakterystyczna nośność wiązania
s	rozstaw kotew
$s_{cr,Np}$	rozstaw krytyczny kotew
n	liczba kotew w grupie
k	= 2,3 w betonie zarysowanym = 3,2 w betonie niezarysowanym
$f_{ck,cube}$	wytrzymałość kostkowa betonu na ściskanie
$\tau_{Rk,ucr}$	charakterystyczna nośność wiązania w betonie niezarysowanym

* Wartości podane w odpowiadającej ETA.

** Wartości należy określić za pomocą danych z ETA. (Szczegóły wymiarowania patrz TR 029).

Obliczeniowa nośność ze względu na wyłamanie stożka betonu $N_{Rd,c}$

ETAG 001 Załącznik C lub EOTA TR 029 i odnośna ETA

$$N_{Rd,c} = (N_{Rk,c}^0 / \gamma_{Mc}) \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{re,Np}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot f_{ck,cube}^{0,5} \cdot h_{ef}^{1,5}$$

** $A_{c,N}^0$	pole powierzchni wpływu pojedynczego łącznika na powierzchni betonu przy dużym rozstawie i dużej odległości od krawędzi
** $A_{c,N}$	rzeczywiste pole powierzchni wpływu zakotwienia na powierzchni betonu, ograniczone nakładaniem się pól sąsiednich zakotwień oraz krawędziami elementu betonowego
** $\psi_{s,N}$	wpływ zaburzenia symetrycznego stanu naprężenia w betonie przez krawędź elementu
** $\psi_{re,N}$	wpływ gęstego zbrojenia
** $\psi_{ec,N}$	wpływ mimośrodu
k_1	= 7,2 w betonie zarysowanym = 10,1 w betonie niezarysowanym
$f_{ck,cube}$	wytrzymałość kostkowa betonu na ściskanie
h_{ef}	głębokość osadzania
* Wartości podane w odpowiadającej ETA.	
** Wartości należy określić za pomocą danych z ETA. (Szczegóły wymiarowania patrz TR 029).	

Obliczeniowa nośność ze względu na rozłupanie betonu $N_{Rd,sp}$

ETAG 001 Załącznik C lub EOTA TR 029 i odnośna ETA

$$N_{Rd,sp} = (N_{Rk,c}^0 / \gamma_{Mc}) \cdot (A_{c,N} / A_{c,N}^0) \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{re,Np} \cdot \psi_{h,sp}$$

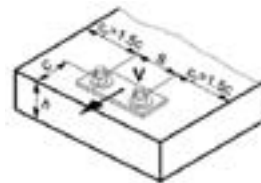
$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot f_{ck,cube}^{0,5} \cdot h_{ef}^{1,5}$$

*** $A_{c,N}^0$	pole powierzchni wpływu pojedynczego łącznika na powierzchni betonu przy dużym rozstawie i dużej odległości od krawędzi
** $A_{c,N}$	rzeczywiste pole powierzchni wpływu zakotwienia na powierzchni betonu, ograniczone nakładaniem się pól sąsiednich zakotwień oraz krawędziami elementu betonowego
* $\psi_{s,N}$	wpływ zaburzenia symetrycznego stanu naprężenia w betonie przez krawędź elementu
* $\psi_{re,N}$	wpływ gęstego zbrojenia
* $\psi_{ec,N}$	wpływ mimośrodu
k_1	= 7,2 w betonie zarysowanym = 10,1 w betonie niezarysowanym
* $\psi_{h,sp}$	wpływ grubości elementu podłoża
$f_{ck,cube}$	wytrzymałość kostkowa betonu na ściskanie
h_{ef}	głębokość osadzania
* Wartości podane w odpowiadającej ETA.	
** Wartości należy określić za pomocą danych z ETA. (Szczegóły wymiarowania patrz TR 029).	
*** Wartości $A_{c,N}$ i $A_{c,N}^0$ mogą różnić się od analogicznych wartości przy sprawdzaniu wyłamania stożka betonu ze względu na odmienne wartości krytycznych rozstawów i odległości od krawędzi.	

Obliczeniowa nośność na ścinanie

Obliczeniowa nośność na ścinanie jest najmniejsza spośród poniższych wartości:

Obliczeniowa nośność stali łącznika na ścinanie	$V_{Rd,s}$
Obliczeniowa nośność ze względu na wyłamanie betonu	$V_{Rd,cp}$
Obliczeniowa nośność ze względu na wyłamanie krawędzi betonu	$V_{Rd,c}$



Obliczeniowa nośność stali łącznika na ścinanie $V_{Rd,s}$

ETAG 001 Załącznik C lub EOTA TR 029 i odnośna ETA

$$V_{Rd,s} = V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$$

* $V_{Rk,s}$	charakterystyczna nośność stali
* γ_{Ms}	częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla zniszczenia łącznika
* Wartości podane w odpowiadającej aprobacie.	
Zniszczenie łącznika z udziałem momentu zginającego patrz Załącznik C do ETAG 001 lub EOTA TR 029.	

Obliczeniowa nośność ze względu na wyłamanie betonu $V_{Rd,cp}$ według ETAG 001 Załącznik C

ETAG 001 Załącznik C i odnośna ETA

$$V_{Rd,cp} = k \cdot N_{Rd,c}$$

$$* N_{Rd,c} = N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$$

$N_{Rk,c}$	charakterystyczna nośność ze względu na wyłamanie betonu
* γ_{Mc}	częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla zniszczenia przez wyłamanie betonu
* k	wpływ głębokości zakotwienia
* Wartości podane w odpowiadającej ETA.	

Obliczeniowa nośność ze względu na wyłamanie betonu $V_{Rd,cp}$ dla kotew wklejanych według EOTA TR 029

EOTA TR 029 i odpowiadająca ETA

$$V_{Rd,cp} = k \cdot \text{Min} [N_{Rd,c} ; N_{Rd,p}]$$

$$* N_{Rd,c} = N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$$

$$* N_{Rd,p} = N_{Rk,p} / \gamma_{Mp}$$

$N_{Rk,c}$	charakterystyczna nośność ze względu na zniszczenie betonu
$N_{Rk,p}$	charakterystyczna nośność ze względu na połączenie wyrwania kotwy i wyłamania betonu
* γ_{Mc}	częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla zniszczenia przez wyłamanie betonu
* γ_{Mp}	częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla zniszczenia przez połączenie wyrwania kotwy i wyłamania betonu
* k	wpływ głębokości zakotwienia
* Wartości podane w odpowiadającej ETA.	

Obliczeniowa nośność ze względu na wyłamanie krawędzi betonu $V_{Rd,c}$

ETAG 001 Załącznik C lub EOTA TR 029 i odpowiadająca ETA

$$V_{Rd,c} = (V_{Rk,c}^0 / \gamma_{Mc}) \cdot (A_{c,V} / A_{c,V}^0) \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot d^\alpha \cdot h_{ef}^\beta \cdot f_{ck,cube}^{0,5} \cdot c_1^{1,5}$$

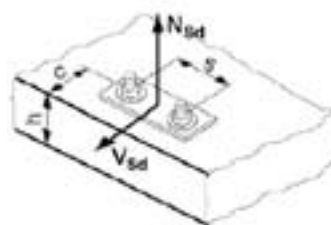
$$\alpha = 0,1 \cdot (h_{ef}/c1)^{0,5}$$

$$\beta = 0,1 \cdot (d/c1)^{0,2}$$

* γ_{Mc}	częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla zniszczenia przez wyłamanie krawędzi betonu
*** $A_{c,V}^0$	pole powierzchni bryły wyłamania pojedynczego łącznika na bocznej powierzchni elementu betonowego bez uwzględnienia wpływu krawędzi równoległych do przyjętego kierunku działania obciążenia, grubości elementu podłoża i sąsiednich łączników
*** $A_{c,V}$	rzeczywiste pole powierzchni jak wyżej, ograniczone jednak nakładaniem się pól sąsiednich zakotwień, krawędziami i grubością elementu podłoża
** $\psi_{s,V}$	wpływ zaburzenia stanu naprężenia w betonie przez inne krawędzie elementu podłoża
** $\psi_{h,V}$	wpływ nieproporcjonalnego (względem grubości elementu podłoża) zmniejszania się nośności na ścinanie, jak to przyjęto w przypadku stosunku $A_{c,V}/A_{c,V}^0$
** $\psi_{\alpha,V}$	wpływ kąta α_V pomiędzy kierunkiem działającego obciążenia V_{Sd} und der Richtung senkrecht zur freien Bauteilkante
** $\psi_{ec,V}$	wpływ mimośrodów
** $\psi_{re,V}$	wpływ gęstego zbrojenia
k_1	= 1,7 w betonie zarysowanym = 2,4 w betonie niezarysowanym
* d	średnica łącznika
$f_{ck,cube}$	wytrzymałość kostkowa betonu na ściskanie
* c_1	odległość od krawędzi
* Wartości podane w ETA.	
** Wartości należy określić za pomocą danych z ETA. (Szczegóły wymiarowania patrz TR 029).	
*** Wartości $A_{c,N}$ und $A_{c,N}^0$ mogą różnić się od analogicznych wartości przy sprawdzaniu wyłamania betonu ze względu na odmienne wartości krytycznych rozstawów i odległości od krawędzi.	

Nośność w przypadku kombinacji obciążenia rozciągającego i ścinającego**Konieczne jest spełnienie poniższych warunków:**

	Mit:	
$\beta_N \leq 1$	$\beta_N = N_{Sd}/N_{Rd}$	
$\beta_V \leq 1$	$\beta_V = V_{Sd}/V_{Rd}$	
$\beta_N + \beta_V \leq 1,2$ oder $\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1$	$N_{Sd} (V_{Sd})$	= wartości obliczeniowe oddziaływania rozciągającego (ścinnającego)
	$N_{Rd} (V_{Rd})$	= wartości obliczeniowe nośności na rozciąganie (na ścinanie)



ETAG 001 Załącznik C

$\alpha = 2,0$	jeśli dla N_{Rd} und V_{Rd} miarodajne jest zniszczenie łącznika
$\alpha = 1,5$	dla wszystkich pozostałych postaci zniszczenia zamocowania

5.2.2 Wymiarowanie kotew chemicznych w konstrukcjach murowych

Niniejszy rozdział zawiera krótki przegląd zagadnień związanych z wymiarowaniem kotew chemicznych w konstrukcjach murowych.

Wszystkie niezbędne informacje zawarte są w ETAG 029 Załącznik C, jak również w ETA dla danej kotwy. Podobnie jak w przypadku wymiarowania kotew w betonie oprogramowanie PROFIS Anchor umożliwia wykonanie obliczeń w sposób znacznie wydajniejszy i bezpieczniejszy.

Wymiarowanie zakotwień powinno odbywać się zgodnie z ogólnymi zasadami według normy EN 1990 + A1:2005/AC:2010 [11]. Należy wykazać, że wartość obliczeniowa obciążeń S_d nie przekracza wartości obliczeniowej nośności R_d .

$$S_d \leq R_d \quad (\text{ETAG 029 Załącznik C} \rightarrow \text{C.3.1})$$

S_d = wartość obliczeniowa obciążeń

R_d = wartość obliczeniowa nośności

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa należy przyjąć z krajowych, lub – w przypadku gdy takich nie ma – z normy EN 1990 2002 + A1:2005/AC:2010 [11].

Wartość obliczeniowa nośności wyznaczana jest w następujący sposób:

$$R_d = R_k / \gamma_M \quad (\text{ETAG 029 Załącznik C} \rightarrow \text{C.3.2})$$

R_k = nośność charakterystyczna pojedynczej kotwy lub grupy kotew

γ_M = częściowy, materiałowy współczynnik bezpieczeństwa

za pomocą następujących częściowych materiałowych współczynników bezpieczeństwa:

Zniszczenie stali łącznika (pęknięcie)

Obciążenie rozciągające: (ETAG 029 Załącznik C → 3.3a)

$$\gamma_{Ms} = \frac{1,2}{f_{yk}/f_{uk}} \geq 1,4$$

Obciążenie ścinające kotwy

z udziałem i bez udziału zginania: (ETAG 029 Załącznik C → 3.3b)

$$\gamma_{Ms} = \frac{1,0}{f_{yk}/f_{uk}} \geq 1,25 \quad \text{dla } f_{uk} \leq 800 \text{ N/mm}^2 \text{ i } f_{yk}/f_{uk} \leq 0,8$$

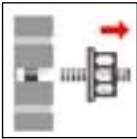
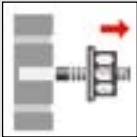
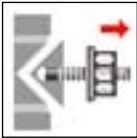
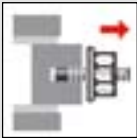
$$\gamma_{Ms} = 1,5 \quad \text{dla } f_{uk} > 800 \text{ N/mm}^2 \text{ lub } f_{yk}/f_{uk} > 0,8$$

Zniszczenie kotwy wklejanej iniekcją

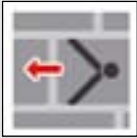
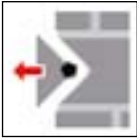
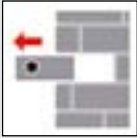
stosowanej w konstrukcjach murowych:

$$\gamma_{Mm} = 2,5$$

W odniesieniu do obciążeń rozciągających należy przeprowadzić następujące sprawdzenia:

Postacie zniszczenia zamocowania na skutek rozciągania		Warunki
Zniszczenie stali kotwy		$N_{Sd}^h \leq N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$
Wyrwanie kotwy		$N_{Sd}^h \leq N_{Rd,p} = N_{Rk,p} / \gamma_{Mm}$
Zniszczenie elementu murowego przez wyłamanie		$N_{Sd} \leq N_{Rd,b} = N_{Rk,b} / \gamma_{Mm}$ $N_{Sd}^g \leq N_{Rd,b}^g = N_{Rk,b}^g / \gamma_{Mm}$
Wysunięcie elementu murowego		$N_{Sd} \leq N_{Rd,pb} = N_{Rk,pb} / \gamma_{Mm}$

W odniesieniu do obciążeń ścinających należy przeprowadzić następujące sprawdzenia:

Postacie zniszczenia zamocowania wskutek ścinania		Warunki
Zniszczenie stali kotwy		$V_{Sd}^h \leq V_{Rd,s} = V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$
Lokalne zniszczenie elementu murowego		$V_{Sd} \leq V_{Rd,b} = V_{Rk,b} / \gamma_{Mm}$ $V_{Sd}^g \leq V_{Rd,b}^g = V_{Rk,b}^g / \gamma_{Mm}$
Wyłamanie narożnika elementu murowego		$V_{Sd} \leq V_{Rd,c} = V_{Rk,c} / \gamma_{Mm}$ $V_{Sd}^g \leq V_{Rd}^g = V_{Rk}^g / \gamma_{Mm}$
Wysunięcie się elementu murowego		$V_{Sd} \leq V_{Rd,pb} = V_{Rk,pb} / \gamma_{Mm}$

Oddziaływania		
N_{Sd}	V_{Sd}	Wartość obliczeniowa siły oddziałującej
N_{Sd}^h	V_{Sd}^h	Wartość obliczeniowa siły oddziałującej na najbardziej obciążoną kotwę w danej grupie kotew
N_{Sd}^g	V_{Sd}^g	Wartość sumy oddziałujących obciążeń rozciągających (ścinających) na rozciągane (ścinanane) kotwy danej grupy
Nośność charakterystyczna		
$N_{Rk,s}$	$V_{Rk,s}$	Nośność charakterystyczna ze względu na zniszczenie stali kotwy
$N_{Rk,p}$	$V_{Rk,p}$	Nośność charakterystyczna ze względu na kombinowane zniszczenie poprzez wyrwanie kotwy i wyłamanie podłoża
$N_{Rk,b}$	$V_{Rk,b}$	Nośność charakterystyczna ze względu na zniszczenie elementu murowego przez wyłamanie
N_{Rk}^g	V_{Rk}^g	Nośność charakterystyczna grupy kotew poddanych działaniom sił rozciągających (ścinających)
$N_{Rk,pb}$	$V_{Rk,pb}$	Nośność charakterystyczna ze względu na wysunięcie (przesunięcie) elementu murowego
Nośność obliczeniowa		
$N_{Rd,s}$	$V_{Rd,s}$	Nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie stali kotwy
$N_{Rd,p}$	$V_{Rd,p}$	Nośność obliczeniowa ze względu na wyrwanie kotwy
$N_{Rd,b}$	$V_{Rd,b}$	Nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie elementu murowego przez wyłamanie
N_{Rd}^g	V_{Rd}^g	Nośność obliczeniowa grupy kotew poddanych działaniom sił rozciągających (ścinających)
$N_{Rd,pb}$	$V_{Rd,pb}$	Nośność obliczeniowa ze względu na wysunięcie (przesunięcie) elementu murowego
Częściowe współczynniki bezpieczeństwa		
γ_{Ms}		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla stali
γ_{Mm}		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru

Przy wymiarowaniu należy pamiętać, że na określenie nośności obliczeniowej/dopuszczalnych obciążeń wpływa wiele czynników.

Poniżej podano najważniejsze czynniki wpływu, aby ułatwić optymalizację wymiarowania:

Montaż i warunki eksploatacji	Metoda oczyszczania otworu: manualnie lub sprężonym powietrzem	Stosując oczyszczanie sprężonym powietrzem, uzyskuje się czasem lepszą nośność obliczeniową. Ponadto jest ono wymagane przy zakotwieniach o głębokości większej niż 100 mm i średnicy większej niż 18 mm.
	Warunki wilgotne lub suche	Warunki suche zapewniają najczęściej wyższą nośność obliczeniową.
	Temperatura eksploatacji	Bardzo wysokie temperatury (ponad 40°C) mogą wpływać negatywnie na nośność obliczeniową.
Podłoże i materiały budowlane	Rodzaj elementów murowych: wymiary, układ i właściwości	Rodzaj elementów murowych ma znaczny wpływ na nośność obliczeniową.
	Tynk lub inne warstwy nienośne	Nie mogą być uwzględniane w przypadku efektywnej głębokości zakotwienia i w związku z tym przy identycznej długości kotew mogą mieć negatywne oddziaływanie na nośność.
	Klasa zaprawy	Im wyższa klasa zaprawy, tym wyższa może być nośność obliczeniowa.
Parametry geometryczne zamocowania	Odległości od krawędzi i rozstawy kotew	Przekroczenie minimalnych charakterystycznych odległości od krawędzi lub rozstawu kotew może spowodować znaczne zmniejszenie nośności obliczeniowej – należy to także uwzględnić w przypadku grup kotew => współczynniki grupowe.
	Głębokość zakotwienia	Często głębsze zakotwienie przekłada się na wyższe wartości obciążeń dopuszczalnych.
	Spoiny pionowe: wypełnione lub widoczne, grubość tych spoin	Niewidoczne, niewypełnione lub zbyt grube spoiny pionowe mogą wpłynąć negatywnie na nośność obliczeniową.
Obciążenia	Kierunek działania obciążenia i udział zginania	Charakterystyczne wartości nośności na rozciąganie i ścinanie mogą bardzo różnić się między sobą, a ich kombinacja prowadzi do redukcji poszczególnych wartości obciążeń dopuszczalnych.
	Obciążenie dodatkowe (docisk)	Obciążenie dodatkowe dociskowe może pozytywnie wpływać na nośność obliczeniową.

5.3 ODDZIAŁYWANIA DYNAMICZNE

Obciążenia spowodowane wiatrem uznaje się zasadniczo za oddziaływania w przeważającym stopniu statyczne, zostały więc ujęte w procedurach kontrolnych realizowanych w ramach wydania dopuszczenia do stosowania elementów mocujących.

Obciążenia	Ogólna praktyka projektowania inżynierskiego najczęściej skupia się na zagadnieniach obciążeń statycznych. Intencją tego rozdziału jest zwrócenie uwagi na te przypadki, w których uproszczone traktowanie oddziaływań	jako statycznych może prowadzić do poważnych błędów w ocenie sytuacji; towarzyszyć może temu również niedowymiarowanie ważnych elementów konstrukcyjnych.
Obciążenia statyczne	• Ciężar własny • Śnieg • Wiatr • Wpływ temperatury	
Obciążenia dynamiczne	Zasadniczą różnicą między obciążeniami statycznymi a dynamicznymi jest oddziaływanie sił bezwładności o zmiennych wartościach	Siły te są rezultatem wywołanych przyspieszeń i muszą być wzięte pod uwagę podczas wyznaczania sił przekrojowych oraz ewentualnych sił w łącznikach.
Typowe obciążenia dynamiczne	• Obc. zmęczeniowe • Obc. udarowe • Obc. sejsmiczne	

Obciążenia zmęczeniowe



Kiedy mamy do czynienia z dużą liczbą cykli zmian obciążenia, zwykle zniszczeniu ulega – ze względu na zniszczenie stali – łącznik w zamocowaniu pojedynczym. Beton może ulec zniszczeniu jedynie w przypadku zastosowania płytszej niż nominalna głębokości osadzania kotwy (poddanej obciążeniu rozciągającemu) albo umieszczenia kotwy bardzo blisko krawędzi elementu podłoża (przy obciążeniu ścinającym). Utrata wytrzymałości wraz ze zwiększającą się liczbą cykli zmian obciążenia nazywa się zmęczeniem materiału. Dla oceny obciążenia istotnego pod względem zmęczenia ważny jest także projektowany lub spodziewany okres użytkowania danego elementu mocującego.

Poszczególne kotwy w zamocowaniu grupowym mogą mieć różną sztywność sprężystą oraz wykazywać różne przemieszczenia, np. gdy kotwa osadzona zostanie w rysie. Prowadzi to w przypadku obciążeń przemiennych do redystrybucji sił w poszczególnych kotwach. Sztywniejsze kotwy zostają bardziej obciążone, podczas gdy siły w mniej sztywnych kotwach zmniejszają się. Warunki te są uwzględniane przy wymiarowaniu poprzez zastosowanie współczynnika zmniejszającego dla zamocowań wielopunktowych.

Zachowanie się materiału pod wpływem obciążenia zmęczeniowego	Jakość stali ma znaczący wpływ na wytrzymałość przy obciążeniach przemiennych. Dla stali konstrukcyjnych i stali poddanych obróbce cieplnej końcowa wytrzymałość (tzn. po około dwóch milionach cykli zmian obciążenia) wynosi około 25–35% wytrzymałości statycznej. Beton wykazuje już w stanie nieobciążonym mikropęknięcia w strefie kontaktu pomiędzy cementem a kruszywem.	Powstają one dlatego, iż kruszywo zapobiega skurczowi matrycy cementowej. Wytrzymałość zmęczeniowa betonu jest bezpośrednio związana z jego wytrzymałością. Wytrzymałość betonu na ścinanie obniża się po około dwóch milionach cykli zmian obciążenia do poziomu 40% początkowej wytrzymałości na ściskanie.
Przykłady obciążeń zmęczeniowych	• Wibracje elementów mocujących o bardzo wysokiej częstotliwości i zasadniczo niewielkich amplitudach (np. wentylatory, maszyny produkcyjne itd.).	• Powtarzalne obciążanie i odciążanie konstrukcji nośnych często pojawiającymi się znacznymi oddziaływaniami (dzwigi, windy, roboty przemysłowe itd.).
Przydatność dopuszczonych kotew do obciążenia zmęczeniowego	Łączniki kotwione mechanicznie i chemiczne są zasadniczo przystosowane do przenoszenia obciążeń zmęczeniowych.	Hilti produkuje kotwy HDA Dynamic do obciążeń dynamicznych oraz kotwy HVZ Dynamic do obciążeń dynamicznych ze stali o specjalnej jakości, które są wyjątkowo wytrzymałe na obciążenia zmęczeniowe.

Obciążenia udarowe



Zjawiska o charakterze udarowym mają bardzo krótki czas oddziaływania, jednakże zazwyczaj bardzo wysokie wartości obciążeń, występujące tylko jako jednorazowe wartości szczytowe. Ponieważ prawdopodobieństwo wystąpienia takiego zdarzenia w czasie

użytkowania elementów budowlanych jest stosunkowo niewielkie, dopuszcza się odkształcenia plastyczne (nieodwracalne) elementów mocujących i elementów budowlanych w zależności od kryteriów kwalifikacji wstępnej.

Przykłady obciążeń udarowych	Obciążenia udarowe to najczęściej nietypowe przypadki obciążeń, choć często są jedynymi obciążeniami, na jakie wymiaruje się konstrukcje	(np. ochronne bariery drogowe, siatki zabezpieczające przed obrywami skalnymi lub lawinami, uderzenia statków albo samolotów, wybuchy itd.).
Testy udarowe	Symulację narastania obciążenia w ciągu milisekund można przeprowadzać za pomocą urządzeń badawczych z siłownikami hydraulicznymi. Można przy tym zaobserwować dwa główne efekty: • obciążenia niszczące są w przybliżeniu wielkościami tego samego rzędu, zarówno w trakcie testów z obciążeniami o charakterze statycznym, jak i z obciążeniami udarowymi;	• materiał podłoża (np. beton zarysowany i niezarysowany) nie ma bezpośredniego wpływu na nośność z uwagi na obciążenia udarowe.

Szczegółowe informacje można otrzymać za pośrednictwem Hilti Engineering lub w broszurach: „Hilti Engineering for earthquake applications”, Hilti AG, 2011; „Dynamic Design for Anchors”, Hilti AG, 2001.

Nośne elementy budowlane istotne z punktu widzenia sejsmiki



Nośne elementy budowlane istotne z punktu widzenia sejsmiki

Dla zapewnienia przewidywalnego zachowania budowli pod wpływem obciążeń sejsmicznych ważne są odpowiednie pod względem statycznym zamocowania w nośnych elementach budowlanych. W fazie projektowej należy w klarowny sposób zdefiniować i skonstruować złącza tak, aby inżynierowie sprawdzający i firmy wykonawcze mogli bez problemu odtworzyć i zrealizować detale konstrukcyjne. Kompleksowe i fachowe projektowanie stanowi tu podstawę właściwego i niezawodnego wykonawstwa na placu budowy.

Przykłady:

- Wzmocnienia antysejsmiczne (np. stężenia, zbrojenie na ścinanie),
- Połączenia pomiędzy nośnymi konstrukcjami stalowymi a betonem,
- Uzupełniające połączenia prętów zbrojeniowych,
- Połączenia ścian usztywniających,
- Zamocowania ważnych elementów, np. schodów ewakuacyjnych, zadaszenia nad wyjazdami.

Kategorie sejsmiczne C1 i C2 dla zamocowań kotwowych

Kwalifikacja właściwości sejsmicznych dla kotew uregulowana jest od momentu wprowadzenia Załącznika E do ETAG 001 w czerwcu 2013 roku.

Kotwy sprawdzane w oparciu o tę procedurę kontrolną mają przyznawaną aprobatę ETA z określeniem właściwej wartości obliczeniowej dla odnośnej kategorii C1 lub C2.

Nienośne elementy budowlane istotne z punktu widzenia sejsmiki

Łączniki kotwione stosuje się często do mocowania nienośnych (niekonstrukcyjnych) elementów budowlanych. Dobór i wymiarowanie odpowiednich zamocowań są istotne dla uniknięcia obrażeń ciała przez spadające elementy budowlane oraz dla ograniczenia kosztów napraw szkód, powstałych w wyniku działania obciążeń sejsmicznych. Ponieważ w czasie trzęsień ziemi często wybuchają pożary, istotnym elementem projektowania budynków w obszarach narażonych na aktywność sejsmiczną są systemy ochrony przeciwpożarowej. Elementy ochrony przeciwpożarowej muszą zachować pełną funkcjonalność, nawet jeśli doznają dużych odkształceń.

Przykłady:

- Połączenia elementów wyposażenia technicznego budynku,
- Zamocowania instalacji technicznych budynku, w tym instalacji elektrycznych,
- Systemy elewacyjne: ściany osłonowe i ściany wypełniające,
- Ochrona pożarowa: przepusty kablowe i rurowe, a także szczeliny (np. dylatacyjne).

Kategoria sejsmiczna ETA C1 – Podobnie jak w przypadku procedury kwalifikacji wstępnej obowiązującej w USA kategoria ta obejmuje łączniki kotwowe nadające się wyłącznie do elementów nienośnych (niekonstrukcyjnych), zgodnie z zaleceniami EOTA TR045.

Kategoria sejsmiczna ETA C2 – Przydatność łączników kotwowych badana jest w toku pracochłonnych testów uwzględniających rozwarcie rys w betonie podłoża pod wpływem obciążeń sejsmicznych – obejmuje ona łączniki do nośnych elementów budowlanych oraz elementów nienośnych (niekonstrukcyjnych), których cechy użytkowe muszą być zachowane także w trakcie trzęsienia ziemi.

Zakotwienia wykonywane uzupełniająco, poddane działaniom sejsmicznym

EOTA TR 045 wyznacza standard dla wymiarowania zamocowań narażonych na działania sejsmiczne. Planowane jest przeniesienie i dalszy rozwój tych regulacji w ramach normy EN 1992-4.

Trzy opcje wymiarowania

EOTA TR 045 obejmuje trzy metody wymiarowania:

1) Wymiarowanie na obciążenie maksymalne



Zakotwienie jest wymiarowane na oddziaływanie wywołujące zniszczenie plastyczne mocowanego elementu albo na obciążenie maksymalne, które jest w stanie przenieść element nieuplastyczniony.

2) Wymiarowanie w stanie sprężystym



Zamocowanie wymiarowane jest na obciążenie maksymalne przy założeniu sprężystej charakterystyki pracy elementu mocowanego oraz konstrukcji obiektu. Siły przekrojowe należy określać z zastosowaniem współczynnika charakterystyki pracy $\eta = 1,0$.

3) Wymiarowanie uwzględniające uplastycznienie łącznika kotwowego



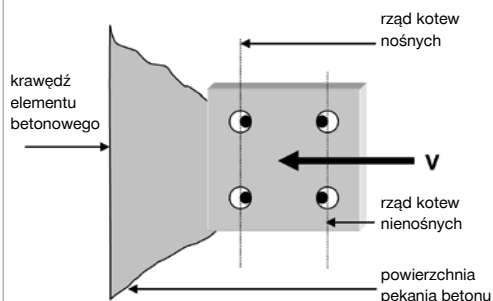
Element mocujący jest wymiarowany na zniszczenie plastyczne stali. W tym celu należy przeprowadzić również sprawdzenie ciągliwości kotwy. Takie podejście dotyczy tylko obciążeń rozciągających.

Należy się upewnić, że zniszczenie stali łącznika stanowiło najwyższy stopień wykorzystania nośności przy wymiarowaniu elementu mocującego. Opcja ta odnosi się tylko do łączników o kategorii sprawności sejsmicznej C2.



Zestaw wypełniający do obciążeń dynamicznych dla zwiększenia nośności łączników na ścinanie**Nierównomierny rozkład obciążenia ścinającego**

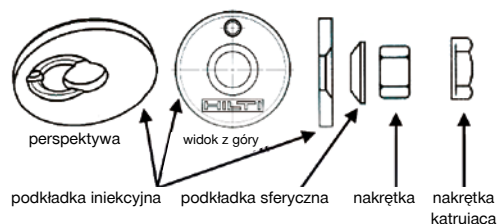
W przypadku obciążania grup łączników przy krawędzi elementu betonowego przez obciążenia ścinające istotną rolę odgrywa rozmiar otworu przelotowego w elemencie mocowanym. Dla zapewnienia łatwości montażu kotwy otwór przelotowy jest zawsze większy niż średnica kotwy.



Luz ten prowadzi do nierównomiernego rozkładu obciążenia ścinającego pomiędzy kotwami danej grupy. Metody wymiarowania uwzględniają ten fakt poprzez przyjęcie ostrożnego założenia, że całość obciążenia ścinającego jest przejmowana wyłącznie przez kotwy w rzędzie najbliższym krawędzi elementu betonowego.

Włączenie do współpracy drugiego rzędu kotew

Drugi rząd kotew może być włączony do współpracy jedynie przy większym przesunięciu blachy elementu mocowanego. Do takiego przesunięcia dochodzi zazwyczaj po zniszczeniu skrajnego rzędu kotew. Problem związany z luzem na wewnętrznym rozkładzie obciążeń jest jeszcze bardziej poważny, gdy w trakcie eksploatacji zmienia się kierunek działania obciążenia ścinającego.



W celu przystosowania kotew do przenoszenia przemiennych obciążeń ścinających firma Hilti opracowała tzw. zestaw dynamiczny. Składa się on ze specjalnej podkładki z otworem, który umożliwia wypełnienie szczeliny pierścieniowej zaprawą iniekcyjną HIT, podkładki kulistej, nakrętki sześciokątnej zwykłej i nakrętki zabezpieczającej.

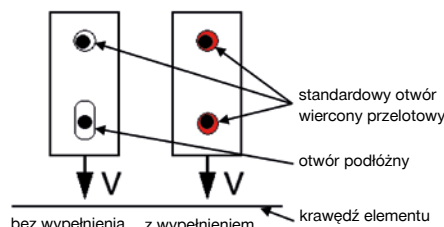
**Zestaw wypełniający do obciążeń dynamicznych**

- Podkładka do iniekcji: umożliwia wypełnienie luzu między blachą elementu mocowanego a kotwą, co gwarantuje równomierny rozkład obciążenia na wszystkie kotwy w zamocowaniu.
- Podkładka sferyczna: zmniejsza moment zginający działający na trzpień kotwy, osadzony ukośnie względem podłoża, i zwiększa w ten sposób nośność kotwy na rozciąganie.

- Nakrętka zabezpieczająca: zapobiega luzowaniu się nakrętki zwykłej, a więc i podnoszeniu się (odrywaniu) blachy elementu mocowanego od podłoża betonowego w przypadku obciążenia cyklicznego. Zestaw dynamiczny dostępny jest dla rozmiarów kotew: M10, M12, M16, M20.

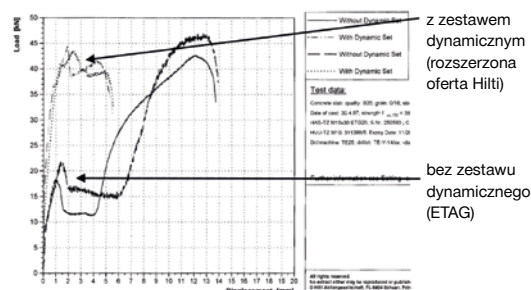
Zwiększenie nośności na ścinanie poprzez zastosowanie zestawu do obciążeń dynamicznych

Poprzez zastosowanie zestawu dynamicznego w przypadku zamocowań obciążonych statycznie uzyskuje się znaczne zwiększenie nośności na ścinanie. Niekorzystna sytuacja przejmowania całego obciążenia tylko przez jeden rząd kotew nie ma już miejsca i obciążenie to rozkłada się równomiernie na wszystkie kotwy danej grupy.

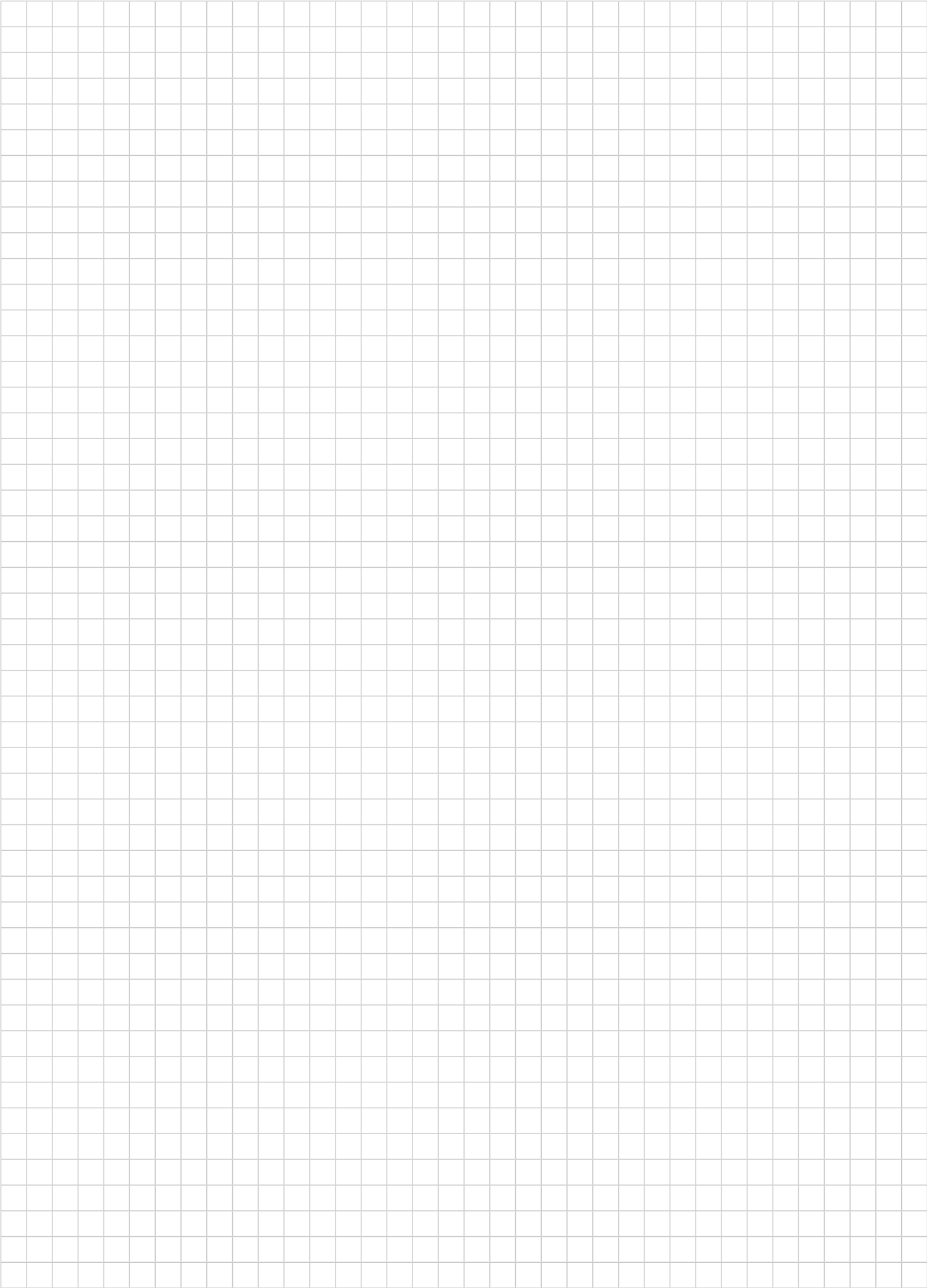


Wyniki dokonanych testów pokazują wyraźnie, że w przypadku standardowego osadzenia łączników drugi rząd kotew przejmuje obciążenie dopiero po wyłamaniu krawędzi podłoża betonowego i wystąpieniu znacznego przesunięcia blachy elementu mocowanego. W przypadku blach z otworami fasolkowymi wypełnionymi za pomocą zestawu do obciążeń dynamicznych, obciążenie rośnie w sposób ciągły, aż do momentu całkowitego zniszczenia zamocowania.

Potwierdzone to zostało przez szereg przeprowadzonych badań. Poniżej przedstawiono jako przykład porównanie nośności grupy kotew M10 typu HVZ z użyciem zestawu dynamicznego i bez jego udziału.



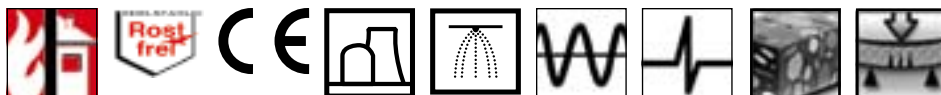
Przy wykonywaniu przybliżonego wymiarowania zamocowania można przyjąć założenie, że jeśli użyty zostanie zestaw dynamiczny, całkowita nośność grupy łączników z wypełnionymi luzami jest równa nośności przykrawędziowego rzędu kotew pomnożonej przez liczbę rzędów w zamocowaniu. Dodatkowo należy sprawdzić, czy nośność najbardziej odległego rzędu kotew (ze względu na wyłamanie krawędzi betonu) jest mniejsza niż ww. nośność. Poprzez wypełnienie luzów za pomocą zestawu dynamicznego i wypełnienie otworów przelotowych żywicą ograniczenia nakładane przez wytyczne ETAG, odnośnie grup łączników składających się z więcej niż sześciu kotew, mogą być pominięte.



5.4 DANE TECHNICZNE SYSTEMÓW ZAMOCOWAŃ MECHANICZNYCH

5.4.1 HDA Kotwy samopodcinające do dużych obciążeń

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HDA-P (8.8, stal ocynkowana galwanicznie) HDA-PR (A4-80) Kotwy do montażu nieprzelotowego HDA-T (8.8, stal ocynkowana galwanicznie) HDA-TR (A4-80) Kotwy do montażu przelotowego	- Dopuszczone do stosowania w betonie zwykłym zarysowanym i niezarysowanym klasy od C20/25 do C50/60 - Kotwienie mechaniczne typu kształtowego (podcięcie betonu) - Małe siły rozprężania (przez to możliwa niewielka odległość od krawędzi lub rozstaw kotew) - Samoczynne podcinanie betonu (bez specjalnego narzędzia) - Największe obciążenia, działanie podobne do trzpienia z łbem - Kompletny system: kotwa, wiertło kołnierzowe, narzędzie do osadzania, młotowiertarka - Znacznik głębokości osadzania na kotwie dla kontroli wizualnej - Możliwy całkowity demontaż - Raporty z badań: odporność ogniowa, testy zmęczeniowe, udarowe i sejsmiczne



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	CSTB, Paryż	ETA-99/0009
Raport ICC-ES	ICC Evaluation Service	ESR 1546
Zamocowania odporne na obciążenia udarowe w obiektach obrony cywilnej	Urząd obrony cywilnej, Berno	BZS D 04-221
Elektrownie jądrowe	DIBt, Berlin	Z-21.1-1987
Obciążenia dynamiczne	DIBt, Berlin	Z-21.1-1693
Raport z badań odporności ogniowej	IBMB, Braunschweig	UB 3039/8151-CM
Raport z badań odporności ogniowej	Warringtonfire	WF 166402

^{a)} Wszelkie dane dla kotew HDA-P(R) i HDA-T(R) bazują na Europejskiej Aprobacie Technicznej ETA-99/0009. Wersje cynkowane ogniowo kotew HDA-PF i HDA-TF nie są objęte aprobatą ETA.

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla zamocowań pojedynczych, oddziaływających w przeważającym stopniu statycznych)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Specyfikacja betonu według tabeli,
- Stal łącznika ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione),
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Beton klasy C 20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$.

Średnie obciążenia niszczące

		Beton niezarysowany				Beton zarysowany			
Rozmiar kotwy		M10	M12	M16	M20 ^{a)}	M10	M12	M16	M20 ^{a)}
Rozciąganie $N_{Ru,m}$									
HDA-P, HDA-T	[kN]	48,7	70,9	133,3	203,2	33,3	46,7	100,0	126,7
HDA-PR, HDA-TR	[kN]	48,7	70,9	133,3	203,2	33,3	46,7	100,0	126,7
Ścinanie $V_{Ru,m}$									
HDA-P	[kN]	23,3	31,7	65,6	97,4	23,3	31,7	65,6	97,4
HDA-PR	[kN]	24,3	36,0	66,7	-	24,3	36,0	66,7	-
HDA-T ^{b)}	[kN]	68,8	84,7	148,2	216,9	68,8	84,7	148,2	216,9
HDA-TR ^{b)}	[kN]	75,1	92,1	160,9	-	75,1	92,1	160,9	-

^{a)} Kotwa HDA M20: dostępna tylko w wersji cynkowanej galwanicznie z powłoką 5 µm.

^{b)} Wartości odnoszą się do płyty czołowej o minimalnej grubości $t_{fx,min}$ bez podkładki centrującej (patrz instrukcja wykonywania zamocowania).

Nośności charakterystyczne

		Beton niezarysowany				Beton zarysowany			
Rozmiar kotwy		M10	M12	M16	M20 ^{a)}	M10	M12	M16	M20 ^{a)}
Rozciąganie N_{Rk}									
HDA-P, HDA-T	[kN]	46	67	126	192	25	35	75	95
HDA-PR, HDA-TR	[kN]	46	67	126	-	25	35	75	-

		Beton zarysowany i niezarysowany														
Rozmiar kotwy		M10		M12				M16				M20 ^{a)}				
Ścinanie V _{Rk}																
HDA-P	[kN]	22		30				62				92				
HDA-PR	[kN]	23		34				63				-				
dla t _{fix}	[mm]	10≤	15≤	10≤	15≤	20≤	-	15≤	20≤	25≤	30≤	35≤	20≤	25≤	40≤	55≤
	[mm]	<15	≤20	<15	<20	≤50	-	<20	<25	<30	<35	≤60	<25	<40	<55	≤100
HDA-T	[kN]	65 ^{b)}	70	80 ^{b)}	80	100	-	140 ^{b)}	140	155	170	190	205 ^{b)}	205	235	250
dla t _{fix}	[mm]	10≤	15≤	10≤	15≤	20≤	30≤	-	20≤	25≤	30≤	35≤	-	-	-	-
	[mm]	<15	≤20	<15	<20	<30	≤50	-	<25	<30	<35	≤60	-	-	-	-
HDA-TR	[kN]	71 ^{b)}	71	87 ^{b)}	87	94	109	-	152 ^{b)}	152	158	170	-	-	-	-

^{a)} Kotwa HDA M20: dostępna tylko w wersji cynkowanej galwanicznie z powłoką 5 µm.

^{b)} Tylko z podkładką centrującą $t = 5$ mm.

Nośności obliczeniowe

		Beton niezarysowany				Beton zarysowany			
Rozmiar kotwy		M10	M12	M16	M20 ^{a)}	M10	M12	M16	M20 ^{a)}
Rozciąganie N_{Rd}									
HDA-P, HDA-T	[kN]	30,7	44,7	84,0	128,0	16,7	23,3	50,0	63,3
HDA-PR, HDA-TR	[kN]	28,8	41,9	78,8	-	16,7	23,3	50,0	-

^{a)} Kotwa HDA M20: dostępna tylko w wersji cynkowanej galwanicznie z powłoką 5 μm .

		Beton zarysowany i niezarysowany														
Rozmiar kotwy		M10		M12				M16				M20 ^{a)}				
Ścinanie V _{Rd}																
HDA-P	[kN]	17,6	24,0				49,6				73,6					
HDA-PR	[kN]	17,3	25,6				47,4				-					
dla t _{fix}	[mm]	10≤	15≤	10≤	15≤	20≤	-	15≤	20≤	25≤	30≤	35≤	20≤	25≤	40≤	55≤
	[mm]	<15	≤20	<15	<20	≤50	-	<20	<25	<30	<35	≤60	<25	<40	<55	≤100
HDA-T	[kN]	43 ^{b)}	47	53 ^{b)}	53	67	-	93 ^{b)}	93	103	113	127	137 ^{b)}	137	157	167
dla t _{fix}	[mm]	≤10	≤15	≤10	≤15	≤20	≤30	-	≤20	≤25	≤30	≤35	-	-	-	-
	[mm]	≤15	≤20	≤15	≤20	≤30	≤50	-	≤25	≤30	≤35	≤60	-	-	-	-
HDA-TR	[kN]	53 ^{b)}	53	65 ^{b)}	65	71	82	-	114 ^{b)}	114	119	128	-	-	-	-

^{a)} Kotwa HDA M20: dostępna tylko w wersji cynkowanej galwanicznie z powłoką 5 μm .

^{b)} Tylko z podkładką centrującą $t = 5 \text{ mm}$.

Obciążenia dopuszczalne^{b)}

		Beton niezarysowany				Beton zarysowany			
Rozmiar kotwy		M10	M12	M16	M20 ^{a)}	M10	M12	M16	M20 ^{a)}
Rozciąganie N_{zul}									
HDA-P, HDA-T	[kN]	21,9	31,9	60,0	91,4	11,9	16,7	35,7	45,2
HDA-PR, HDA-TR	[kN]	20,5	29,9	56,3	-	11,9	16,7	35,7	-

^{a)} Kotwa HDA M20: dostępna tylko w wersji cynkowanej galwanicznie z powłoką 5 μm .

		Beton zarysowany i niezarysowany														
Rozmiar kotwy		M10		M12				M16				M20 ^{a)}				
Ścinanie V _{zul}																
HDA-P	[kN]	12,6	17,1				35,4				52,6					
HDA-PR	[kN]	12,3	18,2				33,8				-					
dla t _{fix}	[mm]	10≤	15≤	10≤	15≤	20≤	-	15≤	20≤	25≤	30≤	35≤	20≤	25≤	40≤	55≤
	[mm]	<15	≤20	<15	<20	≤50	-	<20	<25	<30	<35	≤60	<25	<40	<55	≤100
HDA-T	[kN]	31 ^{c)}	34	38 ^{c)}	38	48	-	67 ^{c)}	67	74	81	90	98 ^{c)}	98	112	119
dla t _{fix}	[mm]	10≤	15≤	10≤	15≤	20≤	30≤	-	20≤	25≤	30≤	35≤	-	-	-	-
	[mm]	<15	≤20	<15	<20	<30	≤50	-	<25	<30	<35	≤60	-	-	-	-
HDA-TR	[kN]	38 ^{c)}	38	47 ^{c)}	47	50	59	-	82 ^{c)}	82	85	91	-	-	-	-

^{a)} Kotwa HDA M20: dostępna tylko w wersji cynkowanej galwanicznie z powłoką 5 μm .

^{b)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$.

^{c)} Tylko z podkładką centrującą $t = 5 \text{ mm}$.

Właściwości mechaniczne kotew HDA

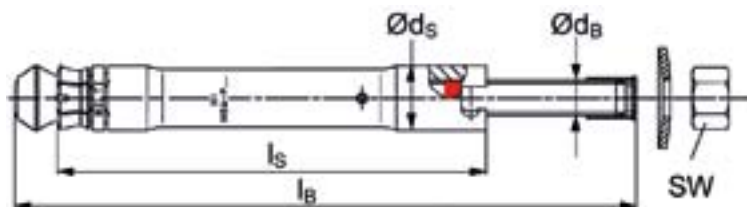
Rozmiar kotwy	HDA-P, HDA-T				HDA-PR, HDA-TR		
	M10	M12	M16	M20 ^{a)}	M10	M12	M16
Trzpień kotwy:							
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f_{uk}	[N/mm ²]	800	800	800	800	800
Granica plastyczności	f_{yk}	[N/mm ²]	640	640	640	600	600
Pole przekroju czynnego	A_s	[mm ²]	58,0	84,3	157	245	58,0
Wskaźnik wytrzymałości	W_{el}	[mm ³]	62,3	109,2	277,5	540,9	62,3
Moment zginający	$M_{RK,s}^{b)}$	[Nm]	60	105	266	519	60
Tuleja kotwy:							
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f_{uk}	[N/mm ²]	850	850	700	550	850
Granica plastyczności	f_{yk}	[N/mm ²]	600	600	600	450	600

^{a)} Kotwa HDA M20: dostępna tylko w wersji cynkowanej galwanicznie z powłoką 5 µm.

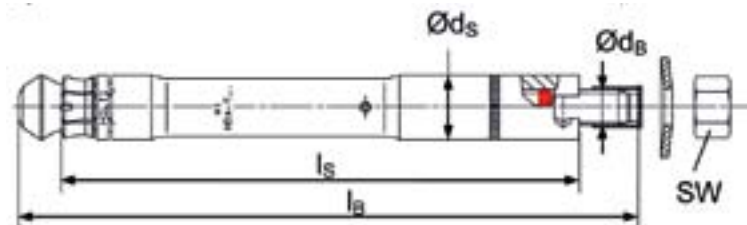
^{b)} Dopuszczalny moment zginający trzpienia kotwy HDA jest obliczany ze wzoru: $M_{zul} = M_{Rd,s} / \gamma_F = M_{Rk,s} / (\gamma_{Ms} \cdot \gamma_F) = (1,2 \cdot W_{el} \cdot f_{yk}) / (\gamma_{Ms} \cdot \gamma_F)$, gdzie częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla trzpieni wykonanych ze stali klasy 8.8 wynosi $\gamma_{Ms} = 1,25$, ze stali klasy A4-80: $\gamma_{Ms} = 1,33$, a częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$. W przypadku kotew HDA-T/TR dopuszczalny moment zginający tulei kotwy jest pomijany. Miernikiem jest jedynie moment zginający trzpienia kotwy.

Wymiary

HDA-P/HDA-PR



HDA-T/HDA-TR



Rozmiar kotwy			HDA-P/HDA-PR/HDA-T/HDA-TR						
			M10	M12		M16		M20	
			x 100/20	x 125/30	x 125/50	x 190/40	x 190/60	x 250/50	x 250/100
Oznakowanie wytłoczone na łbie			I	L	N	R	S	V	X
Trzpień kotwy:									
Długość	l _B	[mm]	150	190	210	275	295	360	410
Średnica	d _B	[mm]	10	12		16		20	
Tuleja kotwy:									
Długość HDA-P	l _s	[mm]	100	125	125	190	190	250	250
Długość HDA-T	l _s	[mm]	120	155	175	230	250	300	350
Maksymalna średnica	d _s	[mm]	19	21		29		35	
Średnica podkładki	d _w	[mm]	27,5	33,5		45,5		50	
Rozwartość klucza	S _w	[mm]	17	19		24		30	

Montaż

Wiertło kołnierzowe w celu zapewnienia dokładnej głębokości otworu



Typ kotwy	Wiertło kołnierzowe z chwytem typu TE-C (SDS Plus)	Wiertło kołnierzowe z chwytem typu TE-Y (SDS Max)
HDA-P/PR M10 x 100/20	TE-C-HDA-B 20 x 100	TE-Y-HDA-B 20 x 100
HDA-T/TR M10 x 100/20	TE-C-HDA-B 20 x 120	TE-Y-HDA-B 20 x 120
HDA-P/PR M12 x 125/30 HDA-P/PR M12 x 125/50	TE-C HDA-B 22 x 125	TE-Y HDA-B 22 x 125
HDA-T/TR M12 x 125/30	TE-C HDA-B 22 x 155	TE-Y HDA-B 22 x 155
HDA-T/TR M12 x 125/50	TE-C HDA-B 22 x 175	TE-Y HDA-B 22 x 175
HDA-P/PR M16 x 190/40 HDA-P/PR M16 x 190/60		TE-Y HDA-B 30 x 190
HDA-T/TR M16 x 190/40		TE-Y HDA-B 30 x 230
HDA-T/TR M16 x 190/60		TE-Y HDA-B 30 x 250
HDA-P M20 x 250/50 HDA-P M20 x 250/100		TE-Y HDA-B 37 x 250
HDA-T M20 x 250/50		TE-Y HDA-B 37 x 300
HDA-T M20 x 250/100		TE-Y HDA-B 37 x 350

Zestaw montażowy

Młotowiertarka i narzędzie do osadzania

są specjalnie dostosowane do procesu podcinania betonu.



Typ kotwy	TE 24 ^{a)} TE 25 ^{a)}	TE 35	TE 40 TE 40 AVR	TE 56 TE 56-ATC	TE 60 TE 60-ATC	TE 70 TE 70-ATC	TE 75	TE 76 TE 76-ATC	TE 80 TE 80-ATC	Narzędzie do osadzania
HDA-P/T20-M10 x 80/20 SE			■							TE-C-HDA-ST 20 M10
HDA-P/T20-M10 x 100/20	■		■							TE-C-HDA-ST 20 M10
				■	■					TE-Y-HDA-ST 20 M10
HDA-P/T 22-M12 x 125/30 HDA-P/T 22-M12 x 125/50	■		■							TE-C-HDA-ST 22 M12
	■			■	■					TE-Y-HDA-ST 22 M12
HDA-P/T 30-M16 x 190/40 HDA-P/T 30-M16 x 190/60						■	■	■	■	TE-Y-HDA-ST 30 M16
HDA-P/T 37-M20 x 250/50 HDA-P/T 37-M20 x 250/100						■		■	■	TE-Y-HDA-ST 37 M20

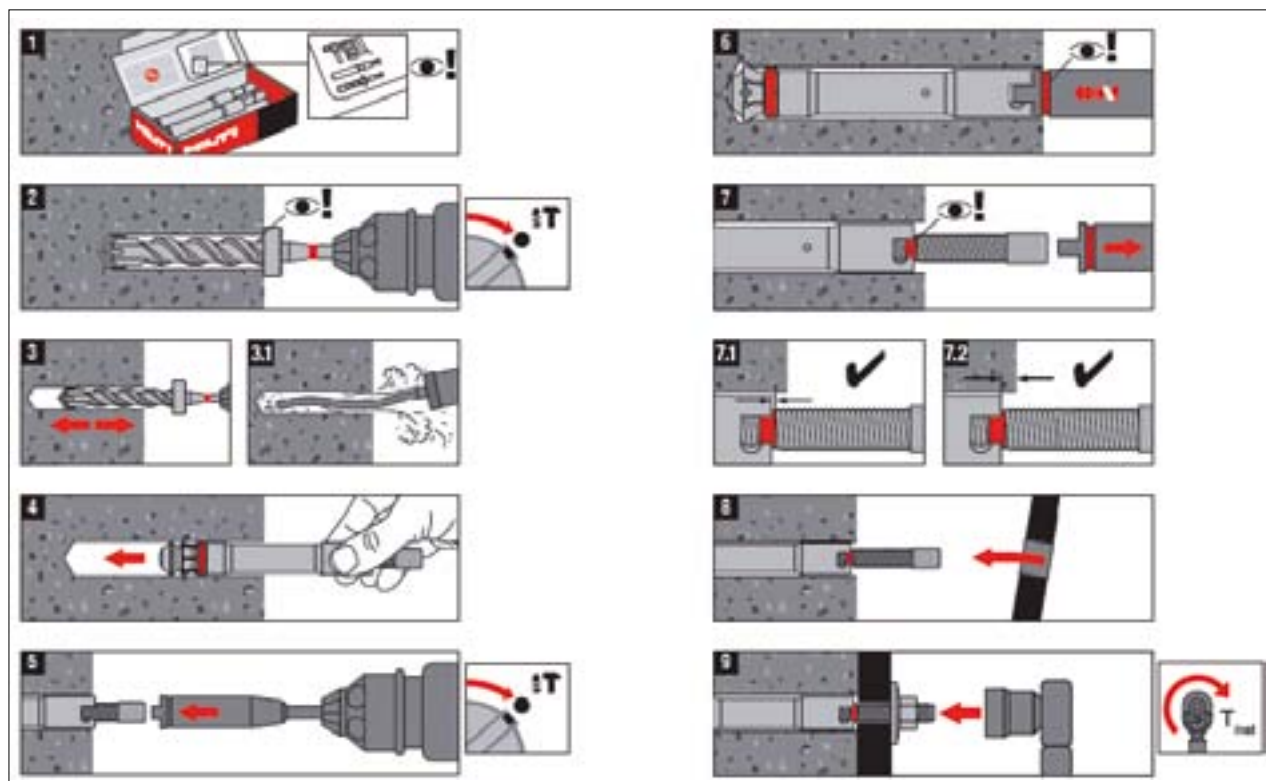
Typ kotwy	TE 24 ^{a)} TE 25 ^{a)}	TE 35	TE 40 TE 40 AVR	TE 56 TE 56-ATC	TE 60 TE 60-ATC	TE 70 TE 70-ATC	TE 75	TE 76 TE 76-ATC	TE 80 TE 80-ATC	Narzędzie do osadzania
HDA-PR/TR 20-M10 x 100/20	■	■	■							TE-C-HDA-ST 20 M10
				■	■					TE-Y-HDA-ST 20 M10
HDA-PR/TR 22-M12 x 125/30	■	■	■							TE-C-HDA-ST 22 M12
HDA-PR/TR 22-M12 x 125/50	■	■	■	■	■					TE-Y-HDA-ST 22 M12
HDA-PR/TR 30-M16 x 190/40 HDA-PR/TR 30-M16 x 190/60						■	■	■	■	TE-Y-HDA-ST 30 M16

^{a)} 1. Na pierwszym biegu.

Instrukcja montażu

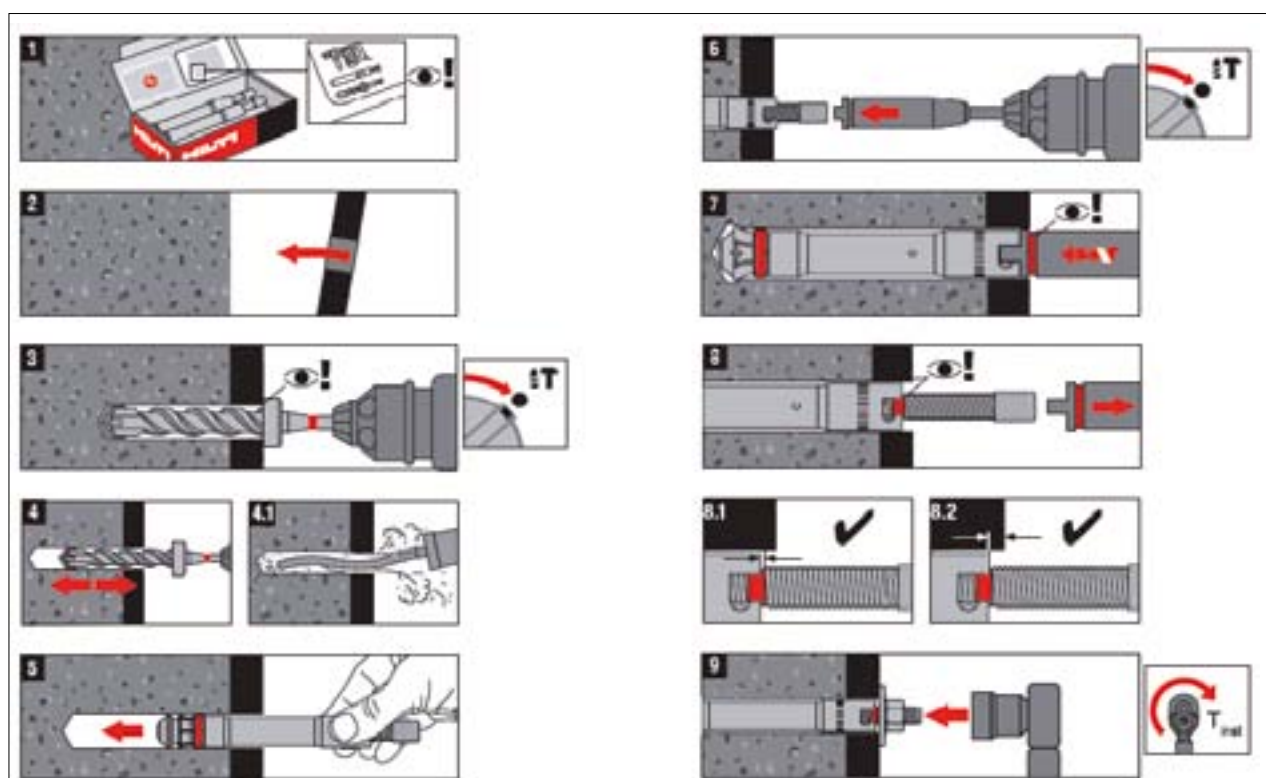
HDA-P, HDA-PR

Montaż nieprzelotowy:



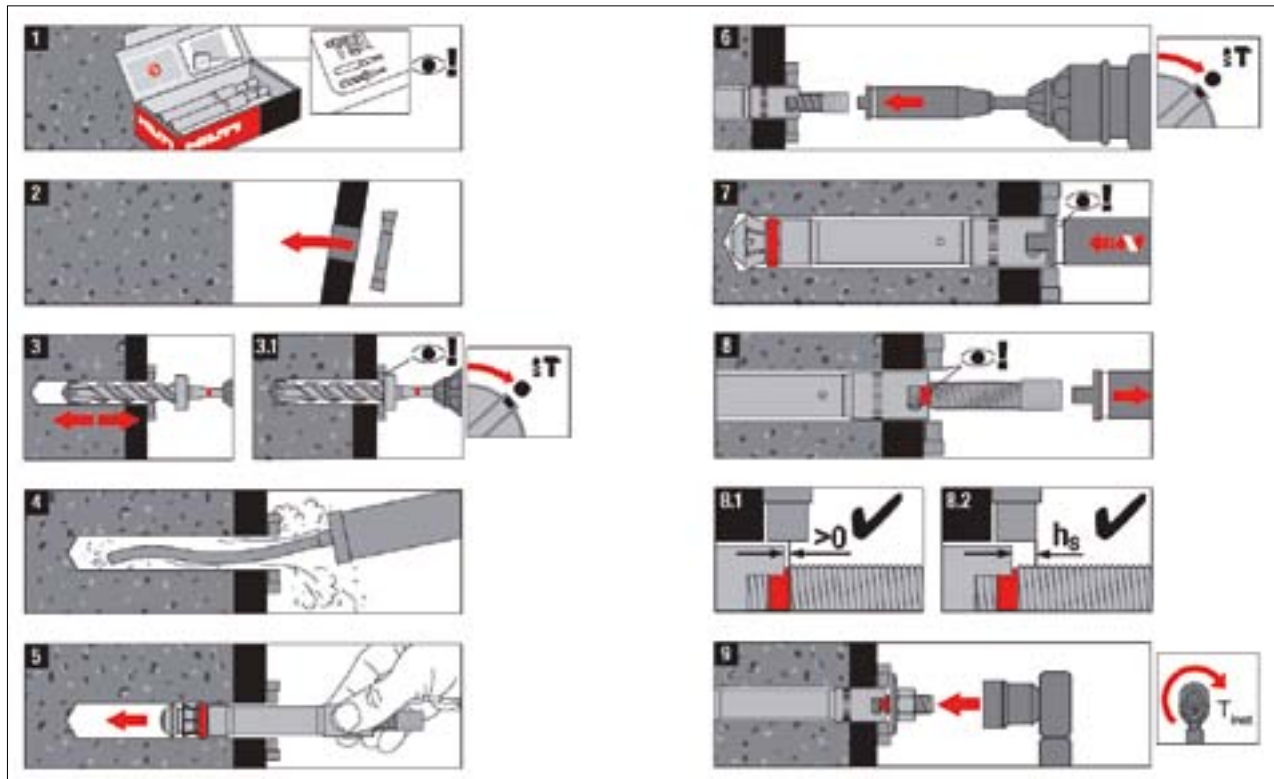
HDA-T, HDA-TR

Montaż przelotowy:



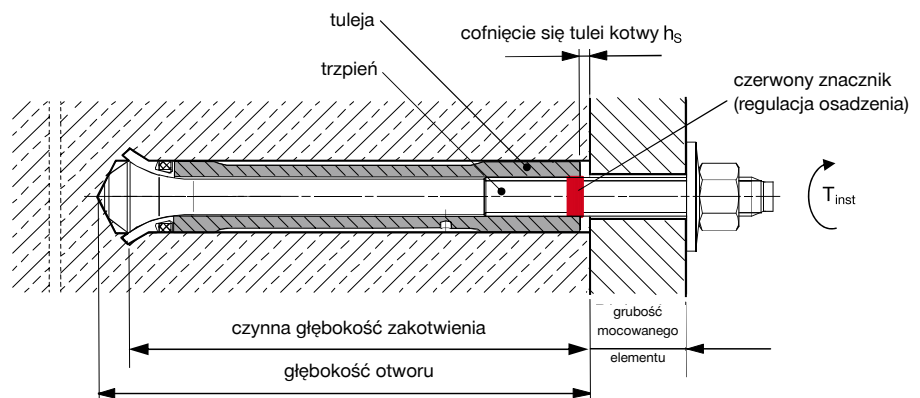
Instrukcja montażu

HDA-CW, HDA-F-CW, HDA-R-CW
(dla kotew HDA-T, HDA-TR i podkładki centrującej)

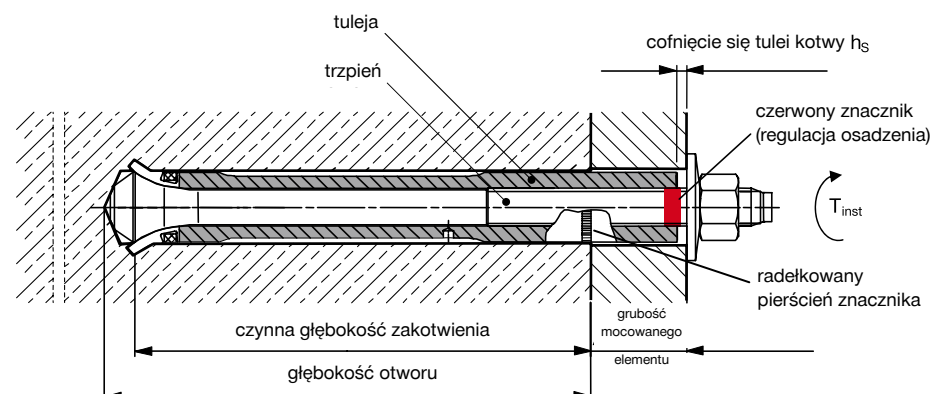


Szczegóły montażu

HDA-P/HDA-PR



HDA-T/HDA-TR



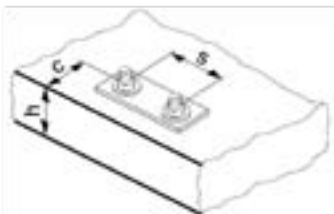
Typ kotwy			HDA-P/HDA-PR/HDA-T/HDA-TR						
			M10	M12		M16		M20	
			x 100/20	x 125/30	x 125/50	x 190/40	x 190/60	x 250/50	x 250/100
Oznakowanie wytłoczone na łbie			I	L	N	R	S	V	X
Nominalna średnica wiertła	d ₀	[mm]	20	22		30		37	
Średnica tnąca wiertła	d _{cut,min}	[mm]	20,10	22,10		30,10		37,15	
	d _{cut,max}	[mm]	20,55	22,55		30,55		37,70	
Głębokość otworu ^{a)}	h ₁ ≥	[mm]	107	133		203		266	
Efektywna głębokość zakotwienia	h _{ef}	[mm]	100	125		190		250	
Zagłębienie tulei kotwy	h _{s,min}	[mm]	2	2		2		2	
	h _{s,max}	[mm]	6	7		8		8	
Moment dokręcający	T _{inst}	[Nm]	50	80		120		300	
HDA-P/-PR									
Średnica otworu przelotowego	d _f	[mm]	12	14		18		22	
Minimalna grubość materiału podłoża	h _{min}	[mm]	180	200		270		350	
Grubość mocowanego elementu	t _{fix,min}	[mm]	0	0	0	0	0	0	0
	t _{fix,max}	[mm]	20	30	50	40	60	50	100
HDA-T/-TR									
Średnica otworu przelotowego	d _f	[mm]	21	23		32		40	
Minimalna grubość materiału podłoża	h _{min}	[mm]	200-t _{fix}	230-t _{fix}	250-t _{fix}	310-t _{fix}	330-t _{fix}	400-t _{fix}	450-t _{fix}
Minimalna grubość mocowanego elementu:									
tylko obciążenie rozciągające	t _{fix,min}	[mm]	10	10		15		20	50
– Ścinanie – bez podkładki centrującej	t _{fix,min}	[mm]	15	15		20		25	50
– Ścinanie – z podkładką centrującą	t _{fix,min} ^{b)}	[mm]	10	10		15		20	-
Maksymalna grubość mocowanego elementu	t _{fix,max}	[mm]	20	30	50	40	60	50	100

^{a)} Stosować wiertło kołnierzowe!

^{b)} Przy zastosowaniu podkładki centrującej możliwa jest redukcja $t_{fix,min}$ dla sił ścinających, szczegóły patrz ETA-99/0009

Parametry osadzania

Typ kotwy			HDA-P/HDA-PR/HDA-T/HDA-TR					
			M10	M12		M16		M20
			x 100/20	x 125/30	x 125/50	x 190/40	x 190/60	x 250/50 x 250/100
Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	100	125		190		250
Minimalna odległość od krawędzi podłoża	c_{min}	[mm]	80	100		150		200
Rozstaw krytyczny ze względu na wyłamanie stożka betonu	$s_{cr,sp}$	[mm]	300	375		570		750
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu	$c_{cr,sp}$	[mm]	150	190		285		375
Krytyczny rozstaw ze względu na rozłupanie	$s_{cr,N}$	[mm]	300	375		570		750
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie	$c_{cr,N}$	[mm]	150	190		285		375



- Krytyczny rozstaw kotew i krytyczna odległość od krawędzi ze względu na zniszczenie przez rozłupanie są miarodajne wyłącznie w przypadku betonu niezarysowanego.
- W przypadku betonu zarysowanego miarodajne są wyłącznie rozstaw kotew i odległość od krawędzi ze względu na zniszczenie przez wyłamanie stożka betonu.

Oprogramowanie do wymiarowania zamocowań, dokumentacja techniczna, biblioteka CAD-BIM dostępne na: www.hilti.pl.

5.4.2 HDA Dynamic. Kotwy samopodcinające do dużych obciążeń z zestawem dynamicznym

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HDA-P (8.8, stal cynkowana galwanicznie) Montaż nieprzelotowy  HDA-T (8.8, stal cynkowana galwanicznie) Montaż przelotowy	• Dopuszczone do stosowania w betonie zwykłym zarysowanym i niezarysowanym klasy od C20/25 do C50/60 • Do obciążeń dynamicznych • Samoczynne podcinanie betonu (bez specjalnego narzędzia) • Największe obciążenia, działanie podobne do trzpienia z łbem • Kompletny system: kotwa, wiertło kołnierzowe, narzędzie do osadzania, młotowiertarka • Znacznik głębokości osadzania na kotwie dla kontroli wizualnej • Możliwy całkowity demontaż
 Zestaw do obciążeń dynamicznych	• Zoptymalizowane przekazywanie sił dzięki wypełnieniu zaprawą HIT-HY 200 i zastosowaniu podkładki sferycznej • Zastosowanie standardowej kotwy samopodcinającej HDA w połączeniu z zestawem do obciążeń dynamicznych oraz zaprawą HIT-HY 200



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Obciążenia dynamiczne ^{a)}	DIBt, Berlin	Z-21.1-1693

^{a)} Wszystkie dane dla kotew HDA-P(R) i HDA-T(R) bazują na aprobacie DIBt Z-21.1-1693.

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla zamocowań pojedynczych, oddziaływań w przeważającym stopniu dynamicznych)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Specyfikacja betonu według tabeli,
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Beton klasy $\geq C 20/25$, $f_{ck,Würfel} = 25 \text{ N/mm}^2$.

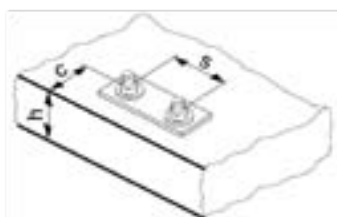
Obciążenia dopuszczalne^{a)}

Beton zarysowany i niezarysowany, C20/25			
Rozmiar kotwy	M10	M12	M16
Rozciąganie ΔN_{zul}			
HDA-P Dynamik [kN]	6,7	11,8	22,9
HDA-T Dynamik [kN]	6,7	11,8	22,9
Ścinanie ΔV_{zul}			
HDA-P Dynamik [kN]	2,0	4,5	6,1
HDA-T Dynamik [kN]	6,3	11,3	17,3

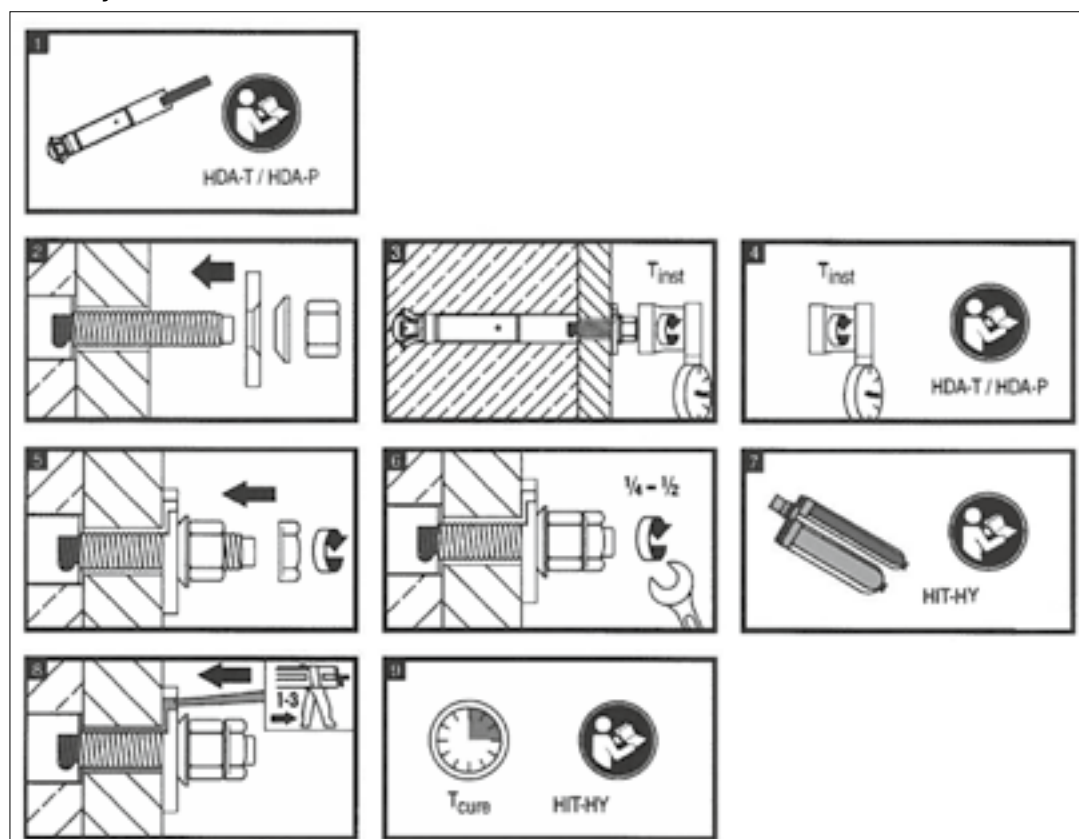
^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$.

Parametry osadzania

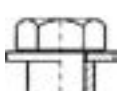
Typ kotwy			HDA-P/HDA-T Dynamik		
			M10	M12	M16
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	170	190	270
Głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	100	125	190
Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	100	125	190
Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]	80	100	150
Krytyczny rozstaw kotew	s_{cr}	[mm]	300	375	570
Krytyczna odległość od krawędzi	c_{cr}	[mm]	150	190	285



Instrukcja montażu



5.4.3 HSL-3 Kotwy do dużych obciążeń

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
  HSL-3 wersja ze śrubą z łbem sześciokątnym	• Odpowiednie do stosowania w betonie niezarysowanym i zarysowanym klasy od C20/25 do C50/60 • Duża nośność zamocowania • Rozprężanie regulowane za pomocą siły • Pełne dociągnięcie mocowanego elementu • Podczas dokręcania śruby kotwa nie ślizga się w otworze
  HSL-3-G wersja z trzpieniem gwintowanym i nakrętką	
  HSL-3-B wersja ze zrywalną nakrętką kontrolną	
  HSL-3-SH wersja ze śrubą z łbem gniazdowym sześciokątnym	
  HSL-3-SK wersja ze śrubą z łbem wpuszczanym	



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	CSTB, Paryż	ETA-02/0042
Raport ICC-ES	ICC Evaluation Service	ESR 1545
Zamocowania w obiektach obrony cywilnej odporne na obciążenia udarowe	Urząd obrony cywilnej, Berno	BZS D 08-601
Raport z badań odporności ogniowej	IBMB, Braunschweig	UB 3041/1663-CM
Raport z badań odporności ogniowej	Warringtonfire	WF 166402

^{a)} Wszystkie dane przedstawione w niniejszym rozdziale są zgodne z ETA-02/0042.

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla zamocowań pojedynczych)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Specyfikacja betonu według tabeli,
- Stal łącznika ulega zniszczeniu (**wartości wyróżnione**),
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Beton klasy C 20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$.

Średnie obciążenia niszczące

			Beton niezarysowany						Beton zarysowany					
Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Rozciąganie $N_{Ru,m}$	[kN]		31,1	39,2	47,9	66,9	93,5	122,9	15,9	21,2	34,2	47,8	66,8	87,8
Ścinanie $V_{Ru,m}$														
HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK ^{a)} HSL-3-SH ^{a)}	[kN]		43,0	68,0	95,8	133,8	187,0	245,3	40,0	56,0	68,4	95,6	133,6	175,6
HSL-3-G ^{b)}	[kN]		36,1	48,1	75,1	118,5	187,0	-	36,1	48,1	68,4	95,6	133,6	-

Nośności charakterystyczne

			Beton niezarysowany						Beton zarysowany					
Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Rozciąganie N_{Rk}	[kN]		23,4	29,5	36,1	50,4	70,4	92,6	12,0	16,0	25,8	36,0	50,3	66,1
Ścinanie V_{Rk}														
HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK ^{a)} HSL-3-SH ^{a)}	[kN]		31,1	49,2	71,7	100,8	140,9	177,4	30,1	42,2	51,5	72,0	100,6	132,3
HSL-3-G ^{b)}	[kN]		26,1	34,8	54,3	85,7	140,9	-	26,1	34,8	51,5	72,0	100,6	-

Nosności obliczeniowe

			Beton niezarysowany						Beton zarysowany					
Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Rozciąganie N_{Rd}	[kN]		15,6	19,7	24,0	33,6	47,0	61,7	6,7	10,7	17,2	24,0	33,5	44,1
Ścinanie V_{Rd}														
HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK ^{a)} HSL-3-SH ^{a)}	[kN]		24,9	39,4	48,1	67,2	93,9	123,5	20,1	28,1	34,3	48,0	67,1	88,2
HSL-3-G ^{b)}	[kN]		20,9	27,8	43,4	67,2	93,9	-	20,1	27,8	34,3	48,0	67,1	-

Obciążenia dopuszczalne^{c)}

			Beton niezarysowany						Beton zarysowany					
Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Rozciąganie N_{zul}	[kN]		11,2	14,1	17,2	24,0	33,5	44,1	4,8	7,6	12,3	17,1	24,0	31,5
Ścinanie V_{zul}														
HSL-3, HSL-3-B, HSL-3-SK ^{a)} HSL-3-SH ^{a)}	[kN]		17,8	28,1	34,3	48,0	67,1	88,2	14,3	20,1	24,5	34,3	47,9	63,0
HSL-3-G ^{b)}	[kN]		14,9	19,9	31,0	48,0	67,1	-	14,3	19,9	24,5	34,3	47,9	-

^{a)} Kotwy HSL-3-SK i HSL-3-SH dostępne tylko do rozmiaru M12.

^{b)} Kotwa HSL-3-G dostępna tylko do rozmiaru M20.

^{c)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$.

Właściwości mechaniczne kotew HSL-3, HSL-3-G, HSL-3-B, HSL-3-SH, HSL-3-SK

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f_{uk}	[N/mm ²]	800	800	800	800	830	830
Granica plastyczności	f_{yk}	[N/mm ²]	640	640	640	640	640	640
Pole przekroju czynnego	A_s	[mm ²]	36,6	58,0	84,3	157	245	353
Wskaźnik wytrzymałości	W	[mm ³]	31,3	62,5	109,4	277,1	540,6	935,4
Obliczeniowy moment zginający bez tulei	$M_{Rd,s}$	[Nm]	24,0	48,0	84,0	212,8	415,2	718,4

Geometria zamocowania

Typ kotwy	Rozmiar kotew	Grubość mocowanego elementu t_{fx} [mm]	
		Minimalna	Maksymalna
HSL-3	M8	5	200
HSL-3-G	M10	5	200
HSL-3	M12	5	200
HSL-3-G	M16	10	200
HSL-3-B	M20	10	200
HSL-3	M24	10	200
HSL-3-B			
HSL-3-SH	M8	5	5
	M10	20	20
	M12	25	25
HSL-3-SK	M8	10	20
	M10	20	20
	M12	25	25

Charakterystyczne parametry kotew i warunki montażu

Typ kotwy HSL-			3	3-G	3-SH	3-SK	3	3-G	3-SH	3-SK	3	3-G	3-B	3-SH	3-SK
Rozmiar kotwy			M8				M10				M12				
Nominalna średnica wiertła	d_0		12				15				18				
Średnica tnąca wiertła	$d_{cut} \leq$	[mm]	12,5				15,5				18,5				
Głębokość otworu	$h_1 \geq$	[mm]	80	80	85	80	90	90	95	90	105	105	105	110	105
Średnica otworu przelotowego w elemencie mocowanym	$d_f \leq$	[mm]	14				17				20				
Średnica otworu przelotowego w elemencie mocowanym	$d_h \leq$	[mm]	-				-				-				32,9
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	60				70				80				
Moment dokręcający	T_{inst}	[mm]	25	20	20	25	50	35	35	50	80	60	-	60	80
Rozwartość klucza	SW	[mm]	13	13	6	5	17	17	8	6	19	19	24	10	8

Typ kotwy HSL-			3	3-G	3-B	3	3-G	3-B	3	3-B
Rozmiar kotwy			M16			M20			M24	
Nominalna średnica wiertła	d ₀		24			28			32	
Średnica tnąca wiertła	d _{cut} ≤	[mm]	24,55			28,55			32,7	
Głębokość otworu	h ₁ ≥	[mm]	125			155			180	
Średnica otworu przelotowego w elemencie mocowanym	d _f ≤	[mm]	26			31			35	
Średnica otworu przelotowego w elemencie mocowanym	d _h ≤	[mm]	-			-			-	
Efektywna głębokość zakotwienia	h _{ef}	[mm]	100			125			150	
Moment dokręcający	T _{inst}	[mm]	120	80	-	200	160	-	250	-
Rozwartość klucza	SW	[mm]	24	24	30	30	30	36	36	41

Parametry osadzania

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Minimalna grubość podłoża	h_{min}	[mm]	120	140	160	200	250	300
Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	60	70	80	100	125	150
	dla $c \geq$	[mm]	100	100	160	240	300	300
Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]	60	70	80	100	150	150
	dla $s \geq$	[mm]	100	160	240	240	300	300
Krytyczny rozstaw ze względu na rozłupanie	$s_{cr,sp}$	[mm]	230	270	300	380	480	570
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie	$c_{cr,sp}$	[mm]	115	135	150	190	240	285
Krytyczny rozstaw ze względu na wyłamanie stożka betonu	$s_{cr,N}$	[mm]	180	210	240	300	375	450
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu	$c_{cr,N}$	[mm]	90	105	120	150	187,5	225

5.4.4 HSC-A Kotwy samopodcinające

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 Wersja z trzpieniem (gwint zewnętrzny) HSC-A (8.8, stal cynkowana galwanicznie) HSC-AR (stal nierdzewna, 1.4401, 1.4571)	• Idealne rozwiązanie przy niewielkich odległościach od krawędzi i rozstawach kotew • Odpowiednie do stosowania w cienkich elementach betonowych dzięki niewielkiej głębokości osadzania • Odpowiednie do zastosowań w betonie zarysowanym • Samoczynne podcinanie betonu • Wersja z trzpieniem do montażu przelotowego • Dostępna wersja ze stali nierdzewnej do zastosowań na zewnątrz budowli



Aprobata lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	CSTB, Paris	ETA-02/0027
Odporne na obciążenia udarowe zamocowania w obiektach obrony cywilnej	Urząd obrony cywilnej, Berno	BZS D 06-601
Raport z badań odporności ogniowej	IBMB, Braunschweig	UB 3177/1722-1
Raport z badań odporności ogniowej	Warringtonfire	WF 166402

^{a)} Wszelkie dane przedstawione w tym rozdziale są zgodne z ETA-02/0027.

Podstawowe dane dotyczące nośności

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Specyfikacja betonu według tabeli,
- Stal łącznika ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione),
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Beton klasy C 20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$.

Średnie obciążenia niszczące

		Beton niezarysowany				Beton zarysowany			
Rozmiar kotwy		M8x40	M10x40	M8x50	M12x60	M8x40	M10x40	M8x50	M12x60
Rozciąganie $N_{Ru,m}$									
HSC-A	[kN]	16,6	16,6	23,3	30,6	13,3	13,3	18,6	24,5
HSC-AR									
Ścinanie $V_{Ru,m}$									
HSC-A	[kN]	19,0	30,2	19,0	43,8	19,0	30,2	19,0	43,8
HSC-AR	[kN]	16,6	26,4	16,6	38,4	16,6	26,4	16,6	38,4

Nośności charakterystyczne

		Beton niezarysowany				Beton zarysowany			
Rozmiar kotwy		M8x40	M10x40	M8x50	M12x60	M8x40	M10x40	M8x50	M12x60
Rozciąganie N_{Rk}									
HSC-A	[kN]	12,8	12,8	17,8	23,4	9,1	9,1	12,7	16,7
HSC-AR	[kN]	12,8	12,8	17,8	23,4	9,1	9,1	12,7	16,7
Ścinanie V_{Rk}									
HSC-A	[kN]	14,6	23,2	14,6	33,7	14,6	18,2	14,6	33,5
HSC-AR	[kN]	12,8	20,3	12,8	29,5	12,8	18,2	12,8	29,5

Nośności obliczeniowe

		Beton niezarysowany				Beton zarysowany			
Rozmiar kotwy		M8x40	M10x40	M8x50	M12x60	M8x40	M10x40	M8x50	M12x60
Rozciąganie N_{Rd}									
HSC-A	[kN]	8,5	8,5	11,9	15,6	6,1	6,1	8,5	11,2
HSC-AR	[kN]	8,5	8,5	11,9	15,6	6,1	6,1	8,5	11,2
Ścinanie V_{Rd}									
HSC-A	[kN]	11,7	17,0	11,7	27,0	11,7	12,1	11,7	22,3
HSC-AR	[kN]	8,2	13,0	8,2	18,9	8,2	12,1	8,2	18,9

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

		Beton niezarysowany				Beton zarysowany			
Rozmiar kotwy		M8x40	M10x40	M8x50	M12x60	M8x40	M10x40	M8x50	M12x60
Rozciąganie N_{zul}									
HSC-A	[kN]	6,1	6,1	8,5	11,2	4,3	4,3	6,1	8,0
HSC-AR	[kN]	6,1	6,1	8,5	11,2	4,3	4,3	6,1	8,0
Ścinanie V_{zul}									
HSC-A	[kN]	8,3	12,1	8,3	19,3	8,3	8,7	8,3	15,9
HSC-AR	[kN]	5,9	9,3	5,9	13,5	5,9	8,7	5,9	13,5

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$

Właściwości mechaniczne

Rozmiar kotwy			HSC	M8x40	M10x40	M8x50	M12x60
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f_{uk}	[N/mm ²]	-A	800	800	800	800
			-AR	700	700	700	700
Granica plastyczności	f_{yk}	[N/mm ²]	-A	640	640	640	640
			-AR	450	450	450	450
Pole przekroju czynnego	$A_{s,A}$	[mm ²]	-A, AR	36,6	58,0	36,6	84,3
Wskaźnik wytrzymałości	W	[mm ³]	-A, AR	31,2	62,3	31,2	109,2
Obliczeniowy moment zginający bez tulei	$M_{Rd,s}$	[Nm]	-A	24	48	24	84
			-AR	16,7	33,3	16,7	59,0

Oprogramowanie do wymiarowania zamocowań, dokumentacja techniczna, biblioteka CAD-BIM dostępne na: www.hilti.pl.

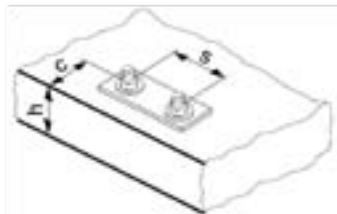
Szczegóły montażu kotwy HSC-A (R): głębokość otworu h_1 i efektywna głębokość zakotwienia h_{ef}



Typ kotwy			M8x40	M10x40	M8x50	M12x60
Nominalna średnica wiertła	d_o	[mm]	14	16	14	18
Głębokość otworu	$h_1 =$	[mm]	46	46	56	68
Średnica otworu przelotowego	$d_f \leq$	[mm]	9	12	10	30
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	40	40	50	60
Maksymalna grubość mocowanego elementu	t_{fix}	[mm]	15	20	15	20
Moment dokręcający	T_{inst}	[Nm]	10	20	10	30

Grubość materiału podłoża, rozstaw kotew i odległość od krawędzi podłoża

Rozmiar kotwy			M8x40	M10x40	M8x50	M12x60
Minimalna grubość podłoża	h_{min}	[mm]	100	100	100	130
Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	40	40	50	60
Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]	40	40	50	60
Krytyczny rozstaw ze względu na wyłamanie stożka betonu	$s_{cr,N}$	[mm]	120	120	150	180
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu	$c_{cr,N}$	[mm]	60	60	75	90
Krytyczny rozstaw ze względu na rozłupanie	$s_{cr,sp}$	[mm]	130	120	170	180
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie	$c_{cr,sp}$	[mm]	65	60	85	90



- W przypadku rozstawów kotew (czy też odległości od krawędzi podłoża) mniejszych niż rozstaw krytyczny (czy też krytyczna odległość od krawędzi) dopuszczalne obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.
- Krytyczny rozstaw kotew i krytyczna odległość od krawędzi podłoża ze względu na zniszczenie przez rozłupanie są miarodajne wyłącznie w przypadku betonu niezarysowanego.
- W przypadku betonu zarysowanego miarodajne są wyłącznie krytyczny rozstaw kotew i krytyczna odległość od krawędzi ze względu na zniszczenie przez wyłamanie stożka betonu

5.4.5 HSC-I Kotwy samopodcinające

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 Wersja z gwintem wewnętrznym: HSC-I (8.8, stal cynkowana galwanicznie) HSC-IR (stal nierdzewna, 1.4401, 1.4571)	• Idealne rozwiązanie przy niewielkich odległościach od krawędzi i rozstawach kotew • Dzięki niewielkiej głębokości kotwienia odpowiednie do stosowania w cienkich elementach betonowych • Odpowiednia do zastosowań w betonie zarysowanym • Samoczynne podcinanie betonu • Wersja z gwintem wewnętrznym • Dostępna wersja ze stali nierdzewnej do zastosowań na zewnątrz budowli



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	CSTB, Paris	ETA-02/0027
Odporne na obciążenia udarowe zamocowania w obiektach obrony cywilnej	Urząd obrony cywilnej, Berno	BZS D 06-601
Raport z badań odporności ogniowej	IBMB, Braunschweig	UB 3177/1722-1
Raport z badań odporności ogniowej	Warringtonfire	WF 166402

^{a)} Wszelkie dane przedstawione w tym rozdziale są zgodne z ETA-02/0027.

Podstawowe dane dotyczące nośności

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Specyfikacja betonu według tabeli,
- Stal łącznika ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione),
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Beton klasy C 20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$.

Średnie obciążenia niszczące HSC-I i HSC-IR

		Beton niezarysowany					Beton zarysowany				
Rozmiar kotwy		M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x16	M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x60
Rozciąganie $N_{Ru,m}$											
HSC-I	[kN]	16,6	16,6	23,3	30,6	30,6	13,3	13,3	18,6	24,5	24,5
HSC-IR	[kN]	14,8	16,6	23,3	30,6	30,6	13,3	13,3	18,6	24,5	24,5
Ścinanie $V_{Ru,m}$											
HSC-I	[kN]	10,4	15,9	19,8	19,8	23,4	10,4	15,9	19,8	19,8	23,4
HSC-IR	[kN]	9,1	13,9	17,3	17,3	20,8	9,1	13,9	17,3	17,3	20,8

Nośności charakterystyczne HSC-I i HSC-IR

		Beton niezarysowany					Beton zarysowany				
Rozmiar kotwy		M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x16	M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x16
Rozciąganie N_{Rk}											
HSC-I	[kN]	12,8	12,8	17,8	23,4	23,4	9,1	9,1	12,7	16,7	16,7
HSC-IR	[kN]	12,8	12,8	17,8	23,4	23,4	9,1	9,1	12,7	16,7	16,7
Ścinanie V_{Rk}											
HSC-I	[kN]	8,0	12,2	15,2	15,2	18,2	8,0	12,2	15,2	15,2	18,2
HSC-IR	[kN]	7,0	10,7	13,3	13,3	16,0	7,0	10,7	13,3	13,3	16,0

Nośności obliczeniowe kotew HSC-I i HSC-IR

		Beton niezarysowany					Beton zarysowany				
Rozmiar kotwy		M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x16	M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x16
Rozciąganie N_{Rd}											
HSC-I	[kN]	8,5	8,5	11,9	15,6	15,6	6,1	6,1	8,5	11,2	11,2
HSC-IR	[kN]	7,5	8,5	11,9	14,2	15,6	6,1	6,1	8,5	11,2	11,2
Ścinanie V_{Rd}											
HSC-I	[kN]	6,4	9,8	12,2	12,2	14,6	6,4	9,8	12,2	12,2	14,6
HSC-IR	[kN]	4,5	6,9	8,5	8,5	10,3	4,5	6,9	8,5	8,5	10,3

Obciążenia dopuszczalne HSC-I i HSC-IR^{a)}

		Beton niezarysowany					Beton zarysowany				
Rozmiar kotwy		M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x16	M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x16
Rozciąganie N_{zul}											
HSC-I	[kN]	6,1	6,1	8,5	11,2	11,2	4,3	4,3	6,1	8,0	8,0
HSC-IR	[kN]	5,4	6,1	8,5	10,1	11,2	4,3	4,3	6,1	8,0	8,0
Ścinanie V_{zul}											
HSC-I	[kN]	4,6	7,0	8,7	8,7	10,4	4,6	7,0	8,7	8,7	10,4
HSC-IR	[kN]	3,2	4,9	6,1	6,1	7,3	3,2	4,9	6,1	6,1	7,3

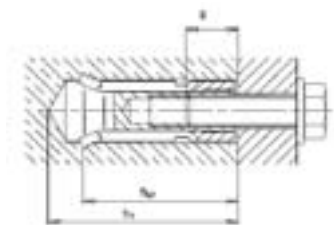
^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$.

Właściwości mechaniczne

Rozmiar kotwy			HSC	M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x60
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f_{uk}	[N/mm ²]	-I	800	800	800	800	800
			-IR	600	600	700	700	700
Granica plastyczności	f_{yk}	[N/mm ²]	-I	640	640	640	640	640
			-IR	355	355	350	350	340
Pole przekroju czynnego trzpienia wkręcanego do kotwy (wersja z gwintem wewnętrznym)	$A_{s,I}$	[mm ²]	-I,IR	22,0	28,3	34,6	34,6	40,8
Pole przekroju czynnego trzpienia kotwy (wersja z gwintem zewnętrznym)	$A_{s,A}$	[mm ²]	-I,IR	20,1	36,6	58,0	58,0	84,3
Wskaźnik wytrzymałości	W	[mm ³]	-I,IR	12,7	31,2	62,3	62,3	109,2
Obliczeniowy moment zginający bez tulei	$M_{Rd,s}$	[Nm]	-I	9,6	24	48	48	84
			-IR	7,1	16,7	33,3	33,3	59,0

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$.

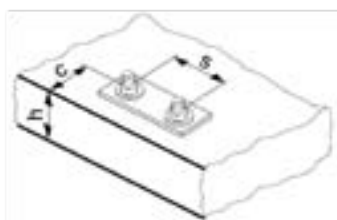
Szczegóły montażu kotwy HSC-I (R): głębokość otworu h_1 i efektywna głębokość zakotwienia h_{ef}



Typ kotwy			M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x60
Nominalna średnica wiertła	d_0	[mm]	14	16	18	18	20
Głębokość otworu	$h_1 =$	[mm]	46	46	56	68	68
Średnica otworu przelotowego	$d_1 \leq$	[mm]	7	9	12	12	14
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	40	40	50	60	60
Głębokość wkręcania	min s	[mm]	6	8	10	10	12
	max s	[mm]	16	22	28	28	30
Rozwartość klucza	SW	[mm]	10	13	17	17	19
Moment dokręcający	T_{inst}	[Nm]	10	10	20	30	30

Grubość elementu podłoża, rozstaw kotew i odległość od krawędzi podłoża

Rozmiar kotwy			M6x40	M8x40	M10x50	M10x60	M12x60
Minimalna grubość podłoża	$h_{\min}$	[mm]	100	100	110	130	130
Minimalny rozstaw kotew	$s_{\min}$	[mm]	40	40	50	60	60
Minimalna odległość od krawędzi	$c_{\min}$	[mm]	40	40	50	60	60
Krytyczny rozstaw ze względu na wyłamanie stożka betonu	$s_{cr,N}$	[mm]	120	120	150	180	180
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu	$c_{cr,N}$	[mm]	60	60	75	90	90
Krytyczny rozstaw ze względu na rozłupanie	$s_{cr,sp}$	[mm]	130	120	170	180	180
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie	$c_{cr,sp}$	[mm]	65	60	85	90	90



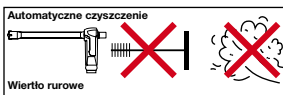
- W przypadku rozstawów kotew (względem odległości od krawędzi podłoża) mniejszych niż rozstaw krytyczny (względna krytyczna odległość od krawędzi) dopuszczalne obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.
- Krytyczny rozstaw kotew i krytyczna odległość od krawędzi podłoża ze względu na zniszczenie przez rozłupanie są miarodajne wyłącznie w przypadku betonu niezarysowanego.
- W przypadku betonu zarysowanego miarodajne są wyłącznie krytyczny rozstaw kotew i krytyczna odległość od krawędzi ze względu na zniszczenie przez wyłamanie stożka betonu.

Tabela doboru kotew HSC, elektronarzędzi, wiertel kołnierzych, narzędzi do osadzania

Kotwa	TE 7-C TE 7-A	TE 16 TE 16-C TE 16-M	TE 25	TE 30 TE 30-C-AVR TE 30-M-AVR	TE 35	TE 40 TE 40-AVR	Wiertło kołnierzowe	Narzędzie do osadzania
HSC-A M8x40/15	■	■	■	■	■		TE-C-HSC-B 14x40	TE-C-HSC-MW 14
HSC-A M8x50/15	■	■	■	■	■		TE-C-HSC-B 14x50	TE-C-HSC-MW 14
HSC-A M10x40/20	■		■		■	■	TE-C-HSC-B 16x40	TE-C-HSC-MW 16
HSC-A M12x60/20		■	■	■	■	■	TE-C-HSC-B 18x60	TE-C-HSC-MW 18
HSC-AR M8x40/15	■	■	■	■	■		TE-C-HSC-B 14x40	TE-C-HSC-MW 14
HSC-AR M8x50/15	■	■	■	■	■		TE-C-HSC-B 14x50	TE-C-HSC-MW 14
HSC-AR M10x40/20	■		■		■	■	TE-C-HSC-B 16x40	TE-C-HSC-MW 16
HSC-AR M12x60/20		■	■	■	■	■	TE-C-HSC-B 18x60	TE-C-HSC-MW 18
HSC-I M6x40	■	■	■	■	■		TE-C-HSC-B 14x40	TE-C-HSC-MW 14
HSC-I M8x40	■	■	■	■	■		TE-C-HSC-B 16x40	TE-C-HSC-MW 16
HSC-I M10x50	■	■	■	■	■		TE-C-HSC-B 18x50	TE-C-HSC-MW 18
HSC-I M10x60	■	■	■	■	■		TE-C-HSC-B 18x60	TE-C-HSC-MW 18
HSC-I M12x60		■	■	■	■	■	TE-C-HSC-B20x60	TE-C-HSC-MW 20
HSC-IR M6x40	■	■	■	■	■		TE-C-HSC-B14x40	TE-C-HSC-MW 14
HSC-IR M8x40	■	■	■	■	■		TE-C-HSC-B 16x40	TE-C-HSC-MW 16
HSC-IR M10x50	■	■	■	■	■		TE-C-HSC-B 18x50	TE-C-HSC-MW 18
HSC-IR M10x60	■	■	■	■	■		TE-C-HSC-B 18x60	TE-C-HSC-MW 18
HSC-IR M12x60		■	■	■	■	■	TE-C-HSC-B 20x60	TE-C-HSC-MW 20

5.4.6 HST3 Kotwy segmentowe

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HST3 (stal cynkowana galwanicznie)	- Klasy betonu w ETA: C20/25 do C50/60 - Dane techniczne Hilti dla C12/15 i C55/67 do C80/95 (określane w taki sam sposób jak wartości ETA) - Dopuszczona do stosowania w betonie zarysowanym i niezarysowanym - Przenoszenie najwyższych obciążeń nawet przy najmniejszych rozstawach kotew i odległościach od krawędzi - Dopuszczona do stosowania w otworach wierconych udarowo i techniką diamentową - Montaż bezpyłowy z użyciem wiertła rurowego Hilti TE-CD i TE-YD w połączeniu z odkurzacami VC 20 i VC 40 - Dopuszczona do stosowania w środowiskach narażonych na trzęsienia ziemi kategorii C1 i C2 wg EOTA - Elastyczność zastosowania dzięki dwóm głębokościom osadzenia
 HST3-R (stal nierdzewna)	
 HST3-BW (stal cynkowana galwanicznie) HST3-R BW (stal nierdzewna)	
 HST-HCR (1.4529)	



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ wydajacy/labolatorium	Numer
Europejska Aprobata Techniczna	DIBt, Berlin	ETA-98/0001
Zamocowania odporne na obciążenia udarowe w obiektach obrony cywilnej	Bundesamt für Zivilschutz, Bern	BZS D 08-602
Raport z badań odporności ogniowej	DIBt, Berlin	ETA-98/0001
Raport z badań odporności ogniowej ZTV-Tunnel (dla tuneli)	IBMB, Braunschweig	UB 3332/0881-2
Raport oceniający (warunki pożaru)	Warringtonfire	WF 327804/A

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla pojedynczej kotwy)

Wszelkie dane w tym rozdziale odnoszą się do:

- prawidłowo osadzonych kotew (patrz: instrukcja osadzania),
- pominiętego wpływu odległości od krawędzi i rozstawu,
- betonu określonego w tabeli,
- obliczeniowej nośności stali (wartości zaznaczone),
- minimalnej grubości materiału podłoża,
- betonu o klasie C 20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$.
- Dane techniczne HST3 obowiązują także dla HST3-BW.
- Dane techniczne HST3-R obowiązują także dla HST3-R BW.

Średnie obciążenia niszczące

Rozmiar kotwy		M8	M10		M12		M16		M20	M24
Głębokość zakotwienia		Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Standardowa	Standardowa
Czynna głębokość zakotwienia h_{ef}	[mm]	47	40	60	50	70	65	85	101	125

Beton niezarysowany

Rozciąganie $N_{Ru,m}$

HST3	[kN]	15,9	17	26,6	23,7	33,2	35,1	52,5	68,1	79,7
HST3-R	[kN]	15,9	17	26,6	23,7	33,2	35,1	52,5	68,1	79,7
HST-HCR	[kN]	15,2	-	22,7	-	32,4	-	45,5	-	-

Ścinanie $V_{Ru,m}$

HST3	[kN]	14,5	23	24,8	35,7	37,2	57,2	58,1	88,1	98,7
HST3-R	[kN]	16,5	26,9	26,6	32,7	38,5	51	66,8	102,1	120,8
HST-HCR	[kN]	17,6	-	27,8	-	40,5	-	75,4	-	-

Beton zarysowany

Rozciąganie $N_{Ru,m}$

HST3	[kN]	10	12,1	15,9	16,9	26,6	25	37,5	48,5	53,1
HST3-R	[kN]	10	12,1	15,9	16,9	26,6	25	37,5	48,5	53,1
HST-HCR	[kN]	13,8	-	16,2	-	21,5	-	32,4	-	-

Ścinanie $V_{Ru,m}$

HST3	[kN]	14,5	23	24,8	35,7	37,2	57,2	58,1	88,1	98,7
HST3-R	[kN]	16,5	26,9	26,6	32,7	38,5	51	66,8	102,1	120,8
HST-HCR	[kN]	17,6	-	27,8	-	40,5	-	75,4	-	-

Nośność charakterystyczna

Rozmiar kotwy		M8	M10		M12		M16		M20	M24
Głębokość zakotwienia		Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Standardowa	Standardowa
Czynna głębokość zakotwienia h_{ef}	[mm]	47	40	60	50	70	65	85	101	125

Beton niezarysowany

Rozciąganie N_{Rk}

HST3	[kN]	12	12,8	20	17,9	25	26,5	39,6	51,3	60
HST3-R	[kN]	12	12,8	20	17,9	25	26,5	39,6	51,3	60
HST-HCR	[kN]	9	-	16	-	22	-	35	-	-

Ścinanie V_{Rk}

HST3	[kN]	13,8	21,9	23,6	34	35,4	54,5	55,3	83,9	94
HST3-R	[kN]	15,7	25,6	25,3	31,1	36,7	48,6	63,6	97,2	115
HST-HCR	[kN]	13	-	20	-	30	-	55	-	-

Beton zarysowany

Rozciąganie N_{Rk}

HST3	[kN]	7,5	9,1	12	12,7	20	18,9	28,2	36,5	40
HST3-R	[kN]	7,5	9,1	12	12,7	20	18,9	28,2	36,5	40
HST-HCR	[kN]	5	-	9	-	12	-	25	-	-

Ścinanie V_{Rk}

HST3	[kN]	13,8	21,9	23,6	34	35,4	54,5	55,3	83,9	94
HST3-R	[kN]	15,7	24,3	25,3	31,1	36,7	48,6	63,6	97,2	115
HST-HCR	[kN]	13	-	20	-	30	-	53,5	-	-

Nośność obliczeniowa

Rozmiar kotwy		M8	M10		M12		M16		M20	M24
Głębokość zakotwienia		Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Standardowa	Standardowa
Czynna głębokość zakotwienia h_{ef}	[mm]	47	40	60	50	70	65	85	101	125

Beton niezarysowany

Rozciąganie N_{Rd}

HST3	[kN]	8	8,5	13,3	11,9	16,7	17,6	26,4	34,2	40
HST3-R	[kN]	8	8,5	13,3	11,9	16,7	17,6	26,4	34,2	40
HST-HCR	[kN]	6	-	10,7	-	13,3	-	23,3	-	-

Ścinanie V_{Rd}

HST3	[kN]	11	17,5	18,9	27,2	28,3	43,6	44,2	67,1	62,7
HST3-R	[kN]	12,6	20,5	20,2	24,9	29,4	38,9	50,9	77,8	88,5
HST-HCR	[kN]	10,4	-	16	-	24	-	44	-	-

Beton zarysowany

Rozciąganie N_{Rd}

HST3	[kN]	5	6,1	8	8,5	13,3	12,6	18,8	24,4	26,7
HST3-R	[kN]	5	6,1	8	8,5	13,3	12,6	18,8	24,4	26,7
HST-HCR	[kN]	3,3	-	6	-	8	-	16,7	-	-

Ścinanie V_{Rd}

HST3	[kN]	11	16,2	18,9	23,6	28,3	42,9	44,2	67,1	62,7
HST3-R	[kN]	12,6	16,2	20,2	23,6	29,4	38,9	50,9	77,8	83,9
HST-HCR	[kN]	10,4	-	16	-	24	-	35,6	-	-

Dopuszczalne obciążenia^{a)}

Rozmiar kotwy		M8	M10		M12		M16		M20	M24
Głębokość zakotwienia		Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Standardowa	Standardowa
Czynna głębokość zakotwienia h_{ef}	[mm]	47	40	60	50	70	65	85	101	125

Beton niezarysowany

Rozciąganie N_{zul}

HST3	[kN]	5,7	6,1	9,5	8,5	11,9	12,6	18,8	24,4	28,6
HST3-R	[kN]	5,7	6,1	9,5	8,5	11,9	12,6	18,8	24,4	28,6
HST-HCR	[kN]	4,3	-	7,6	-	9,5	-	16,7	-	-

Ścinanie V_{zul}

HST3	[kN]	7,9	12,5	13,5	19,4	20,2	31,1	31,6	47,9	44,8
HST3-R	[kN]	9	14,6	14,5	17,8	21	27,8	36,3	55,5	63,2
HST-HCR	[kN]	7,4	-	11,4	-	17,1	-	31,4	-	-

Beton zarysowany

Rozciąganie N_{zul}

HST3	[kN]	3,6	4,3	5,7	6,1	9,5	9	13,4	17,4	19
HST3-R	[kN]	3,6	4,3	5,7	6,1	9,5	9	13,4	17,4	19
HST-HCR	[kN]	2,4	-	4,3	-	5,7	-	11,9	-	-

Ścinanie V_{zul}

HST3	[kN]	7,9	11,6	13,5	16,8	20,2	30,6	31,6	47,9	44,8
HST3-R	[kN]	9	11,6	14,5	16,8	21	27,8	36,3	55,5	59,9
HST-HCR	[kN]	7,4	-	11,4	-	17,1	-	25,5	-	-

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$

Obciążenie ogniowe – nośność obliczeniowa

Wszelkie dane w tym rozdziale odnoszą się do:

- prawidłowo osadzonych kotew (patrz: instrukcja osadzania),
- pominiętego wpływu odległości od krawędzi i rozstawu,
- obliczeniowej nośności stali (wartości zaznaczone),
- minimalnej grubości materiału podłoża,
- betonu o klasie C 20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$.

Dane techniczne Hilti: dla klasy wytrzymałości betonu od C55/67 do C80/95 (spełnione wszystkie wymagania według DIN EN 1992-1-2) przyjąć te same wartości nośności jak dla klasy C20/25.

Rozmiar kotwy		M8	M10		M12		M16		M20	M24
Głębokość zakotwienia		Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Zredukowana	Standardowa	Standardowa	Standardowa
Czynna głębokość zakotwienia h_{ef}	[mm]	47	40	60	50	70	65	85	101	125
Obciążenie ogniowe rzędu 30 minut (R30)										
Rozciąganie $N_{rd,fi}$										
HST3	[kN]	0,9	1,5	2,4	2,3	5	4,4	7,1	9,1	12,6
HST3-R	[kN]	1,9	1,8	3	3,2	5	4,7	7,1	9,1	12,6
Ścinanie $V_{rd,fi}$										
HST3	[kN]	0,9	1,5	2,4	2,3	5,2	4,4	9,7	15,2	21,9
HST3-R	[kN]	4,9	4,7	11,8	8,9	17,1	16,9	31,9	37	62,8
Obciążenie ogniowe rzędu 60 minut (R60)										
Rozciąganie $N_{rd,fi}$										
HST3	[kN]	0,8	1,2	1,8	1,7	3,7	3,2	6,8	9,1	12,6
HST3-R	[kN]	1,9	2,3	3	3,2	5	4,7	7,1	9,1	12,6
Ścinanie $V_{rd,fi}$										
HST3	[kN]	0,8	1,2	1,8	1,7	3,7	3,2	6,8	10,6	15,3
HST3-R	[kN]	3,6	3,7	8,4	6,8	12,2	12,6	22,8	35,5	51,2
Obciążenie ogniowe rzędu 90 minut (R90)										
Rozciąganie $N_{rd,fi}$										
HST3	[kN]	0,7	0,9	1,2	1,1	2,1	2,1	3,9	6	8,7
HST3-R	[kN]	1,9	2,3	3	3,2	5	4,7	7,1	9,1	12,6
Ścinanie $V_{rd,fi}$										
HST3	[kN]	0,7	0,9	1,2	1,1	2,1	2,1	3,9	6	8,7
HST3-R	[kN]	2,4	2,5	5	4,5	7,3	8,4	13,6	21,2	30,6
Obciążenie ogniowe rzędu 120 minut (R120)										
Rozciąganie $N_{rd,fi}$										
HST3	[kN]	0,6	0,8	0,9	0,8	1,3	1,5	2,4	3,8	5,4
HST3-R	[kN]	1,7	1,8	3	3,2	5	4,7	7,1	9,1	12,6
Ścinanie $V_{rd,fi}$										
HST3	[kN]	0,6	0,8	0,9	0,8	1,5	1,5	2,4	3,8	5,4
HST3-R	[kN]	1,7	2	3,3	3,3	4,8	6,2	9	14,1	20,3

Właściwości mechaniczne kotew HST3, HST3-R oraz HST3-HCR

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie f_{uk}	HST3	[N/mm ²]	800	800	800	720	700	530
	HST3-R	[N/mm ²]	720	710	710	650	650	650
	HST-HCR	[N/mm ²]	800	800	800	800	-	-
Granica plastyczności f_{yk}	HST3	[N/mm ²]	640	640	640	576	560	450
	HST3-R	[N/mm ²]	576	568	568	520	520	500
	HST-HCR	[N/mm ²]	640	640	640	640	-	-
Pole przekroju czynnego A_s		[mm ²]	36,6	58	84,3	157	245	353
Wskaźnik wytrzymałości W		[mm ²]	31,2	62,3	109	277	541	935
Charakterystyczny moment zginając $M_{Rk,s}^0$	HST3	[N/mm ²]	30	60	105	240	457	595
	HST3-R	[N/mm ²]	27	53	93	216	425	730
	HST-HCR	[N/mm ²]	30	60	105	266	-	-

Wymiary kotew

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Minimalna wysokość mocowania $t_{fix,min}$		[mm]	2	2	2	2	2	2
Maksymalna wysokość mocowania $t_{fix,max}$		[mm]	50	120	200	180	120	60

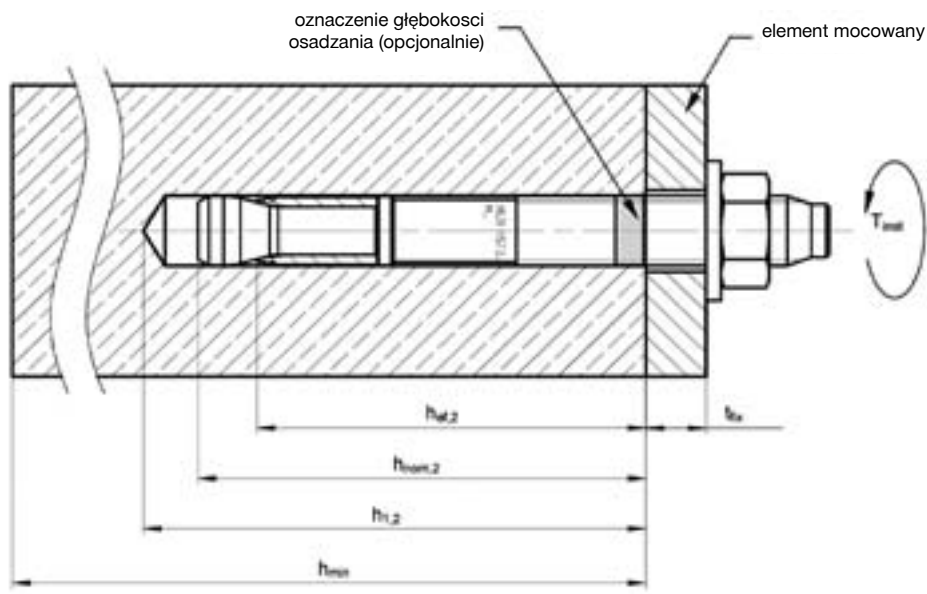
Szczegóły montażu

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Nominalna średnica wiertła	d_o	[mm]	8	10	12	16	20	24
Nominalna głębokość zakotwienia	$h_{nom,1}$	[mm]	-	48	60	78	-	-
	$h_{nom,2}$	[mm]	54	68	80	98	116	143
Czynna głębokość zakotwienia	$h_{ef,1}^{a)}$	[mm]	-	40	50	65	-	-
	$h_{ef,2}^{b)}$	[mm]	47	60	70	85	101	125
Głębokość wierconego otworu (wiercenie udarowe)	$h_{1,1h}$	[mm]	-	53	68	86	-	-
	$h_{1,2h}$	[mm]	59	73	88	106	124	151
Głębokość wierconego otworu (wiercenie techniką diamentową)	$h_{1,1d}$	[mm]	-	58	70	88	-	-
	$h_{1,2d}$	[mm]	64	78	90	108	-	-
Średnica otworu przelotowego	$d_i \leq$	[mm]	9	12	14	18	22	26
Moment dokręcający	T_{inst}	[Nm]	20	45	60	110	180	300
Rozwartość klucza	SW	[mm]	13	17	19	24	30	36

a) Tylko dla klasy wytrzymałości betonu C20/25 do C50/60.

b) Dla klasy wytrzymałości betonu od C12/15 do C80/95,

dla klasy wytrzymałości betonu C12/15, C16/20 i od C55/67 do C80/95: tylko dane techniczne Hilti.



Parametry montażowe M8 i M10

Rozmiar kotwy			M8			M10			
Klasa wytrzymałości betonu			C12/15	C20/25 do C80/95		C12/15	C20/25 do C80/95		
Głębokość zakotwienia			Standardowa	Standardowa		Standardowa	Zredukowana	Standardowa	
Czynna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	47	47		80	40	60	
Minimalna grubość materiału podłoża	h_{min}	[mm]	100	80	100	120	80	100	120
Minimalny rozstaw kotew dla betonu niezarysowanego	s_{min}	[mm]	35	35	35	70	50	40	40
	dla $c \geq$	[mm]	65	55	50	90	95	100	60
Minimalny rozstaw kotew dla betonu zarysowanego	s_{min}	[mm]	35	35	35	45	40	40	40
	dla $c \geq$	[mm]	55	50	50	85	90	100	55
Minimalna odległość od krawędzi dla betonu niezarysowanego	c_{min}	[mm]	50	40	40	80	50	60	50
	dla $s \geq$	[mm]	80	60	50	120	190	90	90
Minimalna odległość od krawędzi dla betonu zarysowanego	c_{min}	[mm]	40	40	40	70	45	60	45
	dla $s \geq$	[mm]	75	20	50	120	180	90	80
Krytyczny rozstaw kotew dla wyłamania stożka betonu	$s_{cr,sp}$	[mm]	188	141	141	240	120	180	180
	$s_{cr,N}$	[mm]	141	-	141	180	-	-	180
Krytyczna odległość od krawędzi dla wyłamania stożka betonu	$c_{cr,sp}$	[mm]	94	70,5	70,5	120	60	90	90
	$c_{cr,N}$	[mm]	70,5	-	70,5	90	-	-	90

Parametry montażowe dla klasy wytrzymałości betonu od C20/25 do C50/60: ETA-98/0001.

Parametry montażowe dla klasy wytrzymałości betonu C12/25 i od C55/67 do C80/95: dane techniczne Hilti (określane w sposób jak wartości ETA).

Parametry montażowe M12 i M16

Rozmiar kotwy			M12				M16			
Klasa wytrzymałości betonu			C12/15	C20/25 do C80/95			C12/15	C20/25 do C80/95		
Głębokość zakotwienia			Standardowa	Standardowa	Standardowa		Standardowa	Standardowa	Standardowa	
Czynna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	70	50	70	70	85	65	85	85
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	140	100	120	140	160	120	140	160
Minimalny rozstaw kotew dla betonu niezarysowanego	s_{min}	[mm]	110	55	50	60	90	75	80	65
	dla $c \geq$	[mm]	140	110	100	70	145	140	130	95
Minimalny rozstaw kotew dla betonu zarysowanego	s_{min}	[mm]	80	50	50	50	70	65	80	65
	dla $c \geq$	[mm]	120	105	90	70	125	130	130	95
Minimalna odległość od krawędzi dla betonu niezarysowanego	c_{min}	[mm]	90	50	50	50	110	65	65	65
	dla $s \geq$	[mm]	190	190	120	110	170	240	180	150
Minimalna odległość od krawędzi dla betonu zarysowanego	c_{min}	[mm]	80	45	60	55	90	65	65	65
	dla $s \geq$	[mm]	170	180	120	110	165	240	180	150
Krytyczny rozstaw kotew dla wyłamania stożka betonu	$s_{cr,sp}$	[mm]	280	180	210	210	340	208	255	255
	$s_{cr,N}$	[mm]	210	150	210	210	255	195	255	255
Krytyczna odległość od krawędzi dla wyłamania stożka betonu	$c_{cr,sp}$	[mm]	140	90	105	105	170	104	128	128
	$c_{cr,N}$	[mm]	105	75	105	105	128	98	128	128

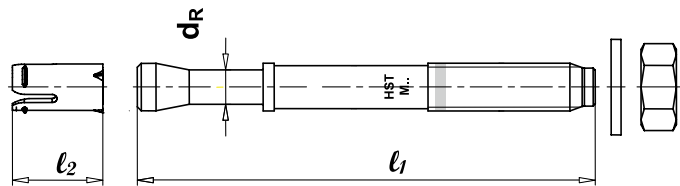
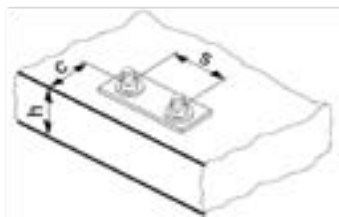
Parametry montażowe dla klasy wytrzymałości betonu od C20/25 do C50/60: ETA-98/0001.

Parametry montażowe dla klasy wytrzymałości betonu C12/25 i od C55/67 do C80/95: dane techniczne Hilti (określane w sposób jak wartości ETA).

Parametry montażowe M20 i M24

Rozmiar kotwy				M20			M24		
Klasa wytrzymałości betonu				C12/15	C20/25 do C80/95		C12/15	C20/25 do C80/95	
Głębokość zakotwienia				Standardowa	Standardowa		Standardowa	Standardowa	
Czynna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]		101	101	101	125	125	125
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]		200	160	200	250	-	250
Minimalny rozstaw kotew dla betonu niezarysowanego	s_{min}	[mm]	HST-3	90	120	90	180	-	125
	dla $c \geq$	[mm]	HST-3-R	165	180	130	375	-	255
	s_{min}	[mm]	HST-3	90	120	90	140	-	125
	dla $c \geq$	[mm]	HST-3-R	165	180	130	375	-	205
Minimalny rozstaw kotew dla betonu zarysowanego	c_{min}	[mm]	HST-3	90	120	90	140	-	125
	dla $s \geq$	[mm]	HST-3-R	140	180	130	325	-	180
	c_{min}	[mm]	HST-3	90	120	90	140	-	125
	dla $s \geq$	[mm]	HST-3-R	140	180	130	325	-	130
Minimalna odległość od krawędzi dla betonu niezarysowanego	c_{min}	[mm]	HST-3	120	120	80	260	-	170
	dla $s \geq$	[mm]	HST-3-R	270	180	180	400	-	295
	c_{min}	[mm]	HST-3	120	120	80	260	-	150
	dla $s \geq$	[mm]	HST-3-R	240	180	180	400	-	235
Minimalna odległość od krawędzi dla betonu zarysowanego	c_{min}	[mm]	HST-3	100	120	80	230	-	125
	dla $s \geq$	[mm]	HST-3-R	240	180	180	295	-	140
	c_{min}	[mm]	HST-3	100	120	80	230	-	125
	dla $s \geq$	[mm]	HST-3-R	240	180	180	295	-	140
Krytyczny rozstaw kotew dla wyłamania stożka betonu	$s_{cr,sp}$	[mm]		404	384	384	500	-	375
	$s_{cr,N}$	[mm]		303	303	303	375	-	375
Krytyczna odległość od krawędzi dla wyłamania stożka betonu	$c_{cr,sp}$	[mm]		202	192	192	250	-	188
	$c_{cr,N}$	[mm]		152	152	152	188	-	188

Parametry montażowe dla klasy wytrzymałości betonu od C20/25 do C50/60: ETA-98/0001.
 Parametry montażowe dla klasy wytrzymałości betonu C12/25 i od C55/67 do C80/95: dane techniczne Hilti (określone w sposób jak wartości ETA).



- Dla rozstawu kotew (odległości od krawędzi podłoża) mniejszego niż rozstaw krytyczny (krytyczna odległość od krawędzi) obciążenia obliczeniowe muszą być zredukowane.

				HST3			HST3-R		
Rozmiar kotwy	Długość kotwy	Maksymalna grubość elementu mocowanego przy głębokości zakotwienia 1	Maksymalna grubość elementu mocowanego przy głębokości zakotwienia 2	Oznaczenie	Numer artykułu	Kod literowy	Oznaczenie	Numer artykułu	Kod literowy
M8	75 mm		10 mm	HST3 M8x75 -/10	2105888	C	HST3-R M8x75 -/10	2105896	C
M8	95 mm		30 mm	HST3 M8x95 -/30	2105889	E	HST3-R M8x95 -/30	2105897	E
M8	115 mm		50 mm	HST3 M8x115 -/50	2105890	G	HST3-R M8x115 -/50	2105898	G
M10	70 mm	10 mm		HST3 M10x70 10/-	2113974	C	HST3-R M10x70 10/-	2113976	C
M10	80 mm	20 mm		HST3 M10x80 20/-	2113975	D	HST3-R M10x80 20/-	2113977	D
M10	90 mm	30 mm	10 mm	HST3 M10x90 30/10	2105712	E	HST3-R M10x90 30/10	2105864	E
M10	100 mm	40 mm	20 mm	HST3 M10x100 40/20	2105713	π	HST3-R M10x100 40/20	2105865	π
M10	110 mm	50 mm	30 mm	HST3 M10x110 50/30	2105714	F	HST3-R M10x110 50/30	2105866	F
M10	130 mm	70 mm	50 mm	HST3 M10x130 70/50	2105715	H	HST3-R M10x130 70/50	2105867	H
M10	160 mm	100 mm	80 mm	HST3 M10x160 100/80	2105716	J	HST3-R M10x160 100/80	2105868	J
M10	200 mm	140 mm	120 mm	HST3 M10x200 140/120	2105717	M			
M12	85 mm	10 mm		HST3 M12x85 10/-	2113978	D	HST3-R M12x85 10/-	2114051	D
M12	95 mm	20 mm		HST3 M12x95 20/-	2113979	E	HST3-R M12x95 20/-	2114052	E
M12	105 mm	30 mm	10 mm	HST3 M12x105 30/10	2105718	F	HST3-R M12x105 30/10	2105869	F
M12	115 mm	40 mm	20 mm	HST3 M12x115 40/20	2105719	G	HST3-R M12x115 40/20	2105870	G
M12	125 mm	50 mm	30 mm	HST3 M12x125 50/30	2105850	Δ	HST3-R M12x125 50/30	2105871	Δ
M12	145 mm	70 mm	50 mm	HST3 M12x145 70/50	2105851	I	HST3-R M12x145 70/50	2105872	I
M12	165 mm	90 mm	70 mm	HST3 M12x165 90/70	2105852	J	HST3-R M12x165 90/70	2105873	J
M12	185 mm	110 mm	90 mm	HST3 M12x185 110/90	2105853	L	HST3-R M12x185 110/90	2105874	L
M12	215 mm	140 mm	120 mm	HST3 M12x215 140/120	2105854	N	HST3-R M12x215 140/120	2105875	N
M12	235 mm	160 mm	140 mm	HST3 M12x235 160/140	2105855	P			
M12	255 mm	180 mm	160 mm	HST3 M12x255 180/160	2105856	R			
M12	295 mm	220 mm	200 mm	HST3 M12x295 220/200	2105857	S			
M16	115 mm	15 mm		HST3 M16x115 15/-	2114053	G	HST3-R M16x115 15/-	2114057	G
M16	135 mm	35 mm	15 mm	HST3 M16x135 35/15	2105858	H	HST3-R M16x135 35/15	2105876	H
M16	145 mm	45 mm	25 mm	HST3 M16x145 45/25	2105859	I	HST3-R M16x145 45/25	2105877	I
M16	170 mm	70 mm	50 mm	HST3 M16x170 70/50	2105860	K	HST3-R M16x170 70/50	2105878	K
M16	220 mm	120 mm	100 mm	HST3 M16x220 120/100	2105861	O	HST3-R M16x220 120/100	2105879	O
M16	260 mm	160 mm	140 mm	HST3 M16x260 160/140	2105862	R	HST3-R M16x260 160/140	2105880	R
M16	300 mm	200 mm	180 mm	HST3 M16x300 200/180	2105863	S	HST3-R M16x300 200/180	2105881	S
M20	170 mm		30 mm	HST3 M20x170 -/30	2105891	K	HST3-R M20x170 -/30	2105899	K
M20	200 mm		60 mm	HST3 M20x200 -/60	2105892	M	HST3-R M20x200 -/60	2105900	M
M20	260 mm		120 mm	HST3 M20x260 -/120	2105893	R			
M24	200 mm		30 mm	HST3 M24x200 -/30	2105894	M	HST3-R M24x200 -/30	2105901	M
M24	230 mm		60 mm	HST3 M24x230 -/60	2105895	P	HST3-R M24x230 -/60	2105902	P

5.4.7 HSA Kotwy segmentowe

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HSA (stal cynkowana galwanicznie)	• Odpowiednie do stosowania w betonie niezarysowanym klasy od C20/25 do C50/60 • Szybkie i niezawodne przekazywanie montażowego momentu obrotowego za pomocą zakrętki z uderem stycznym i specjalnej nasadki • Możliwe trzy głębokości osadzenia zapewniają najwyższą elastyczność w doborze rozwiązań zamocowania • Wiercenie diamentowe w przypadku rozmiarów od M12 do M20 jest objęte aprobatą ETA
 HSA-BW z dużą podkładką (stal cynkowana galwanicznie)	
 HSA-R (stal nierdzewna A4) HSA-R2 (stal nierdzewna A2)	
 HSA-F (stal cynkowana ogniowo – kotwy te nie są objęte aprobatą ETA)	



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ⁴⁾	DIBt, Berlin	ETA-11/0374
Raport z badań odporności ogniowej	IBMB, Braunschweig	3215/229/12

⁴⁾ Wszelkie dane przedstawione w tym rozdziale są zgodne z ETA-11/0374.

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla zamocowań pojedynczych)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstaw osiowy,
- Stal łącznika ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione),
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Beton klasy C 20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$.

Średnie obciążenia niszczące

Rozmiar kotwy			M6			M8			M10			M12			M16			M20		
Głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	30	40	60	30	40	70	40	50	80	50	65	100	65	80	120	75	100	115
Rozciąganie		$N_{Ru,m}$																		
HSA, HSA-BW		[kN]	8,0	9,5	9,5	11,0	17,0	17,3	17,0	23,7	29,4	23,7	35,1	43,5	35,1	48,0	66,4	43,5	67,0	82,7
HSA-R2, HSA-R		[kN]	8,0	10,0	11,9	11,0	17,0	19,2	17,0	23,7	33,2	23,7	35,1	46,5	35,1	48,0	66,4	43,5	67,0	82,7
Ścinanie		$V_{Ru,m}$																		
HSA, HSA-BW		[kN]	6,8	6,8	6,8	11,0	11,1	11,1	19,8	19,8	19,8	31,0	31,0	31,0	53,6	53,6	53,6	87,1	90,1	90,1
HSA-R2, HSA-R		[kN]	7,6	7,6	7,6	11,0	12,9	12,9	23,7	23,7	23,7	30,8	30,8	30,8	59,3	59,3	59,3	87,1	96,5	96,5

Nośności charakterystyczne

Rozmiar kotwy			M6			M8			M10			M12			M16			M20		
Głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	30	40	60	30	40	70	40	50	80	50	65	100	65	80	120	75	100	115
Rozciąganie		N_{Rk}																		
HSA, HSA-BW		[kN]	6,0	7,5	9,0	8,3	12,8	16,0	12,8	17,9	25,0	17,9	26,5	35,0	26,5	36,1	50,0	32,8	50,5	62,3
HSA-R2, HSA-R		[kN]	6,0	7,5	9,0	8,3	12,8	16,0	12,8	17,9	25,0	17,9	26,5	35,0	26,5	36,1	50,0	32,8	50,5	62,3
Ścinanie		V_{Rk}																		
HSA, HSA-BW		[kN]	6,5	6,5	6,5	8,3	10,6	10,6	18,9	18,9	18,9	29,5	29,5	29,5	51,0	51,0	51,0	65,6	85,8	85,8
HSA-R2, HSA-R		[kN]	7,2	7,2	7,2	8,3	12,3	12,3	22,6	22,6	22,6	29,3	29,3	29,3	56,5	56,5	56,5	65,6	91,9	91,9

Nośności obliczeniowe

Rozmiar kotwy			M6			M8			M10			M12			M16			M20		
Głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	30	40	60	30	40	70	40	50	80	50	65	100	65	80	120	75	100	115
Rozciąganie		N_{Rd}																		
HSA, HSA-BW		[kN]	4,0	5,0	6,0	5,5	8,5	10,7	8,5	11,9	16,7	11,9	17,6	23,3	17,6	24,1	33,3	21,9	33,7	41,5
HSA-R2, HSA-R		[kN]	4,0	5,0	6,0	5,5	8,5	10,7	8,5	11,9	16,7	11,9	17,6	23,3	17,6	24,1	33,3	21,9	33,7	41,5
Ścinanie		V_{Rd}																		
HSA, HSA-BW		[kN]	5,2	5,2	5,2	5,5	8,5	8,5	15,1	15,1	15,1	23,6	23,6	23,6	40,8	40,8	40,8	43,7	68,6	68,6
HSA-R2, HSA-R		[kN]	5,5	5,8	5,8	5,5	9,8	9,8	18,1	18,1	18,1	23,4	23,4	23,4	45,2	45,2	45,2	43,7	73,5	73,5

Obciążenia dopuszczalne

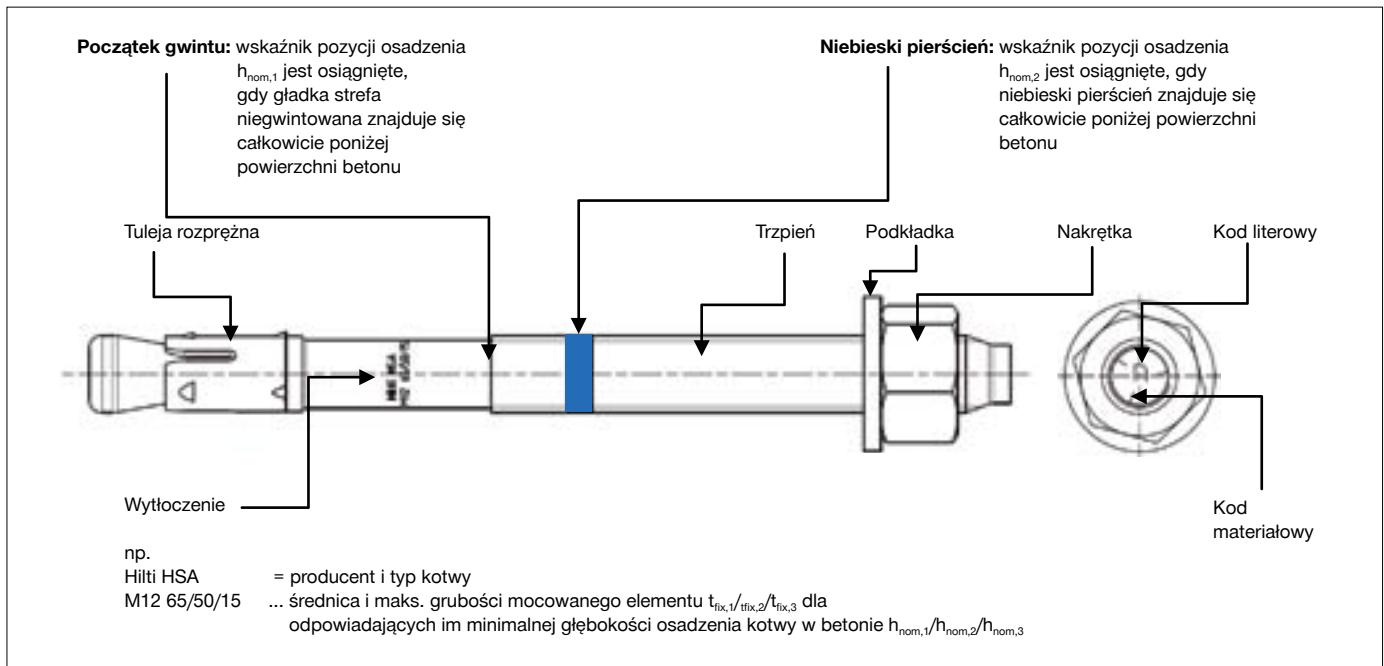
Rozmiar kotwy			M6			M8			M10			M12			M16			M20		
Głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	30	40	60	30	40	70	40	50	80	50	65	100	65	80	120	75	100	115
Rozciąganie		N_{zul}																		
HSA, HSA-BW		[kN]	2,9	3,6	4,3	4,0	6,1	7,6	6,1	8,5	11,9	8,5	12,6	16,7	12,6	17,2	23,8	15,6	24,0	29,7
HSA-R2, HSA-R		[kN]	2,9	3,6	4,3	4,0	6,1	7,6	6,1	8,5	11,9	8,5	12,6	16,7	12,6	17,2	23,8	15,6	24,0	29,7
Ścinanie		V_{zul}																		
HSA, HSA-BW		[kN]	3,7	3,7	3,7	4,0	6,1	6,1	10,8	10,8	10,8	16,9	16,9	16,9	29,1	29,1	29,1	31,2	49,0	49,0
HSA-R2, HSA-R		[kN]	4,0	4,1	4,1	4,0	7,0	7,0	12,9	12,9	12,9	16,7	16,7	16,7	32,3	32,3	32,3	31,2	52,5	52,5

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$.

Właściwości mechaniczne kotew HSA, HSA-R

Rozmiar kotwy			M6	M8	M10	M12	M16	M20	
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f _{uk}	HSA	[N/mm²]	650	580	650	700	650	700
		HSA-BW		650	560	650	580	600	625
Granica plastyczności	f _{yk}	HSA	[N/mm²]	520	464	520	560	520	560
		HSA-BW		520	464	520	464	480	500
Pole przekroju czynnego	A _s	HSA HSA-BW HSA-R2 HSA-R	[mm²]	20,1	36,6	58,0	84,3	157,0	245,0
Wskaźnik wytrzymałości	W	HSA HSA-BW HSA-R2 HSA-R	[mm³]	12,7	31,2	62,3	109,2	277,5	540,9
Charakterystyczny moment zginający	M ⁰ _{Rk,s}	HSA	[Nm]	9,9	21,7	48,6	91,7	216,4	454,4
		HSA-BW	[Nm]	9,9	21,0	48,6	76,0	199,8	405,7

Oznakowanie i identyfikacja kotwy



Kod oznaczeń służący odróżnieniu różnych materiałów

Oznaczenie	HSA/HSA-BW stal galwanicznie cynkowana	HSA-R2 stal nierdzewna A2	HSA-R stal nierdzewna A4
Kod materiałowy			
	Kod literowy bez oznakowania kreskami	Kod literowy z oznakowaniem dwoma kreskami	Kod literowy z oznakowaniem trzema kreskami

Efektywna i nominalna głębokość zakotwienia

Rozmiar kotwy			M6			M8			M10			M12			M16			M20		
Efektywna Głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	30	40	60	30	40	70	40	50	80	50	65	100	65	80	120	75	100	115
Nominalna Głębokość zakotwienia	h_{nom}	[mm]	37	47	67	39	49	79	50	60	90	64	79	114	77	92	132	90	115	130

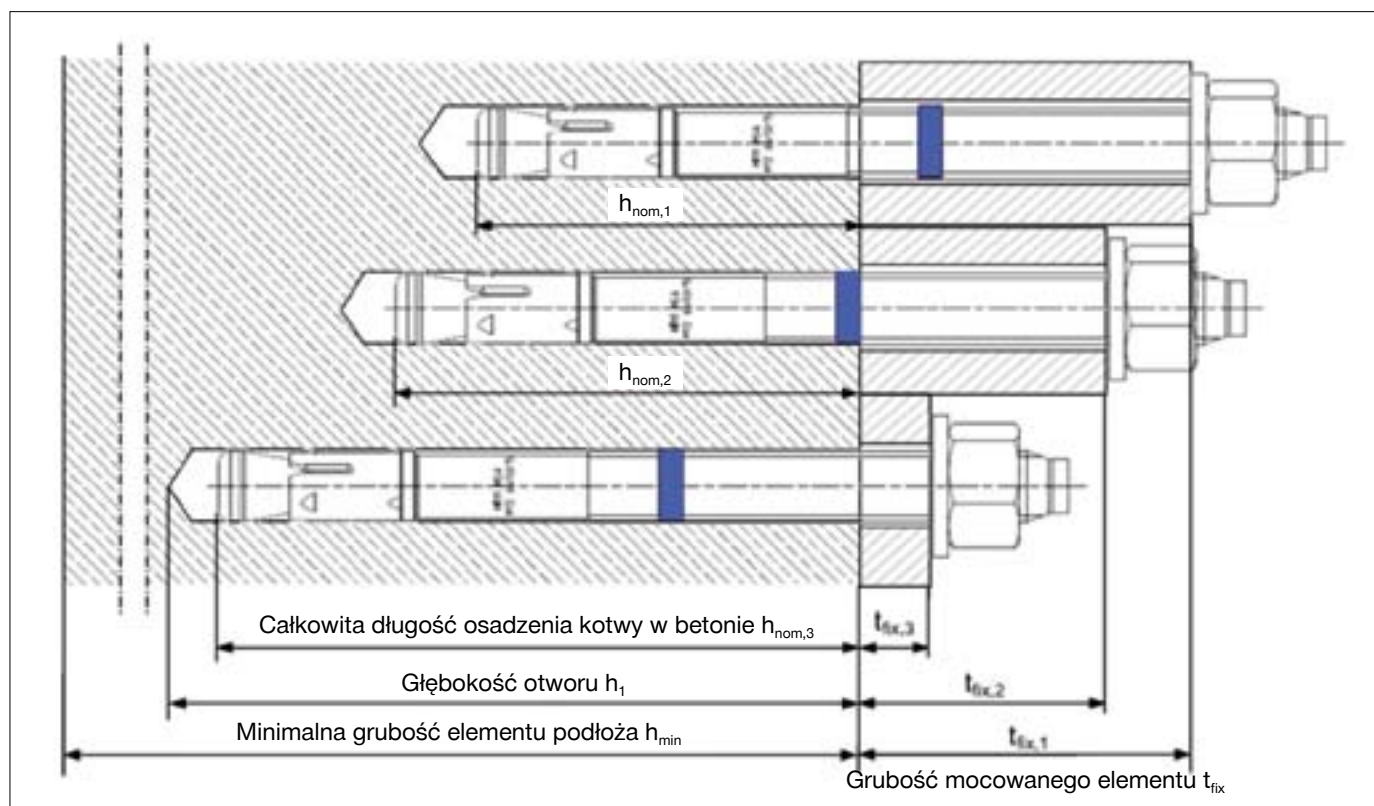
Kod literowy do identyfikacji maksymalnych grubości elementów mocowanych dla kotew o wszelkich długościach standardowych i specjalnych¹⁾

Oznaczenie		HSA, HSA-BW, HSA-R2, HSA-R					
Rozmiar		M6	M8	M10	M12	M16	M20
h_{nom} [mm]		37/47/67	39/49/79	50/60/90	64/79/114	77/92/132	90/115/130
Litera	t_{fix}	$t_{fix,1}/t_{fix,2}/t_{fix,3}$	$t_{fix,1}/t_{fix,2}/t_{fix,3}$	$t_{fix,1}/t_{fix,2}/t_{fix,3}$	$t_{fix,1}/t_{fix,2}/t_{fix,3}$	$t_{fix,1}/t_{fix,2}/t_{fix,3}$	$t_{fix,1}/t_{fix,2}/t_{fix,3}$
z		5/-/-	5/-/-	5/-/-	5/-/-	5/-/-	5/-/-
y		10/-/-	10/-/-	10/-/-	10/-/-	10/-/-	10/-/-
x		15/5/-	15/5/-	15/5/-	15/-/-	15/-/-	15/-/-
w		20/10/-	20/10/-	20/10/-	20/5/-	20/5/-	20/-/-
v		25/15/-	25/15/-	25/15	25/10/-	25/10/-	25/-/-
u		30/20/-	30/20/-	30/20/-	30/15/-	30/15/-	30/5/-
t		35/25/5	35/25/-	35/25/-	35/20/-	35/20/-	35/10/-
s		40/30/10	40/30/-	40/30/-	40/25/-	40/25/-	40/15/-
r		45/35/15	45/35/5	45/35/5	45/30/-	45/30/-	45/20/5
q		50/40/20	50/40/10	50/40/10	50/35/-	50/35/-	50/25/10
p		55/45/25	55/45/15	55/45/15	55/40/5	55/40/-	55/30/15
o		60/50/30	60/50/20	60/50/20	60/45/10	60/45/5	60/35/20
n		65/55/35	65/55/25	65/55/25	65/50/15	65/50/10	65/40/25
m		70/60/40	70/60/30	70/60/30	70/55/20	70/55/15	70/45/30
l		75/65/45	75/65/35	75/65/35	75/60/25	75/60/20	75/50/35
k		80/70/50	80/70/40	80/70/40	80/65/30	80/65/25	80/55/40
j		85/75/55	85/75/45	85/75/45	85/70/35	85/70/30	85/60/45
i		90/80/60	90/80/50	90/80/50	90/75/40	90/75/35	90/65/50
h		95/85/65	95/85/55	95/85/55	95/80/45	95/80/40	95/70/55
g		100/90/70	100/90/60	100/90/60	100/85/50	100/85/45	100/75/60
f		105/95/75	105/95/65	105/95/65	105/90/55	105/90/50	105/80/65
e		110/100/80	110/100/70	110/100/70	110/95/60	110/95/55	110/85/70
d		115/105/85	115/105/75	115/105/75	115/100/65	115/100/60	115/90/75
c		120/110/90	120/110/80	120/110/80	125/110/75	120/105/65	120/95/80
b		125/115/95	125/115/85	125/115/85	135/120/85	125/110/70	125/100/85
a		130/120/100	130/120/90	130/120/90	145/130/95	135/120/80	130/105/90

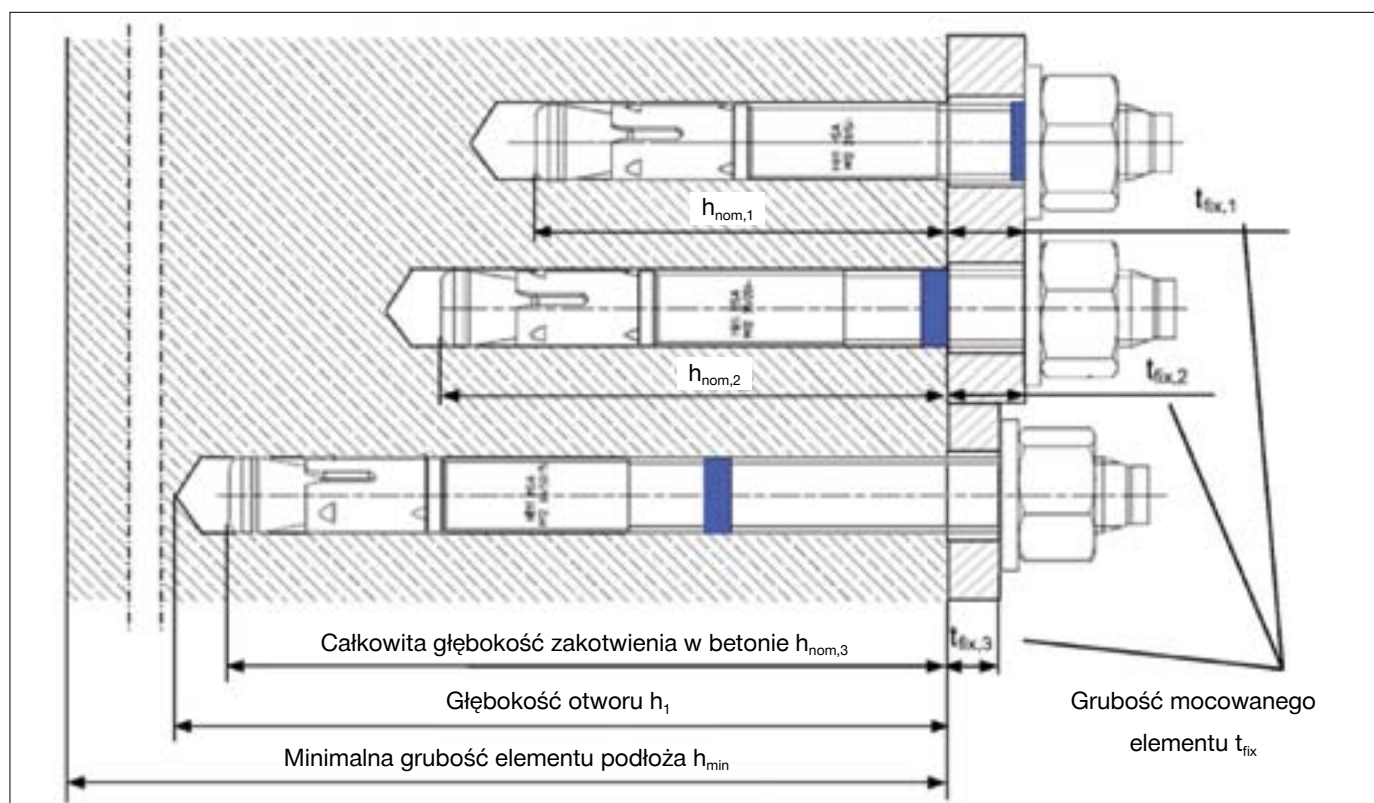
¹⁾ Długości kotew wyróżnione szarym tłem odpowiadają długościom standardowym. Wybierając inne długości, należy sprawdzić ich dostępność.

Szczegóły montażu kotwy HSA:

Jedna długość kotwy dla różnych grubości mocowanych elementów t_{fix} oraz odpowiadających im pozycji osadzania:



Różne długości kotew z różnymi pozycjami osadzania i odpowiadające im grubości mocowanych elementów t_{fix}

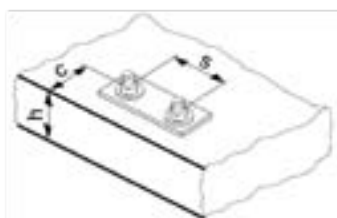


Szczegóły montażowe

Rozmiar kotwy			M6			M8			M10			M12			M16			M20		
Nominalna Głębokość zakotwienia	h_{nom}	[mm]	37	47	67	39	49	79	50	60	90	64	79	114	77	92	132	90	115	130
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	100	100	120	100	100	120	100	120	160	100	140	180	140	160	180	160	220	220
Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	35	35	35	35	35	35	50	50	50	70	70	70	90	90	90	195	175	175
Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]	35	35	35	40	35	35	50	40	40	70	65	55	80	75	70	130	120	120
Nominalna średnica wiertła	d_o	[mm]	6			8			10			12			16			20		
Średnica tnąca wiertła	$d_{out} \leq$	[mm]	6,4			8,45			10,45			12,5			16,5			20,55		
Głębokość otworu	$h_i \geq$	[mm]	42	52	72	44	54	84	55	65	95	72	87	122	85	100	140	98	123	138
Średnica otworu przelotowego w elemencie mocowanym	$d_i \leq$	[mm]	7			9			12			14			18			22		
Standardowy moment dokręcający	T_{inst}	[Nm]	5			15			25			50			80			200		
Rozwartość klucza	SW	[mm]	10			13			17			19			24			30		

Parametry osadzania

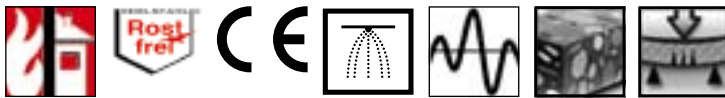
Rozmiar kotwy			M6			M8			M10			M12			M16			M20		
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	30	40	60	30	40	70	40	50	80	50	65	100	65	80	120	75	100	115
Krytyczny rozstaw kotew, rozłupanie	$s_{cr,sp}$	[mm]	100	120	130	130	180	200	190	210	290	200	250	310	230	280	380	260	370	400
Krytyczna odległość od krawędzi, rozłupanie	$c_{cr,sp}$	[mm]	50	60	65	65	90	100	95	105	145	100	125	155	115	140	190	130	185	200
Krytyczny rozstaw kotew, wyłamanie stożka betonu	$s_{cr,N}$	[mm]	90	120	180	90	120	210	120	150	240	150	195	300	195	240	360	225	300	345
Krytyczna odległość od krawędzi, wyłamanie stożka betonu	$c_{cr,N}$	[mm]	45	60	90	45	60	105	60	75	120	75	97,5	150	97,5	120	180	112,5	150	172,5



- W przypadku rozstawów kotew (względem odległości od krawędzi podłoża) mniejszych niż rozstaw krytyczny (względna krytyczna odległość od krawędzi) obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.

5.4.8 HUS-HR/HUS-CR Kotwy wkręcane

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HUS-HR 6/8/10/14 (stal nierdzewna, A4) Łeb sześciokątny ze zintegrowaną podkładką  HUS-CR 10 (stal nierdzewna, A4) Łeb wpuszczany	- Dopuszczone do stosowania w betonie zarysowanym i niezarysowanym - Szybki i łatwy przebieg osadzania - Dopuszczone do stosowania pod wpływem obciążeń sejsmicznych jako kotwy kategorii C1 według EOTA TR045 - Największe obciążenia przy niewielkich odległościach od krawędzi i rozstawach kotew - Wysoka elastyczność w doborze rozwiązań zamocowania dzięki dwóm dopuszczonym głębokościom zakotwienia



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Ocena Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin	ETA-08/0307
Raport z badań odporności ogniowej	DIBt, Berlin	ETA-08/0307
Raport z badań odporności ogniowej ZTV-Tunnel (EBA, dla tuneli)	MFPA, Leipzig	PB III/08-354

^{a)} Wszelkie dane przedstawione w tym rozdziale dla kotew HUS-HR i HUS-CR ze standardową i zmniejszoną głębokością osadzenia są zgodne z ETA-08/0307.

Podstawowe dane dotyczące nośności

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Specyfikacja betonu według tabeli,
- Stal łącznika ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione),
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Beton klasy C 20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$.

Średnie obciążenia niszczące

		Beton niezarysowany				Beton zarysowany			
Rozmiar kotwy		6	8	10	14	6	8	10	14
	HUS	HR	HR	HR,CR	HR	HR	HR	HR,CR	HR
Mocno zredukowana głębokość osadzenia (dane techniczne Hilti)									
	h_{nom} [mm]	30	50	60	-	30	50	60	-
Rozciąganie	$N_{Ru,m}$ [kN]	- ^{a)}	12,0	16,0	-	- ^{a)}	6,7	10,0	-
Ścinanie	$V_{Ru,m}$ [kN]	- ^{a)}	31,5	41,9	-	- ^{a)}	22,5	30,0	-
Zredukowana głębokość osadzenia (ETA-08/0307)									
	h_{nom} [mm]	-	60	70	70	-	60	70	70
Rozciąganie	$N_{Ru,m}$ [kN]	-	16,0	21,3	25,2	-	8,0	12,0	16,0
Ścinanie	$V_{Ru,m}$ [kN]	-	34,7	44,0	50,4	-	30,9	38,1	36,0
Standardowa głębokość osadzenia (ETA-08/0307)									
	h_{nom} [mm]	55	80	90	110	55	80	90	110
Rozciąganie	$N_{Ru,m}$ [kN]	12,0	21,3	33,3	53,6	6,7	16,0	21,3	33,3
Ścinanie	$V_{Ru,m}$ [kN]	22,7	34,7	44,0	102,7	21,7	34,7	44,0	76,6

^{a)} W przypadku zamocowań wielopunktowych patrz w rozdziale HUS 6 – tabela nośności dla wszystkich kierunków działania obciążeń przy zamocowaniach wielopunktowych.

Nośności charakterystyczne

			Beton niezarysowany				Beton zarysowany			
Rozmiar kotwy			6	8	10	14	6	8	10	14
	HUS		HR	HR	HR,CR	HR	HR	HR	HR,CR	HR
Mocno zredukowana głębokość osadzenia (dane techniczne Hilti)										
	h_{nom}	[mm]	30	50	60	-	30	50	60	-
Rozciąganie	N_{Rk}	[kN]	- ^{a)}	9,0	12,0	-	- ^{a)}	5,0	7,5	-
Ścinanie	V_{Rk}	[kN]	- ^{a)}	23,6	31,4	-	- ^{a)}	16,9	22,5	-
Zredukowana głębokość osadzenia (ETA-08/0307)										
	h_{nom}	[mm]	-	60	70	70	-	60	70	70
Rozciąganie	N_{Rk}	[kN]	-	12,0	16,0	18,9	-	6,0	9,0	12,0
Ścinanie	V_{Rk}	[kN]	-	26,0	33,0	37,8	-	23,2	28,6	27,0
Standardowa głębokość osadzenia (ETA-08/0307)										
	h_{nom}	[mm]	55	80	90	110	55	80	90	110
Rozciąganie	N_{Rk}	[kN]	9,0	16,0	25,0	40,2	5,0	12,0	16,0	25,0
Ścinanie	V_{Rk}	[kN]	17,0	26,0	33,0	77,0	16,3	26,0	33,0	57,4

^{a)} W przypadku zamocowań wielopunktowych patrz w rozdziale HUS 6 – tabela nośności dla wszystkich kierunków działania obciążeń przy zamocowaniach wielopunktowych.

Nośności obliczeniowe

			Beton niezarysowany				Beton zarysowany			
Rozmiar kotwy			6	8	10	14	6	8	10	14
	HUS		HR	HR	HR,CR	HR	HR	HR	HR,CR	HR
Mocno zredukowana głębokość osadzenia (dane techniczne Hilti)										
	h_{nom}	[mm]	30	50	60	-	30	50	60	-
Rozciąganie	N_{Rd}	[kN]	- ^{a)}	5,0	6,7	-	- ^{a)}	2,8	4,2	-
Ścinanie	V_{Rd}	[kN]	- ^{a)}	15,7	21,0	-	- ^{a)}	11,2	15,0	-
Zredukowana głębokość osadzenia (ETA-08/0307)										
	h_{nom}	[mm]	-	60	70	70	-	60	70	70
Rozciąganie	N_{Rd}	[kN]	-	6,7	8,9	10,5	-	3,3	5,0	6,7
Ścinanie	V_{Rd}	[kN]	-	17,3	22,0	25,2	-	15,5	19,0	18,0
Standardowa głębokość osadzenia (ETA-08/0307)										
	h_{nom}	[mm]	55	80	90	110	55	80	90	110
Rozciąganie	N_{Rd}	[kN]	4,3	8,9	13,9	22,3	2,4	6,7	8,9	13,9
Ścinanie	V_{Rd}	[kN]	11,3	17,3	22,0	51,3	10,9	17,3	22,0	38,3

^{a)} W przypadku zamocowań wielopunktowych patrz w rozdziale HUS 6 – tabela nośności dla wszystkich kierunków działania obciążeń przy zamocowaniach wielopunktowych.

Obciążenia dopuszczalne

			Beton niezarysowany				Beton zarysowany			
Rozmiar kotwy			6	8	10	14	6	8	10	14
	HUS		HR	HR	HR,CR	HR	HR	HR	HR,CR	HR
Mocno zredukowana głębokość osadzenia (dane techniczne Hilti)										
	h_{nom}	[mm]	30	50	60	-	30	50	60	-
Rozciąganie	$N_{rec}^{a)}$	[kN]	- ^{b)}	3,6	4,8	-	- ^{b)}	2,0	3,0	-
Ścinanie	$V_{rec}^{a)}$	[kN]	- ^{b)}	11,2	15,0	-	- ^{b)}	8,0	10,7	-
Zredukowana głębokość osadzenia (ETA-08/0307)										
	h_{nom}	[mm]	-	60	70	70	-	60	70	70
Rozciąganie	$N_{rec}^{a)}$	[kN]	-	4,8	6,3	7,5	-	2,4	3,6	4,8
Ścinanie	$V_{rec}^{a)}$	[kN]	-	12,4	15,7	18,0	-	11,0	13,6	12,9
Standardowa głębokość osadzenia (ETA-08/0307)										
	h_{nom}	[mm]	55	80	90	110	55	80	90	110
Rozciąganie	$N_{rec}^{a)}$	[kN]	3,1	6,3	9,9	16,0	1,7	4,8	6,3	9,9
Ścinanie	$V_{rec}^{a)}$	[kN]	8,1	12,4	15,7	36,7	7,8	12,4	15,7	27,3

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$.

^{b)} W przypadku zamocowań wielopunktowych patrz w rozdziale HUS 6 – tabela nośności dla wszystkich kierunków działania obciążeń przy zamocowaniach wielopunktowych.

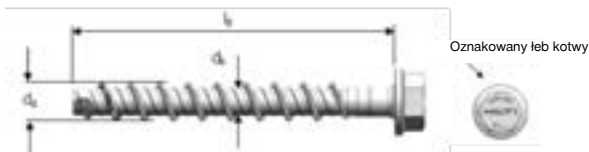
Właściwości mechaniczne kotew

Rozmiar kotwy			6	8	10	14
			HUS-HR	HUS-HR	HUS-HR,CR	HUS-HR
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f_{uk}	[N/mm ²]	1050	870	950	690
Granica plastyczności	f_{yk}	[N/mm ²]	900	745	815	590
Pole przekroju czynnego	A_s	[mm ²]	22,9	39,0	55,4	143,1
Wskaźnik wytrzymałości	W	[mm ³]	15	34	58	255
Charakterystyczny moment zginający	$M_{Rd,s}$	[Nm]	19	36	66	193

Materiał	
HUS-HR, HUS-CR	stal nierdzewna, A4

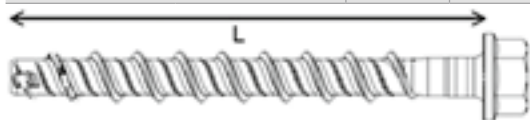
Wymiary kotew

Rozmiar kotwy	d_s [mm]	d_k [mm]	A_s [mm ²]
HUS-HR 6	7,6	5,4	22,9
HUS-HR 8	10,1	7,05	39,0
HUS-HR 10	12,3	8,40	55,4
HUS-CR 10	12,3	8,40	55,4
HUS-HR 14	16,6	12,6	143,1



Długości kotew i grubości mocowanego elementu dla HUS-HR (z łbem sześciokątnym)

Rozmiar kotwy HUS-HR	6		8			10			14	
	h_{nom} 30	h_{nom} 55	h_{nom} 50	h_{nom} 60	h_{nom} 80	h_{nom} 60	h_{nom} 70	h_{nom} 90	h_{nom} 70	h_{nom} 110
	Grubość mocowanego elementu [mm]									
Długość kotwy L [mm]	t_{fix1}	t_{fix2}	t_{fix1}	t_{fix2}	t_{fix3}	t_{fix1}	t_{fix2}	t_{fix3}	t_{fix1}	t_{fix2}
35	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	30	5	-	-	-	-	-	-	-	-
65	-	-	15	5	-	5	-	-	-	-
70	40	15	-	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	25	15	-	15	5	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
85	-	-	35	25	5	25	15	-	-	-
95	-	-	45	35	15	35	25	5	-	-
105	-	-	55	45	25	45	35	15	-	-
115	-	-	-	-	-	55	45	25	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	50	10
130	-	-	-	-	-	70	60	40	-	-
135	-	-	-	-	-	-	-	-	65	25



Długości kotew i grubości mocowanego elementu dla HUS-CR (z łbem wpuszczanym)

Rozmiar kotwy	HUS-CR	10		
Długość kotwy [mm]	Długość osadzenia kotwy w betonie [mm]	h_{nom} 60	h_{nom} 70	h_{nom} 90
		Grubość mocowanego elementu [mm]		
		t_{fix1}	t_{fix2}	t_{fix3}
75		15	-	-
85		25	15	-
105		45	35	15



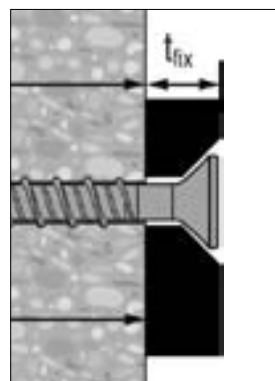
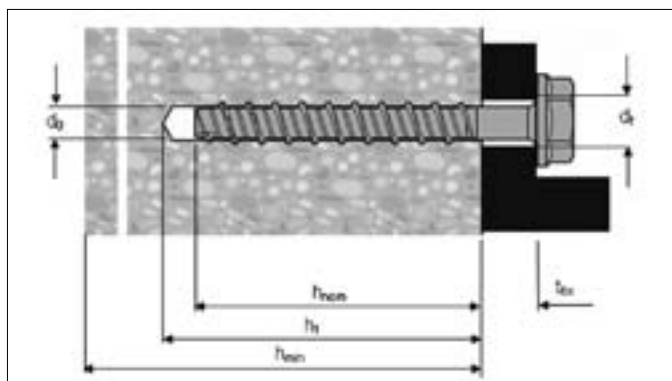
Szczegóły montażowe

Rozmiar kotwy				6		8			10			14	
HUS				HR		HR			HR, CR ^{a)}			HR	
Głębokość zakotwienia	h _{nom}	[mm]		30	55	50	60	80	60	70	90	70	110
Nominalna średnica wiertła	d _o	[mm]		6		8			10			14	
Średnica tnąca wiertła	d _{cut} ≤	[mm]		6,4		8,45			10,45			14,5	
Głębokość otworu	h ₁ ≥	[mm]		40	65	60	70	90	70	80	100	80	120
Średnica łba wpuszczanego	d _h	[mm]		-		-			21			-	
Średnica otworu przelotowego	d _t ≤	[mm]		9		12			14			18	
Rozwartość klucza	SW	[mm]		13		13			15			21	
Rozmiar bitu typu Torx	TX	[-]		-		-			50			-	
Wkrętarka udarowa						Hilti SIW 14-A, 22-A			Hilti SIW 22 T-A				
Maksymalny moment dokręcający dla montażu za pomocą klucza dynamometrycznego	Beton	T _{inst}	[Nm]	20	- ^{a)}	35	- ^{a)}	- ^{a)}	45 ^{c)}			65	
	Cegła pełna ceramiczna Mz 12	T _{inst}	[Nm]	- ^{b)}	10	- ^{b)}	16	16	-	20	20	- ^{b)}	- ^{b)}
	Cegła pełna silikatowa KS 12	T _{inst}	[Nm]	- ^{b)}	10	- ^{b)}	16	16	-	20	20	- ^{b)}	- ^{b)}
	Beton komórkowy	T _{inst}	[Nm]	- ^{b)}	4	- ^{b)}	8	8	-	10	10	- ^{b)}	- ^{b)}

^{a)} Hilti zaleca osadzanie maszynowe tylko w podłożu betonowym.

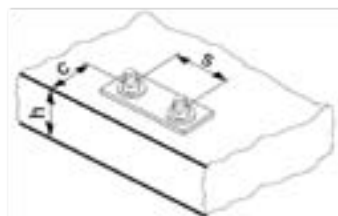
^{b)} W tym przypadku Hilti nie zaleca tego sposobu osadzania.

^{c)} Moment dokręcający dotyczy tylko kotew HUS-HR.



Grubość elementu podłoża, odległości od krawędzi i rozstawy kotew w betonie C20/25 do C50/60

Rozmiar kotwy			6		8			10			14	
			HUS-HR		HUS-HR			HUS-HR, CR			HUS-HR	
Głębokość osadzenia	h_{nom}	[mm]	30	55	50	60	80	60	70	90	70	110
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	23	45	38	47	64	46	54	71	52	86
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	100	100	100	100	120	120	120	140	140	160
Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	35	35	45	45	50	50	50	50	50	60
Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]	35	35	45	45	50	50	50	50	50	60
Krytyczny rozstaw kotew ze względu na wyłamanie stożka betonu i rozłupanie	$s_{cr,N} = s_{cr,sp}$	[mm]	69	135	114	141	192	166	194	256	187	310
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu i rozłupanie	$c_{cr,N} = c_{cr,sp}$	[mm]	35	68	57	71	96	83	97	128	94	155



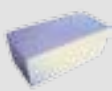
- W przypadku odległości od krawędzi lub rozstawów kotew mniejszych niż krytyczna obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.
- Krytyczny rozstaw kotew i krytyczna odległość od krawędzi podłoża ze względu na rozłupanie są miarodajne wyłącznie dla betonu niezarysowanego.
- W przypadku betonu zarysowanego miarodajne są wyłącznie krytyczny rozstaw kotew i odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu

Podstawowe dane dotyczące nośności dla kotew pojedynczych w murze z elementów pełnych

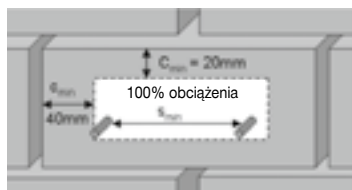
Wszelkie dane w tym rozdziale obowiązują dla następujących warunków:

- Wartości nośności dla otworów wierconych za pomocą wiertarek udarowych serii TE w trybie udarowym,
- Prawidłowy montaż kotew zgodnie z instrukcją montażu,
- Udział otworów (otwory chwytowe i kieszenie na zaprawę) cegieł w elementach murowych pełnych nie może przekroczyć 15% powierzchni wspornej elementu murowego,
- Odległość pomiędzy otworami musi wynosić minimum 70 mm,
- Odległości od krawędzi, rozstawy kotew i inne czynniki oddziałujące – patrz poniżej.

Obciążenia dopuszczalne

					Hilti		
Podłoże			Rozmiar kotwy		6 HUS-HR	8 HUS-HR	10 HUS-HR, CR
Niemcy, Austria, Szwajcaria			h_{nom}	[mm]	55	60	70
Cegła pełna Mz12/2,0		DIN 105/ EN 771-1 $f_b^{a)} \geq 12 \text{ N/mm}^2$	Rozciąganie N_{rec}	[kN]	0,9	1,0	1,1
			Ścinanie V_{rec}	[kN]	1,4	2,0	2,3
Cegła pełna wapienno-piaskowa KS 12/2,0		DIN 106/ EN 771-2 $f_b^{a)} \geq 12 \text{ N/mm}^2$	Rozciąganie N_{rec}	[kN]	0,6	0,6	1,0
			Ścinanie V_{rec}	[kN]	0,9	1,1	1,7
Beton komórkowy PPW 6-0,4		DIN 4165/ EN 771-4 $f_b^{a)} \geq 6 \text{ N/mm}^2$	Rozciąganie N_{rec}	[kN]	0,2	0,2	0,4
			Ścinanie V_{rec}	[kN]	0,4	0,4	0,9

^{a)} f_b = klasa wytrzymałości elementu murowego

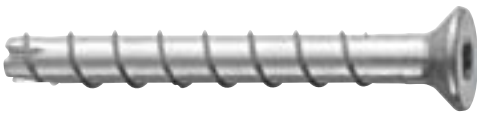
Dopuszczalne rozmieszczenie kotew w murach wykonanych z cegieł i bloczków**Wpływ odległości od krawędzi i rozstawu kotew**

- Podane dane techniczne dla HUS-HR/HUS-CR to obciążenia referencyjne określone dla elementów murowych klasy MZ 12 i KS 12. Ze względu na dużą różnorodność elementów murowych pełnych zaleca się bezwarunkowo przeprowadzenie testów połowych kotew w miejscu wbudowania celem weryfikacji powyższych danych technicznych dotyczących nośności.
- Kotwa została osadzona pośrodku pełnego elementu murowego z uwzględnieniem minimalnych odległości od krawędzi i rozstawów kotew, jak przedstawiono to na rysunku, a następnie sprawdzona.
- Kotwa HUS nie została sprawdzona w osadzeniu w spoinie zaprawowej pomiędzy elementami pełnymi czy w elementach drążonych, jednakże w tym przypadku należy liczyć się z obniżeniem wartości obciążeń dopuszczalnych.
- Jeżeli nie jest możliwe określenie położenia kotwy w elemencie murowym czy też względem spoin, zaleca się przeprowadzenie testów nośności dla wszystkich zamocowań.
- Odległość od swobodnej krawędzi muru z elementów pełnych (ceramicznych Mz i silikatowych KS) powinna wynosić $c_{min,free} \geq 200 \text{ mm}$.
- Odległość od swobodnej krawędzi muru z bloczków (z autoklawizowanego betonu komórkowego) powinna wynosić $c_{min,free} \geq 170 \text{ mm}$.
- Minimalna odległość od poziomej i pionowej spoiny wypełnionej zaprawą c_{min} jest pokazana na powyższym rysunku.
- Minimalny rozstaw kotew w obrębie jednej cegły lub bloczka wynosi $s_{min} = 80 \text{ mm}$.

Ograniczenia:

- Obciążenie przyłożone do pojedynczego elementu murowego nie może przekroczyć 1,0 kN w przypadku muru bez docisku, względnie 1,4 kN w przypadku muru z dodatkowym obciążeniem dociskającym;
- Wszelkie dane obowiązują dla wielopunktowych zamocowań elementów niekonstrukcyjnych;
- Tynki, okładziny lub warstwy wyrównawcze uważa się za podłoża nienośne, których nie można uwzględniać przy wyznaczaniu głębokości zakotwienia.

5.4.9 HUS3-H/-C/-HF Kotwy wkręcane

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HUS3-H 8/10/14 (stal cynkowana galwanicznie) Łeb sześciokątny ze zintegrowaną podkładką  HUS3-C 8/10 (stal cynkowana galwanicznie) Łeb wpuszczany  HUS3-HF 10/14 (stal cynkowana galwanicznie) Łeb sześciokątny ze zintegrowaną podkładką Powłoka wielowarstwowa $\geq 14 \mu\text{m}$	• Dopuszczone do stosowania w betonie zarysowanym i niezarysowanym • Szybki i łatwy przebieg osadzania • Dopuszczone do stosowania pod wpływem obciążeń sejsmicznych jako kotwy kategorii C1 według EOTA TR045 • Największe obciążenia przy niewielkich odległościach od krawędzi i rozstawach kotew • Wysoka elastyczność w doborze rozwiązań zamocowania dzięki trzem dopuszczonym głębokościom osadzania • Dodatkowa możliwość regulacji kotwy wkręcanej określona jest w aprobacie technicznej • Aprobata DIBt do ponownego stosowania w tymczasowych zamocowaniach, także w betonie „zielonym” • Trzy głębokości zakotwienia zapewniające maksymalną elastyczność projektowania rozwiązań • HUS-HF z powłoką typu Duplex w celu dodatkowej ochrony przeciwko korozji



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Ocena Techniczna ^{a)}	DIBt Berlin	ETA-13/1038
Możliwość regulacji wysokości zamocowania	DIBt Berlin	Z-21.1-2021
Możliwość ponownego stosowania – tymczasowe zamocowanie, beton świeży	DIBt Berlin	Z-21.8-2018

^{a)} Wszystkie dane podane w niniejszym rozdziale są zgodne z ETA-13/1038.

Podstawowe dane dotyczące nośności

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Specyfikacja betonu według tabeli,
- Stal łącznika ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione),
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Beton klasy C 20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$.
- Uzupełniająca regulacja kotwy zgodnie z Z-21.1-2021 tylko dla rozmiarów 8 i 10 oraz h_{nom2} .

Średnie obciążenia niszczące

Rozmiar kotwy			8			10			14		
			H, C			H, C, HF			H, HF		
Głębokość osadzenia	h_{nom}	[mm]	50	60	70	55	75	85	65	85	115
Beton niezarysowany											
Rozciąganie	$N_{Ru,m}$	[kN]	11,9	15,9	21,2	15,9	26,6	36,8	23,2	36,2	59,0
Ścinanie	$V_{Ru,m}$	[kN]	17,0	17,9	17,9	18,0	29,4	29,4	46,4	47,3	47,3
Beton zarysowany											
Rozciąganie	$N_{Ru,m}$	[kN]	8,0	11,9	15,9	12,8	21,4	26,3	16,5	25,8	42,0
Ścinanie	$V_{Ru,m}$	[kN]	12,1	17,9	17,9	12,8	29,4	29,4	33,1	47,3	47,3

Oprogramowanie do wymiarowania zamocowań, dokumentacja techniczna, biblioteka CAD-BIM dostępne na: www.hilti.pl.

Nośności charakterystyczne

Rozmiar kotwy			8			10			14		
	HUS3		H, C			H, C, HF			H, HF		
Głębokość osadzenia	h_{nom}	[mm]	50	60	70	55	75	85	65	85	115
Beton niezarysowany											
Rozciąganie	N_{Rk}	[kN]	9,0	12,0	16,0	12,0	20,0	27,8	17,5	27,3	44,4
Ścinanie	V_{Rk}	[kN]	12,8	17,0	17,0	13,5	28,0	28,0	35,0	45,0	45,0
Beton zarysowany											
Rozciąganie	N_{Rk}	[kN]	6,0	9,0	12,0	9,7	16,1	19,8	12,5	19,4	31,7
Ścinanie	V_{Rk}	[kN]	9,1	17,0	17,0	9,7	28,0	28,0	24,9	38,9	45,0

Nośności obliczeniowe

Rozmiar kotwy			8			10			14		
	HUS3		H, C			H, C, HF			H, HF		
Głębokość osadzenia	h_{nom}	[mm]	50	60	70	55	75	85	65	85	115
Beton niezarysowany											
Rozciąganie	N_{Rd}	[kN]	6,0	8,0	10,7	8,0	13,3	18,5	11,7	18,2	29,6
Ścinanie	V_{Rd}	[kN]	8,5	11,3	11,3	9,0	18,7	18,7	23,3	30,0	30,0
Beton zarysowany											
Rozciąganie	N_{Rd}	[kN]	4,0	6,0	8,0	6,4	10,8	13,2	8,3	13,0	21,1
Ścinanie	V_{Rd}	[kN]	6,1	11,3	11,3	6,4	18,7	18,7	16,6	25,9	30,0

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

Rozmiar kotwy			8			10			14		
	HUS3		H, C			H, C, HF			H, HF		
Głębokość osadzenia	h_{nom}	[mm]	50	60	70	55	75	85	65	85	115
Beton niezarysowany											
Rozciąganie	N_{zul}	[kN]	4,3	5,7	7,6	5,7	9,5	13,2	8,3	13,0	21,2
Ścinanie	V_{zul}	[kN]	6,1	8,1	8,1	6,5	13,3	13,3	16,6	21,4	21,4
Beton zarysowany											
Rozciąganie	N_{zul}	[kN]	2,9	4,3	5,7	4,6	7,7	9,4	5,9	9,3	15,1
Ścinanie	V_{zul}	[kN]	4,3	8,1	8,1	4,6	13,3	13,3	11,9	18,5	21,4

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$.**Właściwości mechaniczne**

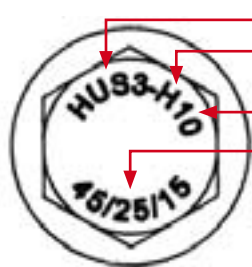
Rozmiar kotwy			8			10			14		
Głębokość osadzenia	HUS3		H, C			H, C, HF			H, HF		
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f_{uk}	[N/mm ²]	810			805			730		
Granica plastyczności	f_{yk}	[N/mm ²]	695			690			630		
Pole przekroju czynnego	A_s	[mm ²]	48,4			77,0			131,7		
Wskaźnik wytrzymałości	W	[mm ³]	47			95			213		
Charakterystyczny moment zginający	$M^0_{Rk,s}$	[Nm]	46			92			187		

Właściwości materiałowe

	Material	Beschichtung
HUS3-H/HUS3-C	Stal cynkowana galwanicznie	Cynkowana galwanicznie ($\geq 5 \mu\text{m}$)
HUS3-HF	Stal cynkowana galwanicznie	Powłoka wielowarstwowa ($\geq 14 \mu\text{m}$)

Wymiary kotew

Rozmiar kotwy			8	10	14
HUS3			H, C	H, C, HF	H, HF
Średnica zewnętrzna gwintu	d_i	[mm]	10,30	12,40	16,85
Średnica rdzenia	d_k	[mm]	7,85	9,90	12,95
Średnica trzonu	d_s	[mm]	8,45	10,55	13,80
Pole przekroju czynnego	A_s	[mm ²]	48,4	77,0	131,7

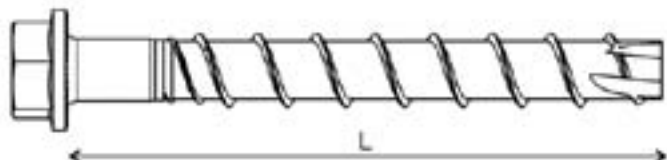


- HUS3..... = uniwersalna kotwa wkręcana Hilti trzeciej generacji
- H..... = łeb sześciokątny
- 10..... = średnica wiertła
- 45/25/15..... = maksymalna grubość mocowanego elementu $t_{fix1}/t_{fix2}/t_{fix3}$ w zależności od głębokości zakotwienia $h_{nom1}/h_{nom2}/h_{nom3}$

Długości kotew i grubości mocowanego elementu dla HUS3-H, HUS3-HF¹⁾ (łeb sześciokątny)

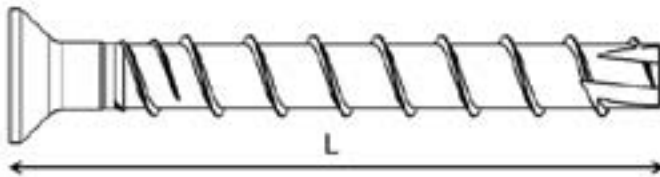
Rozmiar kotwy	HUS3-H	8			10			14		
		h_{nom1}	h_{nom2}	h_{nom3}	h_{nom1}	h_{nom2}	h_{nom3}	h_{nom1}	h_{nom2}	h_{nom3}
		50	60	70	55	75	85	65	85	115
		Grubość mocowanego elementu [mm]								
Długość kotwy L [mm]		t_{fix1}	t_{fix2}	t_{fix3}	t_{fix1}	t_{fix2}	t_{fix3}	t_{fix1}	t_{fix2}	t_{fix3}
55		5	-	-	-	-	-	-	-	-
60		-	-	-	5	-	-	-	-	-
65		15	5	-	-	-	-	-	-	-
70		-	-	-	15	-	-	-	-	-
75		25	15	5	-	-	-	10	-	-
80		-	-	-	25	5	-	-	-	-
85		35	25	15	-	-	-	-	-	-
90		-	-	-	35	15	5	-	-	-
100		50	40	30	45	25	15	35	15	-
110		-	-	-	55	35	25	-	-	-
120		70	60	50	-	-	-	-	-	-
130		-	-	-	75	55	45	65	45	15
150		100	90	80	95	75	65	85	65	35

¹⁾ HUS3-HF dostępne tylko o średnicach 10 i 14. Średnica 10 przeznaczona do wszystkich głębokości osadzenia, średnica 14 tylko do h_{nom1} i h_{nom2} .

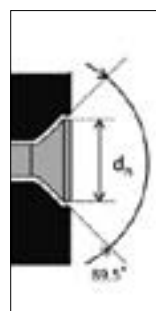
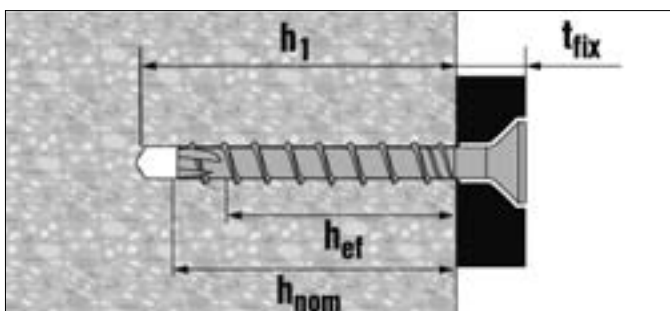
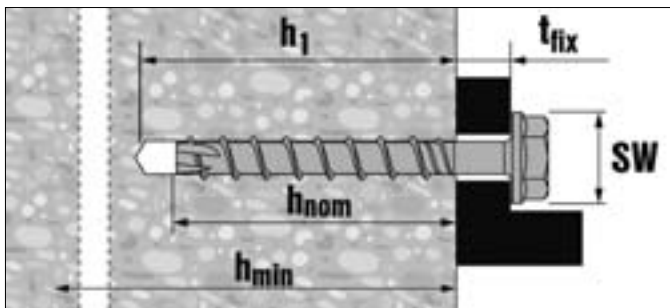


Długość kotwy i grubości mocowanego elementu HUS3-C (łeb wpuszczany)

Rozmiar kotwy HUS3-C Głębokość osadzenia kotwy w betonie [mm]	8			10		
	h_{nom1} 50	h_{nom2} 60	h_{nom3} 70	h_{nom1} 55	h_{nom2} 75	h_{nom3} 85
	Grubość mocowanego elementu [mm]					
Długość kotwy L [mm]	t_{fix1}	t_{fix2}	t_{fix3}	t_{fix1}	t_{fix2}	t_{fix3}
65	15	5	-	-	-	-
70	-	-	-	15	-	-
75	25	15	-	-	-	-
85	35	25	15	-	-	-
90	-	-	-	35	15	-
100	-	-	-	45	25	15

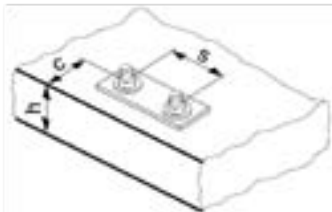
**Szczegóły montażu**

Rozmiar kotwy			8			10			14		
		HUS3	H, C			H, C, HF			H, HF		
Głębokość osadzenia	h_{nom}	[mm]	50	60	70	55	75	85	65	85	115
Nominalna średnica wiertła	d_o	[mm]	8			10			14		
Średnica tnąca wiertła	$d_{cut} \leq$	[mm]	8,45			10,45			14,50		
Głębokość otworu	$h_1 \geq$	[mm]	60	70	80	65	85	95	75	95	125
Średnica otworu przelotowego	$d_r \leq$	[mm]	12			14			18		
Średnica łba wpuszczanego	d_h	[mm]	18			21			-		
Rozwartość klucza	SW	[mm]	13			15			21		
Rozmiar bitu typu Torx	TX	[-]	45			50			-		
Wkrętarka udarowa			Hilti SIW 22 T-A								



Grubość materiału podłoża, rozstawy kotew i odległości od krawędzi podłoża dla betonu C20/25 do C50/60

Rozmiar kotwy			8			10			14		
		HUS3	H, C			H, C, HF			H, HF		
Głębokość osadzenia	h_{nom}	[mm]	50	60	70	55	75	85	65	85	115
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	40	46,4	54,9	41,6	58,6	67,1	49,3	66,3	91,8
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	100	100	120	100	130	140	120	160	200
Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	40	50	50	50	50	60	60	75	75
Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]	50	50	50	50	50	60	60	75	75
Rozstaw krytyczny dla zniszczenia przez rozłupanie betonu	$s_{cr,sp}$	[mm]	120	140	170	130	180	220	170	200	280
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie betonu	$c_{cr,sp}$	[mm]	60	70	85	65	90	110	85	100	140
Rozstaw krytyczny dla wyłamania stożka betonu	$s_{cr,N}$	[mm]	120	140	170	130	180	202	150	200	280
Krytyczna odległość od krawędzi stożka betonu	$c_{cr,N}$	[mm]	60	70	85	65	90	101	75	100	140



- W przypadku rozstawów kotew (względem odległości od krawędzi podłoża) mniejszych niż rozstaw krytyczny (względna krytyczna odległość od krawędzi) obciążenia obliczeniowe muszą być zredukowane.

Podstawowe dane dotyczące nośności dla zamocowań tymczasowych w betonie o czasie wiązania < 28 dni, $f_{ck,cube} \geq 10 \text{ N/mm}^2$

Wszelkie dane w tym rozdziale obowiązują dla następujących warunków:

- Klasa wytrzymałości betonu, $f_{ck,cube} \geq 10 \text{ N/mm}^2$.
- Zamocowania tymczasowe,
- Kotwa może być stosowana wielokrotnie – przed każdym montażem należy kotwę wkręcaną sprawdzić, zgodnie z instrukcją montażu Hilti, za pomocą odpowiedniej tulei kontrolnej,
- Prawidłowy montaż (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu kotew.
- Dane dotyczące nośności odnoszą się do wszystkich kierunków działania obciążeń, dla betonu zarysowanego i niezarysowanego,
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Wartości obowiązują tylko dla kotew HUS3-H.

Podane w niniejszym rozdziale dane odnoszą się do dopuszczenia budowlanego Z-21.8-2018 i kotew o rozmiarach 10 i 14.

Nośności obliczeniowe

			Dane techniczne Hilti			Z-21.8-2018					
Rozmiar kotwy	HUS3-H		8			10			14		
Głębokość osadzenia	h_{nom}	[mm]	50	60	70	55	75	85	65	85	115
Beton zarysowany i niezarysowany											
Rozciąganie N_{Rd} = Ścinanie V_{Rd}											
$f_{ck,cube} \geq 10 \text{ N/mm}^2$		[kN]	2,5	3,2	4,7	3,3	5,3	6,3	4,4	7,0	12,3
$f_{ck,cube} \geq 15 \text{ N/mm}^2$		[kN]	3,1	4,0	5,7	4,0	6,4	7,8	5,4	8,5	15,0
$f_{ck,cube} \geq 20 \text{ N/mm}^2$		[kN]	3,6	4,6	6,6	4,7	7,4	9,0	6,2	9,9	17,3

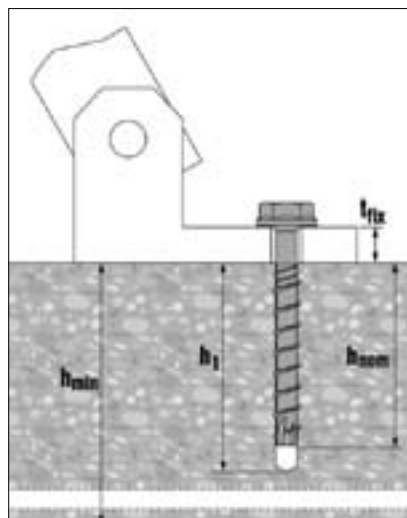
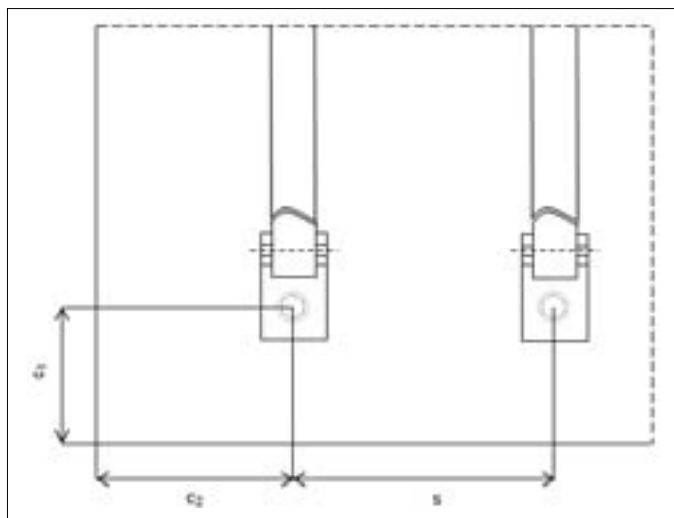
Obciążenia dopuszczalne^{a)}

		Dane techniczne Hilti			Z-21.8-2018						
Rozmiar kotwy	HUS3-H	8			10			14			
Głębokość osadzenia	h_{nom}	[mm]	50	60	70	55	75	85	65	85	115
Rozciąganie N_{zul} = Ścinanie V_{zul}											
$f_{ck,cube} \geq 10 \text{ N/mm}^2$	[kN]	1,8	2,3	3,4	2,4	3,8	4,5	3,1	5,0	8,8	
$f_{ck,cube} \geq 15 \text{ N/mm}^2$	[kN]	2,2	2,9	4,1	2,9	4,6	5,5	3,8	6,1	10,7	
$f_{ck,cube} \geq 20 \text{ N/mm}^2$	[kN]	2,6	3,3	4,7	3,3	5,3	6,4	4,4	7,1	12,4	

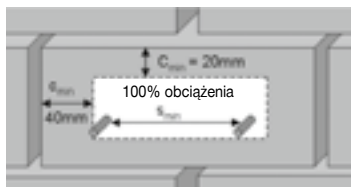
^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$.

Szczegóły montażowe

			Dane techniczne Hilti			Z-21.8-2018					
Rozmiar kotwy		HUS3-H	8			10			14		
Głębokość osadzenia	h_{nom}	[mm]	50	60	70	55	75	85	65	85	115
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	100	115	145	115	150	175	130	175	255
Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	180	225	285	225	300	345	255	345	510
Minimalna odległość od krawędzi – kierunek 1	c_1	[mm]	60	75	95	75	100	115	85	115	170
Minimalna odległość od krawędzi – kierunek 2	c_2	[mm]	95	115	145	115	150	175	130	180	260
Średnica nominalna wiertła	d_o	[mm]	8			10			14		
Średnica tnąca wiertła	$d_{cut} \leq$	[mm]	8,45			10,45			14,50		
Głębokość otworu	$h_1 \leq$	[mm]	60	70	80	65	85	95	75	95	125
Średnica otworu przelotowego	$d_t \leq$	[mm]	12			14			18		
Rozwartość klucza	SW	[mm]	13			15			21		
Wkrętarka udarowa			Hilti SIW 22 T-A								
Tuleja kontrolna			Hilti HRG 8			Hilti HRG 10			Hilti HRG 14		



Podstawowe dane dotyczące nośności pojedynczych kotew w murze z elementów pełnych (kotwienie w murze nie objęte aprobatą techniczną)



Wszelkie dane w tym rozdziale obowiązują dla następujących warunków:

1) Elementy murowe pełne

- Całkowita powierzchnia otworów z zaprawą nie może wynosić więcej niż 15% powierzchni wspornej elementu;

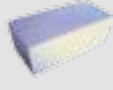
2) Wiercenie

- Otwory w elementach ceramicznych Mz i silikatowych KS wiercone za pomocą wiertarki udarowej serii TE z włączonym trybem udarowym;
- Otwory w betonie komórkowym PPW wiercone za pomocą wiertarki udarowej serii TE bez włączonego trybu udarowego.

Wpływ odległości od krawędzi i rozstawu kotew:

- Odległość od swobodnej krawędzi muru z elementów pełnych (ceramicznych Mz i silikatowych KS) $c_{min,free} \geq 200$ mm;
- Odległość od swobodnej krawędzi muru z bloczków (z autoklawizowanego betonu komórkowego) $c_{min,free} \geq 170$ mm;
- Minimalna odległość od poziomej i pionowej spoiny wypełnionej zaprawą $c_{min,h}$ i $c_{min,v}$ jest pokazana na powyższym rysunku;
- Minimalny rozstaw kotew w obrębie jednej cegły lub bloczka wynosi $s_{min} = 80$ mm;
- Minimalna odległość od spoiny pionowej w przypadku bloczków z betonu komórkowego wynosi 100 mm.

Obciążenia dopuszczalne

Podłoże		Hilti	
		Rozmiar kotwy	
		HUS3	
		h_{nom} [mm]	
		Klasa wytrzymałości na ściskanie [N/mm ²]	Rozciąganie i ścinanie $F_{rec}^{a)}$ [kN]
Cegła pełna Mz 2,0-2DF DIN V 105-100/EN 771-1 LxBxH [mm]: 240x115x113 h_{min} [mm]: 115		≥ 12	1,1
		≥ 20	1,6
Cegła pełna wapienno-piaskowa KS 2,0-2DF DIN V 106-100/EN 771-2 LxBxH [mm]: 240x115x113 h_{min} [mm]: 115		≥ 12	1,3
		≥ 20	1,7
Beton komórkowy PPW-0,65 DIN 4165/ EN 771-4 LxBxH [mm]: 499x240x249 h_{min} [mm]: 240		≥ 6	0,7

^{a)} Nośność charakterystyczna dla rozciągania, ścinania albo połączonego obciążenia rozciągającego i ścinającego.

Podana nośność charakterystyczna obowiązuje dla zamocowań pojedynczych lub grup kotew składających się z dwóch albo czterech kotew o rozstawie co najmniej s_{min} zgodnie ze specyfikacją.

Wartości obciążeń dopuszczalnych

- Podane dane techniczne dla kotew HUS3 to obciążenia określone dla elementów murowych ceramicznych MZ 12 2,0-2DF, silikatowych KS 12 2,0-2DF oraz wykonanych z betonu komórkowego PPW 6-0,4.
- Wartości obciążeń obowiązują dla elementów niekonstrukcyjnych.
- Ze względu na dużą różnorodność elementów murowych pełnych zaleca się bezwzględnie przeprowadzenie testów polowych kotew w miejscu wbudowania w celu weryfikacji powyższych danych technicznych dotyczących ich nośności.
- Kotwa HUS3 została osadzona pośrodku pełnego elementu murowego z uwzględnieniem minimalnych rozstawów i odległości od krawędzi, jak przedstawiono to na rysunku, a następnie sprawdzona.
- Kotwa HUS3 nie została sprawdzona w osadzeniu w spoinie zaprawowej pomiędzy elementami pełnymi czy w elementach drążonych, jednakże w tym przypadku należy liczyć się z obniżeniem wartości obciążeń dopuszczalnych.
- Jeżeli nie jest możliwe określenie położenia kotwy w elemencie murowym czy względem spoin, zaleca się przeprowadzenie testów nośności dla wszystkich zamocowań.

Ograniczenia odnośnie obciążeń

- Wszystkie dane obowiązują dla wielopunktowych zamocowań elementów niekonstrukcyjnych.
- Tynki, okładziny lub warstwy wyrównawcze uważa się za podłoża nienośne, których nie można uwzględniać przy wyznaczaniu głębokości zakotwienia.
- Miarodajna nośność z uwagi na obciążenie rozciągające to mniejsza wartość z poniższych: N_{zu} (wyłamanie elementu murowego, wyrwanie kotwy) i $N_{max,pb}$ (wysunięcie elementu murowego).

Wysunięcie elementu murowego z wiązania muru

Dopuszczalne obciążenie kotwy lub grupy kotew w przypadku wysunięcia elementu murowego, $N_{max,pb}$ [kN], przedstawiono w poniższej tabeli:

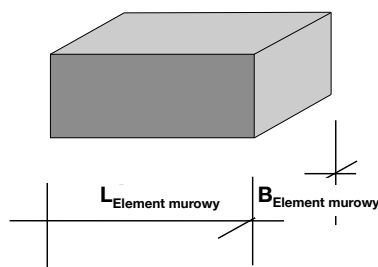
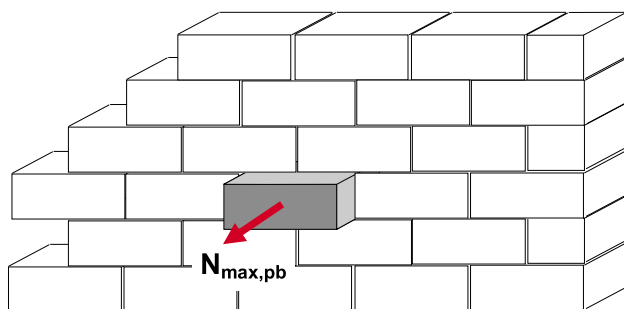
Cegła ceramiczna:

$N_{max,pb}$ [kN]		Szerokość elementu $b_{\text{Element murowy}}$ [mm]					
		80	120	200	240	300	360
Długość elementu $l_{\text{Element murowy}}$ [mm]	240	1,1	1,6	2,7	3,3	4,1	4,9
	300	1,4	2,1	3,4	4,1	5,1	6,2
	500	2,3	3,4	5,7	6,9	8,6	10,3

Pozostałe rodzaje elementów pełnych:

$N_{max,pb}$ [kN]		Szerokość elementu $b_{\text{Element murowy}}$ [mm]					
		80	120	200	240	300	360
Długość elementu $l_{\text{Element murowy}}$ [mm]	240	0,8	1,2	2,1	2,5	3,1	3,7
	300	1,0	1,5	2,6	3,1	3,9	4,6
	500	1,7	2,6	4,3	5,1	6,4	7,7

$N_{max,pb}$ = nośność ze względu na wysunięcie elementu murowego



5.4.10 HUS-A/-H/-I/-P Kotwy wkręcane

Typ kotwy		Charakterystyka i zalety
	HUS-A 6 Z gwintem zewnętrznym (stal cynkowana galwanicznie)	• Dopuszczone do stosowania w betonie zarysowanym i niezarysowanym • Szybki i łatwy przebieg osadzania • Małe siły rozprężania w podłożu przy montażu kotwy • Montaż przelotowy • Możliwość demontażu • Podkładka zintegrowana z łbem sześciokątnym (bez wystającego gwintu) • HUS-H 8, HUS-H 10 dopuszczone do stosowania pod wpływem obciążeń sejsmicznych jako kotwy kategorii C1 według EOTA TR045
	HUS-H 6 Z łbem sześciokątnym (stal cynkowana galwanicznie)	
	HUS-H 10 Od długości 200 mm Z łbem sześciokątnym (stal cynkowana galwanicznie)	
	HUS-I 6 Z gwintem wewnętrznym M8 i M10 (stal cynkowana galwanicznie)	
	HUS-P 6 Z łbem płaskim (stal cynkowana galwanicznie)	



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)} z oceną odporności ogniowej według TR020	DIBt, Berlin	ETA-08/0307
Raport z badań odporności ogniowej	IBMB, Braunschweig	UB3574/5146
Raport z oceny odporności ogniowej	Warringtonfire	WF 166402

^{a)} Nie obejmuje HUS-H 14.

Podstawowe dane dotyczące nośności

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Stal łącznika ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione),
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Beton klasy C 20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$.

Poniżej podane dane techniczne bazują na:

ETA: dane zgodnie z ETA-08/0307.

Hilti: dodatkowe dane techniczne Hilti.

Średnie obciążenia niszczące

			ETA-08/0307				Dane techniczne Hilti
Rozmiar kotwy			6		10		10
Typ	HUS-		A, H, I	P	H		H
Głębokość zakotwienia h _{nom}	[mm]		55	55	70	85	60
Beton niezarysowany							
Rozciąganie	N _{Ru,m}	[kN]	12,0	10,0	16,0	26,7	16,0
Ścinanie	V _{Ru,m}	[kN]	13,2	13,2	25,1	25,1	25,1
Beton zarysowany							
Rozciąganie	N _{Ru,m}	[kN]	8,0		10,0	21,3	8,5
Ścinanie	V _{Ru,m}	[kN]	13,2		25,1	25,1	25,1

Nośności charakterystyczne

			ETA-08/0307				Dane techniczne Hilti
Rozmiar kotwy			6		10		10
Typ	HUS-		A, H, I	P	H		H
Głębokość zakotwienia h _{nom}	[mm]		55	55	70	85	60
Beton niezarysowany							
Rozciąganie	N _{Rk}	[kN]	9,0	7,5	12,0	20,0	12,0
Ścinanie	V _{Rk}	[kN]	12,5	12,5	23,8	23,8	23,8
Beton zarysowany							
Rozciąganie	N _{Rk}	[kN]	6,0		7,5	16,0	6,4
Ścinanie	V _{Rk}	[kN]	12,5		23,8	23,8	21,0

Nośności obliczeniowe

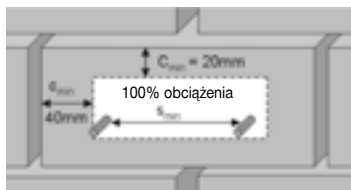
		ETA-08/0307				Dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy		6		10		10	
Typ	HUS-	A, H, I	P	H		H	
Głębokość zakotwienia h _{nom}	[mm]	55	55	70	85	60	
Beton niezarysowany							
Rozciąganie	N _{Rd}	[kN]	5,0	4,2	6,7	9,5	6,7
Ścinanie	V _{Rd}	[kN]	8,3	8,3	15,9	15,9	15,9
Beton zarysowany							
Rozciąganie	N _{Rd}	[kN]	3,3	4,2	7,6		3,6
Ścinanie	V _{Rd}	[kN]	8,3	15,9	15,9		14,0

Obciążenia dopuszczalne ^{a)}

		ETA-08/0307				
Rozmiar kotwy		6		10		10
Typ	HUS-	A, H, I	P	H		H
Głębokość zakotwienia h_{nom}	[mm]	55	55	70	85	60
Beton niezarysowany						
Rozciąganie N_{zul}	[kN]	3,6	3,0	4,8	6,8	4,8
Ścinanie V_{zul}	[kN]	6,0	6,0	11,3	11,3	11,3
Beton zarysowany						
Rozciąganie N_{zul}	[kN]	2,4		3,0	5,4	2,5
Ścinanie V_{zul}	[kN]	6,0		11,3	11,3	10,0

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążenia $\gamma_F = 1,4$.

Dane dotyczące nośności zamocowań pojedynczych w murze z elementów pełnych (kotwienie w murze nie objęte aprobatą techniczną)



Wszelkie dane w tym rozdziale obowiązują dla następujących warunków:

1) Elementy murowe pełne

- Całkowita powierzchnia przekroju elementu nie może być zmniejszona przez pionowe otwory skośnie prostopadłe do płaszczyzny spoiny wspornej o więcej niż 15%;

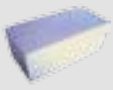
2) Wiercenie

- Otwory w elementach ceramicznych Mz oraz silikatowych KS wykonane młotowiertarką TE w trybie udarowym,
- Otwory w elementach z betonu komórkowego PPW wykonane młotowiertarką TE bez włączonego trybu udarowego.

Wpływ odległości od krawędzi i rozstawu kotew:

- Odległość od swobodnej krawędzi muru z elementów pełnych (ceramicznych Mz i silikatowych KS) $c_{min,free} \geq 200$ mm,
- Odległość od swobodnej krawędzi muru z bloczków (z autoklawizowanego betonu komórkowego) $c_{min,free} \geq 170$ mm,
- Minimalna odległość od poziomej i pionowej spoiny wypełnionej zaprawą $c_{min,h}$ i $c_{min,v}$ jest pokazana na powyższym rysunku,
- Minimalny rozstaw kotew w obrębie jednej cegły lub bloczka wynosi $s_{min} = 80$ mm.

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

Podłoże	Rozmiar kotwy		6	10
	Typ	HUS-	A, H, I, P	H
	h_{nom}	[mm]	55	70
	Klasa wytrzymałości na ściskanie	[N/mm ²]	$F_{rec}^{a)}$ [kN] Rozciąganie i ścinanie	
 Cegła pełna Mz 2,0-2DF DIN V 105-100/EN 771-1 LxBxH [mm]: 240x115x113 h_{min} [mm]: 115		≥ 8	0,6	1,0
		≥ 10	0,7	1,2
		≥ 12	0,8	1,3
		≥ 16	0,9	1,5
		≥ 20	0,9	1,7
 Cegła pełna wapienno-piaskowa KS 2,0-2DF DIN V 106-100/EN 771-2 LxBxH [mm]: 240x115x113 h_{min} [mm]: 115		≥ 8	0,8	1,1
		≥ 10	0,9	1,2
		≥ 12	1,0	1,3
		≥ 16	1,1	1,5
		≥ 20	1,2	1,7
 Beton komórkowy PPW -0,65 DIN 4165/ EN 771-4 LxBxH [mm]: 499x240x249 h_{min} [mm]: 240		≥ 6	0,4	1,3

^{a)} Nośność charakterystyczna dla rozciągania, ściskania albo połączonego obciążenia rozciągającego i ścinającego.

Podana nośność charakterystyczna obowiązuje dla zamocowań pojedynczych lub grup kotew składających się z dwóch albo czterech kotew o rozstawie co najmniej s_{min} zgodnie ze specyfikacją.

Wartości obciążeń dopuszczalnych

- Podane dane techniczne dla kotew HUS to obciążenia określone dla elementów murowych ceramicznych MZ 12 2,0-2DF, silikatowych KS 12 2,0-2DF oraz wykonanych z betonu komórkowego PPW 6-0,65.
- Wartości obciążeń obowiązują dla elementów niekonstrukcyjnych.
- Ze względu na dużą różnorodność elementów murowych pełnych zaleca się bezwzględnie przeprowadzenie testów polowych kotew w miejscu wbudowania w celu weryfikacji powyższych danych technicznych dotyczących ich nośności.
- Kotwa HUS została osadzona pośrodku pełnego elementu murowego z uwzględnieniem minimalnych rozstawów i odległości od krawędzi, jak przedstawiono to na rysunku, a następnie sprawdzona.
- Kotwa HUS nie została sprawdzona w osadzeniu w spoinie zaprawowej pomiędzy elementami pełnymi czy w elementach drążonych, w tym przypadku należy liczyć się z obniżeniem wartości obciążeń dopuszczalnych.
- Jeżeli nie jest możliwe określenie położenia kotwy w elemencie murowym czy względem spoin, zaleca się przeprowadzenie testów nośności dla wszystkich zamocowań.

Ograniczenia odnośnie obciążeń

- Wszystkie dane obowiązują dla wielopunktowych zamocowań elementów niekonstrukcyjnych.
- Tynki, okładziny lub warstwy wyrównawcze uważa się za podłoża nienośne, których nie można uwzględniać przy wyznaczaniu głębokości zakotwienia.
- Miarodajna nośność z uwagi na obciążenie rozciągające to mniejsza wartość z poniższych: N_{zul} (wyłamanie elementu murowego, wyrwanie kotwy) oraz $N_{max,pb}$ (wysunięcie elementu murowego).

Wysunięcie elementu murowego z wiązania muru

Dopuszczalne obciążenie kotwy lub grupy kotew w przypadku wysunięcia elementu murowego $N_{rec,pb}$ [kN] przedstawiono w poniższej tabeli:

Szerokość elementu b_{Cegly} [mm]	$N_{rec,pb}$ [kN]											
	Cegła ceramiczna						Wszystkie pozostałe rodzaje elementów pełnych					
	80	120	200	240	300	360	80	120	200	240	300	360
Długość elementu l_{Cegly} [mm]												
240	1,1	1,6	2,7	3,3	4,1	4,9	0,8	1,2	2,1	2,5	3,1	3,7
300	1,4	2,1	3,4	4,1	5,1	6,2	1,0	1,5	2,6	3,1	3,9	4,6
500	2,3	3,4	5,7	6,9	8,6	10,3	1,7	2,6	4,3	5,1	6,4	7,7

$N_{rec,pb}$ = nośność ze względu na wysunięcie

l_{Cegly} = długość elementu murowego

b_{Cegly} = szerokość elementu murowego



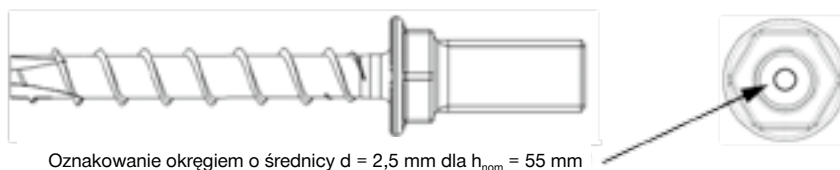
Właściwości mechaniczne

Rozmiar kotwy			6	10
Typ	HUS-		A, H, I, P	H
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f_{uk}	[N/mm ²]	930	1000
Granica plastyczności	f_{yk}	[N/mm ²]	750	900
Pole przekroju czynnego	A_s	[mm ²]	26,9	55,4
Wskaźnik wytrzymałości	W	[mm ³]	19,6	58,2
Obliczeniowy moment zginający	$M_{Rd,s}$	[Nm]	21,9	46,5

Konfiguracje łbów kotew

HUS-A 6

Gwint zewnętrzny
M8 lub M10



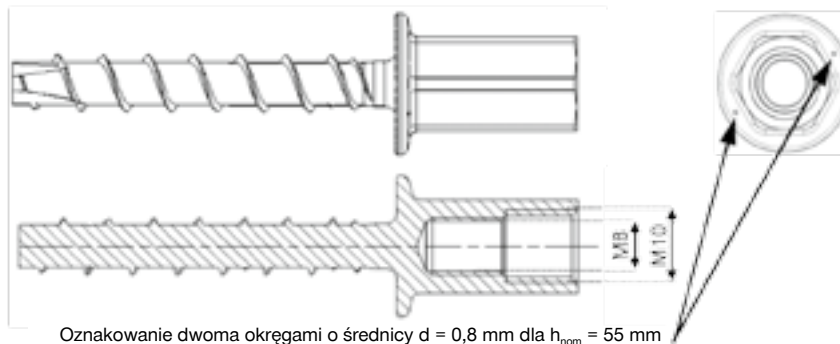
HUS-H 6

Łeb sześciokątny



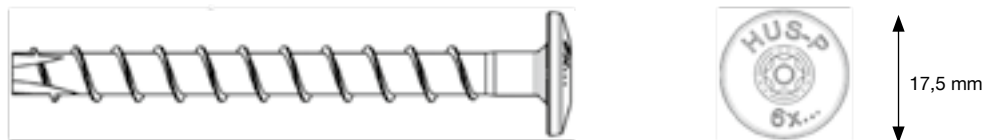
HUS-I 6

Gwint wewnętrzny
M8 i M10



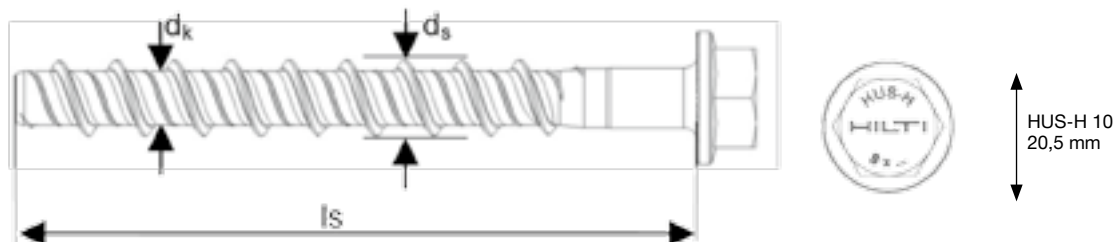
HUS-P 6

Łeb płaski



HUS-H 8 HUS-H 10 HUS-H 14

Łeb sześciokątny

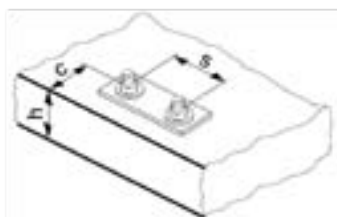


Szczegóły montażowe

Rozmiar kotwy			6				10	
Typ	HUS-		A	H	I	P	H	
Nominalna głębokość zakotwienia	h_{nom}	[mm]	55				70	85
Nominalna długość	l_s	[mm]	55	60..120	55	60..80	75..280	
Zewnętrzna średnica gwintu	d_s	[mm]	7,85				12,3	
Średnica rdzenia	d_k	[mm]	5,85				8,4	
Nominalna średnica wiertła	d_0	[mm]	6				10	
Średnica otworu przelotowego	d_f	[mm]	-	9	-	9	14	
Głębokość otworu wierconego montaż podłogowy/ścienny	$h_1 \geq$	[mm]	$h_{nom}+10 \text{ mm}$				$h_{nom}+10 \text{ mm}$	
Głębokość otworu wierconego montaż sufitowy	$h_1 \geq$	[mm]	$h_{nom}+3 \text{ mm}$				$h_{nom}+10 \text{ mm}$	
Maksymalna grubość elementu mocowanego	t_{fix}	[mm]	$l_s - h_{nom}$					

Grubość elementu podłoża, rozstawy kotew i odległości od krawędzi podłoża dla betonu C20/25 do C50/60

Rozmiar kotwy				6	10	
Typ		HUS-		A, I, H, P	H	
Głębokość zakotwienia	h_{nom}	[mm]		55	70	85
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]		100	130	130
Beton niezarysowany	Minimalny rozstaw	s_{min}	[mm]	35	65	
	Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]	35	65	
Beton zarysowany	Minimalny rozstaw	s_{min}	[mm]	35	50	50
	Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]	35	50	50
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]		42	54	67
Rozstaw krytyczny ze względu na wyłamanie stożka betonu	$s_{cr,N}$	[mm]		$3 h_{ef}$		
Rozstaw krytyczny ze względu na rozłupanie betonu	$s_{cr,sp}$	[mm]				
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu	$c_{cr,N}$	[mm]		$1,5 h_{ef}$		
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie podłoża	$c_{cr,sp}$	[mm]				



- W przypadku rozstawów kotew lub odległości od krawędzi podłoża mniejszych niż rozstaw krytyczny (krytyczna odległość od krawędzi) obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.
- Krytyczny rozstaw kotew i krytyczna odległość od krawędzi podłoża ze względu na rozłupanie są miarodajne wyłącznie dla betonu niezarysowanego.
- W przypadku betonu zarysowanego miarodajne są wyłącznie krytyczny rozstaw kotew i krytyczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu.

5.4.11 HUS-A/-H/-I/-P 6 Kotwy wkręcane do zamocowań wielopunktowych

Typ kotwy		Charakterystyka i zalety
	HUS-A 6 z gwintem zewnętrznym (stal cynkowana galwanicznie)	• Dopuszczone do stosowania w betonie zarysowanym i niezarysowanym • Szybki i łatwy przebieg osadzania • Małe siły rozprężania w podłożu przy montażu kotwy • Montaż przelotowy • Możliwość demontażu • Podkładka zintegrowana z łbem sześciokątnym (bez wystającego gwintu)
	HUS-H 6 z łbem sześciokątnym (stal cynkowana galwanicznie)	
	HUS-HR 6 z łbem sześciokątnym (stal nierdzewna A4)	
	HUS-I 6 z gwintem wewnętrznym M8 i M10 (stal cynkowana galwanicznie)	
	HUS-P 6 z łbem płaskim (stal cynkowana galwanicznie)	



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin	ETA-10/0005
Raport z badań odporności ogniowej	DIBt, Berlin	ETA-10/0005

^{a)} Dane dla kotwy HUS-HR 6 o nominalnej głębokości zakotwienia = 30 mm do wielopunktowych zamocowań elementów niekonstrukcyjnych nie są objęte ETA-10/0005.

Podstawowe dane dotyczące nośności

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Beton klasy C 20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$.

Nośności charakterystyczne

			Dane techniczne Hilti	ETA-10/0005	
Typ kotwy			HUS-HR 6	HUS-HR 6	HUS-A/-H/-I/-P 6
Nominalna głębokość zakotwienia	h_{nom}	[mm]	30	35	35
Wszystkie kierunki obciążenia	$35 \leq c < 80 \text{ mm}$	F_{Rk}	2,0	3,0	2,0
	$c \geq 80 \text{ mm}$	F_{Rk}	2,0	5,0	3,0

Nośności obliczeniowe

			Dane techniczne Hilti	ETA-10/0005	
Typ kotwy			HUS-HR 6	HUS-HR 6	HUS-A/-H/-I/-P 6
Nominalna głębokość zakotwienia	h_{nom}	[mm]	30	35	35
Wszystkie kierunki obciążenia	$35 \leq c < 80 \text{ mm}$	F_{Rd}	1,0	1,4	1,3
	$c \geq 80 \text{ mm}$	F_{Rd}	1,0	2,4	2,0

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

			Dane techniczne Hilti	ETA-10/00050	
Typ kotwy			HUS-HR 6	HUS-HR 6	HUS-A/-H/-I/-P 6
Nominalna głębokość zakotwienia	h_{nom}	[mm]	30	35	35
Wszystkie kierunki obciążenia	$35 \leq c < 80 \text{ mm}$	F_{zul}	0,7	1,0	0,9
	$c \geq 80 \text{ mm}$	F_{zul}	0,7	1,7	1,4

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$

Wymagania dla zamocowań wielopunktowych

Definicja zamocowania wielopunktowego została podana w Załączniku 1 do ETAG 001, Część 6.

W przypadku braku definicji krajowej można zastosować poniższe wartości standardowe:

Minimalna liczba punktów zamocowania	Minimalna liczba kotew w punkcie zamocowania	Wartość maksymalnego obciążenia obliczeniowego N_{sd} na jeden punkt zamocowania ^{b)}
3	1	2 kN
4	1	3 kN

^{b)} Wartość maksymalnego obciążenia obliczeniowego N_{sd} przypadającego na jeden punkt zamocowania obowiązuje powszechnie, co oznacza, że przy wymiarowaniu układu zamocowań wielopunktowych brane są pod uwagę wszystkie punkty zamocowania.

Wartość N_{sd} może być zwiększona, jeżeli przy wymiarowaniu układu (np. sufitu podwieszanego) uwzględni się zniszczenie jednego (najbardziej niekorzystnego) punktu zamocowania.

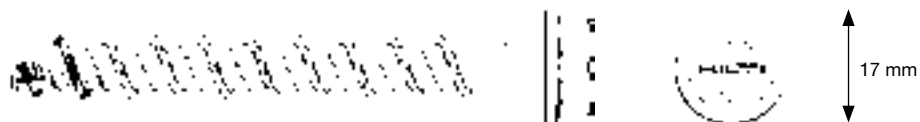
Właściwości mechaniczne kotew

Typ kotwy			HUS-HR 6	HUS-A/-H/-I/-P 6
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f_{uk}	[N/mm ²]	1040	930
Pole przekroju czynnego	A_s	[mm ²]	23	26,9
Wskaźnik wytrzymałości	W	[mm ³]	15,5	19,7
Obliczeniowy moment zginający	$M_{Rd,s}$	[Nm]	12,9	14,6

Konfiguracje łbów kotew

HUS-HR 6

Łeb sześciokątny



HUS-H 6

Łeb sześciokątny



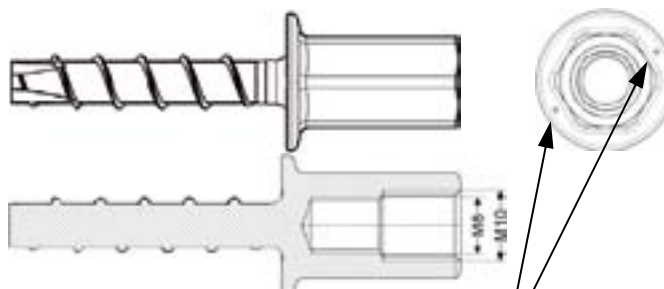
HUS-P 6

Łeb płaski



HUS-I 6

Gwint wewnętrzny
M8 i M10

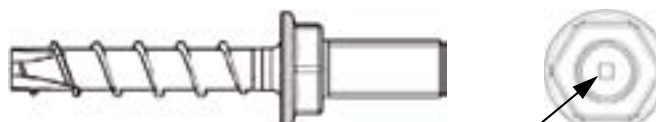


Jedno wytłoczenie średnicy $d = 0,8 \text{ mm}$ dla $h_{nom} = 35 \text{ mm}$

Dwa wytłoczenia średnicy $d = 0,8 \text{ mm}$ dla $h_{nom} = 55 \text{ mm}$

HUS-A 6

Gwint zewnętrzny
M8 i M10



Wytłoczenie kwadratowe $2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ dla $h_{nom} = 35 \text{ mm}$

Oznakowanie okrągłe $d = 2,5 \text{ mm}$ dla $h_{nom} = 55 \text{ mm}$

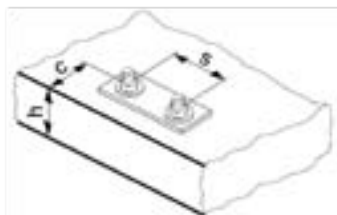
Szczegóły montażowe

Typ kotwy			HUS-HR 6	HUS-H/-P	HUS-A/-I
Nominalna długość kotwy	l_s	[mm]	60 ... 70	40 ... 80	35
Nominalna głębokość zakotwienia	h_{nom}	[mm]	35	35	
Maksymalna grubość mocowanego elementu	t_{fix}	[mm]	$l_s - h_{nom}$		
Nominalna średnica wiertła	d_o	[mm]	6		
Głębokość otworu	$h_i \geq$	[mm]	45	45	
Głębokość otworu przy montażu pułapowym	$h_i \geq$	[mm]	45	38	
Średnica otworu przełotowego	$d_r \leq$	[mm]	9		-
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	27	25	

^{a)} Hilti zaleca wyłącznie maszynowe osadzanie.

Grubość elementu podłoża, rozstaw kotew i odległości od krawędzi podłoża

Typ kotwy			HUS-HR 6	HUS-A/-H/-I/-P 6
Nominalna głębokość zakotwienia	h_{nom}	[mm]	35	35
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	27	25
Minimalna grubość podłoża	h_{min}	[mm]	80	80
Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	35	40
Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]	35	40
Krytyczny rozstaw kotew	s_{cr}	[mm]	$3 h_{ef}$	
Krytyczna odległość od krawędzi	c_{cr}	[mm]	$1,5 h_{ef}$	



- W przypadku rozstawów kotew (względem odległości od krawędzi podłoża) mniejszych niż rozstaw krytyczny (względna krytyczna odległość od krawędzi) obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.

5.4.12 HUS-A/-H/-I/-P 6 Kotwy wkręcane do prefabrykowanych, sprężonych płyt stropowych kanałowych

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HUS-A 6 z gwintem zewnętrznym (stal cynkowana galwanicznie)	• Szybki i łatwy przebieg osadzania • Małe siły rozprężania w podłożu • Montaż przelotowy • Możliwość demontażu • Podkładka zintegrowana
 HUS-H 6 z łbem sześciokątnym (stal cynkowana galwanicznie)	
 HUS-I 6 z gwintem wewnętrznym M8 i M10 (stal cynkowana galwanicznie)	
 HUS-P 6 z łbem płaskim (stal cynkowana galwanicznie)	



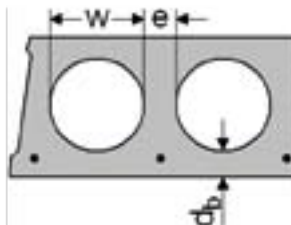
Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna	DIBt, Berlin	ETA-10/0005

Podstawowe dane dotyczące nośności

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Stosunek średnica kanału/grubość ścianki między kanałami $w/e \leq 4,2$,
- Beton klasy C 30/37 bis C 50/60.



Nośności charakterystyczne

Typ kotwy	HUS-A/-H/-I/-P 6		
Minimalna grubość dolnej ścianki kanału płyty $d_b \geq$ [mm]	25	30	35
Wszystkie kierunki działania obciążeń F_{Rk} [kN]	1,0	2,0	3,0

Nośności obliczeniowe

Typ kotwy	HUS-A/-H/-I/-P 6		
Grubość dolnej ścianki kanału płyty d_b [mm]	25	30	35
Wszystkie kierunki działania obciążeń F_{Rd} [kN]	0,7	1,3	2,0

Obciążenia dopuszczalne

Typ kotwy	HUS-A/-H/-I/-P 6		
Grubość dolnej ścianki kanału płyty d_b [mm]	25	30	35
Wszystkie kierunki działania obciążeń ^{a)} F_{zul} [kN]	0,5	1,0	1,4

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$.

Wymagania dla zamocowań wielopunktowych

Definicja zamocowania wielopunktowego została podana w Załączniku 1 do ETAG 001, Część 6.

W przypadku braku definicji krajowej można zastosować poniższe wartości standardowe:

Minimalna liczba punktów zamocowania	Minimalna liczba kotew w punkcie zamocowania	Wartość maksymalnego obciążenia obliczeniowego N_{sd} na jeden punkt zamocowania ^{b)}
3	1	2 kN
4	1	3 kN

^{b)} Wartość maksymalnego obciążenia obliczeniowego N_{sd} przypadającego na jeden punkt zamocowania obowiązuje w pełnym zakresie projektowanych zamocowań, co oznacza, że przy wymiarowaniu układu zamocowań wielopunktowych brane są pod uwagę wszystkie punkty zamocowania.

Wartość N_{sd} może być zwiększona, jeżeli przy wymiarowaniu układu (np. sufitu podwieszanego) uwzględnia się zniszczenie jednego (najbardziej niekorzystnego) punktu zamocowania.

Właściwości mechaniczne

Typ kotwy	HUS-A/-H/-I/-P 6		
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie f_{uk}	[N/mm ²]	930	
Pole przekroju czynnego A_s	[mm ²]	26,9	
Wskaźnik wytrzymałości W	[mm ³]	19,7	
Obliczeniowy moment zginający $M_{Rd,s}$	[Nm]	14,6	

Szczegóły montażowe

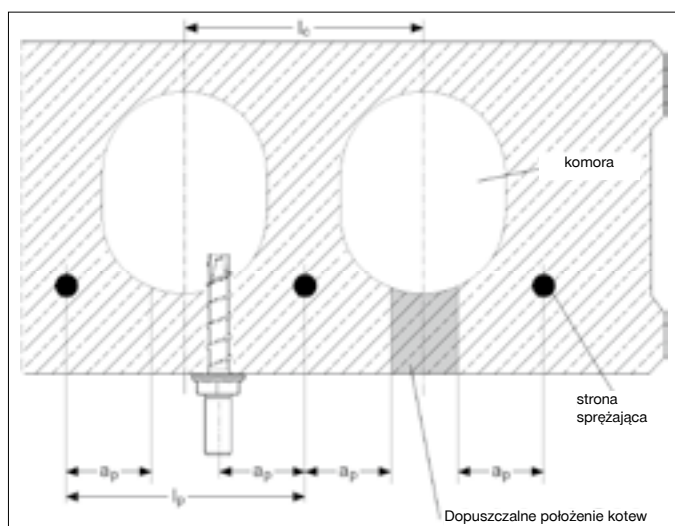
Typ kotwy	HUS-H/-P 6		HUS-A/-I 6
Nominalna głębokość zakotwienia ^{a)} h_{nom}	[mm]	35	
Grubość dolnej ścianki kanału płyty $d_b \geq$	[mm]	25	
Nominalna średnica wiertła d_o	[mm]	6	
Nominalna głębokość otworu ^{a)} $h_1 \geq$	[mm]	38	
Średnica otworu przelotowego $d_t \leq$	[mm]	9	-

^{a)} Nominalna głębokość wierconego otworu może być większa niż grubość dolnej ścianki kanału płyty.

Parametry montażowe

Typ kotwy			HUS-H 6x40	HUS-H 6x60	HUS-H 6x80	HUS-H 6x100	HUS-H 6x120	HUS-P 6x40	HUS-P 6x60	HUS-P 6x80	HUS-I 6x35 M8/M10	HUS-I 6x55 M8/M10	HUS-A 6x35 M8	HUS-A 6x35 M10	HUS-A 6x55 M8	HUS-A 6x55 M10
Nominalna długość kotwy l_s	[mm]		40	60	80	100	120	40	60	80	35	55	35	35	55	55
Grubość mocowanego elementu	$t_{fix} \geq$	[mm]	0	2	5	25	45	0	2	5	-	-	-	-	-	-
	$t_{fix} \leq$	[mm]	5	25	45	65	85	5	25	45	-	-	-	-	-	-

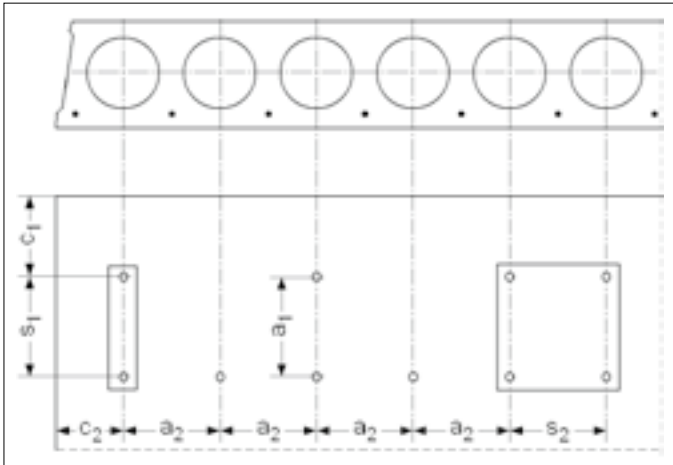
Dopuszczalne położenie kotew we wstępnie sprężonych płytach stropowych kanałowych



- Odstęp między osiami kanałów $l_c \geq 100$ mm
- Rozstaw zbrojenia sprężającego $l_p \geq 100$ mm
- Rozstaw osiowy pomiędzy zbrojeniem sprężającym i otworami wierconymi $a_p \geq 50$ mm

Odległości od krawędzi i rozstaw kotew

Typ kotwy			HUS-A/-H/-I/-P 6
Minimalna odległość od krawędzi	$c_{min} \geq$	[mm]	100
Minimalny rozstaw kotew	$s_{min} \geq$	[mm]	100
Minimalna odległość pomiędzy grupami kotew	$a_{min} \geq$	[mm]	100



5.4.13 HKD/-SR/-ER Tuleje kotwiące

Typ kotwy		Charakterystyka i zalety
	HKD z kołnierzem (stal cynkowana galwanicznie)	• Beton niezarysowany • Dopuszczone, sprawdzone i potwierdzone doświadczeniami w praktyce • Niezawodny montaż dzięki prostej wizualnej kontroli poprawności osadzania • Szeroki zakres stosowania • Do zamocowań w zakresie średnich obciążeń • Zamocowania z użyciem śrub lub prętów gwintowanych • Dostępne z różnych materiałów i w różnych rozmiarach dla zapewnienia maksymalnej różnorodności zastosowań
	HKD-SR z kołnierzem (stal nierdzewna 1.4401, 1.4404, 1.4571)	
	HKD-ER bez kołnierza (stal nierdzewna 1.4401, 1.4404, 1.4571)	



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin	ETA-02/0032

^{a)} Łącznik o głębokości osadzania $h_{ef} = 25$ mm nie jest objęty aprobatą ETA.

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla zamocowań pojedynczych)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż (patrz instrukcja montażu),
- Pominęty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Specyfikacja betonu zgodnie z tabelą,
- Stal łącznika ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione),
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Beton klasy C20/25, $f_{ck,cube} = 25$ N/mm²,
- Klasa stali śruby lub pręta gwintowanego 5,8 (stal węglowa) lub A4-70 (stal nierdzewna).

Średnie obciążenia niszczące

		Beton niezarysowany											
		Dane techniczne Hilti											
Rozmiar kotwy		M6x25	M8x25	M10x25	M12x25	M6x30	M8x30	M8x40	M10x30	M10x40	M12x50	M16x65	M20x80
Rozciąganie $N_{Ru,m}$													
HKD	[kN]	8,4	8,4	8,4	8,4	-	11,0	13,1	11,0	17,0	23,8	32,9	48,1
HKD-SR HKD-ER	[kN]	8,2	-	-	-	10,6	10,8	-	-	16,6	23,3	34,5	47,1
Ścinanie $V_{Ru,m}$													
HKD	[kN]	5,5	6,9	6,9	6,9	-	9,4	10,1	11,0	12,2	20,1	37,1	53,9
HKD-SR HKD-ER	[kN]	8,3	-	-	-	7,0	10,9	-	-	13,7	24,3	41,7	66,3

Nośności charakterystyczne

		Beton niezarysowany											
		Dane techniczne Hilti				ETA-02/0032							
Rozmiar kotwy		M6x25	M8x25	M10x25	M12x25	M6x30	M8x30	M8x40	M10x30	M10x40	M12x50	M16x65	M20x80
Rozciąganie N_{Rk}													
HKD	[kN]	6,3	6,3	6,3	6,3	-	8,3	9,0	8,3	12,8	17,8	26,4	36,1
HKD-SR HKD-ER	[kN]	6,3	-	-	-	8,3	8,3	-	-	12,8	17,8	26,4	36,1
Ścinanie V_{Rk}													
HKD	[kN]	5,0	6,3	6,3	6,3	-	8,6	9,2	10,0	11,0	18,3	33,8	49,0
HKD-SR HKD-ER	[kN]	6,2	-	-	-	6,4	8,4	-	-	10,5	18,7	32,1	51,0

Nośności obliczeniowe

		Beton niezarysowany											
		Dane techniczne Hilti				ETA-02/0032							
Rozmiar kotwy		M6x25	M8x25	M10x25	M12x25	M6x30	M8x30	M8x40	M10x30	M10x40	M12x50	M16x65	M20x80
Rozciąganie N_{Rd}													
HKD	[kN]	4,2	4,2	4,2	4,2	-	5,5	6,0	5,5	8,5	11,9	17,6	24,0
HKD-SR HKD-ER	[kN]	3,0	-	-	-	4,6	4,6	-	-	7,1	9,9	17,6	24,0
Ścinanie V_{Rd}													
HKD	[kN]	4,0	4,2	4,2	4,2	-	6,9	7,3	8,0	8,8	14,6	27,0	39,4
HKD-SR HKD-ER	[kN]	4,1	-	-	-	4,2	5,5	-	-	6,9	12,3	21,1	33,6

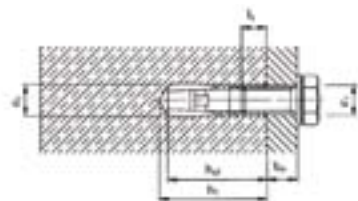
Obciążenia dopuszczalne^{a)}

		Beton niezarysowany											
		Dane techniczne Hilti				ETA-02/0032							
Rozmiar kotwy		M6x25	M8x25	M10x25	M12x25	M6x30	M8x30	M8x40	M10x30	M10x40	M12x50	M16x65	M20x80
Rozciąganie N_{zul}													
HKD	[kN]	3,0	3,0	3,0	3,0	-	3,9	4,3	3,9	6,1	8,5	12,6	17,2
HKD-SR HKD-ER	[kN]	2,1	-	-	-	3,3	3,3	-	-	5,1	7,1	12,6	17,2
Ścinanie V_{zul}													
HKD	[kN]	2,9	3,0	3,0	3,0	-	4,9	5,2	5,7	6,3	10,5	19,3	28,3
HKD-SR HKD-ER	[kN]	2,9	-	-	-	3,0	3,9	-	-	4,9	8,8	15,1	24,0

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_r = 1,4$

Właściwości mechaniczne kotew HKD, HKD-SR i HKD-ER

Rozmiar kotwy				M6	M8	M10	M12	M16	M20
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f _{uk}	HKD	[N/mm²]	570	570	570	570	640	590
		HKD-SR	[N/mm²]	540	540	540	540	-	540
		HKD-ER							
Granica plastyczności	f _{yk}	HKD	[N/mm²]	460	460	460	480	510	470
		HKD-SR	[N/mm²]	355	355	355	355	-	355
		HKD-ER							
Pole przekroju czynnego	A _s	HKD	[mm²]	20,7	26,7	32,7	60,1	105	167
		HKD-SR	[mm²]	20,9	26,1	28,8	58,7	-	163
		HKD-ER							
Wskaźnik wytrzymałości	W	HKD	[mm³]	32,3	54,6	82,9	184	431	850
		HKD-SR	[mm³]	50	79	110	264	602	1191
		HKD-ER							
Charakterystyczny moment zginający pręta gwintowanego lub śruby	M ⁰ _{Rk,s}	Klasa stali 5.8	[Nm]	7,6	18,7	37,4	65,5	167	325
		HKD-SR, HKD-ER	[Nm]	11	26	52	92	187	454
		mit A4-70							

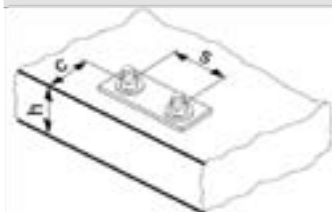
Szczegóły montażowe: głębokość otworu wierconego h_1 i efektywna głębokość zakotwienia h_{ef} 

Rozmiar kotwy			M6x25	M8x25	M10x25	M12x25	M6x30	M8x30	M8x40	M10x30	M10x40	M12x50	M16x65	M20x80
Nominalna średnica wiertła	d_o	[mm]	8	10	12	15	8	10	10	12	12	15	20	25
Głębokość otworu	$h_1 \geq$	[mm]	27	27	27	27	32	33	43	33	43	54	70	85
Głębokość wkręcania	$l_{s,min}$	[mm]	6	8	10	12	6	8	8	10	10	12	16	20
	$l_{s,max}$	[mm]	12	11,5	12	12	12,5	14,5	17,5	13	18	22	30,5	42
Średnica otworu przelotowego	$d_i \leq$	[mm]	7	9	12	14	7	9	9	12	12	14	18	22
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	25	25	25	25	30	30	40	30	40	50	65	80
Maksymalny moment dokręcający	T_{inst}	[Nm]	4	8	15	35	4	8	8	15	15	35	60	120

Dla wymiarów M8x25, M10x25, M10x30 i M12x25 można stosować wyłącznie pręty gwintowane.

Grubość elementu podłoża, rozstawy łączników i odległości od krawędzi podłoża

Rozmiar kotwy			M6x25 M8x25 M10x25 M12x25	M6x30 M8x30 M10x30	M8x40 M10x40	M12x50	M16x65	M20x80
Minimalna grubość elementu podłoża		h_{min} [mm]	100	100	100	100	130	160
Minimalny rozstaw i odległość od krawędzi	HKD-SR HKD-ER	s_{min} [mm]	60	60	80	125	130	160
		c_{min} [mm]	88	105	140	175	230	280
Minimalny rozstaw kotew	HKD	s_{min} [mm]	80	60	80	125	130	160
		dla $c \geq$ [mm]	140	105	140	175	230	280
Minimalna odległość od krawędzi	HKD	c_{min} [mm]	100	80	140	175	230	280
		dla $s \geq$ [mm]	150	120	80	125	130	160
Krytyczny rozstaw i odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu	HKD HKD-SR HKD-ER	$s_{cr,N}$ [mm]	80	90	120	150	200	240
		$c_{cr,N}$ [mm]	40	45	60	75	100	120
Krytyczny rozstaw i odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie	HKD	$s_{cr,sp}$ [mm]	200	210	280	350	455	560
		$c_{cr,sp}$ [mm]	100	105	140	175	227	280
	HKD-SR	$s_{cr,sp}$ [mm]	176	210	280	350	455	560
	HKD-ER	$c_{cr,sp}$ [mm]	88	105	140	175	227	280



- W przypadku rozstawów łączników (względem odległości od krawędzi podłoża) mniejszych niż rozstaw krytyczny (odległość od krawędzi) obciążenia obliczeniowe muszą być zredukowane.

5.4.14 HKD/-SR/-ER Tuleje kotwiące do zamocowań wielopunktowych*

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HKD z kołnierzem (stal cynkowana galwanicznie)	• Zamocowania wielopunktowe w betonie zarysowanym i niezarysowanym • Dopuszczone, sprawdzone i potwierdzone doświadczeniami w praktyce • Niezawodny montaż dzięki prostej wizualnej kontroli poprawności osadzania • Szeroki zakres stosowania • Do zamocowań w zakresie średnich obciążeń • Zamocowania z użyciem śrub lub prętów gwintowanych • Dostępne z różnych materiałów i w różnych rozmiarach dla zapewnienia maksymalnej różnorodności zastosowań
 HKD-SR z kołnierzem (stal nierdzewna 1.4401, 1.4404, 1.4571)	
 HKD-ER bez kołnierza (stal nierdzewna 1.4401, 1.4404, 1.4571)	

* Tylko zamocowania wielopunktowe



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin	ETA-06/0047
Raport z badań odporności ogniowej	DIBt, Berlin	ETA-06/0047
Raport z badań odporności ogniowej	Warringtonfire	WF 166402

^{a)} Wszystkie dane podane w niniejszym rozdziale dla łączników HKD-SR i HKD-ER są zgodne z ETA-06/0047. Tuleja kotwiąca może być zastosowana wyłącznie do wielopunktowych zamocowań elementów niekonstrukcyjnych.

Podstawowe dane dotyczące nośności dla wszystkich kierunków działania obciążeń zgodnie z metodą wymiarowania B według ETAG 001

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Beton klasy C20/25 $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ do C 50/60, $f_{ck,cube} = 60 \text{ N/mm}^2$,
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Tuleja kotwiąca zastosowana w zamocowaniach wielopunktowych.

Nośności charakterystyczne, wszystkie kierunki obciążeń

Rozmiar kotwy		M6x25	M6x30	M8x25	M8x30	M8x40	M10x25	M10x30	M10x40	M12x25	M12x50	M16x65
Nośność F_{Rk}		Zamocowania wielopunktowe w betonie zarysowanym i niezarysowanym										
HKD	kN	2,0	-	3,0	5,0	5,0	4,0	5,0	7,5	4,0	9,0	16,0
HKD-SR, HKD-ER	kN	-	3,0	-	3,0	-	-	-	6,0	-	6,0	-

Nośności obliczeniowe, wszystkie kierunki obciążeń

Rozmiar kotwy		M6x25	M6x30	M8x25	M8x30	M8x40	M10x25	M10x30	M10x40	M12x25	M12x50	M16x65
Nośność F_{Rd}		Zamocowania wielopunktowe w betonie zarysowanym i niezarysowanym										
HKD	kN	1,3	-	2,0	2,8	3,3	2,2	3,3	5,0	2,7	6,0	10,7
HKD-SR, HKD-ER	kN	-	2,0	-	2,0	-	-	-	4,0	-	4,0	-

Obciążenia dopuszczalne^{a)}, wszystkie kierunki obciążeń

Rozmiar kotwy		M6x25	M6x30	M8x25	M8x30	M8x40	M10x25	M10x30	M10x40	M12x25	M12x50	M16x65
Nośność F_{zul}		Zamocowania wielopunktowe w betonie zarysowanym i niezarysowanym										
HKD	kN	1,0	-	1,4	2,0	2,4	1,6	2,4	3,6	1,9	4,3	7,6
HKD-SR, HKD-ER	kN	-	1,4	-	1,4	-	-	-	2,9	-	2,9	-

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$

Wymagania dla zamocowań wielopunktowych

Definicja zamocowania wielopunktowego została podana w Załączniku 1 do ETAG 001, Część 6.

W przypadku braku definicji krajowej można zastosować poniższe wartości standardowe:

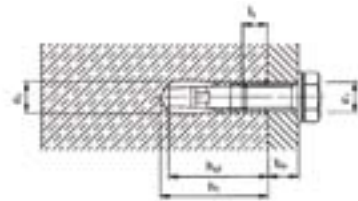
Minimalna liczba punktów zamocowania	Minimalna liczba łączników w punkcie zamocowania	Wartość maksymalnego obciążenia obliczeniowego N_{sd} na jeden punkt zamocowania ^{a)}
3	1	2 kN
4	1	3 kN

^{a)} Wartość maksymalnego obciążenia obliczeniowego N_{sd} przypadającego na jeden punkt zamocowania obowiązuje w pełnym zakresie projektowanych zamocowań, co oznacza, że przy wymiarowaniu układu zamocowań wielopunktowych brane są pod uwagę wszystkie punkty zamocowania.

Wartość N_{sd} może być zwiększona, jeżeli przy wymiarowaniu układu (np. sufitu podwieszanego) uwzględni się zniszczenie jednego (najbardziej niekorzystnego) punktu zamocowania.

Właściwości mechaniczne HKD, HKD-SR i HKD-ER

Rozmiar kotwy			M6	M8	M10	M12	M16	
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f _{uk}	HKD	[N/mm²]	570	570	570	570	640
		HKD-SR HKD-ER	[N/mm²]	540	540	540	540	-
Granica plastyczności	f _{yk}	HKD	[N/mm²]	460	460	460	480	510
		HKD-SR HKD-ER	[N/mm²]	355	355	355	355	-
Pole przekroju czynnego	A _s	HKD	[mm²]	20,7	26,7	32,7	60,1	105
		HKD-SR HKD-ER	[mm²]	20,9	26,1	28,8	58,7	-
Wskaźnik wytrzymałości	W	HKD	[mm³]	32,3	54,6	82,9	184	431
		HKD-SR HKD-ER	[mm³]	50	79	110	264	-
Charakterystyczny moment zginający pręta gwintowanego lub śruby	M ⁰ _{Rk,s}	Klasa stali 5.8	[Nm]	7,6	18,7	37,4	65,5	167
		HKD-SR, HKD-ER A4-70	[Nm]	11	26	52	92	-

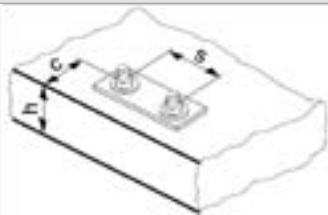
Szczegóły montażowe: głębokość otworu wierconego h_i i efektywna głębokość zakotwienia h_{ef} 

Rozmiar kotwy			M6x25	M6x30	M8x25	M8x30	M8x40	M10x25	M10x30	M10x40	M12x25	M12x50	M16x65
Nominalna średnica wiertła	d_o	[mm]	8	8	10	10	10	12	12	12	15	15	20
Głębokość otworu	$h_i \geq$	[mm]	27	32	27	33	43	27	33	43	27	54	70
Głębokość wkręcania	$l_{s,min}$	[mm]	6	6	8	8	8	10	10	10	12	12	16
	$l_{s,max}$	[mm]	12	12,5	11,5	14,5	17,5	12	13	18	12	22	30,5
Średnica otworu przelotowego	$d_i \leq$	[mm]	7	7	9	9	9	12	12	12	14	14	18
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	25	30	25	30	40	25	30	40	25	50	65
Maksymalny moment dokręcający	T_{inst}	[Nm]	4	4	8	8	8	15	15	15	35	35	60

Dla wymiarów M8x25, M10x25, M10x30 i M12x25 mogą być stosowane wyłącznie pręty gwintowane.

Grubość elementu podłoża, rozstaw łączników i odległości od krawędzi podłoża

Rozmiar kotwy			M6x25 M8x25 M10x25 M12x25	M6x30 M8x30 M10x30	M8x40 M10x40	M12x50	M16x65
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	80	80	80	-	-
Minimalny rozstaw i odległość od krawędzi	s_{min}	[mm]	200	200	200	-	-
HKD HKD-SR HKD-ER	c_{min}	[mm]	150	150	150	-	-
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	100	100	100	100	130
Minimalny rozstaw i odległość od krawędzi	s_{min}	[mm]	80	60	80	125	130
HKD-SR HKD-ER	c_{min}	[mm]	140	105	140	175	230
Minimalny rozstaw HKD	s_{min}	[mm]	80	60	80	125	130
	dla $c \geq$	[mm]	140	105	140	175	230
Minimalna odległość od krawędzi HKD	c_{min}	[mm]	100	80	140	175	230
	dla $s \geq$	[mm]	150	120	80	125	130



- W przypadku rozstawów łączników (względem odległości od krawędzi podłoża) mniejszych niż rozstaw krytyczny (względna krytyczna odległość od krawędzi) obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.

5.4.15 HRD-U 14 Uniwersalne kotwy rozporowe

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HRD-U 14 (stal nierdzewna)	• Uniwersalna kotwa rozporowa do ścian osłonowych, stolarki otworowej, lekkich elementów metalowych (np. podestów, poręczy, barierek itp.) oraz drugorzędnych elementów nośnych z drewna lub metalu (np. rusztów okładzin, podsufitek itp.) • Do każdego rodzaju podłoża • Optymalne zachowanie się kotwy łącznika podczas osadzania



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Raport z badań odporności ogniowej	IBMB, Braunschweig	UB 3613/3891-1 Nau UB 3613/3891-2 Nau

^{a)} Wszystkie dane podane w niniejszym rozdziale dla łącznika HRD-U są zgodne z aprobatą DIBt Z-21.2-599 01.

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla zamocowań pojedynczych)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż łączników (patrz instrukcja montażu),
- Pomiędzy wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Specyfikacja materiału podłoża według tabeli,
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Kołek nie może być osadzany w spoinie, ale zawsze tylko w elemencie murowym.

Obciążenia dopuszczalne

Rozmiar kotwy				HRD-U 14
Beton	≥ C12/15	F_{zul}	[kN]	1,8
Cegła pełna	Mz 12	F_{zul}	[kN]	0,6
Cegła pełna	Mz 20	F_{zul}	[kN]	1,25*
Cegła pełna wapienno-piaskowa	KS 12/2,0	F_{zul}	[kN]	0,6
Bloczek pełny z betonu lekkiego	V 2	F_{zul}	[kN]	0,5
Pustak ceramiczny	Hlz 12 – 1,0	F_{zul}	[kN]	0,5
Bloczek drażony wapienno-piaskowy	KSL 6	F_{zul}	[kN]	0,6
Pustak z betonu lekkiego	Hbl 2	F_{zul}	[kN]	0,3
Bloczki z autoklawizowanego betonu komórkowego	AAC 2 ≥ AAC 4	F_{zul}	[kN]	0,3
		F_{zul}	[kN]	0,6
Elementy (płyty, nadproża) z autoklawizowanego betonu komórkowego	P 3,3 ≥ P 4,4	F_{zul}	[kN]	0,3
		F_{zul}	[kN]	0,6
Autoklawizowany beton komórkowy według TGL	Fabryka Laussig Fabryka Parchim	F_{zul}	[kN]	-
		F_{zul}	[kN]	-
Cienkie warstwy zewnętrzne okładzin elewacyjnych		F_{zul}	[kN]	-
Lekki beton według TGL		F_{zul}	[kN]	0,7

Wymiary zamocowania

Rozmiar łącznika				HRD-U 14
Minimalna grubość elementu mocowanego	$t_{fix,min}$	[mm]		10
Maksymalna grubość elementu mocowanego	$t_{fix,max}$	[mm]		280
Średnica tulei	d_{nom}	[mm]		14
Nominalna średnica wiertła	d_o	[mm]		14
Głębokość wierconego otworu	$h_1 \geq$	[mm]		85
Średnica otworu przelotowego	$d_i \leq$	[mm]		14,5
Nominalna głębokość zakotwienia w podłożu	h_{nom}	[mm]		70
Temperatura montażu		[°C]		-10 bis +40
Minimalna grubość elementu podłoża	Beton	h_{min}	[mm]	120
	Mur	h_{min}	[mm]	115
	Beton komórkowy (AAC)	h_{min}	[mm]	115
	Warstwa elewacyjna ściany	h_{min}	[mm]	-
	Lekki beton	h_{min}	[mm]	-
Minimalny rozstaw pojedynczych kołków	Beton	s_{min}	[mm]	150
	Mur z elementów pełnych	s_{min}	[mm]	250
	Mur z elementów drażonych	s_{min}	[mm]	250
	Beton komórkowy (AAC)	s_{min}	[mm]	-
	Warstwa elewacyjna ściany	s_{min}	[mm]	-
	Lekki beton	s_{min}	[mm]	100
Minimalny rozstaw kołków w obrębie jednej grupy przy osadzaniu w betonie	s_{min}	[mm]		50
Minimalna odległość pomiędzy grupami kołków przy osadzaniu w betonie	s_{min}	[mm]		300
Minimalna odległość od krawędzi	Beton	c_{min}	[mm]	100
	Mur z elementów pełnych	c_{min}	[mm]	100
	Mur z elementów drażonych	c_{min}	[mm]	100
	Beton komórkowy (AAC)	c_{min}	[mm]	-
	Warstwa elewacyjna ściany	c_{min}	[mm]	-
	Lekki beton	c_{min}	[mm]	100

5.4.16 HRD Uniwersalne kotwy rozporowe

Typ kotwy		Charakterystyka i zalety
	HRD-C 8 (stal cynkowana galwanicznie) HRD-CR 8 (stal nierdzewna A4)	• Zamocowania wielopunktowe w betonie zarysowanym i niezarysowanym • Innowacyjny kształt wkręta dla lepszego zamocowania • Dostosowane do większości podłoży • Elastyczny dobór głębokości osadzania (50 mm i 70 mm) • Dostosowane do mocowania elementów grubości do 260 mm • Dostępne w czterech wariantach materiałowych w celu zapewnienia optymalnej przydatności do stosowania we wszystkich środowiskach korozyjnych • Ze wstępnie zamontowanym wkrętem dla uzyskania optymalnego czasu montażu i jakości zamocowania
	HRD-C 10 (stal cynkowana galwanicznie) HRD-CR 10 (stal nierdzewna A4) HRD-CR2 10 (stal nierdzewna A2)	
	HRD-H 10 (stal cynkowana galwanicznie) HRD-HR 10 (stal nierdzewna A4) HRD-HR2 10 (stal nierdzewna A2) HRD-HF 10 (stal cynkowana ogniowo)	



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin	ETA-07/0219
Ogólna aprobata organu nadzoru budowlanego (krajowa aprobata niemiecka)	DIBt, Berlin	Z-21.2-1952, Z-21.2-2034
Raport z badań odporności ogniowej	MFPA, Lipsk	GS 3.2/10-157-1
Raport z badań zamocowań ościeżnic okiennych ^{b)}	Ift, Rosenheim	Ift-Bericht 105 33035

^{a)} Wszystkie dane podane w niniejszym rozdziale są zgodne z ETA-07/0219. Kotwa może być zastosowana wyłącznie do wielopunktowych zamocowań elementów niekonstrukcyjnych. Kotwa HRD-HF 10 nie jest ujęta w ETA.

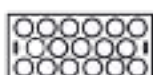
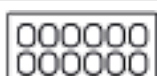
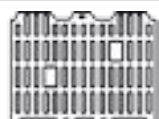
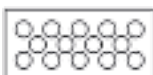
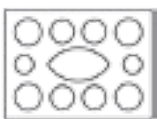
^{b)} Dostępny tylko dla kotwy HRD 8.

Podstawowe dane dotyczące nośności według ETAG 020

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż łączników (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Specyfikacja materiału podłoża według tabeli,
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża,
- Stal łącznika ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione),
- Ścinanie bez udziału zginania,
- Łącznik występuje w zamocowaniu wielopunktowym.

Specyfikacja podłoży z pustaków oraz innych drążonych elementów murowych

Specyfikacja		Metoda wiercenia	Specyfikacja		Metoda wiercenia
Drażone elementy murowe ceramiczne według EN 771-1					
Element murowy A Hlz B 12/1,2 LxBxH [mm]: 300x240x248 h _{min} [mm]: 240		Wiercenie bezударowe	Element murowy B Brique Creuse LxBxH [mm]: 210x198x... h _{min} [mm]: 210		Wiercenie bezударowe
Element murowy C Doppio Uni LxBxH [mm]: 230x120x100 h _{min} [mm]: 120		Wiercenie bezударowe	Element murowy D Rojo hidrofugano LxBxH [mm]: 240x115x50 h _{min} [mm]: 115		Wiercenie bezударowe
Element murowy E Mattone LxBxH [mm]: 240x180x100 h _{min} [mm]: 180		Wiercenie bezударowe	Element murowy F Hlz 1,2-2DF LxBxH [mm]: 240x115x113 h _{min} [mm]: 115		Wiercenie udarowe
Element murowy G Hlz 1,0-2DF LxBxH [mm]: 240x115x113 h _{min} [mm]: 110		Wiercenie udarowe	Element murowy H VHlz 1,6-2DF LxBxH [mm]: 240x115x113 h _{min} [mm]: 115		Wiercenie udarowe
Element murowy I Doppio Uni LxBxH [mm]: 250x120x190 h _{min} [mm]: 120		Wiercenie bezударowe	Element murowy J Ladrillo perforado LxBxH [mm]: 240x110x100 h _{min} [mm]: 110		Wiercenie bezударowe
Element murowy K Clinker mediterraneo LxBxH [mm]: 240x113x50 h _{min} [mm]: 113		Wiercenie udarowe	Element murowy L Hlz 1,0-9DF LxBxH [mm]: 372x175x238 h _{min} [mm]: 175		Wiercenie bezударowe
Element murowy M Poroton T8 LxBxH [mm]: 248x365x249 h _{min} [mm]: 365		Wiercenie bezударowe	Element murowy N Poroton P700 LxBxH [mm]: 225x300x190 h _{min} [mm]: 300		Wiercenie bezударowe
Drażone elementy murowe wapienno-piaskowe według EN 771-2					
Element murowy O KSL 12/1,4 LxBxH [mm]: 240x248x248 h _{min} [mm]: 240		Wiercenie udarowe	Element murowy P KS L 1,6-2DF LxBxH [mm]: 240x115x113 h _{min} [mm]: 115		Wiercenie udarowe
Element murowy Q KS L 1,4-3DF LxBxH [mm]: 240x175x113 h _{min} [mm]: 175		Wiercenie udarowe	Element murowy R KS L R 1,6-16DF LxBxH [mm]: 480x240x248 h _{min} [mm]: 240		Wiercenie bezударowe
Drażone elementy murowe z betonu lekkiego według EN 771-3					
Element murowy S Hbl 2/0,8 LxBxH [mm]: 497x240x248 h _{min} [mm]: 240		Wiercenie udarowe	Element murowy T Hbl 1,2-12DF LxBxH [mm]: 497x175x238 h _{min} [mm]: 175		Wiercenie bezударowe

Nośności charakterystyczne (1)

Rozmiar kołka				HRD 8	HRD 10		
				$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 70 \text{ mm}$	$h_{nom} = 90 \text{ mm}$
Beton C 12/15	N_{Rk}	[kN]		2,0	3,0	6,0	-
	V_{Rk}	[kN]		6,9/6,6 ^{b)}	10,6/10,1 ^{b)} /11,1 ^{c)}		-
Beton C 16/20 – C 50/60	N_{Rk}	[kN]		3,0	4,5	8,5	-
	V_{Rk}	[kN]		6,9/6,6 ^{b)}	10,6/10,1 ^{b)} /11,1 ^{c)}		-
Cegła pełna ceramiczna Mz 2,0 DIN V 105-100/EN 771-1	$f_b \geq 20 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	1,5	3,0 4,5 ^{d)}	η	-
	$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	1,2	2,0 3,0 ^{d)}	η	-
Cegła pełna wapienno-piaskowa KS 2,0 DIN V 106/EN 771-2	$f_b \geq 20 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	2,5	3,0 4,5 ^{d)}	η	-
	$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	2,0	2,0 3,0 ^{d)}	η	-
Błoczek pełny z betonu lekkiego Vbl 0,9 DIN V 18151-100/EN 771-3	$f_b \geq 20 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	3,5 6,0 ^{d)}	η	-
	$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	2,5 4,5 ^{d)}	η	-
	$f_b \geq 6 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	0,50	-	-	-
Cegła pełna ceramiczna włoska Tufo	$f_b \geq n/a$	F_{Rk}	[kN]	1,4*	-	-	-
Pustak ceramiczny drążony pionowo Hlz B 12/1,2	Element A ^{e)}	$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	0,50	-	-
Element ceramiczny drążony pionowo Hlz 1,2-2DF	Element F ^{e)}	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	1,5*	-
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	2,0*	-
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	2,0*	-
Element ceramiczny drążony pionowo Hlz 1,0-2DF	Element G ^{e)}	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	0,4	0,75
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	0,5	0,9
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	0,6	0,9
		$f_b \geq 20 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	0,9	1,5
Element ceramiczny drążony pionowo VHlz 1,6-2DF	Element H ^{e)}	$f_b \geq 28 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	2,0	2,5
		$f_b \geq 50 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	3,0	3,5
Pustak ceramiczny drążony pionowo Poroton T8	Element M ^{e)}	$f_b \geq 6 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	0,75	1,5
Pustak ceramiczny drążony pionowo Hlz 1,0-9DF	Element L ^{e)}	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	1,2*	1,5*
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	1,5*	1,5*
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	1,5*	2,0*
		$f_b \geq 16 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	2,0*	3,0*
Element wapienno-piaskowy drążony pionowo KSL 12/1,4	Element O ^{e)}	$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	0,75	-	-
Cegła wapienno-piaskowa drążona pionowo KSL 1,6-2DF	Element P ^{e)}	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	1,5	-
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	1,5	-
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	2,0	-
Cegła wapienno-piaskowa drążona pionowo KSL 1,4-3DF	Element Q ^{e)}	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	-	2,0*
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	-	2,5*
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	-	3,0*
Element wapienno-piaskowy drążony pionowo KSL R 1,6-16DF	Element R ^{e)}	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	0,9	1,2
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	1,2	1,5
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	1,5	2,0
		$f_b \geq 16 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	2,0	2,5

* Dane techniczne Hilti nie stanowią przedmiotu aprobaty.

^{b)} Wartości dla stali cynkowanej ogniowo.

^{c)} Wartości dla stali nierdzewnej.

^{d)} Obowiązuje dla odległości od krawędzi $c \geq 150 \text{ mm}$, wartości pośrednie można interpolować.

^{e)} Specyfikacja podłoży z elementów murowych drążonych – patrz osobna tabela.

^{f)} Dane mogą zostać wyznaczone za pomocą testu w miejscu wbudowania, ewentualnie mogą być stosowane dane dla $h_{nom} = 50 \text{ mm}$.

Nośności charakterystyczne (2)

Rozmiar kołka					HRD 8	HRD 10		
					$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 70 \text{ mm}$	$h_{nom} = 90 \text{ mm}$
Pustak z betonu lekkiego Hbl 2/0,8	Element S ^{a)}	$f_b \geq 2 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	0,30	-	-	-
Pustak z betonu lekkiego Hbl 1,2-12DF	Element T ^{a)}	$f_b \geq 2 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	0,5	0,75	-
		$f_b \geq 6 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	1,2	2,0	-
Włoski ceramiczny element drażony Mattone	Element E ^{a)}	$f_b \geq 22 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	1,5	-	-	-
Włoski pustak ceramiczny Poroton P700	Element N ^{a)}	$f_b \geq 15 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	-	0,6	-
Włoski ceramiczny element drażony Doppio Uni	Element C+I ^{a)}	$f_b \geq 25 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	0,9 ^{c)}	-	1,5	-
Hiszpańska ceramiczna cegła drażona Rojo hydrofugano	Element D ^{a)}	$f_b \geq 40 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	0,6	-	-	-
Hiszpańska ceramiczna cegła drażona Ladrillo perforado	Element J ^{a)}	$f_b \geq 26 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	1,5	2,0	-
Hiszpańska ceramiczna cegła drażona Clinker mediterraneo	Element K ^{a)}	$f_b \geq 75 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	-	-	1,5	-
Francuski ceramiczny element drażony Brique Creuse	Element B ^{a)}	$f_b \geq 6 \text{ N/mm}^2$	F_{Rk}	[kN]	0,50	-	-	-
Autoklawizowany beton komórkowy AAC		AAC 2	F_{Rk}	[kN]	-	-	0,9	0,9
		AAC 4	F_{Rk}	[kN]	-	-	2,0*	2,5*
		AAC 6	F_{Rk}	[kN]	-	-	2,0	2,0
			F_{Rk}	[kN]	-	-	3,5 ^{d)}	4,5 ^{d)}

* Dane techniczne Hilti nie stanowią przedmiotu aprobaty.

^{a)} Wartości dla stali cynkowanej ogniowo.^{b)} Wartości dla stali nierdzewnej.^{c)} Obowiązuje dla odległości od krawędzi $c \geq 150 \text{ mm}$, wartości pośrednie można interpolować.^{d)} Specyfikacja podłoży z elementów murowych drażonych – patrz osobna tabela.^{e)} Dane mogą zostać wyznaczone za pomocą testu w miejscu wbudowania, ewentualnie mogą być stosowane dane dla $h_{nom} = 50 \text{ mm}$.

Nośności obliczeniowe (1)

Rozmiar kołka				HRD 8		HRD 10					
				$h_{nom} = 50 \text{ mm}$		$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 70 \text{ mm}$	$h_{nom} = 90 \text{ mm}$			
Beton C 12/15				N_{Rd}	[kN]	1,1	1,7	3,3	-		
				V_{Rd}	[kN]	5,5/5,2 ^{b)}	8,5/8,1 ^{b)} /8,5 ^{c)}		-		
Beton C 16/20 –C 50/60				N_{Rd}	[kN]	1,7	2,5	4,7	-		
				V_{Rd}	[kN]	5,5/5,2 ^{b)}	8,5/8,1 ^{b)} /8,5 ^{c)}		-		
Cegła pełna ceramiczna Mz 2,0 DIN V 105-100/EN 771-1				$f_b \geq 20 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	0,6	1,2	η	-	
								1,8 ^{d)}			
				$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	0,48	0,8	η	-	
								1,2 ^{d)}			
Cegła pełna wapienno-piaskowa KS 2,0 DIN V 106/EN 771-2				$f_b \geq 20 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	1,0	1,2	η	-	
								1,8 ^{d)}			
				$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	0,8	0,8	η	-	
								1,2 ^{d)}			
Błoczek pełny z betonu lekkiego Vbl 0,9 DIN V 18151-100/EN 771-3				$f_b \geq 20 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	-	1,4	η	-	
								2,4 ^{d)}			
				$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	-	1,0	η	-	
								1,8 ^{d)}			
				$f_b \geq 6 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	0,2	-	-	-	
								-			
Cegła pełna ceramiczna włoska Tufo				$f_b \geq n/a$	F_{Rd}	[kN]	0,56*	-	-	-	
Pustak ceramiczny drażony pionowo Hlz B 12/1,2				Element A ^{a)}	$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	0,2	-	-	-

* Dane techniczne Hilti nie stanowią przedmiotu aprobaty.

^{a)} Wartości dla stali cynkowanej ogniowo.^{b)} Wartości dla stali nierdzewnej.^{c)} Obowiązuje dla odległości od krawędzi $c \geq 150 \text{ mm}$, wartości pośrednie można interpolować.^{d)} Specyfikacja podłoży z elementów murowych drażonych – patrz osobna tabela.^{e)} Dane mogą zostać wyznaczone za pomocą testu w miejscu wbudowania, ewentualnie mogą być stosowane dane dla $h_{nom} = 50 \text{ mm}$.

Nośności obliczeniowe (2)

Rozmiar kotwy				HRD 8		HRD 10	
				$h_{nom} = 50 \text{ mm}$		$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 90 \text{ mm}$
Element ceramiczny drążony pionowo Hlz 1,2-2DF	Element F [®]	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,6	-	-
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,8	-	-
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,8	-	-
Element ceramiczny drążony pionowo Hlz 1,0-2DF	Element G [®]	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,16	0,3	-
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,2	0,36	-
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,24	0,36	-
		$f_b \geq 20 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,36	0,6	-
Element ceramiczny drążony pionowo VHLz 1,6-2DF	Element H [®]	$f_b \geq 28 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,8	1,0	-
		$f_b \geq 50 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	1,2	1,4	-
Pustak ceramiczny drążony pionowo Poroton T8	Element M [®]	$f_b \geq 6 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,3	0,6	-
Pustak ceramiczny drążony pionowo Hlz 1,0-9DF	Element L [®]	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,48*	0,6*	-
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,6*	0,6*	-
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,6*	0,8*	-
		$f_b \geq 16 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,8*	1,2*	-
Element wapienno-piaskowy drążony pionowo KSL 12/1,4	Element O [®]	$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	0,3	-	-	-
Cegła wapienno-piaskowa drążona pionowo KSL 1,6-2DF	Element P [®]	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,6	-	-
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,6	-	-
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,8	-	-
Cegła wapienno-piaskowa drążona pionowo KSL 1,4-3DF	Element Q [®]	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	-	0,8*	-
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	-	1,0*	-
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	-	1,2*	-
Element wapienno-piaskowy drążony pionowo KSL R 1,6-16DF	Element R [®]	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,36	0,48	-
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,48	0,6	-
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,6	0,8	-
		$f_b \geq 16 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,8	1,0	-
Pustak z betonu lekkiego Hbl 2/0,8	Element S [®]	$f_b \geq 2 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	0,12	-	-	-
Pustak z betonu lekkiego Hbl 1,2-12DF	Element T [®]	$f_b \geq 2 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,2	0,3	-
		$f_b \geq 6 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,48	0,8	-
Włoski ceramiczny element drążony Mattone	Element E [®]	$f_b \geq 22 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	0,6	-	-	-
Włoski pustak ceramiczny Poroton P700	Element N [®]	$f_b \geq 15 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	-	0,24	-
Włoski ceramiczny element drążony Doppio Uni	Element C+I [®]		F_{Rd} [kN]	0,36 (C)	-	0,6 (I)	-
Hiszp. ceram. cegła drążona Rojo hidrofugano	Element D [®]	$f_b \geq 40 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	0,24	-	-	-
Hiszp. ceram. cegła drążona Ladrillo perforado	Element J [®]	$f_b \geq 26 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	-	0,8	-
Hiszp. ceram. cegła drążona Clinker mediterraneo	Element K [®]	$f_b \geq 75 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	-	0,6	-	-
Franc. ceram. element drążony poz. Brique Creuse	Element B [®]	$f_b \geq 6 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd} [kN]	0,20	-	-	-
Autoklawizowany beton komórkowy AAC EN 771-4		AAC 2	F_{Rd} [kN]	-	-	0,45	0,45
		AAC 4	F_{Rd} [kN]	0,2*	-	1,0*	1,25*
		AAC 6	F_{Rd} [kN]	0,2*	-	1,0	1,0
			F_{Rd} [kN]		-	1,75 [®]	2,25 [®]

* Dane techniczne Hilti nie stanowią przedmiotu aprobaty.

[®] Wartości dla stali cynkowanej ogniowo.

[®] Wartości dla stali nierdzewnej.

[®] Obowiązuje dla odległości od krawędzi $c \geq 150 \text{ mm}$, wartości pośrednie można interpolować

[®] Specyfikacja podłoży z elementów murowych drążonych – patrz osobna tabela.

[®] Dane mogą zostać wyznaczone za pomocą testu w miejscu wbudowania, ewentualnie mogą być stosowane dane dla $h_{nom} = 50 \text{ mm}$.

Obciążenia dopuszczalne (1)^{a)}

Rozmiar kotwy				HRD 8	HRD 10		
				$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 70 \text{ mm}$	$h_{nom} = 90 \text{ mm}$
Beton C 12/15	N_{zul}	[kN]		0,8	1,2	2,4	-
	V_{zul}	[kN]		3,9/3,7 ^{b)}	6,1/5,8 ^{b)} /6,1 ^{c)}		-
Beton C 16/20 – C 50/60	N_{zul}	[kN]		1,2	1,8	3,4	-
	V_{zul}	[kN]		3,9/3,7 ^{b)}	6,1/5,8 ^{b)} /6,1 ^{c)}		-
Cegła pełna ceramiczna Mz 2,0 DIN V 105-100/EN 771-1	$f_b \geq 20 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	0,42	0,85	η	-
					1,28 ^{d)}		
	$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	0,43	0,57	η	-
					0,85 ^{d)}		
Cegła pełna wapienno-piaskowa KS 2,0 DIN V 106/EN 771-2	$f_b \geq 20 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	0,7	0,85	η	-
					1,28 ^{d)}		
	$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	0,57	0,57	η	-
					0,85 ^{d)}		
Błoczek pełny z betonu lekkiego Vbl 0,9 DIN V 18151-100/EN 771-3	$f_b \geq 20 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	1,0	η	-
					1,7 ^{d)}		
	$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,71	η	-
					1,28 ^{d)}		
	$f_b \geq 6 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	0,14	-	-	-
Cegła pełna ceramiczna włoska Tufo	$f_b \geq n/a$	F_{zul}	[kN]	0,4*	-	-	-
Pustak ceramiczny drążony pionowo Hlz B 12/1,2	Element A ^{e)}	$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	0,14	-	-
Element ceramiczny drążony pionowo Hlz 1,2-2DF	Element F ^{e)}	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,42	-
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,57	-
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,57	-
Element ceramiczny drążony pionowo Hlz 1,0-2DF	Element G ^{e)}	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,11	0,21
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,14	0,25
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,17	0,25
		$f_b \geq 20 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,25	0,42
Element ceramiczny drążony pionowo VHlz 1,6-2DF	Element H ^{e)}	$f_b \geq 28 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,57	0,71
		$f_b \geq 50 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,85	1,0

* Dane techniczne Hilti nie stanowią przedmiotu aprobaty.

^{b)} Wartości dla stali cynkowanej ogniowo.^{c)} Wartości dla stali nierdzewnej.^{d)} Obowiązuje dla odległości od krawędzi $c \geq 150 \text{ mm}$, wartości pośrednie można interpolować^{e)} Specyfikacja podłoży z elementów murowych drążonych – patrz osobna tabela.^{f)} Dane mogą zostać wyznaczone za pomocą testu w miejscu wbudowania, ewentualnie mogą być stosowane dane dla $h_{nom} = 50 \text{ mm}$.

Obciążenia dopuszczalne (2)^{a)}

Rozmiar kołka					HRD 8	HRD 10		
					$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 70 \text{ mm}$	$h_{nom} = 90 \text{ mm}$
Pustak ceramiczny drążony pionowo Poroton T8	Element M ^{b)}	$f_b \geq 6 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,21	0,42	-
Pustak ceramiczny drążony pionowo Hlz 1,0-9DF	Element L ^{b)}	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,34*	0,42	-
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,42*	0,42	-
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,42*	0,57	-
		$f_b \geq 16 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,57*	0,85*	-
Element wapienno-piaskowy drążony pionowo KSL 12/1,4	Element O ^{b)}	$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	0,21	-	-	-
Cegła wapienno-piaskowa drążona pionowo KSL 1,60-2DF	Element P ^{b)}	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,42	-	-
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,42	-	-
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,57	-	-
Cegła wapienno-piaskowa drążona pionowo KSL 1,4-3DF	Element Q ^{b)}	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	-	0,57*	-
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	-	0,71*	-
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	-	0,85*	-
Element wapienno-piaskowy drążony pionowo KSL R 1,6-16DF	Element R ^{b)}	$f_b \geq 8 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,25	0,34	-
		$f_b \geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,34	0,42	-
		$f_b \geq 12 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,42	0,57	-
		$f_b \geq 16 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,57	0,71	-
Pustak z betonu lekkiego Hbl 2/0,8	Element S ^{b)}	$f_b \geq 2 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	0,09	-	-	-
Pustak z betonu lekkiego Hbl 1,2-12DF	Element T ^{b)}	$f_b \geq 2 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,14	0,21	-
		$f_b \geq 6 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	-	0,34	0,57	-
Włoski ceramiczny element drążony Mattone	Element E ^{b)}	$f_b \geq 22 \text{ N/mm}^2$	F_{zul}	[kN]	0,43	-	-	-
Włoski pustak ceramiczny Poroton P700	Element N ^{b)}	$f_b \geq 15 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	-	-	0,17	-
Włoski ceramiczny element drążony Doppio Uni	Element C+I ^{b)}		F_{Rd}	[kN]	0,25 (C)	-	0,42 (I)	-
Hiszpańska ceramiczna cegła drążona Rojo hydrofugano	Element D ^{b)}	$f_b \geq 40 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	0,17	-	-	-
Hiszpańska ceramiczna cegła drążona Ladrillo perforado	Element J ^{b)}	$f_b \geq 26 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	-	0,42	0,57	-
Hiszpańska ceramiczna cegła drążona Clinker mediterraneo	Element K ^{b)}	$f_b \geq 75 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	-	-	0,42	-
Francuski ceramiczny element drążony Brique Creuse	Element B ^{b)}	$f_b \geq 6 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	0,14	-	-	-
Autoklawizowany beton komórkowy (AAC) AAC EN 771-4		AAC 2	F_{Rd}	[kN]	-	-	0,32	0,32
		AAC 4	F_{Rd}	[kN]	0,15*	-	0,71*	0,89*
		AAC 6	F_{Rd}	[kN]	0,15*	-	0,71	0,89
			F_{Rd}	[kN]		-	1,25 ^{d)}	1,6 ^{d)}

* Dane techniczne Hilti nie stanowią przedmiotu aprobaty.

^{a)} Wartości dla stali cynkowej ognio.

^{b)} Wartości dla stali nierdzewnej.

^{c)} Obowiązuje dla odległości od krawędzi $c \geq 150 \text{ mm}$, wartości pośrednie można interpolować

^{d)} Specyfikacja podłoży z elementów murowych drążonych – patrz osobna tabela.

^{e)} Dane mogą zostać wyznaczone za pomocą testu w miejscu wbudowania, ewentualnie mogą być stosowane dane dla $h_{nom} = 50 \text{ mm}$.

Charakterystyczne momenty zginające dla wkrętów przy stosowaniu w podłożach z betonu, elementów murowych pełnych albo drażnionych oraz niezarysowanego betonu komórkowego (z bloczków z betonu komórkowego)

Typ kotwy			HRD8	HRD10
Stal cynkowana galwanicznie				
Charakterystyczny moment zginający	$M_{Rk,s}$	[Nm]	11,1	21,3
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	$\gamma_{Ms}^{1)}$		1,25	1,25
Stal cynkowana ogniowo				
Charakterystyczny moment zginający	$M_{Rk,s}$	[Nm]	-	19,9
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	$\gamma_{Ms}^{1)}$		-	1,25
Stal nierdzewna				
Charakterystyczny moment zginający	$M_{Rk,s}$	[Nm]	10,8	22,3
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	$\gamma_{Ms}^{1)}$		1,28	1,31

¹⁾ Bez uwzględnienia regulacji krajowych.**Nośności charakterystyczne ze względu na zniszczenie stali wkręta przy zastosowaniu w podłożach z betonu**

Typ kotwy			HRD8	HRD10
Stal cynkowana galwanicznie				
Charakterystyczna nośność na rozciąganie	$N_{Rk,s}$	[kN]	10,9	17,5
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	$\gamma_{Ms}^{1)}$		1,50	1,50
Charakterystyczna nośność na ścinanie	$V_{Rk,s}$	[kN]	6,9	10,6
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	$\gamma_{Ms}^{1)}$		1,25	1,25
Stal cynkowana ogniowo				
Charakterystyczna nośność na rozciąganie	$N_{Rk,s}$	[kN]	-	16,7
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	$\gamma_{Ms}^{1)}$		-	1,50
Charakterystyczna nośność na ścinanie	$V_{Rk,s}$	[kN]	-	10,1
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	$\gamma_{Ms}^{1)}$		-	1,25
Stal nierdzewna				
Charakterystyczna nośność na rozciąganie	$N_{Rk,s}$	[kN]	10,5	18,4
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	$\gamma_{Ms}^{1)}$		1,54	1,58
Charakterystyczna nośność na ścinanie	$V_{Rk,s}$	[kN]	6,6	11,1
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	$\gamma_{Ms}^{1)}$		1,28	1,31

¹⁾ Bez uwzględnienia norm krajowych.

Nośności charakterystyczne ze względu na zniszczenie przez wyrwanie tulei kołka przy zastosowaniu w podłożach z betonu

Typ kotwy					HRD8	HRD10	
Zniszczenie przez wyrwanie kotwy z płyt betonowych							
Długość całkowita osadzenia tulei z tworzywa sztucznego w podłożu		$h_{nom} \geq$	[mm]		50	50	70
Charakterystyczna nośność na rozciąganie	$\geq C16/20$	$N_{Rk,p}$	[kN]		3,0	4,5	8,5
	C12/15	$N_{Rk,p}$	[kN]		2,0	3,0	6,0
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa		$\gamma_{Mc}^{1)}$			1,8		
Zniszczenie przez wyrwanie kotwy z cienkich płyt (warstw elewacyjnych)							
Długość całkowita osadzenia tulei z tworzywa sztucznego w podłożu nośnym		$h_{nom} \geq$	[mm]		-	50	-
Charakterystyczna nośność na rozciąganie	h = 40 mm	$\geq C16/20$	$N_{Rk,p}$	[kN]	-	3,5	-
	bis 100 mm	C12/15	$N_{Rk,p}$	[kN]	-	2,5	-
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa		$\gamma_{Mc}^{1)}$			1,8		
Zniszczenie przez wyrwanie kotwy ze sprężonych płyt stropowych kanałowych							
Długość całkowita osadzenia tulei z tworzywa sztucznego w podłożu nośnym		$h_{nom} \geq$	[mm]		-	50,0	-
Charakterystyczna nośność na rozciąganie	$d_b \geq 25mm$	$\geq C35/45$	$N_{Rk,p}$	[kN]	-	0,6	-
	$d_b \geq 30mm$	$\geq C35/45$	$N_{Rk,p}$	[kN]	-	1,5	-
	$d_b \geq 35mm$	$\geq C35/45$	$N_{Rk,p}$	[kN]	-	2,5	-
	$d_b \geq 40mm$	$\geq C35/45$	$N_{Rk,p}$	[kN]	-	3,5	-
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa		$\gamma_{Mc}^{1)}$			1,8		

¹⁾ Bez uwzględnienia norm krajowych.

Wymagania dla zamocowań wielopunktowych

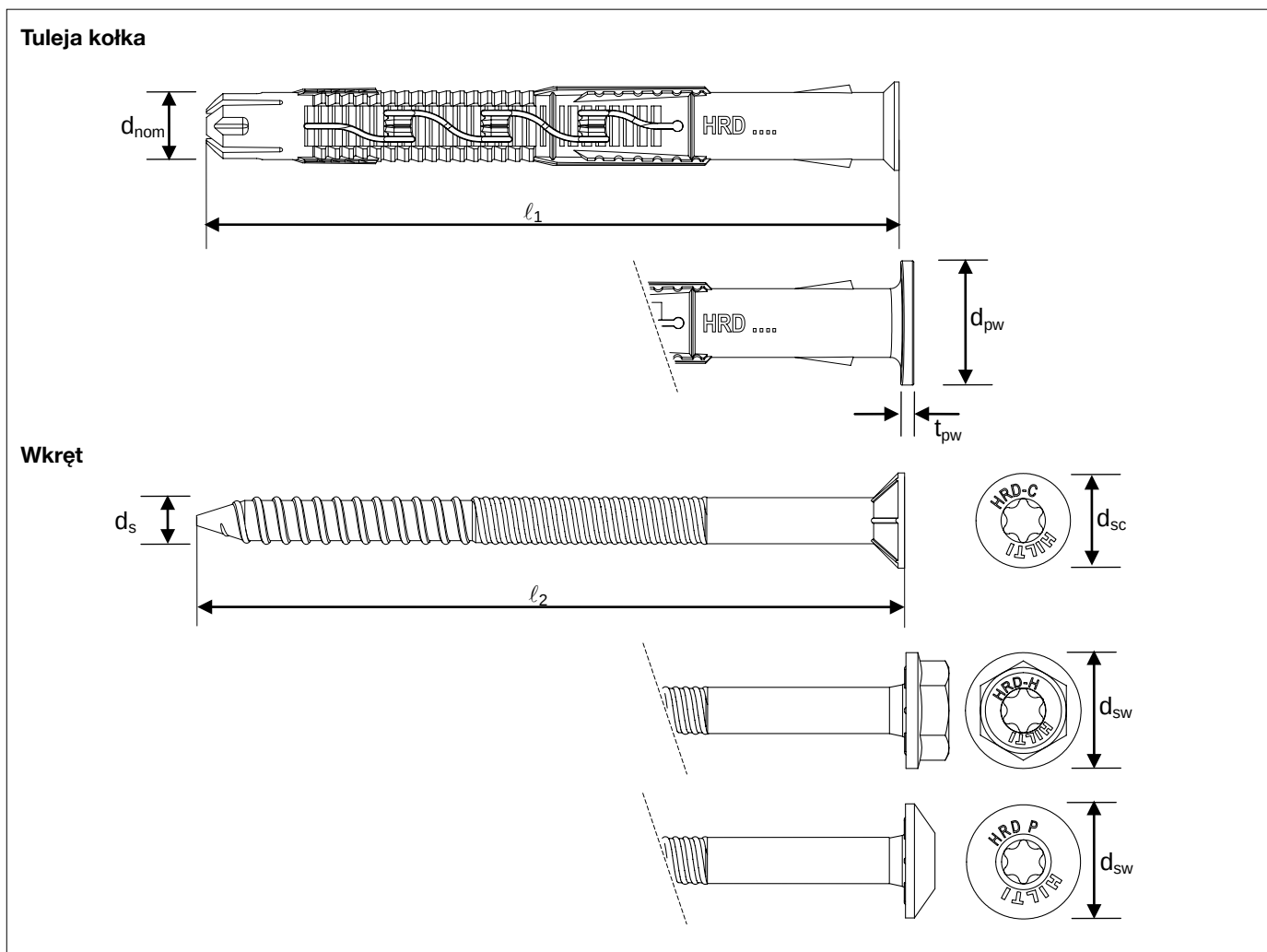
Definicja zamocowania wielopunktowego obowiązująca w krajach członkowskich została podana w ETAG 020. W przypadku braku definicji krajowej można zastosować poniższe wartości standardowe:

Minimalna liczba punktów zamocowania	Minimalna liczba łączników w punkcie zamocowania	Wartość maksymalnego obciążenia obliczeniowego N_{sd} na jeden punkt zamocowania ^{a)}
3	1	3 kN
4	1	4,5 kN

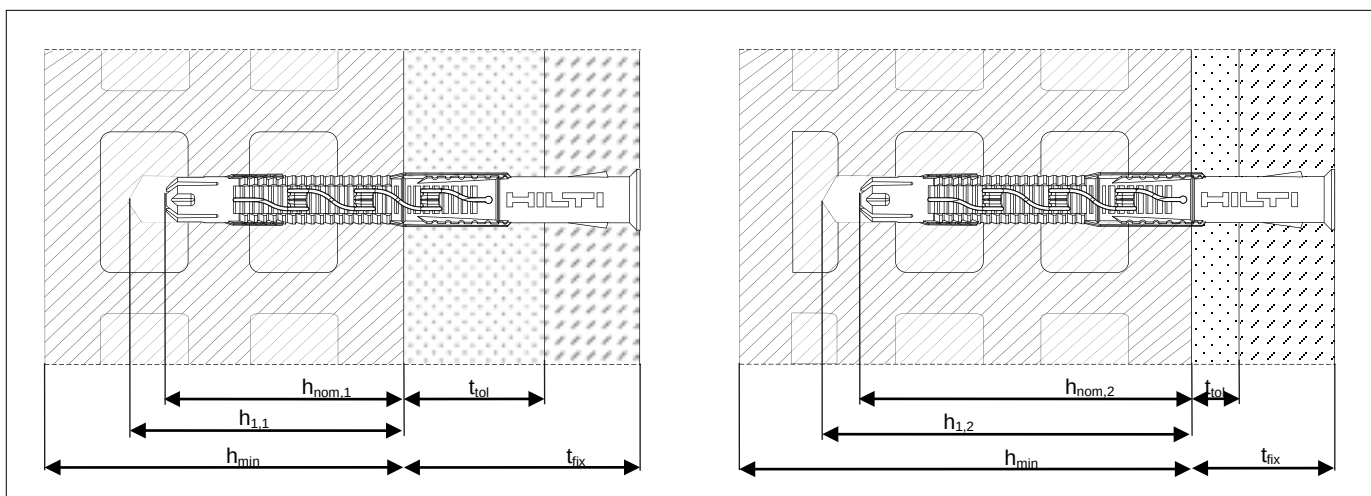
^{a)} Wartość maksymalnego obciążenia obliczeniowego N_{sd} przypadającego na jeden punkt zamocowania obowiązuje w pełnym zakresie projektowanych zamocowań, co oznacza, że przy wymiarowaniu układu zamocowań wielopunktowych brane są pod uwagę wszystkie punkty zamocowania.

Wymiary zamocowania

Typ kotwy			HRD 8	HRD 10
Minimalna grubość mocowanego elementu	$t_{\text{fix,min}}$	[mm]	0	0
Maksymalna grubość mocowanego elementu	$t_{\text{fix,max}}$	[mm]	90	260
Średnica tulei kołka	d_{nom}	[mm]	8	10
Minimalna długość tulei kotwiącej	$\ell_{1,\text{min}}$	[mm]	60	60
Maksymalna długość tulei kotwiącej	$\ell_{1,\text{max}}$	[mm]	140	310
Średnica podkładki z tworzywa sztucznego	t_{pw}	[mm]	-	17,5
Grubość podkładki z tworzywa sztucznego	t_{pw}	[mm]	-	2
Średnica wkręta	d_s	[mm]	6	7
Minimalna długość wkręta	$\ell_{2,\text{min}}$	[mm]	65	65
Maksymalna długość wkręta	$\ell_{2,\text{max}}$	[mm]	145	315
Średnica łba wkręta z łbem wpuszczanym	d_{sc}	[mm]	11	14
Średnica łba wkręta z łbem sześciokątnym	d_{sw}	[mm]	-	17,5



Zastosowania o różnych głębokościach osadzania w betonie, łącznie z cienkimi płytami (warstwami elewacyjnymi trójwarstwowymi prefabrykatów ścian zewnętrznych), w murach z elementów pełnych i drążonych, a także w niezarysowanym betonie komórkowym (błoczkach z autoklawizowanego betonu komórkowego)

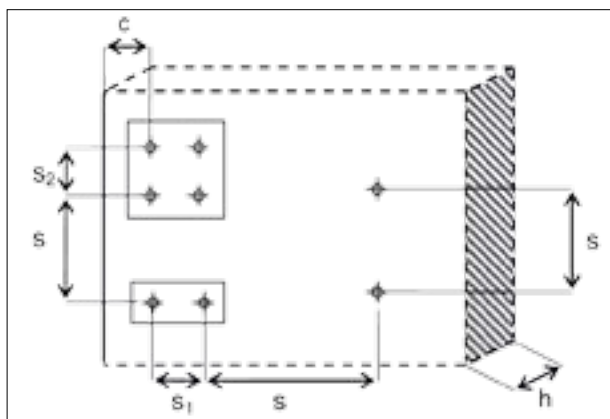


Szczegóły montażu łączników HRD

Typ kotwy				HRD 8	HRD 8
Średnica otworu wierconego	d_o	[mm]		8	10
	$h_{1,1} \geq$	[mm]		60	60
	$h_{1,2} \geq$	[mm]		-	80
	$h_{1,3} \geq$	[mm]		-	100 ^{a)}
Nominalna głębokość zakotwienia w podłożu	$h_{nom,1} \geq$	[mm]		50	50
	$h_{nom,2} \geq$	[mm]		-	70
	$h_{nom,3} \geq$	[mm]		-	90 ^{a)}
Średnica otworu przelotowego	Wkręt z łbem wpuszczanym	$d_r \leq$	[mm]	8,5	11
	Wkręt z łbem sześciokątnym	$d_r \leq$	[mm]	-	12
Temperatura montażu			[°C]	Od -10 do +40	

^{a)} Do zastosowań w autoklawizowanym betonie komórkowym (AAC).

Parametry geometryczne zamocowania



Rozmiar kotwy				HRD 8	HRD 10	
				$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 70 \text{ mm}$
Minimalna grubość elementu podłoża	Beton	h_{min}	[mm]	100	100	120
	Cienkie płyty betonowe	h_{min}	[mm]	–	40	–
	Mur (w zależności od rodzaju elementu)	h_{min}	[mm]	115 - 300		
Minimalny rozstaw kotew	Beton $\geq \text{C16/20}$	s_{min}	[mm]	100	50	
		dla $c \geq$	[mm]	50	100 ^{c)}	
	Beton C12/15	s_{min}	[mm]	140	70	
		dla $c \geq$	[mm]	70	140 ^{c)}	
	Mur oraz beton komórkowy	s_{min}	[mm]	250	250	
	Mur oraz beton komórkowy	s_{min1}	[mm]	200 (120 ^{d)})	100	
		s_{min2}	[mm]	400 (240 ^{d)})	100	
Minimalna odległość od krawędzi	Beton $\geq \text{C16/20}$	c_{min}	[mm]	50	50	
		dla $s \geq$	[mm]	100	150 ^{c)}	
	Beton C12/15	c_{min}	[mm]	70	70	
		dla $s \geq$	[mm]	140	210 ^{c)}	
Rozstaw krytyczny kotew dla betonu ^{a)}	Beton $\geq \text{C16/20}$	$s_{cr,N}$	[mm]	62	80	125
	Beton C12/15	$s_{cr,N}$	[mm]	68	90	135
Krytyczna odległość od krawędzi w podłożu betonowym ^{b)}	Beton $\geq \text{C16/20}$	$c_{cr,N}$	[mm]	100	100	
	Beton C12/15	$c_{cr,N}$	[mm]	140	140	

^{a)} W przypadku rozstawów kotew większych niż rozstaw krytyczny można uwzględnić przy wymiarowaniu każdą kotwę w danej grupie.

^{b)} W przypadku odległości od krawędzi mniejszych niż krytyczna wartości obciążeń obliczeniowych muszą zostać zredukowane.

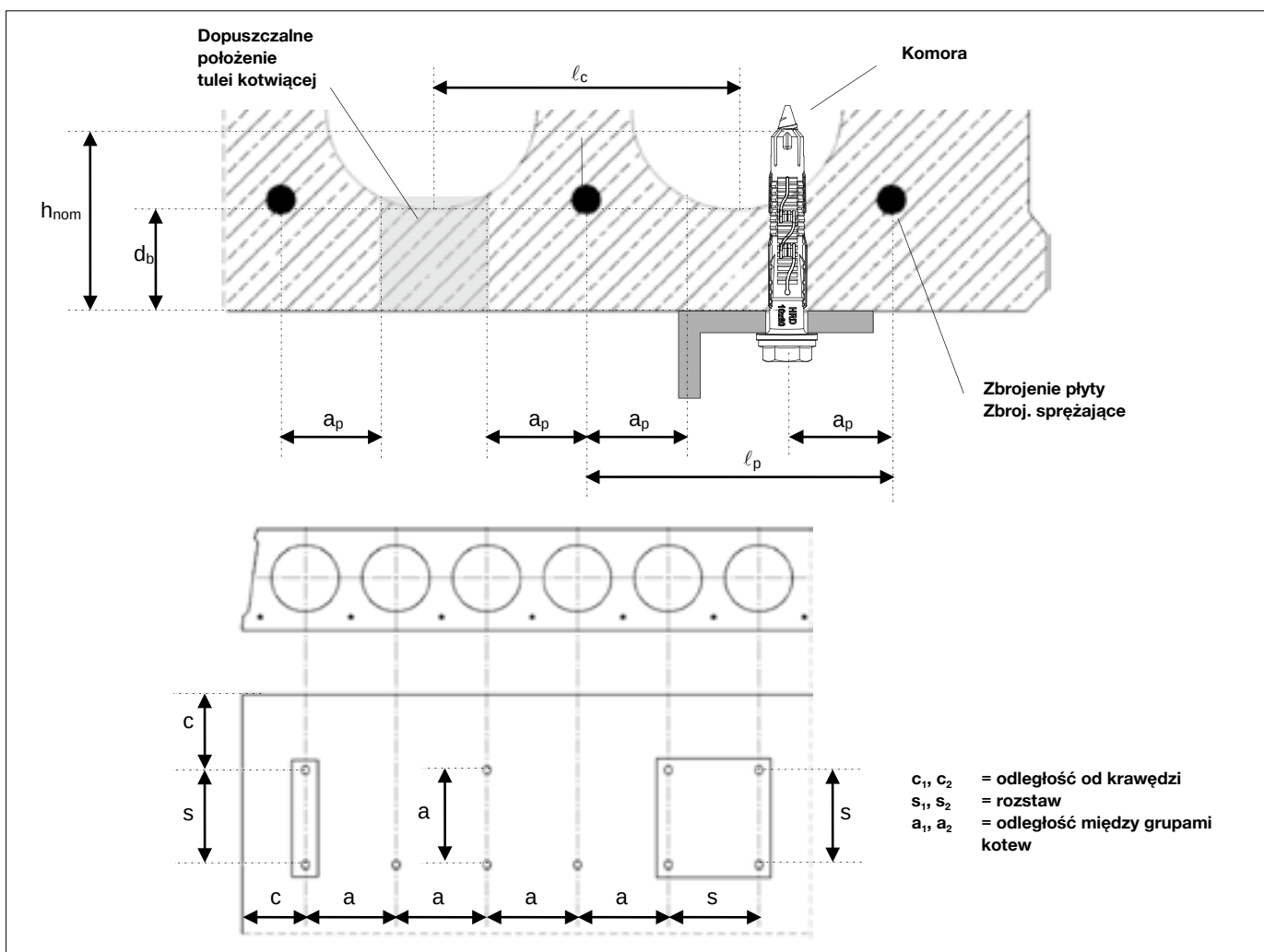
^{c)} Możliwa interpolacja liniowa

^{d)} Tylko dla elementów murowych typu Doppio Uni oraz Mattone.

Dopuszczalne położenie tulei kotwiących, minimalny rozstaw i odległość od krawędzi, a także minimalny rozstaw pomiędzy grupami kotew we wstępnie sprężonych płytach stropowych kanałowych

Typ kotwy			HRD 8	HRD 10
Długość całkowita osadzenia tulei z tworzywa sztucznego w podłożu	$h_{nom} \geq$	[mm]	-	50
Grubość ścianki płyty kanałowej	$d_b \geq$	[mm]	-	25
Rozstaw osiowy kanałów	$\ell_c \geq$	[mm]	-	100
Rozstaw zbrojenia sprężającego	$\ell_p \geq$	[mm]	-	100
Rozstaw osiowy pomiędzy zbrojeniem sprężającym a otworem wierconym	$a_p \geq$	[mm]	-	50
Minimalna odległość od krawędzi	$c_{min} \geq$	[mm]	-	100
Minimalny rozstaw kotew	$s_{min} \geq$	[mm]	-	100
Minimalna odległość pomiędzy grupami kotew	$a_{min} \geq$	[mm]		100

Konfiguracja rozstawu kotew i ich odległości od krawędzi



Procedura wymiarowania

Procedura wymiarowania według Załącznika C do ETAG 020. Nośności obliczeniowe w oparciu o dane z ETA-07/0219.

- Obowiązuje dla grupy złożonej z dwóch tulei kotwiących.
- Z uwzględnieniem wpływu odległości od krawędzi.

Procedura wymiarowania bazuje na następujących założeniach:

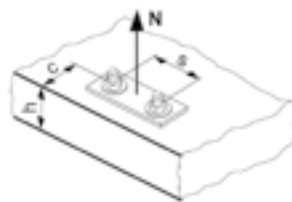
- Zachowana minimalna grubość elementu podłoża h_{min} ,
- Wszystkie dane dla betonu C16/20–C50/60,
- Na poszczególne kotwy nie oddziałują zróżnicowane obciążenia (tzn. wszystkie obciążenia są istotne w aspekcie zmęczenia materiału),
- Ścinanie bez udziału zginania.

Podane wartości obowiązują dla pojedynczej kotwy lub jednej grupy z rozstawem $< s_{cr,N}$ (w przypadku grup kotew z rozstawem $\geq s_{cr,N}$ każda kotwa może być traktowana jako kotwa pojedyncza).

Obciążenie rozciągające w podłożu betonowym

Obliczeniowa nośność na rozciąganie jest najmniejsza spośród poniższych wartości:

- Nośność ze względu na zniszczenie stali kotwy: $N_{Rd,s}$
- Nośność ze względu na wyrwanie kotwy: $N_{Rd,p}$
- Nośność ze względu na wyłamanie stożka betonu: $N_{Rd,c} = N_{Rd,p} \cdot (c/c_{cr,N})$

**Nośności obliczeniowe na rozciąganie**

Nośność obliczeniowa stali na rozciąganie $N_{Rd,s}$

Rozmiar kotwy			HRD 8	HRD 10	
			$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} \geq 70 \text{ mm}$
$N_{Rd,s}$	Stal cynkowana galwanicznie	[kN]	7,3	11,7	11,7
	Stal nierdzewna	[kN]	6,8	11,7	11,7

Nośności obliczeniowe ze względu na wyciągnięcie kotwy $N_{Rd,p}$

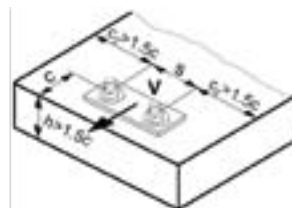
Nośność obliczeniowa ze względu na wyłamanie stożka betonu $N_{Rd,c} = N_{Rd,p} \cdot (c/c_{cr,N})$

Rozmiar kotwy			HRD 8	HRD 10	
			$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} \geq 70 \text{ mm}$
$N_{Rd,p}$	Stal cynkowana galwanicznie	[kN]	1,7	2,5	4,7
	Stal nierdzewna	[kN]	1,7	2,5	4,7

Obciążenie ścinające w podłożu betonowym

Obliczeniowa nośność na ścinanie jest najmniejsza spośród poniższych wartości:

- Nośność ze względu na zniszczenie stali kotła: $V_{Rd,s}$
- Nośność ze względu na wyłamanie krawędzi betonu: $V_{Rd,c} = f_1 \cdot c^{1,5} / 1000$

**Nośności obliczeniowe na ścinanie**

Nośność obliczeniowa stali na ścinanie $V_{Rd,s}$

Rozmiar kotwy			HRD 8	HRD 10	
			$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} \geq 70 \text{ mm}$
$V_{Rd,s}$	Stal cynkowana galwanicznie	[kN]	5,5	8,5	8,5
	Stal nierdzewna	[kN]	5,5	8,5	8,5

Nośność obliczeniowa betonu na ścinanie $V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^o \cdot f_b \cdot f_c$

Współczynniki wpływu

Wpływ odległości od krawędzi

Typ kotwy		HRD 8	HRD 10	
		$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} = 50 \text{ mm}$	$h_{nom} \geq 70 \text{ mm}$
$V_{Rd,c}^o$	[kN]	5,1	5,5	5,8

Obciążenie rozciągające, obciążenie ścinające i kombinacja obciążenia rozciągającego i obciążenia ścinającego w podłożu murowym

Nośność obliczeniową w podłożu murowym oraz podłożu z betonu komórkowego F_{Rd} (patrz podstawowe dane dotyczące nośności) należy stosować dla wszystkich kierunków obciążeń, zarówno dla pojedynczych kotew, jak i dla grup kotew.

5.4.17 HK Kotwy sufitowe*

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HK z gwintem zewnętrznym: – stal cynkowana galwanicznie – stal nierdzewna 1.4401, 1.4404, 1.4571 – HCR 1.4529	• Zamocowania wielopunktowe w betonie zarysowanym i niezarysowanym • Mała średnica otworu
 HK-I z gwintem wewnętrznym: – stal cynkowana galwanicznie – stal nierdzewna 1.4401, 1.4404, 1.4571 – HCR 1.4529	

* Tylko do zamocowań wielopunktowych.



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt	ETA-04/0043
Raport z badań odporności ogniowej	DIBt	ETA-04/0043
Raport z badań odporności ogniowej	Warringtonfire	WF 166402

^{a)} Wszystkie dane podane w niniejszym rozdziale dla kotwy sufitowej są zgodne z ETA-04/0043. Kotwa ta może być stosowana tylko do wielopunktowych zamocowań elementów niekonstrukcyjnych.

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla zamocowań pojedynczych)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Beton klasy C 20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ do C50/60, $f_{ck,cube} = 60 \text{ N/mm}^2$.
- Łącznik w zamocowaniu wielopunktowym.

Nośności charakterystyczne, wszystkie kierunki obciążeń

Rozmiar kotwy (stal cynkowana galwanicznie)	HK6	HK6L	HK8
Nośność $F_{Rk}^{a)}$ [kN]	2,0	5,0	5,0
Rozmiar kotwy (stal nierdzewna, HCR)	HK6-R/-HCR	HK6L-R/-HCR	HK8-R/-HCR
Nośność $F_{Rk}^{a)}$ [kN]	1,5	3,0	5,0

^{a)} Dla wszystkich kierunków obciążenia (rozciąganie, ścinanie i kombinacja obciążenia rozciągającego i obciążenia ścinającego).

Nośności obliczeniowe, wszystkie kierunki obciążeń

Rozmiar kotwy (stal cynkowana galwanicznie)	HK6	HK6L	HK8
Nośność $F_{Rd}^{a)}$ [kN]	1,1	2,0	2,0
Rozmiar kotwy (stal nierdzewna, HCR)	HK6-R/-HCR	HK6L-R/-HCR	HK8-R/-HCR
Nośność $F_{Rd}^{a)}$ [kN]	0,6	1,2	2,3

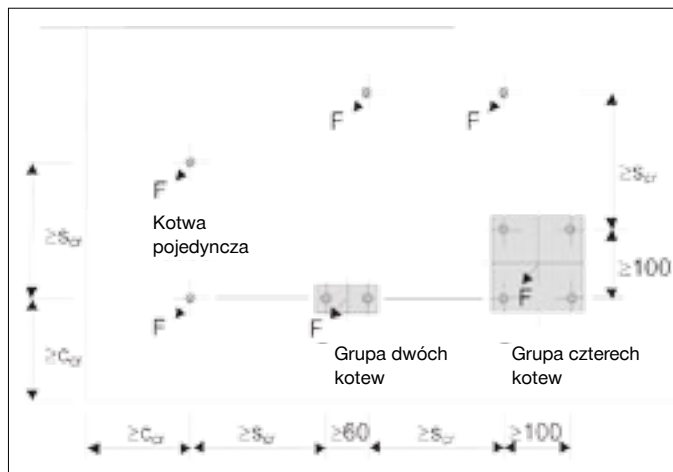
^{a)} Dla wszystkich kierunków obciążenia (rozciąganie, ścinanie i kombinacja obciążenia rozciągającego i obciążenia ścinającego).

Obciążenia dopuszczalne^{a)}, wszystkie kierunki obciążeń

Rozmiar kotwy (stal cynkowana galwanicznie)	HK6	HK6L	HK8
Nośność $F_{zul}^{b)}$ [kN]	0,8	1,4	1,4
Rozmiar kotwy (stal nierdzewna, HCR)	HK6-R/-HCR	HK6L-R/-HCR	HK8-R/-HCR
Nośność $F_{zul}^{b)}$ [kN]	0,4	0,8	1,6

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_f = 1,4$.

^{b)} Dla wszystkich kierunków obciążenia (rozciąganie, ścinanie i kombinacja obciążenia rozciągającego i obciążenia ścinającego).

Przypadek szczególny: grupy dwóch kotew: $n = 2$ i/lub czterech: $n = 4$ przy niewielkich rozstawach

Podstawowe dane dotyczące nośności dla pojedynczej kotwy obowiązują dla jednego punktu zamocowania. Punkty zamocowania mogą składać się:

Befestigungsstellen sind:

- z pojedynczej kotwy lub
- z grupy dwóch kotew mit $s_1 \geq 60$ mm. lub
- z grupy czterech kotew mit $s_1 \geq 100$ mm und $s_2 \geq 100$ mm.

Wymagania dla zamocowań wielopunktowych

Definicja zamocowania wielopunktowego obowiązująca w krajach członkowskich została podana w Załączniku 1 do ETAG 001, Część 6.

W przypadku braku definicji krajowej można zastosować poniższe wartości standardowe:

Minimalna liczba punktów zamocowania	Minimalna liczba kotew w punkcie zamocowania	Wartość maksymalnego obciążenia obliczeniowego N_{sd} na jeden punkt zamocowania ^{a)}
3	1	2 kN
4	1	3 kN

^{a)} Wartość maksymalnego obciążenia obliczeniowego N_{sd} przypadającego na jeden punkt zamocowania obowiązuje powszechnie, co oznacza, że przy wymiarowaniu układu zamocowań wielopunktowych brane są pod uwagę wszystkie punkty zamocowania.

Wartość N_{sd} może być zwiększona, jeżeli przy wymiarowaniu układu (np. sufitu podwieszanego) uwzględnia się zniszczenie jednego (najbardziej niekorzystnego) punktu zamocowania.

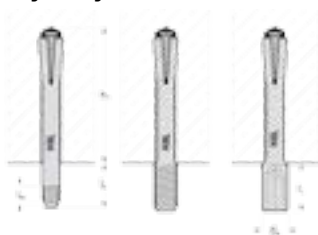
Właściwości mechaniczne HK

Rozmiar kotwy (stal cynkowana galwanicznie)		HK6	HK6L	HK8
Charakterystyczny moment zginający ^{a)} $M_{Rk,S}^0$	[Nm]	3,6	7,7	18

^{a)} częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_{Ms} = 1,25$

Rozmiar kotwy (stal nierdzewna, HCR)		HK6 -R /-HCR	HK6L -R /-HCR	HK8 -R /-HCR
Charakterystyczny moment zginający ^{a)} $M_{Rk,S}^0$	[Nm]	4,0	8,4	20,6

^{a)} częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_{Ms} = 1,5$

Wymiary zamocowania

Rozmiar kotwy			HK6		HK6L			
			M6/ t_{fix}	M8/ t_{fix}	M6/4	M6/ t_{fix}	M8/ t_{fix}	I M8
Rozmiar gwintu			Gwint zewnętrzny M6	Gwint zewnętrzny M8	Gwint zewnętrzny M6	Gwint zewnętrzny M6	Gwint zewnętrzny M8	Gwint wewnętrzny M8
Długość gwintu	l_{th}	[mm]	5 ... 50		≥ 5	≥ 5	≥ 5	12
Długość części wystającej z podłoża	l_p	[mm]	$t_{fix} + 7$		11	≤ 300	≤ 300	-
Średnica tulei	d_a	[mm]	-		-	-	-	8
Długość tulei	l_i	[mm]	-		-	-	-	15

Rozmiar kotwy			HK8			
			I M8	I M10	I M12	I M8/M10
Rozmiar kotew			Gwint wewnętrzny M8	Gwint wewnętrzny M10	Gwint wewnętrzny M12	Gwint wewnętrzny M8/M10
Średnica tulei	d_a	[mm]	10	12	14	12
Długość tulei	l_i	[mm]	15	20	20	25

Szczegóły montażowe

Rozmiar kotwy			HK6		HK L				
			M6/t _{fix}	M8/t _{fix}	M6/4	M6/t _{fix}	M8 /t _{fix}	I M6	I M8
Wiertło kołnierzowe ^{a)}			SDS 2		SDS 2				
Głębokość otworu wierconego ^{b)}	h ₁	[mm]	32		42				
Nominalna średnica wiertła	d ₀	[mm]	6		6				
Narzędzie do osadzania kotwy			HSM 6/t _{fix}	HSM 8/t _{fix}	HSM 6/4	HSM 6/t _{fix}	HSM 8/t _{fix}	HSM I M6	HSM I M8
Otwór przelotowy	d _t ≤	[mm]	7	9	7	7	9	9	12
Maksymalny moment dokręcający	T _{max}	[Nm]	5		5				

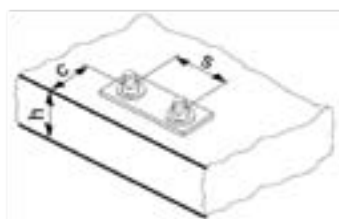
Rozmiar kotwy			HK8			
			I M8	I M10	I M12	I M8/M10
Wiertło kołnierzowe ^{a)}			SDS 3			
Głębokość otworu wierconego ^{b)}	h_1	[mm]	43			
Nominalna średnica wiertła	d_0	[mm]	8			
Narzędzie do osadzania kotwy			HSM 8 I M8	HSM 8 I M10	HSM 8 I M12	HSM 8 I M8
Otwór przelotowy	$d_t \leq$	[mm]	12	14	16	14
Maksymalny moment dokręcający	T_{max}	[Nm]	10			

^{a)} W przypadku montażu przelotowego należy zastosować wiertło kołnierzowe o odpowiedniej długości.

^{b)} Należy użyć wiertła kołnierzowego dla zapewnienia prawidłowej głębokości wierconego otworu.

Grubość elementu podłoża, rozstaw kotew i odległości od krawędzi podłoża

Rozmiar kotwy			HK6	HKL	HK8
Minimalna grubość elementu podłoża	$h_{min} \geq$	[mm]	80		
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	26	36	36
Rozstaw krytyczny kotew	s_{cr}	[mm]	200		
Krytyczna odległość od krawędzi podłoża	c_{cr}	[mm]	150		



- Krytyczny rozstaw kotew (krytyczna odległość od krawędzi) musi być zachowany.
- Rozstaw kotew (odległości od krawędzi podłoża) mniejsze niż graniczny rozstaw (krytyczna odległość od krawędzi) nie stanowią przedmiotu procedury wymiarowania.

5.4.18 HKH Kotwa do płyt kanałowych

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HKH (stal cynkowana galwanicznie)	• Do wstępnie sprężonych płyt stropowych kanałowych • Wizualna kontrola poprawności osadzenia



Aprobaty lub raporty

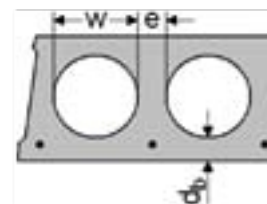
Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Ogólna aprobata organu nadzoru budowlanego (krajowa aprobata niemiecka) dla zamocowań pojedynczych ^{a)}	DIBt, Berlin	Z-21.1-1722
Dane dotyczące odporności ogniowej w ww. aprobacie	DIBt, Berlin	Z-21.1-1722
Raport z badań odporności ogniowej	IBMB, Braunschweig	UB 3606/8892
Raport z badań odporności ogniowej	Warringtonfire	WF 166402
Tryskacze	VdS, Köln	G 4961028

^{a)} Wszystkie dane podane w niniejszym rozdziale są zgodne z Z-21.1-1722.

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla zamocowań pojedynczych)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Płyty stropowe kanałowe, gdzie $b_H \leq 4,2 \cdot b_{st}$
- Beton $f_{cc} \geq 50 \text{ N/mm}^2$.
- Dane dotyczące obciążenia dopuszczalnego dla każdego kierunku działania.



Obciążenia dopuszczalne (zamocowanie pojedyncze)

Rozmiar kotwy			M6	M8	M10	M6	M8	M10	M6	M8	M10
Grubość dolnej ścianki kanału płyty d_u		[mm]	≥ 25			≥ 30			≥ 40		
Rozciąganie N_{zul}		[kN]	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	1,2	2,0	2,0	3,0
Obciążenie dopuszczalne dla pary kotew o rozstawie $s \geq 100 \text{ mm}$ i $\leq 200 \text{ mm}$											
Rozciąganie N_{zul}	Rozstaw $s \geq 100 \text{ mm}$	[kN]	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2	1,6	2,5	2,5	4,0
	Rozstaw $s \geq 200 \text{ mm}$	[kN]	1,1	1,1	1,5	1,5	1,5	2,0	3,3	3,3	5,0
Obciążenie dopuszczalne dla grupy czterech kotew o rozstawie $s \geq 100 \text{ mm}$ i $\leq 200 \text{ mm}$											
Rozciąganie N_{zul}	Rozstaw $s \geq 100/100 \text{ mm}$	[kN]	1,2	1,2	1,6	1,6	1,6	2,1	3,5	3,5	5,3
	Rozstaw $s \geq 100/200 \text{ mm}$	[kN]	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,6	4,4	4,4	6,6
	Rozstaw $s \geq 200/200 \text{ mm}$	[kN]	1,9	1,9	2,5	2,5	2,5	3,3	5,5	5,5	8,3

Podane wartości obciążeń dopuszczalnych obowiązują dla:

- obciążeń rozciągających,
- obciążeń ścinających,
- wszystkich kierunków działania obciążeń.

Wszystkie dane odnoszą się do:

- płyt stropowych kanałowych, gdzie klasa betonu $> C45/55$,
- płyt stropowych kanałowych, w których wymiar średnicy kanału spełnia warunek $b_H \leq 4,2 \cdot b_{st}$.

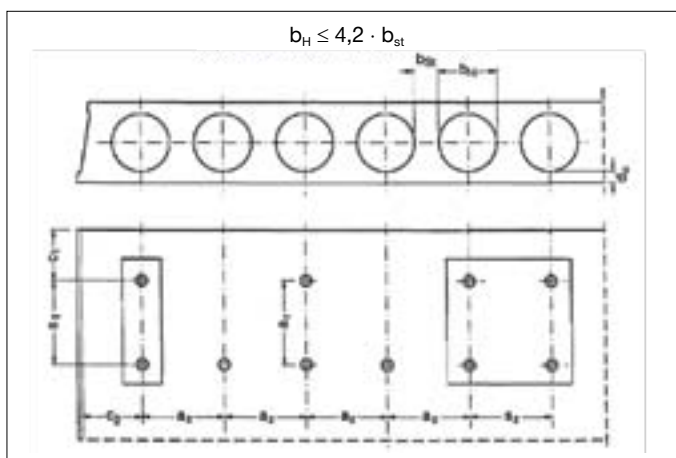
Szczegóły montażowe kotwy HKH

Rozmiar kotwy			M6	M8	M10
Grubość mocowanego elementu	t_{fix}	[mm]	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Średnica otworu przelotowego	$d_i \leq$	[mm]	12	14	16
Głębokość zakotwienia	h_s	[mm]	55 do 65	55 do 65	55 do 65
Moment dokręcający	T_{inst}	[Nm]	5	10	20

Grubość materiału podłoża, rozstawy kotew i odległości od krawędzi podłoża

Rozmiar kotwy			M6	M8	M10
Odległość od krawędzi podłoża ^{a)}	$c \geq$	[mm]		150	
Minimalna odległość od krawędzi podłoża ^{a)}	$c_{min} >$	[mm]		100	
Rozstaw pomiędzy skrajnymi kotwami sąsiadujących punktów zamocowań	$a \geq$	[mm]		300	

^{a)} Dla odległości od krawędzi < 150 mm obciążenia dopuszczalne muszą być zredukowane według wzoru: $N = 0,75 \cdot N_{zul}$



5.4.19 HCA Kotwy sprężynkowe

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HCA 5/8" (stal cynkowana galwanicznie)	• Możliwość ponownego wykorzystania do 140 razy • Wysoki poziom obciążenia • Duża podkładka Ø 34 mm • Do tymczasowych zamocowań, także na zewnątrz obiektów • Szybki demontaż



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Możliwość ponownego stosowania – tymczasowe zamocowanie, beton świeży	DIBt, Berlin	Z-21.8-2027

Dane dotyczące nośności dla zamocowań tymczasowych

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Specyfikacja betonu według tabeli.

Dane dotyczące nośności dla zamocowań tymczasowych w betonie „zielonym” < 28 dni, $f_{ck,cube} \geq 10 \text{ N/mm}^2$:

Wszelkie dane w tym rozdziale obowiązują dla następujących warunków:

- Klasa wytrzymałości betonu, $f_{ck,cube} \geq 10 \text{ N/mm}^2$.
- Zamocowania tymczasowe,
- Kotwa może być stosowana wielokrotnie – przed każdym montażem należy sprawdzić kotwę HCA zgodnie z instrukcją montażu Hilti za pomocą właściwej tulei kontrolnej HRG Hilti,
- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu kotew,
- Dane dotyczące nośności odnoszą się do pojedynczej kotwy,
- Dane dotyczące nośności odnoszą się do wszystkich kierunków działania obciążeń, dla betonu zarysowanego i niezarysowanego,
- Zachowana jest minimalna grubość elementu podłoża.

Nośności obliczeniowe, wszystkie kierunki obciążeń, beton zarysowany i niezarysowany

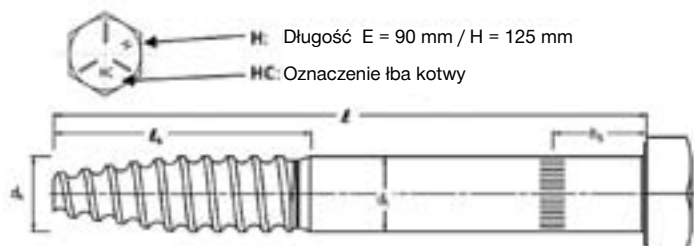
Rozmiar kotwy			HCA 5/8" x 90	HCA 5/8" x 130
Głębokość osadzenia	$h_{nom} \geq$	[mm]	80	115
Nośność obliczeniowa dla klasy wytrzymałości betonu $\geq 10 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	4	12
Nośność obliczeniowa dla klasy wytrzymałości betonu $\geq 15 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	5	15
Nośność obliczeniowa dla klasy wytrzymałości betonu $\geq 20 \text{ N/mm}^2$	F_{Rd}	[kN]	6	18

Właściwości materiałowe

	Material
Kotwa HCA 5/8"	Stal, cynkowana galwanicznie; $f_{uk} \geq 850 \text{ N/mm}^2$
Sprężynka HCT	Stal, cynkowana galwanicznie; $350 \text{ N/mm}^2 \leq f_{uk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$

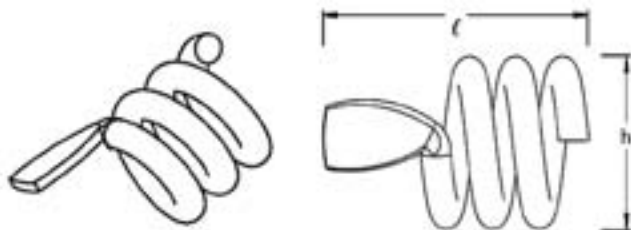
Wymiary kotwy

Rozmiar kotwy			HCA 5/8" x 90	HCA 5/8" x 130
Głębokość osadzenia	$h_{nom} \geq$	[mm]	80	115
Długość kotwy	ℓ	[mm]	90	125
Długość gwintu	ℓ_s	[mm]	51	
Średnica trzonu	d_t	[mm]	15,8	
Średnica rdzenia	d_k	[mm]	13,1	
Znacznik osadzenia	h_s	[mm]	20	
Pole przekroju czynnego	A_s	[mm ²]	196,1	

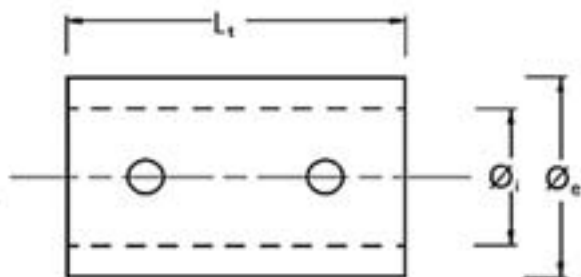


Wymiary sprężynki

Sprężynka			HCT
Długość sprężynki	ℓ	[mm]	29,3
Wysokość zwoju sprężynki	h	[mm]	15,6

**Wymiary tulei kontrolnej**

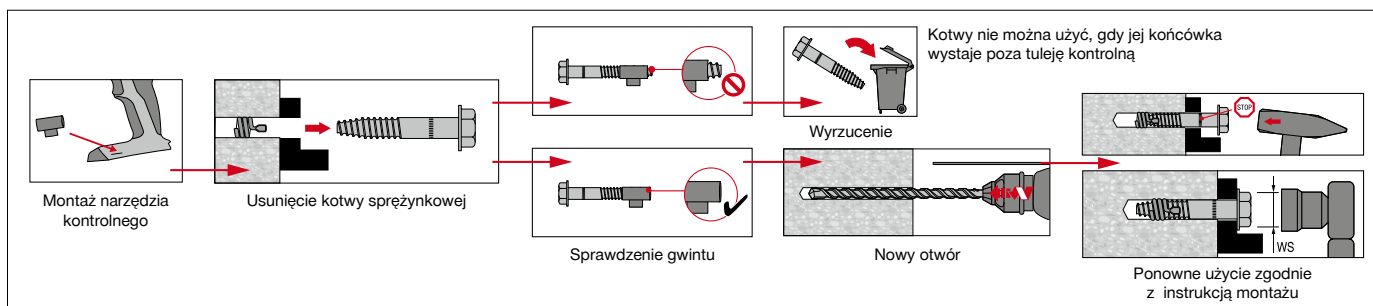
Tuleja kontrolna			HRG 16
Wewnętrzna średnica tulei	$\varnothing_i$	[mm]	15,1
Zewnętrzna średnica tulei	$\varnothing_e$	[mm]	20,0
Długość tulei	L_t	[mm]	30,0

**Instrukcja montażu w przypadku ponownego zastosowania w zamocowaniach tymczasowych**

Przed ponownym zastosowaniem kotwy sprężynkowej HCA 5/8" należy sprawdzić stopień zużycia gwintu za pomocą tulei kontrolnej HRG 16.

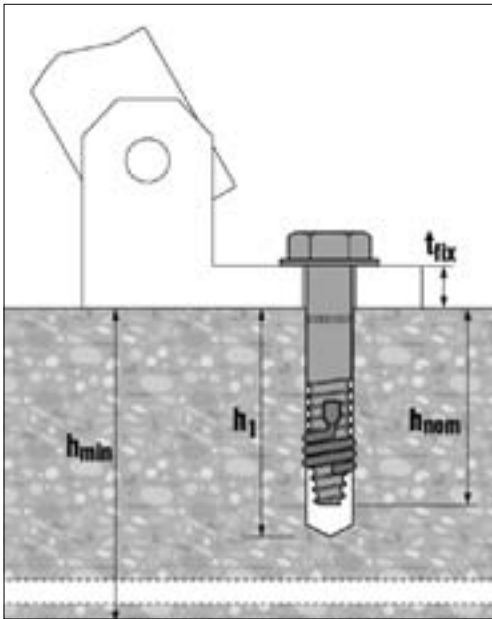
Kryteria kontroli:

- nie udaje się wsunąć kotwy na całą długość tulei kontrolnej,
- gwint kotwy nie jest uszkodzony.



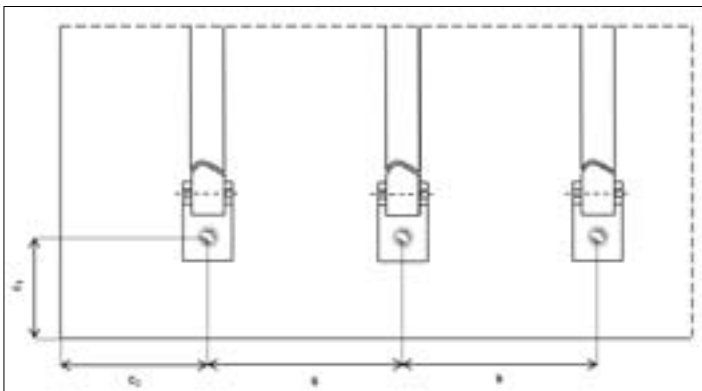
Szczegóły montażowe

Rozmiar kotwy			HCA 5/8" x 90	HCA 5/8" x 130
Głębokość osadzenia	$h_{nom} \geq$	[mm]	80	115
Nominalna średnica wiertła	d_0	[mm]	16	
Średnica tnąca wiertła	$d_{out} \leq$	[mm]	16,5	
Średnica otworu przelotowego	d_f	[mm]	18	
Rozwartość klucza	SW	[mm]	24	
Grubość mocowanego elementu	t_{fix}	[mm]	0 .. 10	
Głębokość otworu wierconego	$h_1 \geq$	[mm]	$95 - t_{fix}$	$135 - t_{fix}$
Moment dokręcający	T_{min}	[Nm]	180	



Grubość materiału podłoża, rozstaw kotew i odległości od krawędzi podłoża

Rozmiar kotwy			HCA 5/8" x 90	HCA 5/8" x 130
Głębokość osadzenia	$h_{nom} \geq$	[mm]	80	115
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	200	200
Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	125	550
Minimalna odległość od krawędzi (kierunek obciążenia 1)	$c_{1,min}$	[mm]	150	350
Minimalna odległość od krawędzi (kierunek obciążenia 2)	$c_{2,min}$	[mm]	200	500



5.5 DANE TECHNICZNE SYSTEMÓW ZAKOTWIEŃ CHEMICZNYCH

5.5.1 HVZ Kotwy wklejane

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HVU-TZ  HAS-TZ (stal cynkowana galwanicznie) HAS-RTZ (stal nierdzewna 1.4401, 1.4571) HAS-HCR-TZ (1.4529, 1.4547)	- Do betonu zarysowanego i niezarysowanego klasy od C20/25 do C50/60 - Wysoka nośność zamocowania - Możliwość zastosowania w betonie suchym i nasyconym wodą



Aprobaty lub raporty

Opis	Wydane przez	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin	ETA-03/0032
Odporne na obciążenia udarowe w obiektach obrony cywilnej	Urząd obrony cywilnej, Berno	BZS D 09-602
Dopuszczenie do obciążeń dynamicznych	DIBt, Berlin	Z-21.3-1692
Raport z badań odporności ogniowej ZTV-Tunnel (dla tuneli)	IBMB, Braunschweig	UB 3357/0550-2
Raport z badań odporności ogniowej	IBMB, Braunschweig	UB 3357/0550-1
Raport oceniający z badań odporności ogniowej (warunki pożaru)	Warringtonfire	WF 166402

^{a)} Wszystkie dane przedstawione w tym rozdziale są zgodne z ETA-03/0032.

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla pojedynczej kotwy)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Stal kotwy ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione pogrubioną czcionką),
- Specyfikacja grubości elementu podłoża według tabeli,
- Specyfikacja głębokości zakotwienia według tabeli,
- Materiał kotwy, specyfikacja według tabeli,
- Beton C20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- Zakres temperatur eksploatacji I (temperatura podłoża: minimalna -40°C , maksymalna długotrwała $+50^\circ\text{C}$, maksymalna krótkotrwała $+80^\circ\text{C}$),
- Zakres temperatur montażu od 0°C do $+40^\circ\text{C}$.

Głębokość zakotwienia i grubość elementu podłoża

Rozmiar kotwy			M10x75	M12x95	M16x105	M16x125	M20x170
Głębokość zakotwienia	h_s	[mm]	75	95	105	125	170
Grubość elementu podłoża	h_{mi}	[mm]	150	190	210	250	340

Średnie obciążenia niszczące

Rozmiar kotwy				M10x75	M12x95	M16x105	M16x125	M20x170
Beton niezarysowany								
Rozciąganie	$N_{Ru,m}$	HAS-TZ	[kN]	36,8	53,3	72,4	94,1	149,2
Ścinanie	$V_{Ru,m}$	HAS-TZ	[kN]	18,9	28,4	53,6	53,6	92,4
Beton zarysowany								
Rozciąganie	$N_{Ru,m}$	HAS-TZ	[kN]	31,2	44,4	51,6	67,1	106,4
Ścinanie	$V_{Ru,m}$	HAS-TZ	[kN]	18,9	28,4	53,6	53,6	92,4

Nośności charakterystyczne

Rozmiar kotwy				M10x75	M12x95	M16x105	M16x125	M20x170
Beton niezarysowany								
Rozciąganie	N_{Rk}	HAS-TZ	[kN]	32,8	40,0	54,3	70,6	111,9
Ścinanie	V_{Rk}	HAS-TZ	[kN]	18,0	27,0	51,0	51,0	88,0
Beton zarysowany								
Rozciąganie	N_{Rk}	HAS-TZ	[kN]	23,4	33,3	38,7	50,3	79,8
Ścinanie	V_{Rk}	HAS-TZ	[kN]	18,0	27,0	51,0	51,0	88,0

Nośności obliczeniowe

Rozmiar kotwy				M10x75	M12x95	M16x105	M16x125	M20x170
Beton niezarysowany								
Rozciąganie	N_{Rd}	HAS-TZ	[kN]	21,9	26,7	36,2	47,1	74,6
Ścinanie	V_{Rd}	HAS-TZ	[kN]	14,4	21,6	40,8	40,8	70,4
Beton zarysowany								
Rozciąganie	N_{Rd}	HAS-TZ	[kN]	15,6	22,2	25,8	33,5	53,2
Ścinanie	V_{Rd}	HAS-TZ	[kN]	14,4	21,6	40,8	40,8	70,4

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

Rozmiar kotwy				M10x75	M12x95	M16x105	M16x125	M20x170
Beton niezarysowany								
Rozciąganie	N_{zul}	HAS-TZ	[kN]	15,6	19,0	25,9	33,6	53,3
Ścinanie	V_{zul}	HAS-TZ	[kN]	10,3	15,4	29,1	29,1	50,3
Beton zarysowany								
Rozciąganie	N_{zul}	HAS-TZ	[kN]	11,1	15,9	18,4	24,0	38,0
Ścinanie	V_{zul}	HAS-TZ	[kN]	10,3	15,4	29,1	29,1	50,3

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążenia $\gamma_F = 1,4$.

Zakres temperatur

Hilti HVZ kotwa wklejana z trzpieniem HAS-TZ może być stosowana w podanym niżej zakresie temperatur. Wzrost temperatury podłoża może spowodować zmniejszenie obliczeniowej nośności wiązania.

Zakres temperatur	Temperatura betonu	Maksymalna temperatura długotrwała	Maksymalna temperatura krótkotrwała
Zakres temperatur I	Od -40 °C do +80 °C	+50 °C	+80 °C

Maksymalna temperatura krótkotrwała: podwyższone temperatury krótkotrwałe występują w krótkich okresach, np. w konsekwencji dobowych wahań temperatury.
Maksymalna temperatura długotrwała: podwyższone temperatury długotrwałe utrzymują się przez długi okres na względnie takim samym poziomie.

Właściwości mechaniczne HAS-TZ

Rozmiar kotwy				M10x75	M12x95	M16x105	M16x125	M20x170
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f_{uk}	HAS-(R) (HCR)TZ	[N/mm ²]	800				
Granica plastyczności	f_{yk}	HAS-(R) (HCR)TZ	[N/mm ²]	640				
Pole przekroju czynnego	A_s	Rozciąganie	[mm ²]	44,2	63,6	113	113	227
		Ścinanie	[mm ²]	50,3	73,9	141	141	245
Wskaźnik wytrzymałości	W	HAS-(R) (HCR)TZ	[mm ³]	50,3	89,6	236	236	541

Czas utwardzania w warunkach standardowych

Temperatura betonu	Czas utwardzania, po którym kotwa może być w pełni obciążona t_{cure}
$\geq 20\text{ °C}$	20 min
Od 10 °C do 20 °C	30 min
Od 0 °C do 10 °C	60 min

Dane te obowiązują wyłącznie dla betonu suchego. Dla betonu mokrego należy podwoić czas utwardzania.

Szczegóły montażowe

Rozmiar kotwy			M10x75	M12x95	M16x105	M16x125	M20x170
Nominalna średnica wiertła	d_0	[mm]	12	14	18	18	25
Średnica kotwy	d	[mm]	10	12	16	16	20
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	75	95	105	125	170
Głębokość wierconego otworu	h_t	[mm]	90	110	125	145	195
Minimalna grubość elementu podłoża	$h_{min}^{a)}$	[mm]	150	190	210	250	340
Średnica otworu przelotowego	d_f	[mm]	12	14	18	18	22

Beton zarysowany

Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	50	60	70	70	80
Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]	50	60	70	70	80

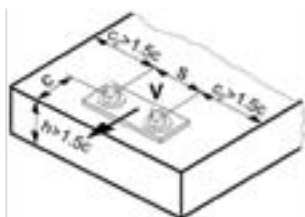
Beton niezarysowany

Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	50	60	70	70	80
Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]	50	70	85	85	80
Graniczny rozstaw ze względu na rozłupanie	$s_{cr,sp}$	[mm]	$2 c_{cr,sp}$				
Graniczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie	$c_{cr,sp}$	[mm]	$1,5 h_{ef}$				
Graniczny rozstaw ze względu na wyłamanie stożka betonu	$s_{cr,N}$	[mm]	$2 c_{cr,N}$				
Graniczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu	$c_{cr,N}^{b)}$	[mm]	$1,5 h_{ef}$				
Moment dokręcający ^{c)}	T_{max}	[Nm]	40	50	90	90	150

^{a)} h = minimalna grubość materiału podłoża ($h \geq h_{min}$)

^{b)} Graniczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu jest uzależniona od głębokości zakotwienia h_{ef} oraz obliczeniowej wytrzymałości przyczepności. Podane w tabeli uproszczone wzory dają rezultaty z bezpieczną rezerwą.

^{c)} Maksymalny dopuszczalny moment dokręcający, który pozwala uniknąć zniszczenia podłoża przez rozłupanie podczas montażu kotew o minimalnym rozstawie lub minimalnej odległości od krawędzi.

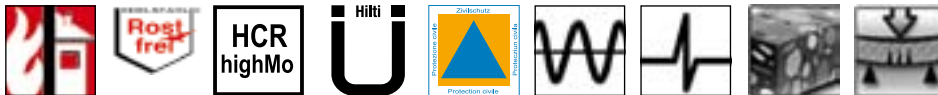


- W przypadku rozstawów kotew (lub odległości od krawędzi podłoża) mniejszych niż rozstaw graniczny (lub graniczna odległość od krawędzi) nośności lub dopuszczalne obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.

5.5.2 HVZ Dynamic. Kotwy wklejane z zestawem do obciążeń dynamicznych

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
  	HVU-TZ HAS-TZ (stal cynkowana galwanicznie, HCR*) Zestaw do obciążeń dynamicznych (stal cynkowana galwanicznie, A4*, HCR*) - Do betonu zarysowanego i niezarysowanego klasy od C20/25 do C50/60 - Do obciążeń dynamicznych - Możliwość stosowania w betonie suchym i nasyconym wodą - Zoptymalizowane przekazywanie sił dzięki wypełnieniu zaprawą HIT-HY 200 i zastosowaniu podkładki sferycznej - Zastosowanie standardowych kotew wklejanych HVZ w połączeniu z zestawem do obciążeń dynamicznych i zaprawą HIT-HY 200

* Tylko dla średnicy M12.



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Dopuszczenie do obciążeń dynamicznych ^{a)}	DIBt, Berlin	Z-21.3-1692
Odporne na obciążenia udarowe zamocowania w obiektach obrony cywilnej	Urząd obrony cywilnej, Berno	BZS D 09-602

^{a)} Wszystkie dane przedstawione w tym rozdziale są zgodne z aprobatą Z-21.3-1692.

Podstawowe dane dotyczące nośności

(dla pojedynczej kotwy)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Specyfikacja grubości elementu podłoża według tabeli,
- Specyfikacja głębokości zakotwienia według tabeli,
- Beton C20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- Zakres temperatur montażu od 0°C do +40°.

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

			Beton zarysowany i niezarysowany C20/25					
Rozmiar kotwy			M10 x 75 gv	M12 x 95 gv	M16 x 105 gv	M16 x 125 gv	M12 x 95 HCR	M16 x 125 HCR
Rozciąganie	ΔN_{zul}	[kN]	7,40	13,3	14,80	19,30	11,11	15,40
Ścinanie	ΔN_{zul}	[kN]	3,30	6,30	11,10	11,10	6,30	10,10
Współczynnik interakcji	α_{sn}		0,75	0,85	1,00	1,00	1,00	1,20

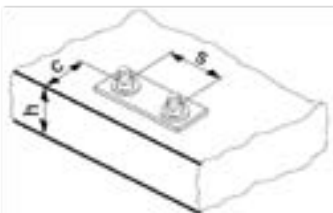
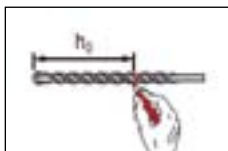
^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń istotnych pod względem zmęczenia $\gamma_{fat} = 1,0$.

Parametry montażowe, minimalne odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew i minimalna grubość elementu podłoża

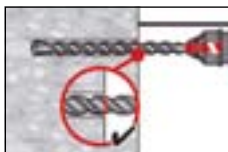
HVZ z HAS-TZ HVZ-HCR z HAS-HCR-TZ			M10x75 -	M12x95 M12x95	M16x105 -	M16x125 M16x125	
Nominalna średnica wiertła	d ₀	[mm]	12	14	18		
Średnica tnąca wiertła	d _{cut} ≤	[mm]	12,5	14,5	18,5		
Głębokość otworu wierconego	h ₀ ≥	[mm]	90	110	125		145
Otwór przelotowy w elemencie mocowanym	d _i ≤	[mm]	13	15	19		
Moment dokręcający	T _{inst}	[Nm]	40	50	90		
Minimalny rozstaw kotew	s _{min}	[mm]	60	75	85		
Minimalna odległość od krawędzi	c _{min}	[mm]	60	75	85		
Minimalna grubość elementu podłoża	h _{min}	[mm]	150	190	160	210	200
Graniczna odległość od krawędzi	C _{cr,so}		1,5 h _{ef}	1,5 h _{ef}	2,0 h _{ef} ¹⁾	1,5 h _{ef}	2,5h _{ef} ²⁾

¹⁾ HVZ M16x105: $c_{cr,sp} = 2,0 h_{ef} = 210$ mm dla $160 \text{ mm} \leq h < 210$ mm

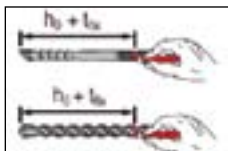
²⁾ HVZ M16x125: $c_{cr,sp} = 2,5 h_{ef} = 312,5$ mm dla $200 \text{ mm} \leq h < 250$ mm

**Instrukcja montażu****Wykonanie otworu wierconego****Montaż nieprzelotowy**

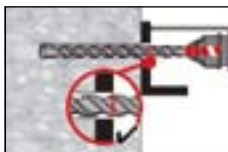
Głębokość wiercenia h_0 zgodnie z tabelą oznaczyć na wiertle TE-C, TE-Y, TE-CD lub TE-YD albo ustawić ogranicznik głębokości wiercenia na wartość h_0 .

**Montaż nieprzelotowy**

Wykonać otwór na właściwą głębokość za pomocą wiertarki udarowej, stosując wiertło o odpowiedniej średnicy. Nie wiercić głębiej.

**Montaż przelotowy**

Oznaczyć głębokość wiercenia $h_0 + t_{fix}$ na wiertle TE-C, TE-Y, TE-CD lub TE-YD albo ustawić ogranicznik głębokości wiercenia na wartość $h_0 + t_{fix}$.

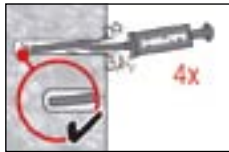
**Montaż przelotowy**

Wykonać otwór na właściwą głębokość za pomocą wiertarki udarowej, stosując wiertło o odpowiedniej średnicy. Nie wiercić głębiej.

**Montaż nieprzelotowy i przelotowy**

Wykonać otwór na właściwą głębokość za pomocą wiertarki udarowej, stosując odpowiednie wiertło Hilti TE-CD lub TE-YD. Zastosowanie wiertła TE-CD i TE-YD usuwa zwierzyny i oczyszcza otwór w czasie procesu wiercenia. Po wykonaniu otworu można przejść do etapu „Kontrola głębokości osadzenia”, zgodnie z instrukcją montażu.

Oczyszczanie

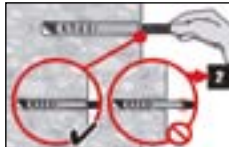


Montaż nieprzelotowy i przelotowy

Przedmuchać otwór od jego dna przynajmniej czterokrotnie za pomocą specjalnej pompki Hilti, dopóki wydychane powietrze będzie pozbawione pyłu.

Przedmuchiwanie otworu wierconego nie jest konieczne, gdy otwór został wykonany odpowiednim wiertłem Hilti TE-CD lub TE-YD.

Kontrola głębokości osadzenia



Montaż nieprzelotowy i przelotowy

Skontrolować głębokość osadzenia za pomocą łącznika HAS-TZ lub HAS-HCR-TZ.

Trzpień kotwowy musi zostać wprowadzony do otworu aż po znacznik głębokości osadzenia (montaż nieprzelotowy) albo do poziomu górnej krawędzi elementu mocowanego (montaż przelotowy).

Jeżeli nie ma możliwości wprowadzenia kotwy do poziomu znacznika, należy wykonać głębszy otwór.

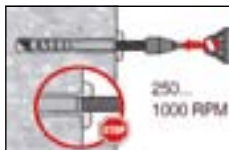


Osadzanie łącznika



Montaż nieprzelotowy i przelotowy

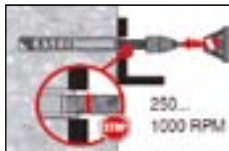
Ładunek foliowy HVU-TZ wsunąć maksymalnie głęboko w otwór, czubkiem do przodu.



Montaż nieprzelotowy i przelotowy

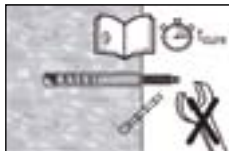
Trzpień kotwowy wkręcić za pomocą nasadzonego albo nakręconego narzędzia do osadzania, stosując umiarkowany nacisk i prędkość obrotową od 250 do maksymalnie 1000 obr./min z włączonym udarem.

Po osiągnięciu oznaczonej głębokości osadzenia wyłączyć wiertarkę udarową.



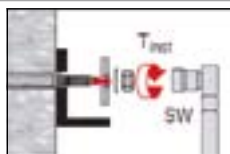
Montaż nieprzelotowy i przelotowy

Po upływie wymaganego czasu utwardzania t_{rel} można usunąć zastosowane narzędzie do osadzania.



Montaż nieprzelotowy

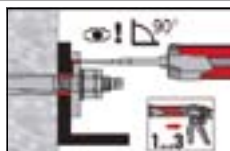
Po upływie wymaganego czasu utwardzania t_{cure} można usunąć nadmiar zaprawy.

Osadzanie elementu mocowanego**Montaż nieprzelotowy i przelotowy**

Dokręcić mocowany element, przykładając odpowiedni T_{inst}

**Montaż nieprzelotowy i przelotowy**

Nakręcić ręcznie nakrętkę zabezpieczającą i dokręcić ją o jedną czwartą lub jedną drugą obrotu.

**Montaż nieprzelotowy i przelotowy**

Przygotować zaprawę iniekcyjną Hilti HIT-HY 200-A według załączonej instrukcji.

Wypełnić szczelinę pierścieniową pomiędzy trzpieniem kotwowym a elementem mocowanym, dozując jeden do trzech suwów.

Końcówkę mieszalnika należy przy tym ustawić prostopadle do wypełnianego otworu.

Zachować czas oczekiwania przed obciążeniem kotwy zgodnie z tabelami.

Czas oczekiwania od momentu iniekcji HIT-HY 200-A do momentu obciążenia kotwy

Temperatura podłoża i elementu mocowanego	Czas osadzania (ewentualnej korekty)	Czas utwardzania t_{cure} , HIT-HY 200-A
Od -10 °C do -5 °C	1 ½ h	7 h
Od -4 °C do 0 °C	50 min	4 h
Od 1 °C do 5 °C	25 min	2 h
Od 6 °C do 10 °C	15 min	75 min
Od 11 °C do 20 °C	7 min	45 min
Od 21 °C do 30 °C	4 min	30 min
Od 31 °C do 40 °C	3 min	30 min

Temperatura pojemnika z zaprawą musi wynosić od +5°C do +25°C.

5.5.3 HVU Kotwy wklejane z prętem kotwy HAS

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
    	HVU HAS (stal cynkowana galwanicznie) HAS-R (stal nierdzewna) HAS-HCR (stal typu HCR) HAS-E (stal cynkowana galwanicznie) HAS-E-R (stal nierdzewna) HAS-E HCR (stal typu HCR) • Do betonu niezarysowanego klasy od C20/25 do C50/60 • Wysoka nośność zamocowania • Możliwość stosowania w betonie suchym i nasyconym wodą • Dostosowana do dużych średnic • Wysoka odporność na korozję



Aprobata lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin	ETA-05/0255
Raport z badań odporności ogniowej	IBMB, Braunschweig	UB-3333/0891-1
Raport z badań odporności ogniowej ZTV-Tunnel (dla tuneli)	IBMB, Braunschweig	UB 3333/0891-2
Raport z badań odporności ogniowej	Warringtonfire	WF 166402

^{a)} Wszystkie dane przedstawione w tym rozdziale są zgodne z ETA-05/0255.

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla pojedynczej kotwy)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Stal kotwy ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione pogrubioną czcionką),
- Specyfikacja grubości podłoża według tabeli,
- Typowa głębokość zakotwienia, specyfikacja według tabeli,
- Materiał kotwy, specyfikacja według tabeli,
- Beton C20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- Zakres temperatur eksploatacji I (temperatura podłoża: minimalna -40°C , maksymalna długotrwała $+24^\circ\text{C}$, maksymalna krótkotrwała $+40^\circ\text{C}$),
- Zakres temperatur montażu od -5°C do $+40^\circ\text{C}$.

Głębokość zakotwienia i grubość elementu podłoża

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Głębokość zakotwienia		[mm]	80	90	110	125	170	210	240	270
Grubość elementu podłoża		[mm]	140	160	210	210	340	370	480	540

Średnie obciążenia niszczące

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Rozciąganie	$N_{Ru,m}$	HAS [kN]	17,9	27,3	39,9	75,6	117,6	168,0	249,3	297,4
Ścinanie	$V_{Ru,m}$	HAS [kN]	8,9	13,7	20,0	37,8	58,8	84,0	182,7	221,6

Nośności charakterystyczne

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Rozciąganie	N_{Rk}	HAS [kN]	17,0	26,0	38,0	60,0	111,9	140,0	187,8	224,0
Ścinanie	V_{Rk}	HAS [kN]	8,5	13,0	19,0	36,0	56,0	80,0	174,0	211,0

Nośności obliczeniowe

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Rozciąganie	N_{Rd}	HAS [kN]	11,3	17,3	25,3	40,0	74,6	93,3	125,2	149,4
Ścinanie	V_{Rd}	HAS [kN]	6,8	10,4	15,2	28,8	44,8	64,0	139,2	168,8

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Rozciąganie	N_{zul}	HAS [kN]	8,1	12,4	18,1	28,6	53,3	66,7	89,4	106,7
Ścinanie	V_{zul}	HAS [kN]	4,9	7,4	10,9	20,6	32,0	45,7	99,4	120,6

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążenia $\gamma_F = 1,4$

Zakres temperatur

Hilti HVU zaprawa klejąca może być stosowana w podanym niżej zakresie temperatur.

Wzrost temperatury podłoża może spowodować zmniejszenie obliczeniowej wytrzymałości przyczepności.

Zakres temperatur	Temperatura betonu	Maksymalna temperatura długotrwała	Maksymalna temperatura krótkotrwała
Zakres temperatur I	Od -40 °C do +40 °C	+24 °C	+40 °C
Zakres temperatur II	Od -40 °C do +80 °C	+50 °C	+80 °C
Zakres temperatur III	Od -40 °C do +120 °C	+72 °C	+120 °C

Maksymalna temperatura krótkotrwała: podwyższone temperatury krótkotrwałe występują w krótkich okresach, np. w konsekwencji dobowych wahań temperatury.

Maksymalna temperatura długotrwała: podwyższone temperatury długotrwałe utrzymują się przez długi okres na względnie takim samym poziomie.

Właściwości mechaniczne HAS

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f_{uk}	HAS-(E)	[N/mm ²]	500	500	500	500	500	800	800
		HAS-(E)F	[N/mm ²]	800	800	800	800	800	800	800
		HAS -(E)R	[N/mm ²]	700	700	700	700	700	500	500
		HAS -(E)HCR	[N/mm ²]	800	800	800	800	700	-	-
Granica plastyczności	f_{yk}	HAS-(E)	[N/mm ²]	400	400	400	400	400	640	640
		HAS-(E)F	[N/mm ²]	640	640	640	640	640	640	640
		HAS -(E)R	[N/mm ²]	450	450	450	450	450	210	210
		HAS -(E)HCR	[N/mm ²]	600	600	600	600	400	-	-
Pole przekroju czynnego	A_s	HAS	[mm ²]	32,8	52,3	76,2	144	225	324	427
Wskaźnik wytrzymałości	W	HAS	[mm ³]	27,0	54,1	93,8	244	474	809	1274

Właściwości materiałowe

Nazwa elementu	Materiał
Pręt gwintowany HAS-(E)(F) M8-M24	Klasa wytrzymałości 5.8: stal cynkowana galwanicznie $\geq 5 \mu\text{m}$ (F) cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}$
Pręt gwintowany HAS-(E)F M8-M30; HAS-(E) M27-M30	Klasa wytrzymałości 8.8: stal cynkowana galwanicznie $\geq 5 \mu\text{m}$ (F) cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}$
Pręt gwintowany HAS-(E)R	Stal nierdzewna: klasa wytrzymałości 70 dla $\leq \text{M}24$ i klasa 50 dla M27 do M30: 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362
Pręt gwintowany HAS-(E)HCR	Stal o wysokiej odporności na korozję: 1.4529; 1.4565 Wytrzymałość $\leq \text{M}20$: $R_m = 800 \text{ N/mm}^2$; $R_{p0.2} = 640 \text{ N/mm}^2$ Wytrzymałość M24; $R_m = 700 \text{ N/mm}^2$; $R_{p0.2} = 400 \text{ N/mm}^2$
Podkładka ISO 7089	Stal cynkowana galwanicznie; cynkowana ogniowo Stal nierdzewna: 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362 Stal o wysokiej odporności na korozję: 1.4529; 1.4565
Nakrętka EN ISO 4032	Klasa wytrzymałości 8.8: stal cynkowana galwanicznie $\geq 5 \mu\text{m}$; cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}$ Klasa wytrzymałości 70: stal nierdzewna A4: 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362 Klasa wytrzymałości 70: stal o wysokiej odporności na korozję: 1.4529; 1.4565

Czas utwardzania w warunkach standardowych

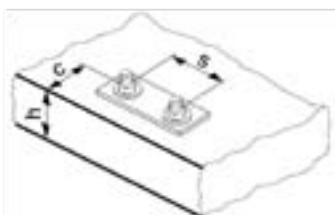
Temperatura betonu	Czas utwardzania do pełnej obciążalności kotwy t_{cure}
Od 20 °C do 40 °C	20 min
Od 10 °C do 19 °C	30 min
Od 0 °C do 9 °C	1 h
Od -5 °C do -1 °C	5 h

Szczegóły montażowe

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
Nominalna średnica wiertła	d ₀	[mm]	10	12	14	18	24	28	30	35	
Efektywna głębokość zakotwienia i otworu wierconego	h _{ef}	[mm]	80	90	110	125	170	210	240	270	
Minimalna grubość elementu podłoża	h _{min}	[mm]	110	120	140	170	220	270	300	340	
Średnica otworu przelotowego	d _f	[mm]	9	12	14	18	22	26	30	33	
Minimalny rozstaw kotew	s _{min}	[mm]	40	45	55	65	90	120	130	135	
Minimalna odległość od krawędzi	c _{min}	[mm]	40	45	55	65	90	120	130	135	
Graniczny rozstaw ze względu na rozłupanie	s _{cr,sp}	2 c _{cr,sp}									
Graniczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie ^{a)}	c _{cr,sp}	[mm]	1,0 · h _{ef} dla h / h _{ef} ≥ 2,0								
			4,6 h _{ef} - 1,8 h dla 2,0 > h / h _{ef} > 1,3								
			2,26 h _{ef} dla h / h _{ef} ≤ 1,3								
Graniczny rozstaw ze względu na beton	s _{cr,N}	[mm]	2 c _{cr,N}								
Graniczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu	c _{cr,N}	[mm]	1,5 h _{ef}								
Moment dokręcający ^{b)}	T _{max}	[Nm]	10	20	40	80	150	200	270	300	

^{a)} h = minimalna grubość materiału podłoża ($h \geq h_{\text{min}}$)

^{b)} Maksymalny dopuszczalny moment dokręcający, który pozwala uniknąć zniszczenia podłoża przez rozłupanie podczas montażu kotew o minimalnym rozstawie lub minimalnej odległości od krawędzi.



- W przypadku rozstawów kotew (lub odległości od krawędzi podłoża) mniejszych niż rozstaw graniczny (względna graniczna odległość od krawędzi), nośności lub dopuszczalne obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.

5.5.4 HVU Kotwy wklejane z tuleją z gwintem wewnętrznym HIS-(R)N

Typ kotwy	Charakterystyka i zalety
 HVU HIS-N (stal cynkowana galwanicznie) HIS-(R)N (stal nierdzewna 1.4401, 1.4571)	• Do betonu niezarysowanego klasy od C20/25 do C50/60 • Wysoka nośność zamocowania • Możliwość stosowania w betonie suchym i nasyconym wodą



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin	ETA-05/0255
Raport z badań odporności ogniowej	IBMB, Braunschweig	UB-3333/0891-1
Raport z badań odporności ogniowej	Warringtonfire	WF 166402

^{a)} Wszystkie dane przedstawione w tym rozdziale są zgodne z ETA-05/0255

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla pojedynczej kotwy)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Stal kotwy ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione pogrubioną czcionką),
- Klasa wytrzymałości śruby 8.8,
- Specyfikacja grubości podłoża według tabeli,
- Typowa głębokość zakotwienia, specyfikacja według tabeli,
- Materiał kotwy, specyfikacja według tabeli,
- Beton C20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- Zakres temperatur eksploatacji I (temperatura podłoża: minimalna -40°C , maksymalna długotrwała $+24^\circ\text{C}$, maksymalna krótkotrwała $+40^\circ\text{C}$),
- Zakres temperatur montażu od -5°C do $+40^\circ\text{C}$.

Głębokość zakotwienia i grubość elementu podłoża

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20
Głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	90	110	125	170	205
Grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	120	150	180	250	350

Średnie obciążenia niszczące

Rozmiar kotwy				M8	M10	M12	M16	M20
Rozciąganie	$N_{Ru,m}$	HIS-N	[kN]	26,3	48,3	70,4	123,9	114,5
Ścinanie	$V_{Ru,m}$	HIS-N	[kN]	13,7	24,2	41,0	62,0	57,8

Nośności charakterystyczne

Rozmiar kotwy				M8	M10	M12	M16	M20
Rozciąganie	N_{Rk}	HIS-N	[kN]	25,0	40,0	60,0	95,0	109,0
Ścinanie	V_{Rk}	HIS-N	[kN]	13,0	23,0	39,0	59,0	55,0

Nośności obliczeniowe

Rozmiar kotwy				M8	M10	M12	M16	M20
Rozciąganie	N_{Rd}	HIS-N	[kN]	16,7	26,7	40,0	63,3	74,1
Ścinanie	V_{Rd}	HIS-N	[kN]	10,4	18,4	26,0	39,3	36,7

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

Rozmiar kotwy				M8	M10	M12	M16	M20
Rozciąganie	N_{zul}	HIS-N	[kN]	11,9	19,0	28,6	45,2	53,0
Ścinanie	V_{zul}	HIS-N	[kN]	7,4	13,1	18,6	28,1	26,2

^{a)} Współczynnik bezpieczeństwa dla obciążenia $\gamma_F = 1,4$

Zakres temperatur

Zakres temperatur	Temperatura betonu	Maksymalna temperatura długotrwała	Maksymalna temperatura krótkotrwała
Zakres temperatur I	Od -40 °C do +40 °C	+24 °C	+40 °C
Zakres temperatur II	Od -40 °C do +80 °C	+50 °C	+80 °C
Zakres temperatur III	Od -40 °C do +120 °C	+72 °C	+120 °C

Maksymalna temperatura krótkotrwała: podwyższone temperatury krótkotrwałe występują w krótkich okresach, np. w konsekwencji dobowych wahań temperatury.

Maksymalna temperatura długotrwała: podwyższone temperatury długotrwałe utrzymują się przez długi okres na względnie takim samym poziomie.

Właściwości mechaniczne HIS-(R)N

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	HIS-N	[N/mm ²]	490	490	460	460	460
	Śruba 8.8	[N/mm ²]	800	800	800	800	800
	HIS-RN	[N/mm ²]	700	700	700	700	700
	Śruba A4-70	[N/mm ²]	700	700	700	700	700
Granica plastyczności	HIS-N	[N/mm ²]	410	410	375	375	375
	Śruba 8.8	[N/mm ²]	640	640	640	640	640
	HIS-RN	[N/mm ²]	350	350	350	350	350
	Śruba A4-70	[N/mm ²]	450	450	450	450	450
Pole przekroju czynnego	HIS-(R)N	[mm ²]	51,5	108,0	169,1	256,1	237,6
	Śruba	[mm ²]	36,6	58	84,3	157	245
Wskaźnik wytrzymałości	HIS-(R)N	[mm ³]	145	430	840	1595	1543
	Śruba	[mm ³]	31,2	62,3	109	277	541

Czas utwardzania w warunkach standardowych

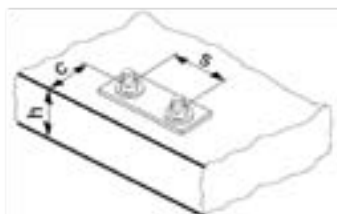
Temperatura betonu	Czas utwardzania do pełnej obciążalności kotwy t_{cure}
Od 20 °C do 40 °C	20 min
Od 10 °C do 19 °C	30 min
Od 0 °C do 9 °C	1 h
Od -5 °C do -1 °C	5 h

Szczegóły montażowe

Rozmiar kotwy	Tuleja HIS-(R)N ładunek foliowy		M8x90 M10x90	M10x110 M12x110	M12x125 M16x125	M16x170 M20x170	M20x205 M24x210
Nominalna średnica wiertła	d ₀	[mm]	14	18	22	28	32
Średnica kotwy	d	[mm]	12,5	16,5	20,5	25,4	27,6
Efektywna głębokość zakotwienia i otworu wierconego	h _{ef}	[mm]	90	110	125	170	205
Minimalna grubość elementu podłoża ^{a)}	h _{min}	[mm]	120	150	170	230	270
Średnica otworu przelotowego	d _f	[mm]	9	12	14	18	22
Głębokość wkręcania; min.–max.	h _s	[mm]	8–20	10–25	12–30	16–40	20–50
Minimalny rozstaw kotew	s _{min}	[mm]	40	45	60	80	125
Minimalna odległość od krawędzi	c _{min}	[mm]	40	45	60	80	125
Rozstaw krytyczny dla zniszczenia przez rozłupanie	s _{cr,sp}		2 c _{cr,sp}				
Krytyczny odległość od krawędzi dla zniszczenia przez rozłupanie ^{a)}	c _{cr,sp}	[mm]	1,0 · h _{ef} dla h / h _{ef} ≥ 2,0				
			4,6 h _{ef} - 1,8 h dla 2,0 > h / h _{ef} > 1,3				
			2,26 h _{ef} dla h / h _{ef} ≤ 1,3				
Moment dokręcający ^{b)}	T _{max}	[Nm]	10	20	40	80	150

^{a)} h = minimalna grubość materiału podłoża ($h \geq h_{\text{min}}$)

^{b)} Maksymalny dopuszczalny moment dokręcający, który pozwala uniknąć zniszczenia podłoża przez rozłupanie podczas montażu kotew o minimalnym rozstawie lub minimalnej odległości od krawędzi.



- W przypadku rozstawów kotew (lub odległości od krawędzi podłoża) mniejszych niż rozstaw graniczny (lub graniczna odległość od krawędzi) nośności lub dopuszczalne obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.

5.5.5 HIT-HY 200 Zaprawa iniekcyjna z prętem kotwy HIT-Z

System z zaprawą iniekcyjną	Charakterystyka i zalety
 HIT-HY 200-A  HIT-Z (stal cynkowana galwanicznie)  HIT-Z-R (stal nierdzewna)	• Dopuszczone do stosowania pod wpływem obciążeń sejsmicznych jako kotwy w środowisku aktywnym sejsmicznie kategorii C1 zgodnie z EOTA TR045 • SAFEset: czyszczenie otworu wierconego nie jest wymagane • Możliwość stosowania w betonie suchym i nasyconym wodą • Maksymalna nośność w betonie zarysowanym i niezarysowanym klasy od C20/25 do C50/60 • Możliwość stosowania otworów wierconych techniką udarową oraz diamentową • Dostosowane do otworów wierconych techniką diamentową w betonie zarysowanym i niezarysowanym bez zmniejszenia nośności • Różne pomoce ułatwiające osadzanie umożliwiają większą elastyczność rozwiązań



SAFESET



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin	ETA-12/0006 (HIT-HY 200-A) ETA-12/0028 (HIT-HY 200-R)
Raport z badań odporności ogniowej	IBMB, Braunschweig	3501/676/13

^{a)} Wszystkie dane przedstawione w tym rozdziale są zgodne z ETA-12/0006.

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla pojedynczej kotwy)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Stal kotwy ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione pogrubioną czcionką),
- Specyfikacja grubości podłoża według tabeli,
- Specyfikacja głębokości zakotwienia według tabeli,
- Materiał kotwy, specyfikacja według tabeli,
- Beton C20/25, $f_{ck, cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- Zakres temperatur eksploatacji I (temperatura podłoża: minimalna -40°C , maksymalna długotrwała $+50^\circ\text{C}$, maksymalna krótkotrwała $+80^\circ\text{C}$),
- Zakres temperatur montażu od $+5^\circ\text{C}$ do $+40^\circ\text{C}$.

Głębokość zakotwienia^{a)} i grubość elementu podłoża dla podstawowych danych o nośności

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20
Głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	70	90	110	145	180
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	130	150	170	245	280

^{a)} System łączników może być wymiarowany przy użyciu różnych wariantów głębokości zakotwienia – oprogramowanie Profis Anchor. Dopuszczalny zakres głębokości zakotwienia podano w rozdziale „Szczegóły montażowe”.

Średnie obciążenia niszczące

Rozmiar kotwy				M8	M10	M12	M16	M20
Beton niezarysowany								
Rozciąganie	$N_{Ru,m}$	HIT-Z	[kN]	25,2	39,9	57,8	100,8	153,3
Ścinanie	$V_{Ru,m}$	HIT-Z	[kN]	12,6	20,0	28,4	50,4	76,7
Beton zarysowany								
Rozciąganie	$N_{Ru,m}$	HIT-Z	[kN]	25,2	39,9	55,1	83,4	115,4
Ścinanie	$V_{Ru,m}$	HIT-Z	[kN]	12,6	20,0	28,4	50,4	76,7

Nośności charakterystyczne

Rozmiar kotwy				M8	M10	M12	M16	M20
Beton niezarysowany								
Rozciąganie	N_{Rk}	HIT-Z	[kN]	24,0	38,0	54,3	88,2	122,0
Ścinanie	V_{Rk}	HIT-Z	[kN]	12,0	19,0	27,0	48,0	73,0
Beton zarysowany								
Rozciąganie	N_{Rk}	HIT-Z	[kN]	21,1	30,7	41,5	62,9	86,9
Ścinanie	V_{Rk}	HIT-Z	[kN]	12,0	19,0	27,0	48,0	73,0

Nośności obliczeniowe

Rozmiar kotwy				M8	M10	M12	M16	M20
Beton niezarysowany								
Rozciąganie	N_{Rd}	HIT-Z	[kN]	16,0	25,3	36,2	58,8	81,3
Ścinanie	V_{Rd}	HIT-Z	[kN]	9,6	15,2	21,6	38,4	58,4
Beton zarysowany								
Rozciąganie	N_{Rd}	HIT-Z	[kN]	14,1	20,5	27,7	41,9	58,0
Ścinanie	V_{Rd}	HIT-Z	[kN]	9,6	15,2	21,6	38,4	58,4

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

Rozmiar kotwy				M8	M10	M12	M16	M20
Beton niezarysowany								
Rozciąganie	N_{zul}	HIT-Z	[kN]	11,4	18,1	25,9	42,0	58,1
Ścinanie	V_{zul}	HIT-Z	[kN]	6,9	10,9	15,4	27,4	41,7
Beton zarysowany								
Rozciąganie	N_{zul}	HIT-Z	[kN]	10,0	14,6	19,8	29,9	41,4
Ścinanie	V_{zul}	HIT-Z	[kN]	6,9	10,9	15,4	27,4	41,7

^{a)} Globalny współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$

Zakres temperatury

Zaprawa iniekcyjna Hilti HIT-HY 200 z prętem kotwy HIT-Z może być stosowana w podanym niżej zakresie temperatur. Wzrost temperatury podłoża może spowodować zmniejszenie obliczeniowej nośności wiązania.

Zakres temperatur	Temperatura podłoża	Maksymalna temperatura długotrwała	Maksymalna temperatura krótkotrwała
Zakres temperatur I	-40°C bis +40°C	+24°C	+40°C
Zakres temperatur II	-40°C bis +80°C	+40°C	+80°C
Zakres temperatur III	-40°C bis +120°C	+72°C	+120°C

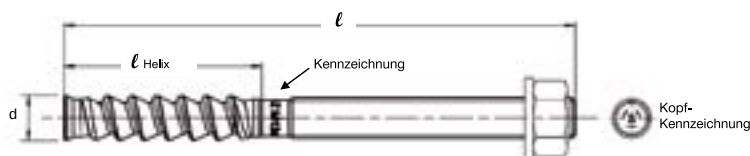
Maksymalna temperatura krótkotrwała: podwyższone temperatury krótkotrwałe występują w krótkich okresach, np. w konsekwencji dobowych wahań temperatury.

Maksymalna temperatura długotrwała: podwyższone temperatury długotrwałe utrzymują się przez długi okres na względnie takim samym poziomie.

Właściwości mechaniczne HIT-Z(-R)

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie f_{uk}	HIT-Z	[N/mm ²]	650	650	650	610	595
	HIT-Z-R	[N/mm ²]					
Granica plastyczności f_{yk}	HIT-Z	[N/mm ²]	520	520	520	490	480
	HIT-Z-R	[N/mm ²]					
Pole przekroju czynnego A_s	HIT-Z	[mm ²]	36,6	58,0	84,3	157	245
Wskaźnik wytrzymałości W	HIT-Z	[mm ³]	31,9	62,5	109,7	278	542

Wymiary kotwy



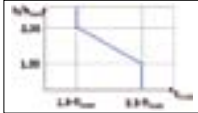
Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20
Długość kotwy	l_{min}	[mm]	80	95	105	155	215
	l_{max}	[mm]	120	160	196	240	250
Długość spirali	l_{Helix}	[mm]	50	60	60	96	100
Średnica stożka	d_{cone}	[mm]	9,25	11,25	13,25	17,25	21,09

Czas utwardzania w warunkach standardowych

Temperatura betonu	HIT-HY 200-A		HIT-HY 200-R	
	Czas osadzania (korekty) t_{work}	Czas utwardzania do pełnej obciążalności t_{cure}	Czas osadzania (korekty) t_{work}	Czas utwardzania do pełnej obciążalności t_{cure}
5 °C	25 min	2 h	1 h	3 h
Od 6 °C do 10 °C	15 min	1 h	40 min	2 h
Od 11 °C do 20 °C	7 min	30 min	15 min	1 h
Od 21 °C do 30 °C	4 min	30 min	9 min	1 h
Od 31 °C do 40 °C	3 min	30 min	6 min	1 h

- Czas osadzania t_{work} oraz czas utwardzania t_{cure} są zależne od temperatury podłoża i muszą być przestrzegane.
- W ramach czasu osadzania t_{work} można dokonać iniekcji zaprawy i osadzić pręt kotwy oraz skorygować jego położenie.
- Uwaga! Dopiero po upływie czasu utwardzania t_{cure} można obciążyć pręt kotwy obciążeniem obliczeniowym.

Szczegóły montażowe

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20
Nominalna średnica wiertła	d ₀	[mm]	10	12	14	18	22
Nominalna głębokość zakotwienia ^{a)}	h _{nom,min}	[mm]	60	60	60	96	100
	h _{nom,max}	[mm]	100	120	150	200	220
Minimalna grubość elementu podłoża	h _{min}	[mm]	h _{nom} + 60 mm			h _{nom} + 100 mm	
Montaż nieprzelotowy: Średnica otworu przelotowego w mocowanym elemencie	d _t ≤	[mm]	9	12	14	18	22
Montaż przelotowy: Średnica otworu przelotowego w mocowanym elemencie	d _t ≤	[mm]	11	14	16	20	24
Graniczny rozstaw ze względu na rozłupanie	s _{cr,sp}	[mm]	2 c _{cr,sp}				
Graniczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie	c _{cr,sp}	[mm]	1,5 · h _{nom} dla h / h _{nom} ≥ 2,35				
			6,2 h _{nom} - 2,0 h dla 2,35 > h / h _{nom} > 1,35				
			3,5 h _{nom} dla h / h _{nom} ≤ 1,35				
Graniczny rozstaw ze względu na wyłamanie stożka betonu	s _{cr,N}	[mm]	2 c _{cr,N}				
Graniczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu	c _{cr,N}	[mm]	1,5 h _{nom}				
Moment dokręcający	T _{inst}	[Nm]	10	25	40	80	150

a) Zakres głębokości zakotwienia: $h_{nom,min} \leq h_{nom} \leq h_{nom,max}$

Montaż nieprzelotowy:
Zamocowanie kotwy przed ustawieniem elementu mocowanego

Efektywna głębokość zakotwienia h_{nom}

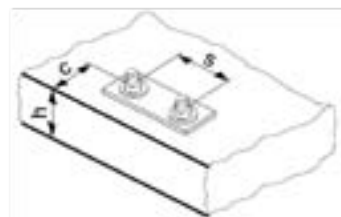
Głębokość otworu wierconego h_0

Grubość elementu betonowego h

Grubość elementu mocowanego t_{fix}

Montaż przelotowy:
Zamocowanie kotwy poprzez ustawiony element mocowany

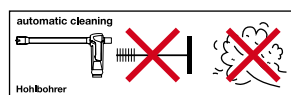
Szczelina pierścieniowa wypełniona HIT-HY 200



- W przypadku rozstawów kotew (lub odległości od krawędzi podłoża) mniejszych niż rozstaw graniczny (lub graniczna odległość od krawędzi) nośności lub dopuszczalne obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.

5.5.6 HIT-HY 200 Zaprawa iniekcyjna z prętem kotwy HIT-V

System z zaprawą iniekcyjną	Charakterystyka i zalety
 HIT-HY 200-A Pojemnik foliowy 330 ml Pojemnik foliowy 500 ml Pojemnik foliowy 1400 ml  HIT-V (stal cynkowana galwanicznie) HIT-V-F (stal cynkowana ogniowo) HIT-V-R (stal nierdzewna) HIT-V-HCR (stal typu HCR)	- Możliwość stosowania w betonie niezarysowanym i zarysowanym klasy od C20/25 do C50/60 - SafeSet: automatyczne czyszczenie otworu za pomocą wiertła rurowych do odsysania zwiercin odkurzaczem - Możliwość stosowania w betonie suchym i nasyconym wodą - Wysoka nośność zamocowania, duża wygoda montażu i krótki czas utwardzania - Zakres temperatur eksploatacji do 120°C krótkotrwale i 72°C długotrwale - Czyszczenie ręczne przy średnicach wiertel do 20 mm i hef ≤ 10d tylko dla betonu niezarysowanego - Zakres głębokości zakotwienia: od 60... 160 mm dla M8 do 120... 600 mm dla M30 - Dopuszczenie sejsmiczne jako mocowanie do kategorii C1



SAFESET



Aprobata lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin	ETA-11/0493 (HIT-HY 200-A)
Raport z badań odporności ogniowej	IBMB, Braunschweig	3501/676/13

^{a)} Wszystkie dane przedstawione w tym rozdziale są zgodne z ETA-11/0493.

LPodstawowe dane dotyczące nośności (dla pojedynczej kotwy)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Stal kotwy ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione pogrubioną czcionką),
- Specyfikacja grubości podłoża według tabeli,
- Typowa głębokość zakotwienia, specyfikacja według tabeli,
- Materiał kotwy, specyfikacja według tabeli,
- Beton C20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- Zakres temperatur eksploatacji I (temperatura podłoża: minimalna -40°C, maksymalna długotrwale +24°C, maksymalna krótkotrwale +40°C),
- Zakres temperatur montażu od -10°C do +40°C.

Głębokość zakotwienia^{a)} i grubość elementu podłoża dla podstawowych danych o nośności

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Podstawowa głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	80	90	110	125	170	210	240	270
Grubość elementu podłoża	h	[mm]	110	120	140	165	220	270	300	340

^{a)} System łączników może być wymiarowany przy użyciu różnych wariantów głębokości zakotwienia – oprogramowanie Profis Anchor. Dopuszczalny zakres głębokości zakotwienia podano w rozdziale „Szczegóły montażowe”.

Średnie obciążenia niszczące

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Beton niezarysowany										
Rozciąganie	$N_{Ru,m}$	HIT-V 5.8	[kN]	18,9	30,5	44,1	83,0	129,2	185,9	295,1
Ścinanie	$V_{Ru,m}$	HIT-V 5.8	[kN]	9,5	15,8	22,1	41,0	64,1	92,4	147,0
Beton zarysowany										
Rozciąganie	$N_{Ru,m}$	HIT-V 5.8	[kN]	18,9	28,2	44,1	66,7	105,9	145,4	212,0
Ścinanie	$V_{Ru,m}$	HIT-V 5.8	[kN]	9,5	15,8	22,1	41,0	64,1	92,4	147,0

Nośności charakterystyczne

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Beton niezarysowany										
Rozciąganie	N_{Rk}	HIT-V 5.8	[kN]	18,0	29,0	42,0	70,6	111,9	153,7	216,3
Ścinanie	V_{Rk}	HIT-V 5.8	[kN]	9,0	15,0	21,0	39,0	61,0	88,0	140,0
Beton zarysowany										
Rozciąganie	N_{Rk}	HIT-V 5.8	[kN]	15,1	21,2	35,3	50,3	79,8	109,6	159,7
Ścinanie	V_{Rk}	HIT-V 5.8	[kN]	9,0	15,0	21,0	39,0	61,0	88,0	140,0

Nośności obliczeniowe

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Beton niezarysowany										
Rozciąganie	N_{Rd}	HIT-V 5.8	[kN]	12,0	19,3	28,0	47,1	74,6	102,5	143,4
Ścinanie	V_{Rd}	HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4	112,0
Beton zarysowany										
Rozciąganie	N_{Rd}	HIT-V 5.8	[kN]	10,4	14,1	23,5	33,5	53,2	73,0	106,5
Ścinanie	V_{Rd}	HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4	112,0

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Beton niezarysowany										
Rozciąganie	N_{zul}	HIT-V 5.8	[kN]	8,6	13,8	20,0	28,0	44,4	61,0	88,9
Ścinanie	V_{zul}	HIT-V 5.8	[kN]	5,1	8,6	12,0	22,3	34,9	50,3	80,0
Beton zarysowany										
Rozciąganie	N_{zul}	HIT-V 5.8	[kN]	7,2	10,1	16,8	24,0	38,0	52,2	76,1
Ścinanie	V_{zul}	HIT-V 5.8	[kN]	5,1	8,6	12,0	22,3	34,9	50,3	80,0

^{a)} Globalny współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma_F = 1,4$

Zakres temperatur

Zakres temperatur	Temperatura betonu	Maksymalna temperatura długotrwała	Maksymalna temperatura krótkotrwała
Zakres temperatur I	Od -40 °C do +40 °C	+24 °C	+40 °C
Zakres temperatur II	Od -40 °C do +80 °C	+50 °C	+80 °C
Zakres temperatur III	Od -40 °C do +120 °C	+72 °C	+120 °C

Maksymalna temperatura krótkotrwała: podwyższone temperatury krótkotrwałe występują w krótkich okresach, np. w konsekwencji dobowych wahań temperatury.

Maksymalna temperatura długotrwała: podwyższone temperatury długotrwałe utrzymują się przez długi okres na względnie takim samym poziomie.

Właściwości mechaniczne HIT-V

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f_{uk}	HIT-V 5.8	[N/mm ²]	500	500	500	500	500	500	500
		HIT-V 8.8	[N/mm ²]	800	800	800	800	800	800	800
		HIT-V-R	[N/mm ²]	700	700	700	700	700	500	500
		HIT-V-HCR	[N/mm ²]	800	800	800	800	700	700	700
Granica plastyczności	f_{yk}	HIT-V 5.8	[N/mm ²]	400	400	400	400	400	400	400
		HIT-V 8.8	[N/mm ²]	640	640	640	640	640	640	640
		HIT-V-R	[N/mm ²]	450	450	450	450	450	210	210
		HIT-V-HCR	[N/mm ²]	640	640	640	640	400	400	400
Pole przekroju czynnego	A_s	HIT-V	[mm ²]	36,6	58,0	84,3	157	245	353	561
Wskaźnik wytrzymałości	W	HIT-V	[mm ³]	31,2	62,3	109	277	541	935	1874

Właściwości materiałowe

Nazwa elementu		Materiał
Pręt gwintowany	HIT-V(F) 5.8	Klasa wytrzymałości 5.8: stal cynkowana galwanicznie $\geq 5 \mu\text{m}$ (F) cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}$
Pręt gwintowany	HIT-V(F) 8.8	Klasa wytrzymałości 8.8: stal cynkowana galwanicznie $\geq 5 \mu\text{m}$ (F) cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}$
Pręt gwintowany	HIT-V-R	Stal nierdzewna: klasa wytrzymałości 70 dla $\leq \text{M24}$ i klasa 50 dla M27 do M30: 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362
Pręt gwintowany	HIT-V-HCR	Stal o wysokiej odporności na korozję: Wytrzymałość $\leq \text{M20}$: $R_m = 800 \text{ N/mm}^2$; $R_{p0.2} = 640 \text{ N/mm}^2$ Wytrzymałość M24 do M30: $R_m = 700 \text{ N/mm}^2$; $R_{p0.2} = 400 \text{ N/mm}^2$ 1.4529; 1.4565
Podkładka	ISO 7089	Stal cynkowana galwanicznie; cynkowana ogniowo Stal nierdzewna: 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362 Stal o wysokiej odporności na korozję: 1.4529; 1.4565
Nakrętka	EN ISO 4032	Klasa wytrzymałości 8.8: stal cynkowana galwanicznie $\geq 5 \mu\text{m}$; cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}$ Klasa wytrzymałości 70: stal nierdzewna A4: 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362 Klasa wytrzymałości 70: stal o wysokiej odporności na korozję: 1.4529; 1.4565

Czas utwardzania w warunkach standardowych

Temperatura betonu	HIT-HY 200-A	
	Czas osadzania (korekty) t_{work}	Czas utwardzania do pełnej obciążalności t_{cure}
Od -10 °C do -5 °C	1 ½ h	7 h
> -5 °C do 0 °C	50 min	4 h
> 0 °C do 5 °C	25 min	2 h
> 5 °C do 10 °C	15 min	75 min
> 10 °C do 20 °C	7 min	45 min
> 20 °C do 30 °C	4 min	30 min
> 30 °C do 40 °C	3 min	30 min

- Czas osadzania t_{work} oraz czas utwardzania t_{cure} są zależne od temperatury podłoża i muszą być przestrzegane.
- W ramach czasu osadzania t_{work} można dokonać iniekcji zaprawy i osadzić pręt kotwy oraz skorygować jego położenie.
- Uwaga! Dopiero po upływie czasu utwardzania t_{cure} można obciążyć pręt kotwy obciążeniem obliczeniowym.

Szczegóły montażowe

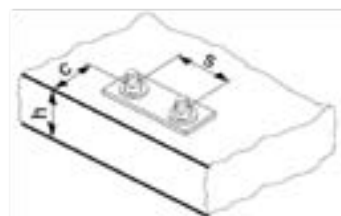
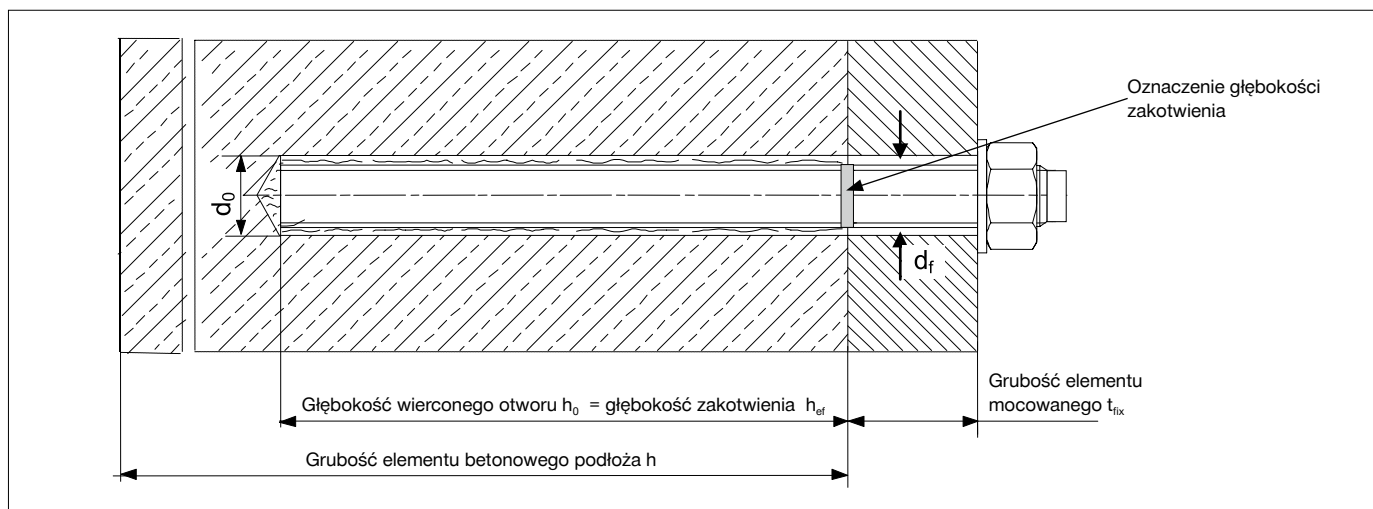
Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Nominalna średnica wiertła	d ₀	[mm]	10	12	14	18	22	28	30	35
Zakres efektywnej głębokości zakotwie- nia i głębokości otworu ^{a)} dla HIT-V	h _{ef,min}	[mm]	60	60	70	80	90	96	108	120
	h _{ef,max}	[mm]	160	200	240	320	400	480	540	600
Minimalna grubość elementu podłoża	h _{min}	[mm]	h _{ef} + 30 mm ≥ 100 mm			h _{ef} + 2 d ₀				
Średnica otworu przelotowego	d _i	[mm]	9	12	14	18	22	26	30	33
Moment dokręcający	T _{max} ^{b)}	[Nm]	10	20	40	80	150	200	270	300
Minimalny rozstaw	s _{min}	[mm]	40	50	60	75	90	115	120	140
Minimalna odległość od krawędzi	c _{min}	[mm]	40	45	45	50	55	60	75	80
Graniczny rozstaw ze względu na rozłupanie	s _{cr,sp}	[mm]	2 c _{cr,sp}							
Graniczna odległość od krawędzi ze względem na rozłupanie ^{c)}	c _{cr,sp}	[mm]	1,0 · h _{ef} dla h / h _{ef} ≥ 2,0							
			4,6 h _{ef} - 1,8 h dla 2,0 > h / h _{ef} > 1,3							
			2,26 h _{ef} dla h / h _{ef} ≤ 1,3							
Graniczny rozstaw ze względu na wyłamanie stożka betonu	s _{cr,N}	[mm]	2 c _{cr,N}							
Graniczna odległość od krawędzi ze względem na wyłamanie stożka betonu ^{d)}	c _{cr,N}	[mm]	1,5 h _{ef}							

^{a)} Zakres głębokości zakotwienia: $h_{ef,min} \leq h_{ef} \leq h_{ef,max}$.

^{b)} Maksymalny dopuszczalny moment dokręcający, który pozwala uniknąć zniszczenia podłoża przez rozłupanie podczas montażu kotew o minimalnym rozstawie lub minimalnej odległości od krawędzi.

^{c)} h = grubość elementu podłoża ($h \geq h_{min}$), h_{ef} = głębokość zakotwienia.

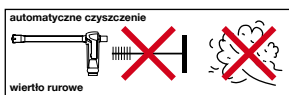
^{d)} Graniczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu zależy od głębokości zakotwienia h_{ef} i obliczeniowej nośności wiązania chemicznego. Podane w tabeli uproszczone wzory dają rezultaty z bezpieczną rezerwą.



• W przypadku rozstawów kotew (względnie odległości od krawędzi podłoża) mniejszych niż rozstaw graniczny (lub graniczna odległość od krawędzi) nośności lub dopuszczalne obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.

5.5.7 HIT-HY 200 Zaprawa iniekcyjna z prętem zbrojeniowym

System z zaprawą iniekcyjną	Charakterystyka i zalety
 HIT-HY 200-A Pojemnik foliowy 330 ml Pojemnik foliowy 500 ml Pojemnik foliowy 1400 ml Pręt zbrojeniowy	• Możliwość zastosowania w betonie niezarysowanym i zarysowanym klasy od C20/25 do C50/60 • SAFESet: automatyczne czyszczenie otworu za pomocą wiertła z pustką do odsysania zwiercin odkurzaczem • Wysoka nośność zamocowania, duża wygoda montażu • Do zastosowań z prętami zbrojeniowymi • Zakres temperatur eksploatacji do 120°C krótkotrwale i do 72°C długotrwale • Czyszczenie ręczne dla rozmiaru Ø8 do Ø16 i głębokości zakotwienia $h_{ef} \leq 10d$ w betonie niezarysowanym • Zakres głębokości zakotwienia: od 60... 160 mm dla Ø8 do 128... 640 mm dla Ø32



SAFESET



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin	ETA-11/0493 (HIT-HY 200-A)

^{a)} Wszystkie dane przedstawione w tym rozdziale są zgodne z ETA-11/0493.

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla pojedynczej kotwy)

Wszelkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż łączników (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu,
- Stal łącznika ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione pogrubioną czcionką),
- Specyfikacja grubości podłoża według tabeli,
- Typowa głębokość zakotwienia, specyfikacja według tabeli,
- Materiał kotwy, specyfikacja według tabeli,
- Beton C20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- Zakres temperatur eksploatacji I (temperatura podłoża: minimalna -40°C, maksymalna długotrwale +24°C, maksymalna krótkotrwale +40°C),
- Zakres temperatur montażu od +5°C do +40°C.

Głębokość zakotwienia^{a)} i grubość elementu podłoża dla podstawowych danych o nośności

Rozmiar kotwy			Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø26	Ø28	Ø30	Ø32
Głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	80	90	110	125	145	170	210	230	270	285	300
Grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	110	120	145	165	185	220	275	295	340	360	380

^{a)} Dopuszczalny zakres głębokości zakotwienia podano w rozdziale „Szczegóły montażowe”.

Średnie obciążenia niszczące

Rozmiar kotwy				Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø26	Ø28	Ø30	Ø32
Beton niezarysowany														
Rozciąganie	N _{Ru,m}	B500B	[kN]	29,4	45,0	65,1	87,6	116,1	148,6	204,9	233,9	297,4	322,6	348,4
Ścinanie	V _{Ru,m}	B500B	[kN]	14,7	23,1	32,6	44,1	57,8	90,3	141,8	153,3	177,5	203,7	232,1
Beton zarysowany														
Rozciąganie	N _{Ru,m}	B500B	[kN]	-	18,8	46,1	51,1	67,7	99,3	145,4	166,7	212,0	230,0	248,3
Ścinanie	V _{Ru,m}	B500B	[kN]	-	23,1	32,6	44,1	57,8	90,3	141,8	153,3	177,5	203,7	232,1

Nośności charakterystyczne

Rozmiar kotwy				Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø26	Ø28	Ø30	Ø32
Beton niezarysowany														
Rozciąganie	N _{Rk}	B500B	[kN]	24,1	33,9	49,8	66,0	87,5	111,9	153,7	176,2	224,0	243,0	262,4
Ścinanie	V _{Rk}	B500B	[kN]	14,0	22,0	31,0	42,0	55,0	86,0	135,0	146,0	169,0	194,0	221,0
Beton zarysowany														
Rozciąganie	N _{Rk}	B500B	[kN]	-	14,1	29,0	38,5	51,0	74,8	109,6	125,6	159,7	173,2	181,1
Ścinanie	V _{Rk}	B500B	[kN]	-	22,0	31,0	42,0	55,0	86,0	135,0	194,0	169,0	194,0	221,0

Nośności obliczeniowe

Rozmiar kotwy				Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø26	Ø28	Ø30	Ø32
Beton niezarysowany														
Rozciąganie	N _{Rd}	B500B	[kN]	16,1	22,6	33,2	44,0	58,3	74,6	102,5	117,4	149,4	162,0	174,9
Ścinanie	V _{Rd}	B500B	[kN]	9,3	14,7	20,7	28,0	36,7	57,3	90,0	97,3	112,7	129,3	147,3
Beton zarysowany														
Rozciąganie	N _{Rd}	B500B	[kN]	-	9,4	19,4	25,7	34,0	49,8	73,0	83,7	106,5	115,5	124,7
Ścinanie	V _{Rd}	B500B	[kN]	-	14,7	20,7	28,0	36,7	57,3	90,0	97,3	112,7	129,3	147,3

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

Rozmiar kotwy				Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø26	Ø28	Ø30	Ø32
Beton niezarysowany														
Rozciąganie	N _{zul}	B500B	[kN]	11,5	16,2	23,7	31,4	41,6	53,3	73,2	83,9	106,7	115,7	125,0
Ścinanie	V _{zul}	B500B	[kN]	6,7	10,5	14,8	20,0	26,2	41,0	64,3	69,5	80,5	92,4	105,2
Beton zarysowany														
Rozciąganie	N _{zul}	B500B	[kN]	-	9,7	13,8	18,3	24,3	35,6	52,2	59,8	76,1	82,5	89,1
Ścinanie	V _{zul}	B500B	[kN]	-	10,5	14,8	20,0	26,2	41,0	64,3	59,5	80,5	92,4	105,2

^{a)} Sicherheitsfaktor der Einwirkung $\gamma_F = 1,4$

Zakres temperatur

Zakres temperatur	Temperatura betonu	Maksymalna temperatura długotrwała	Maksymalna temperatura krótkotrwała
Zakres temperatur I	Od -40 °C do +40 °C	+24 °C	+40 °C
Zakres temperatur II	Od -40 °C do +80 °C	+50 °C	+80 °C
Zakres temperatur III	Od -40 °C do +120 °C	+72 °C	+120 °C

Maksymalna temperatura krótkotrwała: podwyższone temperatury krótkotrwałe występują w krótkich okresach, np. w konsekwencji dobowych wahań temperatury.

Maksymalna temperatura długotrwała: podwyższone temperatury długotrwałe utrzymują się przez długi okres na względnie takim samym poziomie.

Właściwości mechaniczne stal zbrojeniowa B500B

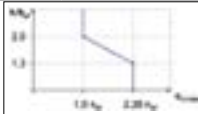
Rozmiar kotwy			Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø26	Ø28	Ø30	Ø32
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie	f_{yk}	[N/mm ²]	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Granica plastyczności	f_{yk}	[N/mm ²]	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Pole przekroju czynnego	A_s	[mm ²]	50,3	78,5	113,1	153,9	201,1	314,2	490,9	530,9	615,8	706,9	804,2
Wskaźnik wytrzymałości	W	[mm ³]	50,3	98,2	169,6	269,4	402,1	785,4	1534	1726	2155	2651	3217

Czas utwardzania w warunkach standardowych

HIT-HY 200-A		
Temperatura betonu	Czas osadzania (korekty) t_{work}	Czas utwardzania do pełnej obciążalności t_{cure}
Od -10 °C do -5 °C	1 ½ h	7 h
> -5 °C do 0 °C	50 min	4 h
> 0 °C do 5 °C	25 min	2 h
> 5 °C do 10 °C	15 min	75 min
> 10 °C do 20 °C	7 min	45 min
> 20 °C do 30 °C	4 min	30 min
> 30 °C do 40 °C	3 min	30 min

- **Czas osadzania** t_{work} oraz **czas utwardzania** t_{cure} są zależne od temperatury podłoża i muszą być przestrzegane.
- W ramach **czasu osadzania** t_{work} można dokonać iniekcji zaprawy i osadzić pręt zbrojeniowy oraz skorygować jego położenie.
- **Uwaga!** Dopiero po upływie **czasu utwardzania** t_{cure} można obciążyć pręt zbrojeniowy obciążeniem obliczeniowym.

Szczegóły montażowe

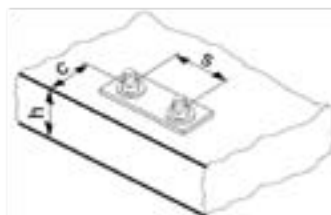
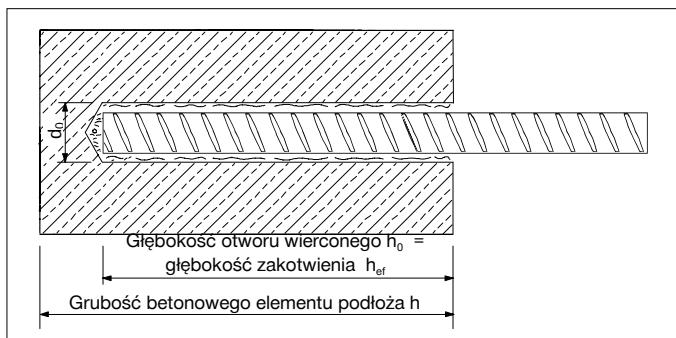
Rozmiar kotwy			Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø26	Ø28	Ø30	Ø32
Nominalna średnica wiertła	d ₀	[mm]	12 (10) ^{a)}	14 (12) ^{a)}	16 (14) ^{a)}	18	20	25	32	35	35	37	40
Zakres efektywnej głębokości zakotwienia i głębokości otworu ^{b)}	h _{ef,min}	[mm]	60	60	70	75	80	90	100	104	112	120	128
	h _{ef,max}	[mm]	160	200	240	280	320	400	500	520	560	600	640
Minimalna grubość elementu podłoża	h _{min}	[mm]	h _{ef} + 30 mm			h _{ef} + 2 d ₀							
Minimalny rozstaw kotew	s _{min}	[mm]	40	45	45	50	50	65	70	75	75	80	80
Minimalna odległość od krawędzi	c _{min}	[mm]	40	50	60	70	80	100	125	136	140	150	160
Graniczny rozstaw ze względu na rozłupanie	s _{cr,sp}	[mm]	2 c _{cr,sp}										
Graniczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie ^{c)}	c _{cr,sp}	[mm]	1,0 · h _{ef} dla h / h _{ef} ≥ 2,0										
			4,6 h _{ef} - 1,8 h dla 2,0 > h / h _{ef} > 1,3										
			2,26 h _{ef} dla h / h _{ef} ≤ 1,3										
Graniczny rozstaw ze względu na wyłamanie stożka	s _{cr,N}	[mm]	2 c _{cr,N}										
Graniczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu ^{d)}	c _{cr,N}	[mm]	1,5 h _{ef}										

a) Można stosować obie podane wartości średnicy wiertła.

b) $h_{ef,min} \leq h_{ef} \leq h_{ef,max}$ (h_{ef} = głębokość zakotwienia).

c) h = minimalna grubość elementu podłoża ($h \geq h_{min}$).

d) Graniczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu zależy od głębokości zakotwienia h_{ef} i obliczeniowej wytrzymałości przyczepności. Podane w tabeli uproszczone wzory dają rezultaty z bezpieczną rezerwą.



- W przypadku rozstawów kotew (lub odległości od krawędzi podłoża) mniejszych niż rozstaw graniczny (lub graniczna odległość od krawędzi) nośności lub dopuszczalne obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.

5.5.8 HIT-HY 270 Zaprawa iniekcyjna do konstrukcji murowych

System z zaprawą iniekcyjną	Charakterystyka i zalety
 HIT-HY 270 Pojemnik foliowy 330 ml Pojemnik foliowy 500 ml Pręty kotwiące: HIT-V (stal cynkowana galwanicznie) HIT-V-F (stal cynkowana ogniowo) HIT-V-R (stal nierdzewna) HIT-V-HCR (stal typu HCR) Tuleja gwintowana wewnętrznie HIT-IC (stal cynkowana galwanicznie) Tuleja siatkowa HIT-SC (tworzywo sztuczne: siatka PA, ramka PP)	• Zamocowania kotwione chemicznie dla większości rodzajów podłoża: beton zwykły i lekki, elementy murowe pełne ceramiczne i silikatowe • Dwuskładnikowa zaprawa hybrydowa • Szybkie utwardzanie • System uniwersalny i wygodny w stosowaniu • Elastyczny dobór głębokości osadzania i grubości elementu podłoża • Możliwe niewielkie odległości od krawędzi podłoża i rozstawy kotew • Kontrola nad wypełnianiem otworu zaprawą dzięki zastosowaniu tulei siatkowych HIT-SC • Możliwość stosowania do montażu stropowego • Zakres temperatur eksploatacji: krótkotrwała: maksymalnie 80°C długotrwała : maksymalnie 50°C



Aprobaty lub raporty

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Aprobata Techniczna	DIBt, Berlin	ETA-13/1036
Krajowa niemiecka aprobata ogólnobudowlana	DIBt, Berlin	Z-21.3-2041
Raport z badań nośności ogniowej	MFPA, Leipzig	PB 3.2/14-179-1 / 2014-09-05

W następnym rozdziale przedstawiono wartości dotyczące nośności nowego zestawu kotwiącego HIT-HY 270 w różnych rodzajach elementów murowych (pełnych i drażzonych).

Wśród elementów murowych w niniejszym rozdziale należy wyróżnić dwie grupy:

- Elementy objęte aprobatą ETA-13/1036,
- Elementy, dla których dostępne są dane techniczne Hilti – w takim wypadku przeprowadzono we własnym zakresie w firmie Hilti takie same badania, jak dla aprobaty ETA.

Podano następujące informacje techniczne:

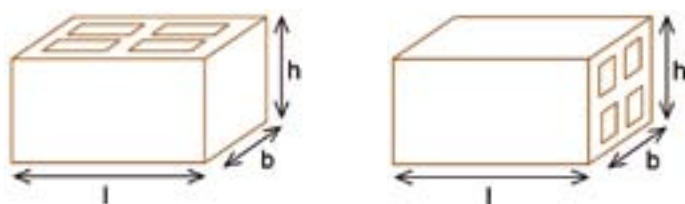
- nośności na rozciąganie i ścinanie,
- parametry montażowe

Elementy murowe i ich właściwości

Wskazówka odnośnie danych technicznych;

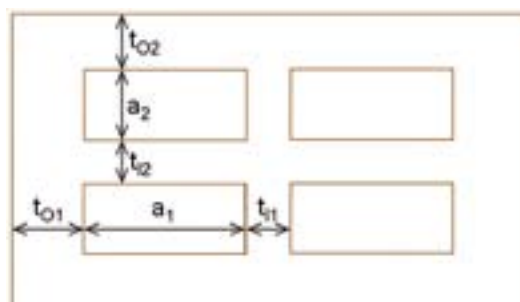
1. Należy najpierw zidentyfikować rozpatrywany element murowy na podstawie poniższej tabeli, zgodnie z jego właściwościami fizycznymi i geometrycznymi.
2. Następnie należy wyszukać odpowiadające mu wartości dotyczące nośności. Należy zwrócić przy tym uwagę na to, iż dane techniczne zawarte w tabelach dotyczą tylko kotew pojedynczych, osadzonych w odległościach od krawędzi większych lub równych wartości granicznej c_{cr} . Dla pozostałych, nieujętych tu przypadków, należy stosować oprogramowanie PROFIS Anchor, bazować na aprobatie ETA-13/1036 lub skontaktować się z Konsultantem ds. projektów firmy Hilti.

wymiary zewnętrzne elementów murowych



l = długość elementu
 b = szerokość elementu
 h = wysokość elementu
 t_o = odległość otworu do krawędzi elementu
 t_i = odstępy pomiędzy otworami
 a = wymiary otworów
 f_b = wytrzymałość na ściskanie
 ρ = gęstość objętościowa
 DF = format cienki
 NF = format normalny

wymiary wewnętrzne otworów



Elementy murowe i ich właściwości

Dane	Typ elementu	Wygląd	Wymiary* [mm]	t_o [mm]	t_i [mm]	a [mm]	f_b [N/mm ²]	ρ [kg/dm ³]
Elementy murowe pełne								
ETA	Cegła pełna Mz, 1DF		$l: \geq 240$ $b: \geq 115$ $h: \geq 52$	-	-	-	12/20/40	2,0
ETA	Cegła pełna Mz, 2DF		$l: \geq 240$ $b: \geq 115$ $h: \geq 113$	-	-	-	12	2,0
Dane techniczne Hilti	Wielka Brytania London yellow Multi Stock Mz		$l: 215$ $b: 100$ $h: 65$	-	-	-	16	1,5
Elementy murowe drażnione								
ETA	Pustak ceramiczny Hlz, 10DF		$l: 300$ $b: 240$ $h: 238$	$t_{o1}: 12$ $t_{o2}: 15$	$t_{i1}: 11$ $t_{i2}: 15$	$a_1: 10$ $a_2: 25$	12/20	1,4
Dane techniczne Hilti	Włochy Mattone Alveolater 50 Hlz		$l: 300$ $b: 245$ $h: 185$	$t_{o1}: 12$ $t_{o2}: 12$	$t_{i1}: 9$ $t_{i2}: 9$	$a_1: 22$ $a_2: 25$	16	1,0
Dane techniczne Hilti	Hiszpania Termoarcilla Hlz		$l: 300$ $b: 192$ $h: 190$	$t_{o1}: 9$ $t_{o2}: 9$	$t_{i1}: 7$ $t_{i2}: 7$	$a_1: 17$ $a_2: --$	22	0,9

* l = długość; b = szerokość; h = wysokość.

Elementy murowe i ich właściwości

Dane	Typ elementu	Wygląd	Wymiary* [mm]	t ₀ [mm]	t ₁ [mm]	a [mm]	f _b [N/mm ²]	ρ [kg/dm ³]
Elementy murowe drążone								
Dane techniczne Hilti	Belgia Wienerberger Thermoziegel Hlz		l: 285 b: 135 h: 138	t ₀₁ : 10 t ₀₂ : 10	t ₁₁ : 7 t ₁₂ : 7	a ₁ : 14 a ₂ : 34	21	0,9
Dane techniczne Hilti	Hiszpania Hueco doble Hlz		l: 232 b: 78 h: 110	t ₀₁ : 9 t ₀₂ : 9	t ₁₁ : 8 t ₁₂ : 8	a ₁ : 28 a ₂ : 28	4	0,8
Dane techniczne Hilti	Belgia Wienerberger Powerziegel Hlz		l: 285 b: 135 h: 135	t ₀₁ : 16 t ₀₂ : 12	t ₁₁ : 10 t ₁₂ : 10	a ₁ : 12 a ₂ : 31	41	1,2
Dane techniczne Hilti	Włochy Doppio uni Hlz		l: 240 b: 120 h: 120	t ₀₁ : 12 t ₀₂ : 12	t ₁₁ : 10 t ₁₂ : 12	a ₁ : 22 a ₂ : 24	27	1,1
Dane techniczne Hilti	Hiszpania Ladrillo cara vista Hlz		l: 240 b: 115 h: 49	t ₀₁ : 13 t ₀₂ : 16	t ₁₁ : 7 t ₁₂ : 7	a ₁ : 30 a ₂ : 33	42	1,2
Dane techniczne Hilti	Hiszpania Clinker mediterraneo Hlz		l: 240 b: 115 h: 49	t ₀₁ : 17 t ₀₂ : 17	t ₁₁ : 7 t ₁₂ : 7	a ₁ : 29 a ₂ : 29	78	1,3
Dane techniczne Hilti	Wielka Brytania Nostell red multi Hlz		l: 215 b: 102 h: 65	t ₀₁ : 23 t ₀₂ : 21	t ₁₁ : 28 t ₁₂ : --	a ₁ : 38 a ₂ : 56	70	1,6
Stropy ceramiczne								
ETA	Pustak stropowy ceramiczny DS 1		l: 250 b: 510 h: 180	t ₀₁ : 12 t ₀₂ : 12	t ₁₁ : 7 t ₁₂ : 7	a ₁ : 14 a ₂ : 32	3	1,0
Hilti Tech. Daten	Włochy Mattone rosso DS		l: 250 b: 400 h: 180	t ₀₁ : 9 t ₀₂ : 9	t ₁₁ : 7 t ₁₂ : 7	a ₁ : 69 a ₂ : 55	26	0,6
Elementy wapienno-piaskowe pełne								
ETA	Cegła wapienno- piaskowa pełna KS, 2DF		l: ≥240 b: ≥115 h: ≥113	-	-	-	12/28	2,0
ETA	Błoczek wapienno- piaskowy pełny KS, 8DF		l: ≥248 b: ≥240 h: ≥248	-	-	-	12/20/28	2,0
Elementy wapienno-piaskowe drążone								
ETA	Błoczek drążony wapienno-pias- kowy KSL, 8DF		l: ≥248 b: ≥240 h: ≥238	t ₀₁ : 34 t ₀₂ : 22	t ₁₁ : 11 t ₁₂ : 20	a ₁ : 52 a ₂ : 52	12/20	1,4
Hilti Tech. Daten	Element wapienno- piaskowy drążony pionowo Niemcy KSL 12		l: 240 b: 175 h: 113	t ₀₁ : 18 t ₀₂ : 20	t ₁₁ : -- t ₁₂ : --	a ₁ : -- a ₂ : --	15	1,6

* l = długość; b = szerokość; h = wysokość.

Elementy murowe i ich właściwości

Dane	Typ elementu	Wygląd	Wymiary* [mm]	t ₀ [mm]	t ₁ [mm]	a [mm]	f _b [N/mm ²]	ρ [kg/dm ³]
Elementy pełne z betonu lekkiego								
ETA	Bloczek pełny z betonu lekkiego Vbl, 2DF		l: ≥ 240 b: ≥ 115 h: ≥ 113	-	-	-	4/6	0,9
Dane techniczne Hilti	Szwecja Bloczek keramzytobetonowy Typ 3 Vbl		l: 550 b: 190 h: 190	-	-	-	3	0,6
Dane techniczne Hilti	Włochy "Tufo" Bloczek na kruszywie wulkanicznym Vbl		l: 380 b: 270 h: 270	-	-	-	4,0	1,2
Elementy drążone z betonu lekkiego								
ETA	Pustak ścienny z betonu lekkiego Hbl, 16DF		l: 495 b: 240 h: 238	t ₀₁ : 25 t ₀₂ : 51	t ₁₁ : 35 t ₁₂ : 36	a ₁ : 196 a ₂ : 52	2/6	0,7
Dane techniczne Hilti	Niemcy Pustak z betonu lekkiego Hbl 2		l: 248 b: 300 h: 248	t ₀₁ : 17 t ₀₂ : 21	t ₁₁ : 24 t ₁₂ : 22	a ₁ : 87 a ₂ : 40	2	0,6
Dane techniczne Hilti	Niemcy Element drążony pionowo z betonu lekkiego Hbl 4		l: 248 b: 240 h: 248	t ₀₁ : 48 t ₀₂ : 41	t ₁₁ : -- t ₁₂ : 62	a ₁ : 140 a ₂ : 49	4	0,7
Elementy pełne z betonu zwykłego								
ETA	Bloczek pełny z betonu zwykłego Vbn, 2DF		l: ≥ 240 b: ≥ 115 h: ≥ 113	-	-	-	6/16	2,0
Dane techniczne Hilti	Wielka Brytania Beton szczelny b = 100 mm		l: 440 b: 100 h: 215	-	-	-	14	2,0
Dane techniczne Hilti	Wielka Brytania Beton szczelny b = 140 mm		l: 440 b: 140 h: 215	-	-	-	14	2,0
Elementy drążone z betonu zwykłego								
ETA	Element drążony z betonu zwykłego, pustak betonowy Hbn		l: 500 b: 200 h: 200	t ₀₁ : 15 t ₀₂ : 15	t ₁₁ : 15 t ₁₂ : 15	a ₁ : 133 a ₂ : 75	4/10	0,9
Dane techniczne Hilti	Włochy Blocchi Cem Hbn		l: 500 b: 200 h: 200	t ₀₁ : 30 t ₀₂ : 30	t ₁₁ : 30 t ₁₂ : --	a ₁ : 200 a ₂ : 135	8	1,0
Dane techniczne Hilti	Niemcy Hbn 4		l: 365 b: 240 h: 238	t ₀₁ : 26 t ₀₂ : 35	t ₁₁ : 26 t ₁₂ : 26	a ₁ : 128 a ₂ : 62	4/10	1,4
Dane techniczne Hilti	Wielka Brytania (b = 215 mm) Hbn		l: 440 b: 215 h: 215	t ₀₁ : 48 t ₀₂ : 48	t ₁₁ : 40 t ₁₂ : --	a ₁ : 150 a ₂ : 120	10	1,2
Dane techniczne Hilti	Wielka Brytania (b = 138 mm) Hbn		l: 440 b: 138 h: 215	t ₀₁ : 48 t ₀₂ : 38	t ₁₁ : 48 t ₁₂ : --	a ₁ : 150 a ₂ : 60	7	1,5
Dane techniczne Hilti	Wielka Brytania (b = 112 mm) Hbn		l: 440 b: 112 h: 215	t ₀₁ : 30 t ₀₂ : 30	t ₁₁ : 30 t ₁₂ : --	a ₁ : 50 a ₂ : 50	7	1,3
Dane techniczne Hilti	Finlandia Element standardowy Hbn		l: 600 b: 500 h: 92	t ₀₁ : 32 t ₀₂ : 15	t ₁₁ : 32 t ₁₂ : --	a ₁ : 62 a ₂ : 62	6	0,9

* l = długość; b = szerokość; h = wysokość.

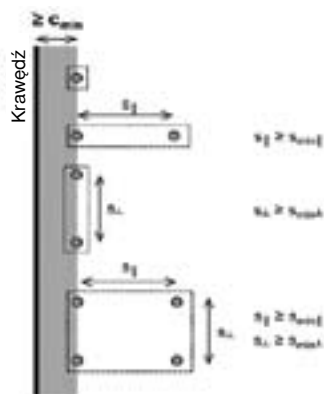
Rozstawy łączników oraz ich odległości od krawędzi w poszczególnych elementach murowych

Oznaczenie [według tabeli wyżej]	Odległości od krawędzi i naroży elementu					
	c_{min} [mm]	c_{cr} [mm]	$s_{min} \parallel$ [mm]	$s_{min} \perp$ [mm]	$s_{cr} \parallel$ [mm]	$s_{cr} \perp$ [mm]
ETA-13/1036						
Mz, 1DF	b	b	b	h	b dla $h_{ef} < 80$ ułożenie głowkowe l dla $h_{ef} \geq 80$ ułożenie głowkowe l ułożenie wozówkowe	2*h+10
MZ 2 DF, KS 2 DF, KS 8 DF, Vbl 2 DF, Vbn 2DF	50	115	115 do c_{min} 50 do c_{cr}	115 do c_{min} 50 do c_{cr}	b ułożenie głowkowe l ułożenie wozówkowe	h
Hlz 10 DF	50	l/2	5 x d_0	5 x d_0	l	h
KSL 8DF	50	Rozciąganie: 50 Ścinanie: l/2	50	50	l	h
Hbl 16 DF, Hbn	50	Rozciąganie: 50 Ścinanie: h	50	50	h	h
DS1	100	100	l	b	-	b

Dane techniczne Hilti						
Mz Wielka Brytania London yellow Multi Stock	100	100	65	100 do $h_{ef} = 50$ 215 do $h_{ef} \geq 80$	215	140
Hlz włoska Mattone Aleolater 50	50	Rozciąganie: 50 Ścinanie: 150	80 (HIT-SC 16) 90 (HIT-SC 18) 110 (HIT-SC 22)	80 (HIT-SC 16) 90 (HIT-SC 18) 110 (HIT-SC 22)	245 ułożenie głowkowe 300 ułożenie wozówkowe	185
Hlz hiszpańska Termoarcilla	50	Rozciąganie: 50 Ścinanie: 150	80 (HIT-SC 16) 90 (HIT-SC 18) 110 (HIT-SC 22)	80 (HIT-SC 16) 90 (HIT-SC 18) 110 (HIT-SC 22)	300	190
Hlz belgijska Wienerberger Thermobrick	50	Rozciąganie: 50 Ścinanie: 150	80 (HIT-SC 16) 90 (HIT-SC 18) 110 (HIT-SC 22)	80 (HIT-SC 16) 90 (HIT-SC 18) 110 (HIT-SC 22)	135 ułożenie głowkowe 285 ułożenie wozówkowe	140
Hlz hiszpańska Hueco doble	120	120	80 (HIT-SC 16) 90 (HIT-SC 18) 110 (HIT-SC 22)	80 (HIT-SC 16) 90 (HIT-SC 18) 110 (HIT-SC 22)	232	80
Hlz belgijska Wienerberger Powerbrick	50	Rozciąganie: 50 Ścinanie: 150	80 (HIT-SC 16) 90 (HIT-SC 18) 110 (HIT-SC 22)	80 (HIT-SC 16) 90 (HIT-SC 18) 110 (HIT-SC 22)	135 ułożenie głowkowe 285 ułożenie wozówkowe	135
Hlz włoska Doppio Uni	50	Rozciąganie: 50 Ścinanie: 150	80 (HIT-SC 16) 90 (HIT-SC 18) 110 (HIT-SC 22)	80 (HIT-SC 16) 90 (HIT-SC 18) 110 (HIT-SC 22)	120 ułożenie głowkowe 240 ułożenie wozówkowe	120
Hlz hiszpańska Ladrillo cara vista, Hlz hiszpańska Clinker mediterrane	115	115	115	50	115 ułożenie głowkowe 240 ułożenie wozówkowe	110
Hlz brytyjska Nostell red multi	105	105	105	65	105 ułożenie głowkowe 215 ułożenie wozówkowe	140
DS włoska Mattone rosso	100	100	400	250	400	250
KSL 12	50	Rozciąganie: 50 Ścinanie: 120	50	50	175 ułożenie głowkowe 240 ułożenie wozówkowe	115
Vbl szwedzka Leca Typ 3	50	115	50 do c_{cr} 115 do c_{min}	50 do c_{cr} 115 do c_{min}	190 ułożenie głowkowe 550 ułożenie wozówkowe	190
Vbl włoska „Tufo” kruszywo wulkaniczne	50	115	50 do c_{cr} 115 do c_{min}	50 do c_{cr} 115 do c_{min}	270 ułożenie głowkowe 380 ułożenie wozówkowe	270
Hbl 2, Hbl 4	50	Rozciąganie: 50 Ścinanie: 250	50	50	250	250
Beton szczelny Wielka Brytania	50	115	50 do c_{cr} 115 do c_{min}	50 do c_{cr} 115 do c_{min}	440	215
Hbn włoska Blocchi Cem	50	Rozciąganie: 50 Ścinanie: 240	50	50	240	240
Hbn 4	50	Rozciąganie: 50 Ścinanie: 200	50	50	250	200
Hbn Wielka Brytania b = 215 mm i b = 138 mm	50	Rozciąganie: 50 Ścinanie: 220	50	50	215	215
Hbn Wielka Brytania b=112mm Hbn fiński element standardowy	50	Rozciąganie: 50 Ścinanie: 100	50	50	200	200

ETA określa procedurę stosowania elementów murowych testowanych w miejscu wbudowania.

Minimalne i krytyczne odległości od krawędzi i rozstawy kotew



c_{min} =
minimalna odległość
od krawędzi

s_{min} =
minimalna odległość równoległa
do spoiny

$s_{min \perp}$ =
minimalna odległość
prostopadła do spoiny

c_{cr} =
krytyczna odległość
od krawędzi

s_{cr} =
krytyczny odstęp równoległy do
spoiny

$s_{cr \perp}$ =
krytyczny odstęp
prostopadły względem
spoiny

Wymiary kotwy

Rozmiar kotwy Pręty gwintowane HIT-V, HIT-V-R, HIT-V-HCR		M8	M10	M12	M16
Głębokość zakotwienia	h_{ef} [mm]	Różne długości od 50 do 300 bez tulei siatkowej HIT-SC Różne długości od 50 do 160 z tuleją siatkową HIT-SC			

Rozmiar kotwy Gwint wewnętrzny tulei HIT-IC		M8x80	M10x80	M12x80	
Głębokość zakotwienia	h_{ef} [mm]	80	80	80	

Nośności obliczeniowe dla prętów gwintowanych HIT-V

Rozmiar kotwy			M6	M8	M10	M12	M16	
Rozciąganie	N _{Rd,s}	HIT-V 5.8 (F)	[kN]	6,7	12,0	19,3	28,0	52,7
		HIT-V 8.8 (F)	[kN]	10,7	19,3	30,7	44,7	84,0
		HIT-V-R	[kN]	7,5	13,9	21,9	31,6	58,8
		HIT-V-HCR	[kN]	10,7	19,3	30,7	44,7	84,0
Ścinanie	V _{Rd,s}	HIT-V 5.8 (F)	[kN]	4,0	7,2	12,0	16,8	31,2
		HIT-V 8.8 (F)	[kN]	6,4	12,0	18,4	27,2	50,4
		HIT-V-R	[kN]	4,5	8,3	12,8	19,2	35,3
		HIT-V-HCR	[kN]	6,4	12,0	18,4	27,2	50,4
Moment ugięcia	M ⁰ _{Rd,s}	HIT-V 5.8 (F)	[Nm]	6,4	15,2	29,6	52,8	133,6
		HIT-V 8.8 (F)	[Nm]	9,6	24,0	48,0	84,0	212,8
		HIT-V-R	[Nm]	7,1	16,7	33,4	59,1	149,7
		HIT-V-HCR	[Nm]	9,6	24,0	48,0	84,0	212,8

Nośności obliczeniowe dla tulei z gwintem wewnętrznym HIT-IC

Rozmiar kotwy				M8	M10	M12
Rozciąganie	N _{Rd,s}	HIT-IC	[kN]	3,9	4,8	9,1
Ścinanie	V _{Rd,s}	HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8
		Śruba 8.8	[kN]	12,0	18,4	27,2
Moment ugięcia	M ⁰ _{Rd,s}	HIT-V 5.8	[kN]	15,2	29,6	52,8
		Śruba 8.8	[Nm]	24.0	48.0	84.0

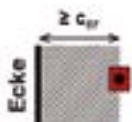
Kategoria użytkowania – mury suche lub mokre:

- **w/w:** montaż i zastosowanie w elementach konstrukcyjnych w warunkach suchych lub mokrych (za wyjątkiem cegły sylikatowej),
- **d/d:** montaż i zastosowanie w elementach konstrukcyjnych w warunkach suchych wewnątrz.

Temperatura eksploatacji:

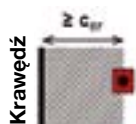
Zakres temperatur **Ta**: od -40°C do +40°C (maksymalna temperatura długotrwała +24°C i maksymalna temperatura krótkotrwała +40°C),

Zakres temperatur **Tb**: od -40°C do +80°C (maksymalna temperatura długotrwała +50°C i maksymalna temperatura krótkotrwała +80°C).

**Nośności obliczeniowe dla krytycznej odległości od krawędzi $c \geq c_{cr}$ dla kotwy pojedynczej**

Typ obciążenia	Rozmiar kotwy		h _{ef} [mm]	f _b [N/mm²]	w/w		d/d	
					Ta	Tb	Ta	Tb
					Obciążenia [kN]			
	Cegła pełna Mz, 1DF (ETA Daten)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V HIT-V + HIT-SC HIT-IC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12 M8, M10, M12	≥ 50	12	0,8	0,8	0,8	0,8
				20	1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)
				40	1,4 (1,6*)	1,4 (1,6*)	1,4 (1,6*)	1,4 (1,6*)
			≥ 80	12	1,4 (1,6*)	1,4 (1,6*)	1,4 (1,6*)	1,4 (1,6*)
				20	1,8 (2,2*)	1,8 (2,2*)	1,8 (2,2*)	1,8 (2,2*)
				40	2,6 (3,0*)	2,6 (3,0*)	2,6 (3,0*)	2,6 (3,0*)
			≥ 100	12	2,4 (2,8*)	2,4 (2,8*)	2,4 (2,8*)	2,4 (2,8*)
				20	3,6 (4,2*)	3,6 (4,2*)	3,6 (4,2*)	3,6 (4,2*)
				40	4,8	4,8	4,8	4,8
V _{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V HIT-V + HIT-SC HIT-IC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12 M8, M10, M12	≥ 50	12	0,48			
				20	0,6			
				40	0,8			
	Cegła pełna Mz, 2DF							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V HIT-V + HIT-SC HIT-IC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12 M8, M10, M12	≥ 50	12	1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)
			≥ 80		1,4 (1,8*)	1,4 (1,8*)	1,4 (1,8*)	1,4 (1,8*)
			≥ 100		2,4 (2,8*)	2,4 (2,8*)	2,4 (2,8*)	2,4 (2,8*)
V _{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V HIT-V + HIT-SC HIT-IC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12 M8, M10, M12	≥ 50	12	1,6			
	Cegła pełna Wielka Brytania London żółta Multi Lizenz (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 100 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	16	1,4 (1,6*)	1,4 (1,6*)	1,4 (1,6*)	1,4 (1,6*)
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10	≥ 80		2,2 (2,6*)	2,2 (2,6*)	2,2 (2,6*)	2,2 (2,6*)
	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M12, M16 M8, M10, M12			2,6 (3,0*)	2,6 (3,0*)	2,6 (3,0*)	2,6 (3,0*)
V _{Rd,b} (c _{cr} = 100 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10	≥ 50	16	2,6			
	HIT-V + HIT-SC	M12, M16			3,2			
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10	≥ 80		3,2			
	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M12, M16 M8, M10, M12			4,8			

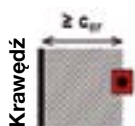
* Czyszczenie tylko sprężonym powietrzem.



Nośności obliczeniowe dla krytycznej odległości od krawędzi $c \geq c_{cr}$ dla kotwy pojedynczej

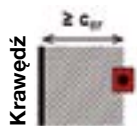
Typ obciążenia	Rozmiar kotwy		h _{ef} [mm]	f _b [N/mm ²]	w/w		d/d	
					Ta	Tb	Ta	Tb
					Obciążenia [kN]			
	Pustak Hlz, 10DF (dane ETA)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 150 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 80	12	2,2 (2,4 *)	2,2 (2,4 *)	2,2 (2,4 *)	2,2 (2,4 *)
				20	2,8 (3,2*)	2,8 (3,2*)	2,8 (3,2*)	2,8 (3,2*)
V _{Rd,b} (c _{cr} = 150 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12 M8	≥ 80	12	0,8			
				20	1,2			
	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M16 M10, M12	≥ 80	12	1,4			
				20	1,8			
	Pustak Włochy Mattone Alveolater 50 (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 80	16	1,8 (2,0*)	1,8 (2,0*)	1,8 (2,0*)	1,8 (2,0*)
			≥ 130		2,6 (3,0*)	2,6 (3,0*)	2,6 (3,0*)	2,6 (3,0*)
V _{Rd,b} (c _{cr} = 150 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 80	16	1,4			
			≥ 130		2,6			
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 130					
	Pustak Hiszpania Termoarcilla (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	22	0,6 (0,8*)	0,6 (0,8*)	0,6 (0,8*)	0,6 (0,8*)
	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 80		1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)
V _{Rd,b} (c _{cr} = 150 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 50	22	1,8			
	Cegła dziurawka Belgia Wienerberger Thermobrick (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	21	0,48 (0,6*)	0,48 (0,6*)	0,48 (0,6*)	0,48 (0,6*)
	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 80		2,2 (2,6*)	2,2 (2,6*)	2,2 (2,6*)	2,2 (2,6*)
V _{Rd,b} (c _{cr} = 150 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10	≥ 50	21	2,4			
	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M12, M16 M8, M10, M12			2,8			
	Cegła dziurawka Hiszpania Hueco doble (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 120 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	4	0,4	0,4	0,4	0,4
	HIT-V + HIT-SC	M8	80		0,8 (1,0*)	0,8 (1,0*)	0,8 (1,0*)	0,8 (1,0*)
	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M10 M8, M10, M12			1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)
	HIT-V + HIT-SC	M12, M16			1,4 (1,6*)	1,4 (1,6*)	1,4 (1,6*)	1,4 (1,6*)
V _{Rd,b} (c _{cr} = 120 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 50	4	1,2			
	Pustak Belgischer Wienerberger Powerbrick (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	41	1,6 (1,8*)	1,6 (1,8*)	1,6 (1,8*)	1,6 (1,8*)
	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 80		2,6 (2,8*)	2,6 (2,8*)	2,6 (2,8*)	2,6 (2,8*)
V _{Rd,b} (c _{cr} = 150 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10	≥ 50	41	2,6			
	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M12, M16 M8, M10, M12			4,8			

* Czyszczenie tylko sprężonym powietrzem.


Nośności obliczeniowe dla krytycznej odległości od krawędzi $c \geq c_{cr}$ dla kotwy pojedynczej

Typ obciążenia	Rozmiar kotwy		h _{ef} [mm]	f _b [N/mm²]	w/w		d/d	
					Ta	Tb	Ta	Tb
					Obciążenia [kN]			
	Cegła dziurawka Włochy Doppio uni (dane Hilti)							
N_{Rd,p} = N_{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	27	0,6	0,6	0,6	0,6
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 80		1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)	1,0 (1,2*)
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12						
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 130		2,8 (3,2*)	2,8 (3,2*)	2,8 (3,2*)	2,8 (3,2*)
V_{Rd,b} (c _{cr} = 150 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	27	1,6			
	HIT-V + HIT-SC	M12, M16	≥ 80		3,6			
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12						
	Cegła dziurawka Hiszpania Ladrillo cara vista (dane Hilti)							
N_{Rd,p} = N_{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	42	0,6 (0,8*)	0,6 (0,8*)	0,6 (0,8*)	0,6 (0,8*)
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 80		2,2 (2,6*)	2,2 (2,6*)	2,2 (2,6*)	2,2 (2,6*)
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12						
V_{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	42	1,8			
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12						
	Cegła dziurawka Hiszpania Clinker mediteraneo (dane Hilti)							
N_{Rd,p} = N_{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	78	0,6 (0,8*)	0,6 (0,8*)	0,6 (0,8*)	0,6 (0,8*)
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 80		2,0 (2,2*)	2,0 (2,2*)	2,0 (2,2*)	2,0 (2,2*)
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12						
V_{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	78	2,0			
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12						
	Cegła dziurawka Wielka Brytania Nostell Red Multi (dane Hilti)							
N_{Rd,p} = N_{Rd,b} (c _{cr} = 105 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	70	2,4 (2,8*)	2,4 (2,8*)	2,4 (2,8*)	2,4 (2,8*)
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 80		2,8 (3,2*)	2,8 (3,2*)	2,8 (3,2*)	2,8 (3,2*)
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12						
V_{Rd,b} (c _{cr} = 105 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	70	4,6			
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 80		4,8			
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12						
	Cegła stropowa perforowana „Ds-1,0” (dane ETA)							
N_{Rd,p} = N_{Rd,b} (c _{cr} = 100 mm)	HIT-V + HIT-SC	M6	80	3	0,6	0,6	0,6	0,6
	Cegła stropowa perforowana „Mattone rosso” (dane Hilti)							
N_{Rd,p} = N_{Rd,b} (c _{cr} = 100 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	50	26	0,4 (0,48*)	0,4 (0,48*)	0,4 (0,48*)	0,4 (0,48*)
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	80	26	0,48 (0,6*)	0,48 (0,6*)	0,48 (0,6*)	0,48 (0,6*)
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12						

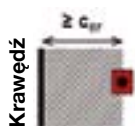
* Czyszczenie tylko sprężonym powietrzem.



Nośności obliczeniowe dla krytycznej odległości od krawędzi $c \geq c_{cr}$ dla kotwy pojedynczej

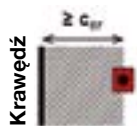
Typ obciążenia	Rozmiar kotwy		h _{ef} [mm]	f _b [N/mm²]	w/w		d/d		
					Ta	Tb	Ta	Tb	
					Obciążenia [kN]				
	Cegła sylikatowa pełna KS, 2DF (dane ETA)								
N_{Rd,p} = N_{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V	M8, M10, M12, M16	≥ 50	12	-	-	2,4	2,0	
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16							
	HIT-IC	M8, M10, M12		28	-	-	3,6	3,0	
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12							
V_{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V	M8, M10, M12, M16	≥ 50	12	-		2,4		
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16							
	HIT-IC	M8, M10, M12		28	-		3,6		
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12							
	Cegła sylikatowa KS, 8DF (dane ETA)								
N_{Rd,p} = N_{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V	M8, M10, M12, M16	≥ 50	12	-	-	2,8	2,2	
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16		20	-	-	3,6	3,0	
	HIT-IC	M8, M10, M12		28	-	-	4,2	3,4	
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12							
	HIT-V	M8, M10	≥ 80	12	-	-	3,4	2,8	
				20	-	-	4,4	3,6	
				28	-	-	4,8	4,2	
	HIT-V	M12		12	-	-	4,6	3,8	
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10		20	-	-	4,8	4,8	
	HIT-IC	M8, M10		28	-	-	4,8	4,8	
	HIT-IC + HIT-SC	M8							
	HIT-V	M16		12	-	-	4,8	4,8	
	HIT-V + HIT-SC	M12, M16		20	-	-	4,8	4,8	
	HIT-IC	M12		28	-	-	4,8	4,8	
	HIT-IC + HIT-SC	M10, M12							
	HIT-V	M8, M10	≥ 100	12	-	-	4,8	4,4	
				20	-	-	4,8	4,8	
				28	-	-	4,8	4,8	
	HIT-V	M12, M16		12	-	-	4,8	4,8	
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16		20	-	-	4,8	4,8	
				28	-	-	4,8	4,8	
	V_{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V	M8, M10	≥ 50	12	-		3,6	
					20	-		4,8	
			28		-		4,8		
HIT-V		M12, M16	12		-		4,8		
HIT-V + HIT-SC		M8, M10, M12, M16	20		-		4,8		
HIT-IC		M8, M10, M12	28		-		4,8		
HIT-IC + HIT-SC		M8, M10, M12							

* Czyszczenie tylko sprężonym powietrzem.


Nośności obliczeniowe dla krytycznej odległości od krawędzi $c \geq c_{cr}$ dla kotwy pojedynczej

Typ obciążenia	Rozmiar kotwy		h _{ef} [mm]	f _b [N/mm ²]	w/w		d/d	
					Ta	Tb	Ta	Tb
					Obciążenia [kN]			
	Pustak sylikatowy KSL, 8DF (dane ETA)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 80	12	-	-	1,6	1,2
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12		20	-	-	2,2	1,8
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 130	12	-	-	2,0	1,6
				20	-	-	3,0	2,4
V _{Rd,b} (c _{cr} = 125 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8	≥ 80	12	-		2,4	
	HIT-V + HIT-SC	M10		20	-		3,6	
				12	-		3,6	
				20	-		4,8	
				12	-		4,0	
	HIT-IC + HIT-SC	M12, M16 M8, M10, M12		20	-		4,8	
	Pustak sylikatowy Niemcy KSL, 3DF (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 80	12	-	-	2,0	1,6
V _{Rd,b} (c _{cr} = 120 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 80	12	-		2,0	
	Cegła pełna z betonu lekkiego Vbl, 2DF (dane ETA)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V HIT-V + HIT-SC HIT-IC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12, M16 M8,M10, M12 M8,M10, M12	≥ 50	4	1,2	0,8	1,2 (1,4*)	1,0
				6	1,4	1,2	1,6	1,2 (1,4*)
			≥ 80	4	1,8	1,4	2,0	1,6 (1,8*)
				6	2,2	1,8	2,4 (2,6*)	2,0 (2,2*)
			≥ 100	4	2,4	2,0	2,6 (2,8*)	2,2 (2,4*)
				6	3,0	2,4	3,2 (3,4*)	2,6 (2,8*)
V _{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V	M8	≥ 50	4	0,8			
				6	1,0			
	HIT-V HIT-V + HIT-SC HIT-IC HIT-IC + HIT-SC	M10, M12, M16 M8, M10, M12, M16 M8,M10, M12 M8,M10, M12		4	1,0			
				6	1,2			
	Cegła pełna z betonu lekkiego Szwecja Leca typ 3 (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8,M10, M12	≥ 80	3	2,2	1,8	2,4 (2,6*)	2,0 (2,2*)
V _{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8,M10, M12	≥ 80	3	1,6			
					1,0			

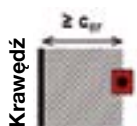
* Czyszczenie tylko sprężonym powietrzem.

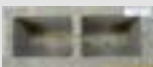


Nośności obliczeniowe dla krytycznej odległości od krawędzi $c \geq c_{cr}$ dla kotwy pojedynczej

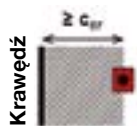
Typ obciążenia	Rozmiar kotwy		h _{ef} [mm]	f _b [N/mm²]	w/w		d/d	
					Ta	Tb	Ta	Tb
					Obciążenia [kN]			
	Cegła pełna z betonu lekkiego Włochy „Tufo” Vulkanisches Gestein (dane Hilti)							
N_{Rd,p} = N_{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V	M8	≥ 80	4	1,2	1,0	1,4	1,2
	HIT-V	M10			1,6	1,2	1,8	1,4 (1,6*)
	HIT-V	M12			1,8	1,6	2,0	1,8
	HIT-V	M16			2,2	1,8	2,4 (2,6*)	2,0 (2,2*)
V_{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V	M8	≥ 80	4	0,8			
	HIT-V	M10, M12, M16			1,8			
	Pustak z betonu lekkiego Hbl, 16DF (dane ETA)							
N_{Rd,p} = N_{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 80	2	0,48	0,36	0,6	0,48
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12		4	0,8	0,6	1,0	0,8
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	160	2	0,6	0,48	0,6 (0,8*)	0,6
				4	1,0 (1,2*)	0,8	1,2 (1,6*)	1,0
V_{Rd,b} (c _{cr} = 250 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10	≥ 80	2	1,4			
				4	2,4			
	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M12, M16 M8, M10, M12		2	1,8			
				4	3,2			
	Pustak z betonu lekkiego Niemcy – Hbl 2, 10DF (dane Hilti)							
N_{Rd,p} = N_{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 80	2	0,6	0,48	0,6	0,48(0,6*)
V_{Rd,b} (c _{cr} = 250 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 80	2	0,6			
	Pustak z betonu lekkiego Niemcy – Hbl 4, 8DF (dane Hilti)							
N_{Rd,p} = N_{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 80	4	0,6	0,6	0,8	0,6
V_{Rd,b} (c _{cr} = 250 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 80	4	1,4			
	Cegła pełna z betonu normalnego Vbn, 2DF (dane ETA)							
N_{Rd,p} = N_{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V	M8, M10, M12, M16	≥ 50	6	1,2	1,0	1,2	1,0
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16		16	2,2	1,8	2,2	1,8
	HIT-IC HIT-IC + HIT-SC	M8,M10, M12 M8,M10, M12						
V_{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V	M8, M10, M12, M16	≥ 50	6	1,6			
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16		16	2,6			
	HIT-IC HIT-IC + HIT-SC	M8,M10, M12 M8,M10, M12						

* Czyszczenie tylko sprężonym powietrzem.


Nośności obliczeniowe dla krytycznej odległości od krawędzi $c \geq c_{cr}$ dla kotwy pojedynczej

Typ obciążenia	Rozmiar kotwy		h _{ef} [mm]	f _b [N/mm ²]	w/w		d/d	
					Ta	Tb	Ta	Tb
					Obciążenia [kN]			
	Cegła pełna z betonu normalnego Wielka Brytania beton szczelny b = 100 mm							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12, M16	50	14	2,2	1,8	2,2	1,8
V _{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12, M16	50	14	4,2			
	Cegła pełna z betonu normalnego Wielka Brytania beton szczelny b = 140 mm (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V HIT-V + HIT-SC HIT-IC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12, M16 M8,M10, M12 M8,M10, M12	≥ 50	14	2,2	1,8	2,2	1,8
V _{Rd,b} (c _{cr} = 115 mm)	HIT-V HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12, M16	50	14	4,2			
	HIT-V HIT-V + HIT-SC	M8, M10 M8, M10	80		4,2			
	HIT-V HIT-V + HIT-SC HIT-IC HIT-IC + HIT-SC	M12, M16 M12, M16 M8,M10, M12 M8,M10, M12			4,8			
	Pustak z betonu normalnego (dane ETA)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	2	0,36	0,36	0,36	0,36
				4	0,8	0,6	0,8	0,6
	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	80	2	0,36	0,36	0,36	0,36
				4	0,8	0,6	0,8	0,6
	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 130	2	0,6	0,48	0,6	0,48
				4	1,0	0,8	1,0	0,8
V _{Rd,b} (c _{cr} = 200 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 50	2	1,4			
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12		4	2,4			
	Pustak z betonu normalnego Włochy Blocchi Cem (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 50	8	1,0	0,8	1,0	0,8
V _{Rd,b} (c _{cr} = 200 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10 M8	≥ 50	8	4,0			
	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M12, M16 M10, M12			4,4			
	Pustak z betonu normalnego Niemcy Hbn 4, 12DF (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12, M16 M8, M10, M12	≥ 80	4	0,6	0,48	0,6	0,48
				10	1,0	0,8	1,0	0,8
V _{Rd,b} (c _{cr} = 240 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10, M12, M16	≥ 80	4	2,2			
	HIT-IC + HIT-SC	M8, M10, M12		10	3,6			

* Czyszczenie tylko sprężonym powietrzem.



Nośności obliczeniowe dla krytycznej odległości od krawędzi $c \geq c_{cr}$ dla kotwy pojedynczej

Typ obciążenia	Rozmiar kotwy		h _{ef} [mm]	f _b [N/mm²]	w/w		d/d	
					Ta	Tb	Ta	Tb
					Obciążenia [kN]			
	Pustak z betonu normalnego Wielka Brytania (b = 215 mm) (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10	80	10	0,4	0,4	0,4	0,4
	HIT-V + HIT-SC	M12, M16			1,0	0,8	1,0	0,8
V _{Rd,b} (c _{cr} = 220 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8	80	10	1,4			
	HIT-V + HIT-SC	M10			2,0			
	HIT-V + HIT-SC	M12, M16			2,8			
	Pustak z betonu normalnego Wielka Brytania (b = 138 mm) (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10	80	13	0,6	0,6	0,6	0,6
	HIT-V + HIT-SC	M12, M16			1,0	0,8	1,0	0,8
V _{Rd,b} (c _{cr} = 220 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8	80	13	1,4			
	HIT-V + HIT-SC	M10			2,0			
	HIT-V + HIT-SC	M12, M16			2,8			
	Pustak z betonu normalnego Wielka Brytania (b = 112 mm) (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10	50	7	0,6	0,6	0,6	0,6
	HIT-V + HIT-SC	M12, M16			1,0	0,8	1,0	0,8
V _{Rd,b} (c _{cr} = 100 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8	50	7	1,4			
	HIT-V + HIT-SC	M10			2,0			
	HIT-V + HIT-SC	M12, M16			2,8			
	Pustak z betonu normalnego Finlandia standardowa cegła betonowa (dane Hilti)							
N _{Rd,p} = N _{Rd,b} (c _{cr} = 50 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8, M10	50	6	0,6	0,4	0,6	0,4
	HIT-V + HIT-SC	M12, M16			0,8	0,6	0,8	0,6
V _{Rd,b} (c _{cr} = 100 mm)	HIT-V + HIT-SC	M8	50	6	1,0			
	HIT-V + HIT-SC	M10			1,4			
	HIT-V + HIT-SC	M12, M16			1,6			

Szczegóły montażowe i instrukcja**Podstawowe materiały:**

- Struktura murowa z cegły pełnej. Wartości wytrzymałości obowiązują także dla większych cegieł i wyższych wytrzymałości na ściskanie struktury murowej;
- Struktury murowe z pustaka;
- Klasa wytrzymałości zaprawy w strukturze murowej: wartość minimalna M2,5 zgodnie z EN 998-2:2010.

Dla innych cegieł pełnych, pustaków lub cegieł dziurawek można określić charakterystyczną nośność kotwy na podstawie prób, w oparciu o ETAG 029, Załącznik B, przy uwzględnieniu współczynnika β zgodnie z tabelą na stronie 21 .

Maksymalny czas osadzania i minimalny czas utwardzania¹⁾ dla cegieł pełnych

Temperatura w podłożu kotwienia T	Czas osadzania (korekty) t_{work}	Minimalny czas utwardzania t_{cure}
Od 5 °C do 9 °C*	10 min	2,5 h
Od 10 °C do 19 °C*	7 min	1,5 h
Od 20 °C do 29 °C	4 min	30 min
Od 30 °C do 40 °C	1 min	20 min

* Czasy utwardzania obowiązują tylko dla suchego podłoża kotwienia. W przypadku mokrego podłoża należy podwoić czasy utwardzania.

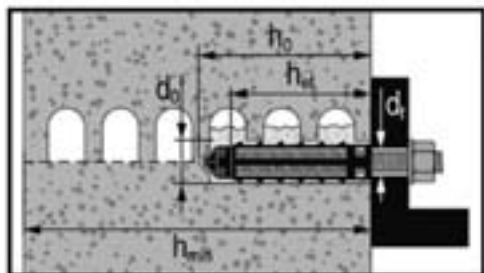
Maksymalny czas osadzania i minimalny czas utwardzania¹⁾ dla cegły dziurawki

Temperatura w podłożu kotwienia T	Czas osadzania (korekty) t_{work}	Minimalny czas utwardzania t_{cure}
Od -5 °C do -1 °C*	10 min	6 h
Od 0 °C do 4 °C*	10 min	4 h
Od 5 °C do 9 °C	10 min	2,5 h
Od 10 °C do 19 °C	7 min	1,5 h
Od 20 °C do 29 °C	4 min	30 min
Od 30 °C do 40 °C	1 min	20 min

* Czasy utwardzania obowiązują tylko dla suchego podłoża kotwienia. W przypadku mokrego podłoża należy podwoić czasy utwardzania.

Zastosowanie z tuleją siatkową w ceglach pełnych i cegle dziurawce (montaż nieprzelotowy)

Do instalacji HIT-V i HIT-IC na głębokość 50 i 80 mm stosuje się **jedną** tuleję siatkową.



Cegły pustaki z trzpieniem gwintowanym HIT-V lub tuleją z gwintem wewnętrznym HIT-IC oraz pojedynczą tuleją kompozytową HIT-SC

Parametry montażowe dla pręta gwintowanego HIT-V z tuleją siatkową HIT-SC do cegły dziurawki i cegły pełnej

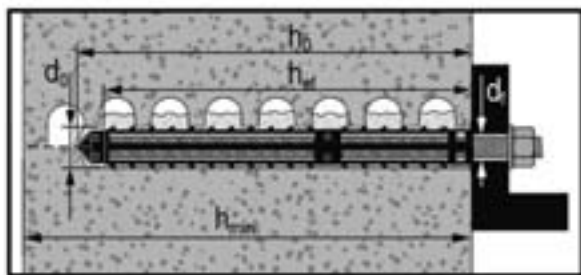
HIT-V			M6	M8		M10		M12		M16	
z HIT-SC			12x85	16x50	16x85	16x50	16x85	18x50	18x85	22x50	22x85
Nominalna średnica wiertła	d_0	[mm]	12	16	16	16	16	18	18	22	22
Głębokość otworu wierconego	h_0	[mm]	95	60	95	60	95	60	95	60	95
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	80	50	80	50	80	50	80	50	80
Średnica otworu przelotowego	d_r	[mm]	7	9	9	12	12	14	14	18	18
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	115	80	115	80	115	80	115	80	115
Szczotka okrągła stalowa HIT-RB	-	[-]	12	16	16	16	16	18	18	22	22
Liczba wtrysków HDM	-	[-]	5	4	6	4	6	4	8	6	10
Liczba wtrysków HDE 500-A	-	[-]	4	3	5	3	5	3	6	5	8
Maksymalny moment obrotowy dla wszystkich rodzajów cegieł poza pustakami	T_{max}	[Nm]	0	3	3	4	4	6	6	8	8
Maksymalny moment obrotowy dla pustaków	T_{max}	[Nm]	-	2	2	2	2	3	3	6	6

Parametry montażowe dla tulei z gwintem wewnętrznym HIT-IC, tuleją siatkową HIT-SC do cegły dziurawki i cegły pełnej

HIT-IC			M8x80	M10x80	M12x80
z HIT-SC			16x85	18x85	22x85
Nominalna średnica wiertła	d_0	[mm]	16	18	22
Głębokość otworu wierconego	h_0	[mm]	95	95	95
Efektywna głębokość zakotwienia	h_{ef}	[mm]	80	80	80
Głębokość wkręcania	h_s	[mm]	8...75	10...75	12...75
Średnica otworu przelotowego	d_r	[mm]	9	12	14
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	115	115	115
Szczotka okrągła stalowa HIT-RB	-	[-]	16	18	22
Liczba wtrysków HDM	-	[-]	6	8	10
Liczba wtrysków HDE 500-A	-	[-]	5	6	8
Maksymalny moment obrotowy	T_{max}	[Nm]	3	4	6

Zastosowanie z tuleją siatkową w ceglach pełnych i cegle dziurawce (montaż nieprzelotowy)

Do instalacji HIT-V na głębokość 130 i 160 mm stosuje się **dwie** wsunięte w siebie tuleje.



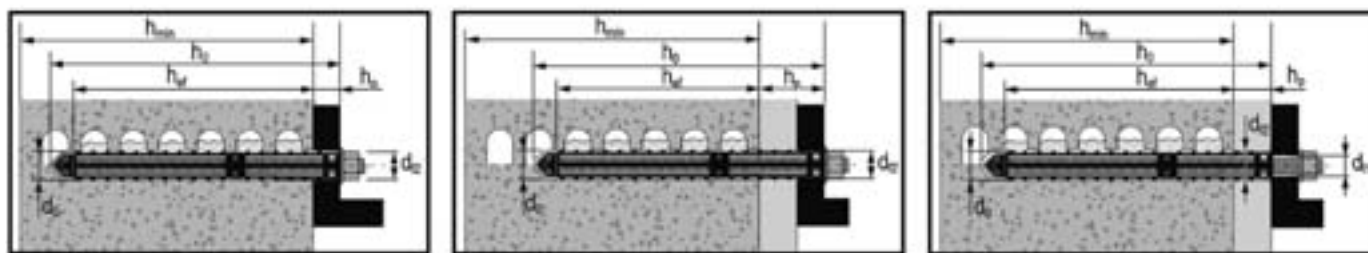
Pustak z prętem gwintowanym HIT-V i dwiema tulejami siatkowymi HIT-SC dla większych głębokości kotwienia

Parametry montażowe dla pręta gwintowanego HIT-V z dwiema tulejami siatkowymi HIT-SC do cegły pełnej i dziurawki dla większych głębokości kotwienia

HIT-V			M8		M10		M12		M16	
z HIT-SC			16x50 + 16x85	16x85 + 16x85	16x50 + 16x85	16x85 + 16x85	18x50 + 18x85	18x85 + 18x85	22x50 + 22x85	22x85 + 22x85
Nominalna średnica wiertła	d_0	[mm]	16	16	16	16	18	18	22	22
Głębokość otworu wierconego	h_0	[mm]	145	180	145	180	145	180	145	180
Czynna głębokość zakotwienia	h_{act}	[mm]	130	160	130	160	130	160	130	160
Średnica otworu przelotowego	d_i	[mm]	9	9	12	12	14	14	18	18
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	195	230	195	230	195	230	195	230
Szczotka okrągła stalowa HIT-RB	-	[-]	16	16	16	16	18	18	22	22
Liczba wtrysków HDM	-	[-]	4+6	6+6	4+6	6+6	4+8	8+8	6+10	10+10
Liczba wtrysków HDE 500-A	-	[-]	3+5	5+5	3+5	5+5	3+6	6+6	5+8	8+8
Maksymalny moment dokręcający	T_{max}	[Nm]	3	3	4	4	6	6	8	8

Zastosowanie do cegły dziurawki i cegły pełnej z dwiema tulejami siatkowymi do montażu przez element mocowany i/lub przez nienośną warstwę na cegle pełnej/dziurawce (montaż przelotowy)

Do mocowań z zastosowaniem HIT-V stosuje się dwie wsunięte w siebie tuleje.



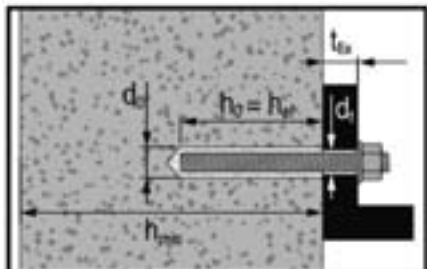
Cegła dziurawka i cegła pełna z prętem gwintowanym HIT-V z dwiema tulejami siatkowymi HIT-SC do osadzania przez element konstrukcyjny i/lub warstwę nienośną

Parametry montażowe dla pręta gwintowanego HIT-V z dwiema tulejami siatkowymi HIT-SC do cegły pełnej i cegły dziurawki do montażu przez element mocowany i/lub warstwę nienośną

HIT-V			M8		M10		M12		M16	
z HIT-SC			16x50 + 16x85	16x85 + 16x85	16x50 + 16x85	16x85 + 16x85	18x50 + 18x85	18x85 + 18x85	22x50 + 22x85	22x85 + 22x85
Nominalna średnica wiertła	d_0	[mm]	16	16	16	16	18	18	22	22
Głębokość otworu wierconego	h_0	[mm]	145	180	145	180	145	180	145	180
Efektywna głębokość wiązania	$h_{ef,min}$	[mm]	80	80	80	80	80	80	80	80
Maksymalna grubość warstwy nienośnej i elementu mocowanego	$h_{p,max}$	[mm]	50	80	50	80	50	80	50	80
Maksymalny otwór przelotowy w elemencie mocowanym (ustawienie wstępne)	d_{f1}	[mm]	9	9	12	12	14	14	18	18
Maksymalny otwór przelotowy w elemencie mocowanym (regulacja)	d_{f2}	[mm]	17	17	17	17	19	19	23	23
Minimalna grubość ściany	h_{min}	[mm]	$h_{ef}+65$	$h_{ef}+70$	$h_{ef}+65$	$h_{ef}+70$	$h_{ef}+65$	$h_{ef}+70$	$h_{ef}+65$	$h_{ef}+70$
Szczotka okrągła stalowa HIT-RB	-	[-]	16	16	16	16	18	18	22	22
Liczba suwów HDM	-	[-]	4+6	6+6	4+6	6+6	4+8	8+8	6+10	10+10
Liczba suwów HDE 500	-	[-]	3+5	5+5	3+5	5+5	5+8	8+8	5+8	8+8
Maksymalny moment dokręcający dla wszystkich rodzajów cegieł poza pustakiem	T_{max}	[Nm]	3	3	4	4	6	6	8	8
Maksymalny moment dokręcający dla pustaka	T_{max}	[Nm]	2	2	2	2	3	3	6	6

Zastosowanie w cegle pełnej bez tulei siatkowej (montaż przelotowy i nieprzelotowy)

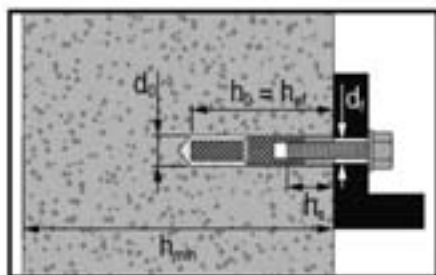
Do kotwienia w strukturach murowych Hilti zaleca zawsze stosowanie tulei siatkowych. Kotwy w strukturach murowych z cegły pełnej mogą być stosowane bez tulei siatkowych tylko wtedy, gdy struktura ta nie posiada żadnych otworów ani pustych przestrzeni.



Cegła pełna z prętem gwintowanym HIT-V

Parametry montażowe pręta gwintowanego HIT-V w cegle pełnej

Pręty gwintowane i pręty kotwy HIT-V			M8	M10	M12	M16
Nominalna średnica wiertła	d_o	[mm]	10	12	14	18
Głębokość otworu wierconego = czynna głębokość zakotwienia	$h_o = h_{ef}$	[mm]	50...300	50...300	50...300	50...300
Średnica otworu przelotowego	d_f	[mm]	9	12	14	18
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	$h_o + 30$	$h_o + 30$	$h_o + 30$	$h_o + 36$
Szczotka okrągła stalowa HIT-RB	-	[-]	10	12	14	18
Maksymalny moment dokręcający	T_{max}	[Nm]	5	8	10	10



Cegła pełna z tuleją z gwintem wewnętrznym HIT-IC

Parametry montażowe tulei z gwintem wewnętrznym HIT-IC w cegle pełnej

HIT-IC			M8x80	M10x80	M12x80
Nominalna średnica wiertła	d_o	[mm]	14	16	18
Głębokość otworu wierconego = efektywna głębokość zakotwienia	$h_o = h_{ef}$	[mm]	80	80	80
Głębokość wkręcenia	h_s	[mm]	8...75	10...75	12...75
Średnica otworu przelotowego	d_f	[mm]	9	12	14
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	115	115	115
Szczotka okrągła stalowa HIT-RB	-	[-]	14	16	18
Maksymalny moment dokręcający	T_{max}	[Nm]	5	8	10

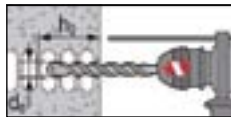
Warunki podłoża kotwienia:		Hilti HIT-HY 270 mit HIT-V oder HIT-IC	
		W cegle pełnej	W pustaku
Wiercenie otworu		Z udarem	Bez udaru
Kategoria użytkowania: element budowlany suchy lub mokry		• Kategoria d/d: montaż i zastosowanie w obiektach, których pomieszczenia są suche. • Kategoria w/d: montaż na suchym lub mokrym podłożu i zastosowanie w obiektach, w których pomieszczenia są suche (nie dotyczy silikatu). • Kategoria w/w: montaż i zastosowanie w obiektach, których otoczenie jest suche lub mokre (nie dotyczy silikatu).	
Wytyczna montażowa dla struktur murowych		Poziomo	
Kierunek montażu pustaka stropowego		Nad głową	
Temperatura podłoża kotwienia podczas montażu		Od +5 °C do +40 °C	-5 °C bis +40 °C
Temperatura eksploatacji:	zakres temperatur Ta:	Od -40 °C do +40 °C	(maksymalna temperatura długotrwała +24°C i temperatura krótkotrwała +40°C)
	zakres temperatur Tb:	Od -40 °C do +80 °C	(maksymalna temperatura długotrwała +50°C i temperatura krótkotrwała +80°C)

Instrukcja montażu

Kotwy powinny być instalowane przez odpowiednio przeszkolone osoby pod nadzorem osoby odpowiedzialnej na placu budowy za kwestie techniczne.

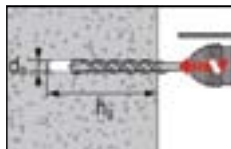
Wykonanie otworu Jeżeli podczas wiercenia na całej głębokości otworu (np. w niewypełnionych spoinach) nie daje się wyczuć istotnego oporu wiercenia, należy zmienić miejsce osadzenia kotwy.

Wiercenie



W pustaku (kategoria użytkowania a): wiercenie obrotowe

Wykonać otwór wiercony o właściwej głębokości za pomocą wiertarki udarowej w trybie bez uderu, z zastosowaniem wiertła o odpowiedniej średnicy.



W cegle pełnej (kategoria użytkowania b): wiercenie udarowe

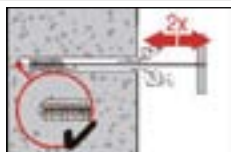
Wykonać otwór wiercony o właściwej głębokości za pomocą wiertarki udarowej w trybie udarowym, z zastosowaniem wiertła o odpowiedniej średnicy.

Oczyszczanie otworu Bezpośrednio przed osadzeniem kotwy należy oczyścić otwór ze zwiercin i zanieczyszczeń. Słabe oczyszczenie otworu = niska nośność

Czyszczenie manualne (MC) lub za pomocą sprężonego powietrza (CAC) w cegle dziurawce i cegle pełnej



Zaczynając od dna otworu, przedmuchać otwór dwa razy na całej jego długości za pomocą pompy manualnej (średnica otworu $d_0 \leq 18$ mm i głębokość otworu do $h_0 = 100$ mm) lub sprężonego powietrza bezolejowego (minimum 6 bar dla $6 \text{ m}^3/\text{h}$; głębokość otworu do $h_0 = 300$ mm), aż powietrze powrotne będzie wolne od pyłów. Jeżeli to konieczne, zastosować przedłużacz.



Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą szczotki stalowej o odpowiednim rozmiarze. Szczotkę Hilti HIT-RB należy wprowadzić w otwór ruchem skrętnym aż do samego dna, a następnie ponownie wyciągnąć (jeśli to konieczne – z zastosowaniem przedłużacza). Podczas wprowadzania szczotki powinna wytwarzać opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeżeli tak nie jest, szczotka jest za mała i należy ją zastąpić stosowną szczotką.



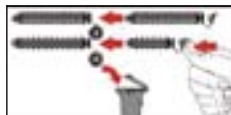
Ponownie przedmuchać otwór pompką ręczną lub sprężonym powietrzem dwa razy, aż powietrze powrotne będzie wolne od pyłów.

Przygotowanie iniekcji w strukturach murowych z udziałem pustych przestrzeni i otworów: montaż z tuleją siatkową HIT-SC



Pojedyncza tuleja siatkowa HIT-SC

Należy nasadkę.



Dwie tuleje siatkowe HIT-SC

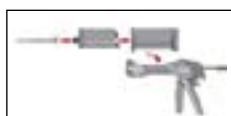
Wsunąć w siebie tuleje siatkowe i usunąć zbędną nasadkę. Należy zwrócić uwagę, by w przypadku różnych długości tulei krótsza tuleja była wsunięta w dłuższą.



Wsunąć ręcznie tuleję siatkową.

Stosując dwie tuleje, należy najpierw wsunąć dłuższą.

Do wszystkich zastosowań



Mieszacz statyczny HIT-RE-M nasadzić na patronie foliowym i dokręcić.

Stosować się do instrukcji obsługi dozownika i zaprawy.

Sprawdzić kasę i patron foliowy pod kątem właściwego funkcjonowania.

Nie stosować uszkodzonych patronów.

Wprowadzić patron w kasę, a kasę w dozownik.



Otwieranie patronów foliowych odbywa się automatycznie przy rozpoczęciu dozowania.

Pierwszej objętości wypływającej z mieszalnika nie można stosować do mocowań.

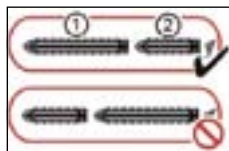
Ilość odrzucanej zaprawy jest zależna od wielkości patrona i wynosi:

dwa suwy dla patronu foliowego 330 ml,

trzy suwy dla patronu foliowego 500 ml.

Iniekcja zaprawy bez tworzenia pęcherzyków powietrza**Montaż z tuleją siatkową HIT-SC****Tuleja pojedyncza HIT-SC**

Wsunąć mieszalnik na głębokość około jednego centymetra w nasadkę.
Wykonać iniekcję wymaganej ilości zaprawy.
Zaprawa musi wypływać z nasadki.

**Dwie tuleje siatkowe HIT-SC**

W przypadku montażu z dwiema tulejami należy stosować przedłużkę.
Wsunąć mieszalnik na głębokość około jednego centymetra przez czubek tulei 2.
Wykonać iniekcję wymaganej ilości zaprawy do tulei 1.
Wysunąć mieszalnik, aż znajdzie się na wysokości około jednego centymetra w nasadce tulei 2 i wykonać iniekcję zaprawy, jak opisano poprzednio, do tulei 2.



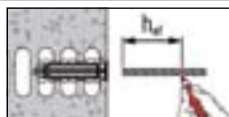
Kontrola wtryskiwanej zaprawy. Zaprawa musi wypływać z nasadki.
Po iniekcji zaprawy należy uruchomić przycisk blokujący przy dozowniku, aby zapobiec późniejszemu wypływaniu zaprawy.

Cegła pełna: instalacja bez tulei siatkowej

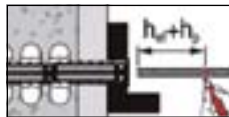
Wtryskiwanie zaczyna się od dna otworu, a po każdym wtrysku należy wycofać mieszalnik.
Otwór należy wypełnić w około dwóch trzecich. Po osadzeniu elementu mocującego szczelina pierścieniowa pomiędzy kotwą a podłożem musi być na całej głębokości kotwienia wypełniona zaprawą.
Po zakończeniu iniekcji należy uruchomić przycisk blokujący przy dozowniku, aby zapobiec dalszemu wypływaniu zaprawy.

Osadzanie elementu mocującego

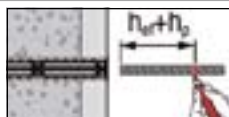
Przed montażem należy upewnić się, że element jest suchy, wolny od oleju i innych zanieczyszczeń.

**HIT-V-... lub HIT-IC w cegle dziurawce i cegle pełnej: montaż nieprzelotowy**

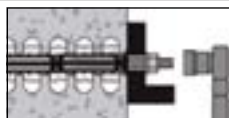
Oznaczyć element mocujący i wprowadzić aż po żądaną głębokość kotwienia, zanim upłynie czas osadzania (korekty) t_{work} .

**HIT-V-... w cegle dziurawce i cegle pełnej****Montaż przez element dobudowany lub przez warstwę nienośną i element dobudowany**

Oznaczyć element mocujący i wprowadzić aż po żądaną głębokość kotwienia, zanim upłynie czas osadzania (korekty) t_{work} .

**HIT-V-... w cegle dziurawce i cegle pełnej: montaż przez warstwę nienośną**

Oznaczyć element mocujący i wprowadzić aż po żądaną głębokość kotwienia, zanim upłynie czas osadzania (korekty) t_{work} .

Obciążenie kotwy**Przyłożenie obciążenia lub momentu obrotowego**

Po upływie czasu utwardzania t_{cure} można obciążyć kotwę.
Przykładany moment dokręcający nie może przekroczyć podanych wartości T_{max} .

5.5.9 HIT-RE 500 V3 Zaprawa iniekcyjna z prętem kotwy HIT-V

Żywica iniekcyjna		Zalety
Hilti HIT-RE 500 V3 w pojemnikach 330 ml, 500 ml oraz 1400 ml Mieszacz Pręt HIT-V		• Technologia SAFEset: wiercenie udarowe z automatycznym czyszczeniem otworu dzięki zastosowaniu wiertła rurowego Hilti • Technologia SAFEset: najwyższa niezawodność w technice diamentowej dzięki zastosowaniu narzędzia do uszorstnienia otworu Hilti • Do betonu zarysowanego i niezarysowanego od C20/25 do C 50/60 • Możliwość przenoszenia dużych obciążeń • Do betonu suchego i nasączonego wodą • Możliwość zastosowania pod wodą • Najszybciej twardniejąca żywica epoksydowa, co znacznie przyspiesza proces zakotwienia • Długi czas obróbki pozwala na instalację dużych średnic i/lub dużych głębokości osadzenia nawet w wysokich temperaturach • Możliwość stosowania od -5°C • Bezzapachowa żywica epoksydowa



SAFEset



Aprobaty/Świadectwa

Opis	Organ wydający/Laboratorium	Numer/Data wydania
Europejska Aprobata Techniczna	CSTB	ETA-16/0143/2016-04-18

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla pojedynczej kotwy)**Obciążenia statyczne i quasi-statyczne**

Wszystkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu kotew,
- Stal kotwy ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione pogrubioną czcionką),
- Kotwa HIT-V o klasie wytrzymałości 5.8,
- Specyfikacja grubości podłoża według tabeli,
- Specyfikacja głębokości zakotwienia według tabeli,
- Beton C20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- W trakcie eksploatacji:
 - Zakres temperatur I: od -40°C do $+40^\circ\text{C}$
(maksymalna dopuszczalna temperatura przy oddziaływaniu długotrwałym $+24^\circ\text{C}$
i maksymalna dopuszczalna temperatura przy oddziaływaniu krótkotrwałym $+40^\circ\text{C}$),
 - Zakres temperatur II: od -40°C do $+70^\circ\text{C}$
(maksymalna dopuszczalna temperatura przy oddziaływaniu długotrwałym $+43^\circ\text{C}$
i maksymalna dopuszczalna temperatura przy oddziaływaniu krótkotrwałym $+70^\circ\text{C}$),
- Zakres temperatury montażu od -5°C do $+40^\circ\text{C}$.

Głębokość zakotwienia^{a)} i grubość elementu podłoża

Rozmiar kotwy		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39
Typowa głębokość zakotwienia	[mm]	80	90	110	125	170	210	240	270	300	330	360
Grubość elementu podłoża	[mm]	110	120	140	165	220	270	300	340	380	410	450

^{a)} Dopuszczalny zakres głębokości osadzenia jest przedstawiony w szczegółach dotyczących montażu.

Dla otworów wierconych udarowo za pomocą wiertła rurowego i techniką diamentową z uszorstnianiem otworu¹⁾**Średnie obciążenia niszczące**

			ETA-16/0143, wydanie 2016–04–18								Dodatkowe dane techniczne Hilti		
Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39
Beton niezarysowany													
Rozciąganie N _{Ru,m}	HIT-V	[kN]	19,2	30,5	44,3	82,4	128,6	185,3	241,0	294,5	348,4	401,9	457,9
Ścinanie V _{Ru,m}	HIT-V	[kN]	9,6	15,2	22,1	41,2	64,3	92,7	120,5	147,3	182,2	214,5	256,2
Beton zarysowany													
Rozciąganie N _{Ru,m}	HIT-V	[kN]	13,7	22,3	34,8	52,8	89,7	133,0	171,0	212,0	–	–	–
Ścinanie V _{Ru,m}	HIT-V	[kN]	9,6	15,2	22,1	41,2	64,3	92,7	120,5	147,3	–	–	–

¹⁾ Narzędzia uszorstniające otwór dostępne dla rozmiarów prętów M16–M30.

Nośność charakterystyczna

			ETA-16/0143, wydanie 2016–04–18							Dodatkowe dane techniczne Hilti			
Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39
Beton niezarysowany													
Rozciąganie N _{Rk}	HIT-V	[kN]	18,3	29,0	42,2	70,6	111,9	153,7	187,8	224,0	262,4	302,7	344,9
Ścinanie V _{Rk}	HIT-V	[kN]	9,2	14,5	21,1	39,3	61,3	88,3	114,8	140,3	173,5	204,3	244,0
Beton zarysowany													
Rozciąganie N _{Rk}	HIT-V	[kN]	13,1	21,2	33,2	50,3	79,8	109,6	133,9	159,7	–	–	–
Ścinanie V _{Rk}	HIT-V	[kN]	9,2	14,5	21,1	39,3	61,3	88,3	114,8	140,3	–	–	–

Nośność obliczeniowa

			ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18								Dodatkowe dane techniczne Hilti		
Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39
Beton niezarysowany													
Rozciąganie N_{Rd}	HIT-V	[kN]	12,2	19,3	28,1	47,1	74,6	102,5	125,2	149,4	145,8	168,2	191,6
Ścinanie V_{Rd}	HIT-V	[kN]	7,3	11,6	16,9	31,4	49,0	70,6	91,8	112,2	138,8	163,4	195,2
Beton zarysowany													
Rozciąganie N_{Rd}	HIT-V	[kN]	8,7	14,1	22,1	33,5	53,2	73,0	89,2	106,5	–	–	–
Ścinanie V_{Rd}	HIT-V	[kN]	7,3	11,6	16,9	31,4	49,0	70,6	91,8	112,2	–	–	–

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

			ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18								Dodatkowe dane techniczne Hilti		
Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39
Beton niezarysowany													
Rozciąganie N_{Rec}	HIT-V	[kN]	8,7	13,8	20,1	33,6	53,3	73,2	89,4	106,7	104,1	120,1	136,9
Ścinanie V_{Rec}	HIT-V	[kN]	5,2	8,3	12,0	22,4	35,0	50,4	65,6	80,1	99,1	116,7	139,4
Beton zarysowany													
Rozciąganie N_{Rec}	HIT-V	[kN]	6,2	10,1	15,8	23,9	38,0	52,2	63,7	76,1	–	–	–
Ścinanie V_{Rec}	HIT-V	[kN]	5,2	8,3	12,0	22,4	35,0	50,4	65,6	80,1	–	–	–

^{a)} Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma = 1,4$. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń zależy od typu obciążenia i należy go pobrać z norm krajowych.

Wiercenie techniką diamentową

Średnie obciążenie niszczące

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Beton niezarysowany										
Rozciąganie $N_{Ru,m}$	HIT-V	[kN]	19,2	30,5	44,3	82,4	128,6	185,3	241,0	294,5
Ścinanie $V_{Ru,m}$	HIT-V	[kN]	9,6	15,2	22,1	41,2	64,3	92,7	120,5	147,3

Nośność charakterystyczna

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Beton niezarysowany										
Rozciąganie N_{Rk}	HIT-V	[kN]	18,3	29,0	42,2	70,6	111,9	153,7	187,8	224,0
Ścinanie V_{Rk}	HIT-V	[kN]	9,2	14,5	21,1	39,3	61,3	88,3	114,8	140,3

Nośność obliczeniowa

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Beton niezarysowany										
Rozciąganie N_{Rd}	HIT-V	[kN]	12,2	18,8	27,6	33,6	53,3	73,2	89,4	106,7
Ścinanie V_{Rd}	HIT-V	[kN]	7,3	11,6	16,9	31,4	49,0	70,6	91,8	112,2

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Beton niezarysowany										
Rozciąganie N_{rec}	HIT-V	[kN]	8,7	13,5	19,7	24,0	38,1	52,3	63,9	76,2
Ścinanie V_{rec}	HIT-V	[kN]	5,2	8,3	12,0	22,4	35,0	50,4	65,6	80,1

^{a)} Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma = 1,4$. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń zależy od typu obciążenia i należy go pobrać z krajowych regulacji.

Nośność sejsmiczna C1**Wszystkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:**

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu kotew,
- Stal kotwy ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione pogrubioną czcionką),
- Kotwa HIT-V o klasie wytrzymałości 5.8,
- Specyfikacja grubości podłoża według tabeli,
- Specyfikacja głębokości zakotwienia według tabeli,
- Beton C20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- Zakres temperatury eksploatacji I (minimalna temperatura podłoża: -40°C , maksymalna długo-/krótkotrwała temperatura podłoża: $+24^\circ\text{C}/+40^\circ\text{C}$),
- Zakres temperatury montażu: od -5°C do $+40^\circ\text{C}$,
- $\alpha_{gap} = 1,0$ (bez otworu przelotowego pomiędzy kotwą a mocowaniem);
w przypadku połączeń w otworze przelotowym należy zastosować $\alpha_{gap} = 0,5$.

Głębokość osadzenia^{a)} i grubość materiału podłoża

Rozmiar kotwy		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39
Typowa głębokość osadzenia	[mm]	80	90	110	125	170	210	240	270	300	330	360
Grubość elementu podłoża	[mm]	110	120	140	165	220	270	300	340	380	410	450

^{a)} Dopuszczalny zakres głębokości osadzenia jest przedstawiony w szczegółach dotyczących montażu.

Dla otworów wierconych udarowo i z użyciem wiertła rurowego**Nośność charakterystyczna**

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Beton zarysowany										
Rozciąganie N_{Rk}	HIT-V	[kN]	12,1	19,8	32,8	42,8	67,8	93,1	113,8	135,8
Ścinanie V_{Rk}	HIT-V	[kN]	18,3	29,0	42,2	72,7	115,3	158,3	193,4	230,8

Nośność obliczeniowa

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Beton zarysowany										
Rozciąganie N_{Rd}	HIT-V	[kN]	8,0	13,2	21,8	28,5	45,2	62,1	75,9	90,5
Ścinanie V_{Rd}	HIT-V	[kN]	13,7	22,4	33,7	48,5	76,9	105,5	128,9	153,9

Zakres temperatury

Zaprawa iniekcyjna Hilti HIT-RE 500 V3 może być stosowana w podanym poniżej zakresie temperatur. Wzrost temperatury podłoża może spowodować zmniejszenie obliczeniowej nośności wiązania.

Zakres temperatury	Temperatura materiału podłoża	Maksymalna temperatura długotrwała materiału podłoża	Maksymalna temperatura krótkotrwała materiału podłoża
Zakres temperatury I	Od -40°C do +40 °C	+24°C	+40°C
Zakres temperatury II	Od -40°C do +70 °C	+43°C	+70°C

Maksymalna temperatura krótkotrwała materiału podłoża

Podwyższone temperatury krótkotrwałe występują w krótkich okresach, np. w konsekwencji dobowych wahań temperatury.

Maksymalna temperatura długotrwała materiału podłoża

Podwyższone temperatury długotrwałe materiału podłoża utrzymują się przez dłuższy okres czasu na względnie takim samym poziomie.

Materiały

Właściwości mechaniczne

		Dane według ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18								Dodatkowe dane techniczne Hilti		
Rozmiar kotwy		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie f_{uk}	HIT-V 5.8 [N/mm ²]	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
	HIT-V 8.8 [N/mm ²]	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
	HIT-V-R [N/mm ²]	700	700	700	700	700	700	500	500	500	500	500
	HIT-V-HCR [N/mm ²]	800	800	800	800	800	700	700	700	500	500	500
Granica plastyczności f_{yk}	HIT-V 5.8 [N/mm ²]	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
	HIT-V 8.8 [N/mm ²]	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640
	HIT-V-R [N/mm ²]	450	450	450	450	450	450	210	210	210	210	210
	HIT-V-HCR [N/mm ²]	640	640	640	640	640	400	400	400	250	250	250
Pole przekroju czynnego A_s	HIT-V [mm ²]	36,6	58,0	84,3	157	245	353	459	561	694	817	976
Wskaźnik wytrzymałości W	HIT-V [mm ³]	31,2	62,3	109	277	541	935	1387	1874	2579	3294	4301

Jakość materiału kotwy

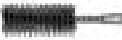
Nazwa elementu	Materiał
Pręt kotwy HIT-V 5.8	Klasa wytrzymałości 5.8, A5 > 8% ciągliwości Stal cynkowana galwanicznie ≥ 5 mm, cynkowana ogniowo ≥ 45 mm
Pręt kotwy HIT-V 8.8	Klasa wytrzymałości 8.8, A5 > 12% ciągliwości Stal cynkowana galwanicznie ≥ 5 mm, cynkowana ogniowo ≥ 45 mm
Pręt kotwy HIT-V-R	Klasa wytrzymałości 70 dla $\leq M24$ i klasa 50 dla $> M24$, A5 > 8% ciągliwości Stal nierdzewna, 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362
Pręt kotwy HIT-V-HCR	Klasa wytrzymałości 70 dla $\leq M24$ i klasa 50 dla $> M24$, A5 > 8% ciągliwości Stal o wysokiej odporności na korozję, 1.4528, 1.4565
Podkładka	Stal cynkowana galwanicznie ≥ 5 mm, cynkowana ogniowo ≥ 45 mm
	Klasa wytrzymałości 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362 EN 10088-1:2014
	Stal o wysokiej odporności na korozję, 1.4529, 1.4565 EN 10088-1:2014
Nakrętka	Klasa wytrzymałości nakrętki dostosowana do klasy wytrzymałości pręta kotwy Stal cynkowana galwanicznie ≥ 5 mm, cynkowana ogniowo ≥ 45 mm
	Klasa wytrzymałości nakrętki dostosowana do klasy wytrzymałości pręta kotwy Stal nierdzewna 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362 EN 10088-1:2014
	Klasa wytrzymałości nakrętki dostosowana do klasy wytrzymałości pręta kotwy Stal o wysokiej odporności na korozję, 1.4529, 1.4565 EN 10088-1:2014

Montaż**Sprzęt do montażu**

Rozmiar kotwy	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Wiertarka udarowa	TE 2-TE 16				TE 40-TE 70			
Inne narzędzia	Pistolet pneumatyczny do czyszczenia, zestaw szczotek, dozownik, narzędzie uszorstniające otwór TE-YRT							
Dodatkowe narzędzia zalecane przez Hilti	DD EC-1, DD 100... DD xxx ^{a)}							

^{a)} Dla kotew w otworach wykonywanych techniką diamentową wartości obciążeń dla nośności kombinowanej na wyciągnięcie i wyrwanie stożka betonu muszą zostać zmniejszone (patrz „Instrukcja montażu”).

Parametry narzędzi do oczyszczania i montażu

Element	Wiercenie i czyszczenie				Montaż	
Pręt kotwy, HIT-V- ...	Wiertło udarowe	Wiertło rurowe TE-CD, TE-YD	Wiertło diamentowe	Narzędzie uszorstniające otwór TE-YRT	Szczotka	Końcówka dozująca
						
Rozmiar	d ₀ [mm]	d ₀ [mm]	d ₀ [mm]	d ₀ [mm]	HIT-RB	HIT-SZ
M8	10	-	10	-	10	-
M10	12	-	12	-	12	12
M12	14	14	14	-	14	14
M16	18	18	18	18	18	18
M20	22	22	22	22	22	22
M24	28	28	28	28	28	28
M27	30	-	30	30	30	30
M30	35	35	35	35	35	35

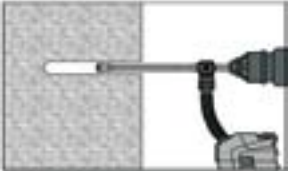
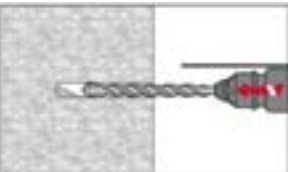
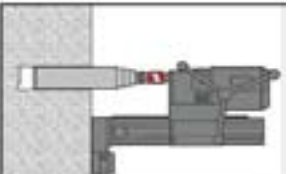
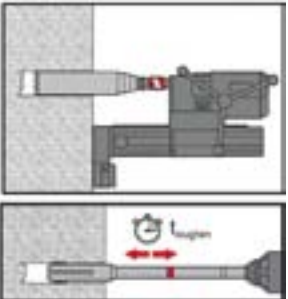
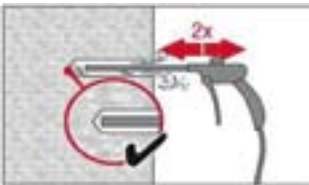
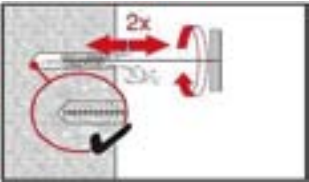
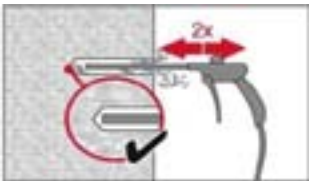
Części powiązane do stosowania z narzędziem uszorstniającym otwór Hilti TE-YRT

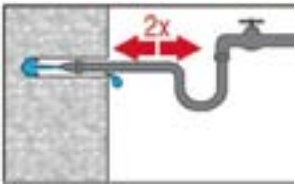
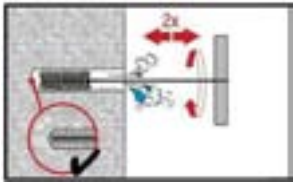
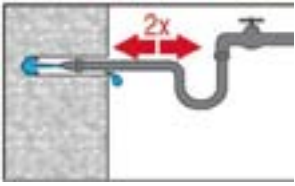
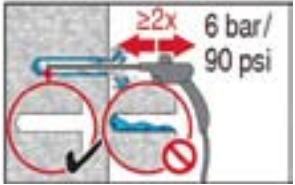
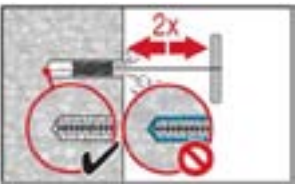
Wiertło diamentowe		Narzędzie uszorstniające otwór TE-YRT	Miernik zużycia RTG
			
d ₀ [mm]		d ₀ [mm]	Rozmiar
Średnica nominalna	Średnica zmierzona		
18	17,9 to 18,2	18	18
20	19,9 to 20,2	20	20
22	21,9 to 22,2	22	22
25	24,9 to 25,2	25	25
28	27,9 to 28,2	28	28
30	29,9 to 30,2	30	30
32	31,9 to 32,2	32	32
35	34,9 to 35,2	35	35

Minimalny czas uszorstniania t_{roughen} (t_{roughen} [sek] = h_{ef} [mm] / 10)

h_{ef} [mm]	t_{roughen} [sek]
Od 0 do 100	10
Od 101 do 200	20
Od 201 do 300	30
Od 301 do 400	40
Od 401 do 500	50
Od 501 do 600	60

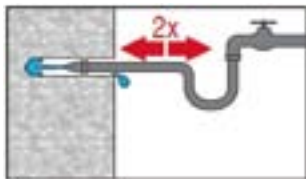
Instrukcja montażu

Wiercenie otworu	
Wiertło rurowe Hilti: do betonu suchego i mokrego	
	Wykonaj otwór do żądanej głębokości osadzenia z użyciem wiertła rurowego Hilti TE-CD lub TE-YD o odpowiednim rozmiarze, z odkurzaczem Hilti. Ten system wiercenia, o ile jest stosowany zgodnie z zaleceniami zawartymi w instrukcji, pozwala na usunięcie kurzu i oczyszcza otwór wiercony w trakcie wiercenia. Po zakończonym wierceniu przejdź do etapu „Dozowanie żywicy” według instrukcji montażu.
Wiercenie udarowe: beton suchy lub mokry i montaż w otworach zalanych wodą (nie morską)	
	Należy wykonać otwór do żądanej głębokości osadzenia z użyciem wiertarki udarowej ustawionej w trybie obrotowo-udarowym z zastosowaniem wiertła z końcówką z węgla o odpowiedniej wielkości.
Wiercenie diamentowe: do betonu suchego i mokrego	
	Wiercenie techniką diamentową jest dozwolone, gdy używane są właściwe urządzenia do wierceń techniką diamentową oraz odpowiednie wiertła.
Wiercenie diamentowe z uszorstnianiem otworu narzędziem Hilti: do betonu suchego i mokrego	
	Wiercenie techniką diamentową jest dozwolone, gdy używane są właściwe urządzenia do wierceń techniką diamentową oraz odpowiednie wiertła. Zanim przystąpi się do uszorstniania, otwór musi być suchy. Należy sprawdzić jakość narzędzia uszorstniającego za pomocą miernika zużycia RTG. Uszorstnić otwór na całej długości do wymaganego h_{et} .
Czyszczenie otworu	
Przed osadzeniem kotwy, otwór musi być wolny od kurzu i nieczystości. Nieodpowiednie oczyszczanie powoduje znacznie zmniejszone wartości obciążeniowe.	
Czyszczenie sprężonym powietrzem (CAC): dla wszystkich otworów o średnicy d_0 oraz wszystkich głębokości h_0	
	Przedmuchać otwór dwa razy od jego dna (jeśli to konieczne, użyć przedłużenia dyszy) po całej długości z zastosowaniem bezolejowego sprężonego powietrza (minimum 6 bar w 6 m³/godz.) do momentu, aż wypływające powietrze powrotne będzie wyraźnie wolne od kurzu. Dla otworów o średnicy ≥ 32 mm kompresor musi zapewniać minimalny przepływ powietrza 140 m³/godz.
	Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą specjalnej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne z przedłużką) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, to znaczy, że szczotka jest zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o odpowiedniej średnicy.
	Ponownie przedmuchać otwór sprężonym powietrzem dwa razy, aż powietrze powrotne będzie wolne od zauważalnego kurzu.

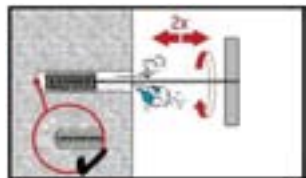
Czyszczenie otworów wierconych udarowo zalanych wodą i otworów wierconych techniką diamentową: dla wszystkich otworów o średnicy d_0 i wszystkich głębokości otworów h_0	
	Przepłukać otwór dwa razy, wkładając wąż (woda pod ciśnieniem) do samego końca otworu do momentu, aż wypływająca woda będzie czysta.
	Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą specjalnej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne z przedłużką) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, to znaczy, że szczotka jest zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o odpowiedniej średnicy.
	Przepłukać otwór dwa razy, wkładając wąż (woda pod ciśnieniem) do samego końca otworu do momentu, aż wypływająca woda będzie czysta.
	Przedmuchać otwór dwa razy od dna otworu (jeśli to konieczne, użyć przedłużenia dyszy) po całej długości z zastosowaniem bezolejowego sprężonego powietrza (minimum 6 bar w 6 m³/godz.) do momentu, aż wypływające powietrze powrotne będzie wyraźnie wolne od kurzu i wody. Dla otworów o średnicy ≥ 32 mm kompresor musi zapewniać minimalny przepływ powietrza 140 m³/godz.
	Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą specjalnej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne z przedłużką) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, to znaczy, że szczotka jest zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o odpowiedniej średnicy.
	Ponownie przedmuchać otwór sprężonym powietrzem dwa razy, aż powietrze powrotne będzie wolne od zauważalnego kurzu i wody.

Oczyszczanie otworu wierconego techniką diamentową

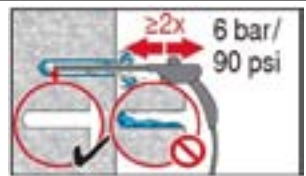
wraz z uszorstnianiem otworu: dla wszystkich otworów o średnicy d_0 i wszystkich głębokości otworów h_0



Przeplukać otwór dwa razy, wkładając wąż (woda pod ciśnieniem) do samego końca otworu do momentu, aż wypływająca woda będzie czysta.

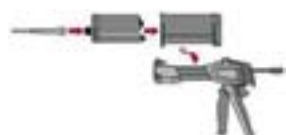


Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą specjalnej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne, z przedłużką) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, to znaczy, że szczotka jest zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o odpowiedniej średnicy.



Przedmuchać otwór dwa razy od jego dna (jeśli to konieczne, użyć przedłużenia dyszy) po całej długości z zastosowaniem bezolejowego sprężonego powietrza (minimum 6 bar w 6 m³/godz.) do momentu, aż wypływające powietrze powrotne będzie wyraźnie wolne od kurzu. Dla otworów o średnicy ≥ 32 mm kompresor musi zapewniać minimalny przepływ powietrza 140 m³/godz.

Przygotowanie iniekcji



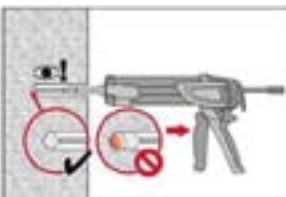
Szczelnie zamocuj nowy mieszacz Hilti HIT-RE-M do patrona foliowego (konieczne jest dokładne dopasowanie). Należy przestrzegać instrukcji użycia dozownika i zaprawy. Sprawdzić uchwyt ładunku foliowego pod kątem właściwego funkcjonowania. Nie należy używać ładunków ani uchwytów, które są uszkodzone. Włożyć ładunek foliowy do kasety i całość umieścić w dozowniku HIT.



Ładunek foliowy otwiera się automatycznie w chwili rozpoczęcia dozowania. W zależności od wielkości ładunku foliowego określoną pierwszą partię zaprawy należy odrzucić. Odrzucane ilości to:

- Trzy naciśnięcia tłoka (suwy) w przypadku patronu 330 ml,
- Cztery naciśnięcia tłoka (suwy) dla 500 ml,
- 65 ml dla 1400 ml ładunku foliowego.

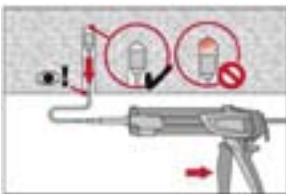
Dozowanie żywicy od dna wierconego otworu bez tworzenia się pustek powietrznych



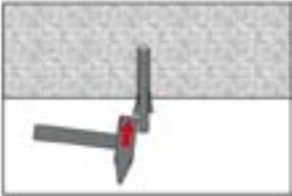
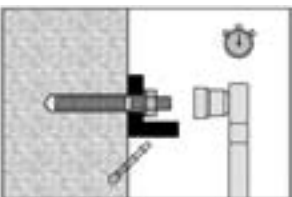
Wykonać pierwsze dozowanie, zaczynając od dna otworu, powoli wyciągając mieszacz za każdym naciśnięciem wyciskacza. Napęlić otwór do około dwóch trzecich pełnej pojemności tak, aby przestrzeń pomiędzy kotwą a betonem została w pełni wypełniona żywicą na całej długości osadzenia.



Po ukończeniu dozowania należy zwolnić tłok w dozowniku, wciskając przycisk mechanizmu zwalniającego. Zapobiegnie to dalszemu wypływowi żywicy z mieszacza.



Montaż nad głową i/lub montaż z głębokością osadzenia $h_{ef} > 250$ mm
Przy montażu nad głową dozowanie jest możliwe jedynie za pomocą przedłużaczy i końcówek iniekcyjnych. Należy złożyć mieszacz HIT-RE-M, przedłużki i końcówkę iniekcyjną HIT-SZ o odpowiedniej wielkości. Włożyć końcówkę iniekcyjną do dna otworu i zadozować żywicę. W trakcie iniekcji końcówka będzie w sposób naturalny wypychana z otworu w wyniku ciśnienia żywicy.

Montaż kotwy	Przed osadzeniem kotwy otwór musi być wolny od kurzu i zanieczyszczeń.
	Przed użyciem należy sprawdzić, czy kotwa jest sucha i wolna od oleju oraz innych zanieczyszczeń. Ustawić i spozycjonować kotwę na odpowiedniej głębokości osadzenia do momentu, aż upłynie czas żelowania (osadzania) t_{work} .
	W przypadku montażu nad głową używać końcówek iniekcyjnych i elementów osadzanych, np. klinów HIT-OHW.
	Kotwa może być obciążana po wymaganym czasie utwardzania t_{cure} . Przyłożony moment dokręcający nie powinien przekroczyć T_{max} .

Aby uzyskać szczegółowe informacje na temat montażu, zapoznaj się z instrukcją użycia dostarczaną wraz z produktem.

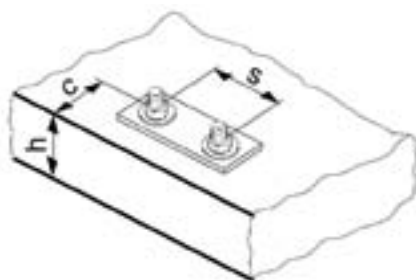
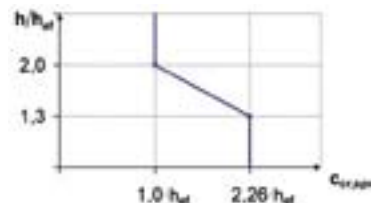
Czas utwardzania w warunkach standardowych

Temperatura materiału podłoża T	Czas osadzenia (korekty) t_{work}	Czas utwardzenia do pełnej obciążalności $t_{cure}^{1)}$
Od -5°C do -1°C	2 godz.	168 godz.
Od 0°C do 4°C	2 godz.	48 godz.
Od 5°C do 9°C	2 godz.	24 godz.
Od 10°C do 14°C	1,5 godz.	16 godz.
Od 15°C do 19°C	1 godz.	16 godz.
Od 20°C do 24°C	30 min.	7 godz.
Od 25°C do 29°C	20 min.	6 godz.
Od 30°C do 34°C	15 min.	5 godz.
Od 35°C do 39°C	12 min.	4,5 godz.
Od 40°C	10 min.	4 godz.

¹⁾ Podany czas utwardzania dotyczy suchego materiału podłoża. W przypadku, gdy materiał podłoża jest mokry, czasy utwardzania należy podwoić.

Szczegóły montażu

			Dane według ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18								Dodatkowe dane techniczne Hilti		
Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39
Nominalna średnica wiertła	d_0	[mm]	10	12	14	18	22	28	30	35	37	40	42
Efektywna głębokość zakotwienia i otworu ^{a)}	$h_{ef,min}$	[mm]	60	60	70	80	90	96	108	120	132	144	156
	$h_{ef,max}$	[mm]	160	200	240	320	400	480	540	600	660	720	780
Średnica otworu przelotowego	d_f	[mm]	9	12	14	18	22	26	30	33	36	39	42
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	$h_{ef} + 30 \text{ mm} \geq 100 \text{ mm}$				$h_{ef} + 2 d_0$						
Maksymalny moment dokręcający	T_{max}	[mm]	10	20	40	80	150	200	270	300	330	360	390
Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	40	50	60	75	90	115	120	140	165	180	195
Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]	40	45	45	50	55	60	75	80	165	180	195
Krytyczny rozstaw ze względu na rozłupanie	$s_{cr,sp}$		$2 c_{cr,sp}$										
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie ^{b)}	$c_{cr,sp}$	[mm]	$1,0 \cdot h_{ef}$ dla $h / h_{ef} \geq 2,0$										
			$4,6 h_{ef} - 1,8 h$ dla $2,0 > h / h_{ef} > 1,3$										
			$2,26 h_{ef}$ dla $h / h_{ef} \leq 1,3$										
Krytyczny rozstaw ze względu na wyłamanie stożka betonu	$s_{cr,N}$		$2 c_{cr,N}$										
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu ^{c)}	$c_{cr,N}$		$1,5 h_{ef}$										



Dla rozstawu kotew (odległości od krawędzi) mniejszego niż rozstaw krytyczny (krytyczna odległość) obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.

^{a)} $h_{ef,min} \leq h_{ef} \leq h_{ef,max}$ (h_{ef} : głębokość osadzenia).

^{b)} h : grubość elementu podłoża ($h \geq h_{min}$).

^{c)} Krytyczna odległość od krawędzi dla wyłamania stożka betonu zależy od głębokości osadzenia h_{ef} oraz nośności obliczeniowej. Podane w tabeli uproszczone wzory powinny pozwolić na uzyskanie dodatnich wartości.

5.5.10 HIT-RE 500 V3 Zaprawa iniekcyjna z prętem zbrojeniowym (jako kotwa)

Żywica iniekcyjna	Zalety
 Hilti HIT-RE 500 V3 Ładunki foliowe 330 ml, 500 ml oraz 1400 ml Mieszacz Pręt zbrojeniowy	• Technologia SAFEset: wiercenie udarowe z automatycznym czyszczeniem otworu dzięki zastosowaniu wiertła rurowego Hilti • Technologia SAFEset: najwyższa niezawodność w technice diamentowej dzięki zastosowaniu narzędzia do uszorstnienia otworu Hilti • Do betonu zarysowanego i niezarysowanego C20/25 do C50/60 • Możliwość przenoszenia dużych obciążeń • Do betonu suchego i nasączonego wodą • Możliwość zastosowania pod wodą • Najszybciej twardniejąca żywica epoksydowa znacznie przyspieszająca proces zakotwienia • Długi czas obróbki pozwalający na instalację dużych średnic i/lub dużych głębokości osadzenia nawet w wysokich temperaturach • Możliwość stosowania od -5°C • Bezzapachowa żywica epoksydowa



Aprobaty/Świadectwa

Opis	Organ wydający/Laboratorium	Numer/Data wydania
Europejska Aprobata Techniczna	CSTB	ETA-16/0143/2016-04-18

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla pojedynczej kotwy)

Wszystkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu kotew,
- Stal kotwy ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione pogrubioną czcionką),
- Kotwa HIT-V o klasie wytrzymałości 5.8,
- Specyfikacja grubości podłoża według tabeli,
- Specyfikacja głębokości zakotwienia według tabeli,
- Beton C20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- Zakres temperatur eksploatacji I (minimalna temperatura podłoża: -40°C , maksymalna długo-/krótkotrwała temperatura podłoża: $+24^\circ\text{C}/+40^\circ\text{C}$),
- Zakres temperatury montażu od -5°C do $+40^\circ\text{C}$.

Głębokość zakotwienia i grubość elementu podłoża dla podstawowych danych dotyczących nośności

	ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18									Dodatkowe dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Typowa głębokość zakotwienia [mm]	90	110	125	125	170	210	270	285	300	330	360
Grubość elementu podłoża [mm]	120	140	161	165	220	274	340	359	380	420	470

Dla otworów wierconych udarowo za pomocą wiertła rurowego i techniką diamentową z uszorstnianiem otworu¹⁾

Średnie obciążenia niszczące

			ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18									Dodatkowe dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy			Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Beton niezarysowany													
Rozciąganie N _{Ru,m}	BSt 500 S	[kN]	45,2	65,1	89,3	93,7	148,6	204,0	297,4	331,1	348,4	401,9	457,9
Ścinanie V _{Ru,m}	BSt 500 S	[kN]	23,1	32,6	44,1	57,8	90,3	141,8	177,5	203,7	232,1	293,9	363,0
Beton zarysowany													
Rozciąganie N _{Ru,m}	BSt 500 S	[kN]	31,9	52,3	66,8	66,8	105,9	145,4	212,0	229,9	248,3	–	–
Ścinanie V _{Ru,m}	BSt 500 S	[kN]	23,1	32,6	44,1	57,8	90,3	141,8	177,5	203,7	232,1	–	–

¹⁾ Narzędzia uszorstniające otwór dostępne są dla rozmiarów elementów Ø14–Ø28.

Nośność charakterystyczna

			ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18									Dodatkowe dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy			Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Beton niezarysowany													
Rozciąganie N _{Rk}	BSt 500 S	[kN]	39,6	58,1	70,6	70,6	111,9	153,7	224,0	249,4	262,4	302,7	344,9
Ścinanie V _{Rk}	BSt 500 S	[kN]	22,0	31,0	42,0	55,0	86,0	135,0	169,0	194,0	221,0	280,0	345,7
Beton zarysowany													
Rozciąganie N _{Rk}	BSt 500 S	[kN]	24,0	39,4	50,3	50,3	79,8	109,6	159,7	177,8	187,1	–	–
Ścinanie V _{Rk}	BSt 500 S	[kN]	22,0	31,0	42,0	55,0	86,0	135,0	169,0	194,0	221,0	–	–

Nośność obliczeniowa

			ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18									Dodatkowe dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy			Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Beton niezarysowany													
Rozciąganie N _{Rd}	BSt 500 S	[kN]	26,4	38,7	47,1	47,1	74,6	102,5	149,4	166,3	174,9	168,2	191,6
Ścinanie V _{Rd}	BSt 500 S	[kN]	14,7	20,7	28,0	36,7	57,3	90,0	112,7	129,3	147,3	186,6	230,5
Beton zarysowany													
Rozciąganie N _{Rd}	BSt 500 S	[kN]	16,0	26,3	33,5	33,5	53,2	73,0	106,5	118,5	124,7	–	–
Ścinanie V _{Rd}	BSt 500 S	[kN]	14,7	20,7	28,0	36,7	57,3	90,0	112,7	129,3	147,3	–	–

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

			ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18									Dodatkowe dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy			Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Beton niezarysowany													
Rozciąganie N _{Rec}	BSt 500 S	[kN]	18,8	27,6	33,6	33,6	53,3	73,2	106,7	115,7	125,0	120,1	136,9
Ścinanie V _{Rec}	BSt 500 S	[kN]	10,5	14,8	20,0	26,2	41,0	64,3	80,5	92,4	105,2	133,3	164,6
Beton zarysowany													
Rozciąganie N _{Rec}	BSt 500 S	[kN]	11,4	18,8	24,0	24,0	38,0	52,2	76,1	84,7	89,1	–	–
Ścinanie V _{Rec}	BSt 500 S	[kN]	10,5	14,8	20,0	26,2	41,0	64,3	80,5	92,4	105,2	–	–

a) Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma = 1,4$. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń zależy od typu obciążenia i należy go pobrać z krajowych regulacji.

Wiercenie techniką diamentową

Średnie obciążenie niszczące

			ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18									Dodatkowe dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy			Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Beton niezarysowany													
Rozciąganie $N_{Ru,m}$	BSt 500 S	[kN]	33,8	49,6	65,7	75,1	127,6	197,1	297,4	331,1	348,4	–	–
Ścinanie $V_{Ru,m}$	BSt 500 S	[kN]	23,1	32,6	44,1	57,8	90,3	141,8	177,5	203,7	232,1	–	–

Nośność charakterystyczna

			ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18									Dodatkowe dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy			Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Beton niezarysowany													
Rozciąganie N _{Rd}	BSt 500 S	[kN]	25,5	37,3	49,5	56,6	96,1	148,4	224,0	249,4	262,4	–	–
Ścinanie V _{Rd}	BSt 500 S	[kN]	22,0	31,0	42,0	55,0	86,0	135,0	169,0	194,0	221,0	–	–

Nośność obliczeniowa

			ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18									Dodatkowe dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy			Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Beton niezarysowany													
Rozciąganie N _{Rd}	BSt 500 S	[kN]	14,1	20,7	27,5	26,9	45,8	70,7	106,7	115,7	125,0	–	–
Ścinanie V _{Rd}	BSt 500 S	[kN]	14,7	20,7	28,0	36,7	57,3	90,0	112,7	129,3	147,3	–	–

Obciążenia dopuszczalne^{a)}

		ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18									Dodatkowe dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy		Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Beton niezarysowany												
Rozciąganie N _{Rec}	BSt 500 S [kN]	10,1	14,8	19,6	19,2	32,7	50,5	76,2	82,6	89,3	–	–
Ścinanie V _{Rec}	BSt 500 S [kN]	10,5	14,8	20,0	26,2	41,0	64,3	80,5	92,4	105,2	–	–

^{a)} Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma = 1,4$. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń zależy od typu obciążenia i należy go pobrać z krajowych regulacji.

Nośność sejsmiczna C1

Wszystkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu kotew,
- Stal kotwy ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione pogrubioną czcionką),
- Kotwa HIT-V o klasie wytrzymałości 5.8,
- Specyfikacja grubości podłoża według tabeli,
- Specyfikacja głębokości zakotwienia według tabeli,
- Beton C20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- Zakres temperatury eksploatacji I (minimalna temperatura podłoża: -40°C , maksymalna długo-/krótkotrwała temperatura podłoża: $+24^\circ\text{C}/+40^\circ\text{C}$),
- Zakres temperatury montażu: od -5°C do $+40^\circ\text{C}$,
- $\alpha_{gap} = 1,0$ (bez otworu przelotowego pomiędzy kotwą a mocowaniem);
w przypadku połączeń w otworze przelotowym należy zastosować $\alpha_{gap} = 0,5$.

Głębokość zakotwienia i grubość elementu podłoża dla podstawowych danych dotyczących nośności

		ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18									Dodatkowe dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy		Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Typowa głębokość zakotwienia	[mm]	90	110	125	125	170	210	270	285	300	330	360
Grubość materiału podłoża	[mm]	120	140	161	165	220	274	340	359	380	420	470

Dla otworów wierconych udarowo i z użyciem wiertła rurowego

Nośność charakterystyczna

		ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18									Dodatkowe dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy		Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Beton zarysowany												
Rozciąganie N _{Rk}	BSt 500 S [kN]	22,6	35,3	42,8	42,8	67,8	93,1	135,8	151,1	159,0	–	–
Ścinanie V _{Rk}	BSt 500 S [kN]	22,0	31,0	42,0	55,0	86,0	135,0	169,0	194,0	221,0	–	–

Nośność obliczeniowa

		ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18									Dodatkowe dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy		Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Beton zarysowany												
Rozciąganie N _{Rd}	BSt 500 S [kN]	15,1	23,5	28,5	28,5	45,2	62,1	90,5	100,7	106,0	–	–
Ścinanie V _{Rd}	BSt 500 S [kN]	14,7	20,7	28,0	36,7	57,3	90,0	112,7	129,3	147,3	–	–

Zakres temperatury roboczej

Zaprawa iniekcyjna Hilti HIT-RE 500 V3 może być stosowana w podanym poniżej zakresie temperatur. Wzrost temperatury podłoża może spowodować zmniejszenie obliczeniowej nośności wiązania.

Zakres temperatury	Temperatura materiału podłoża	Maksymalna temperatura długotrwałe materiału podłoża	Maksymalna temperatura krótkotrwałe materiału podłoża
Zakres temperatury I	Od -40°C do +40 °C	+24°C	+40°C
Zakres temperatury II	Od -40°C do +70 °C	+43°C	+70°C

Maksymalna temperatura krótkotrwałe materiału podłoża

Podwyższone temperatury krótkotrwałe występują w krótkich okresach, np. w konsekwencji dobowych wahań temperatury.

Maksymalna temperatura długotrwałe materiału podłoża

Podwyższone temperatury długotrwałe materiału podłoża utrzymują się przez dłuższy okres czasu na względnie takim samym poziomie.

Materiały**Właściwości mechaniczne**

			ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18									Dodatkowe dane techniczne Hilti	
Rozmiar kotwy			Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie f_{uk}	BSt 500 S	[N/mm²]	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Granica plastyczności f_{yk}	BSt 500 S	[N/mm²]	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Pole przekroju czynnego A_s	BSt 500 S	[mm²]	50,3	78,5	113,1	153,9	201,1	314,2	490,9	615,8	804,2	1018	1257
Wskaźnik wytrzymałości W	BSt 500 S	[mm²]	50,3	98,2	169,6	269,4	402,1	785,4	1534	2155	3217	4580	6283

Jakość materiału pręta

Nazwa elementu	Materiał
Pręt kotwy BSt 500 S	Właściwości geometryczne i mechaniczne zgodnie z DIN 488-2:1986 lub E DIN 488-2:2006

Montaż

Sprzęt do montażu

Rozmiar kotwy	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40
Wiertarka udarowa	TE 2-TE 16				TE 40-TE 70						
Inne narzędzia	Pistolet pneumatyczny do czyszczenia, zestaw szczotek, dozownik, narzędzie uszorstniające otwór TE-YRT										

Parametry narzędzi do czyszczenia i montażu

Element	Wiercenie i czyszczenie				Montaż	
Pręt	Wiertło udarowe	Wiertło rurowe TE-CD, TE-YD	Wiertło diantowe	Narzędzie uszorstniające otwór TE-YRT	Szczotka	Nakładka iniekcyjna
Rozmiar	d ₀ [mm]	d ₀ [mm]	d ₀ [mm]	d ₀ [mm]	HIT-RB	HIT-SZ
Ø10	12	-	12	-	12	12
Ø10, Ø12	14	14	14	-	14	14
Ø12	16	16	16	-	16	16
Ø14	18	18	18	18	18	18
Ø16	20	20	20	20	20	20
Ø20	25	25	25	25	25	25
Ø25	32	32	32	32	32	32
Ø28	35	35	35	35	35	35
Ø30	37	-	37	-	37	37
Ø32	40	-	42	-	42	42
Ø36	45	-	-	-	36	36
Ø40	55	-	-	-	40	40

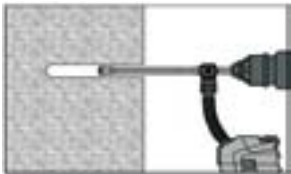
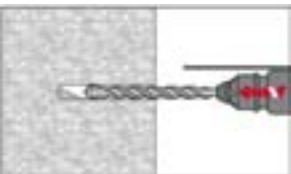
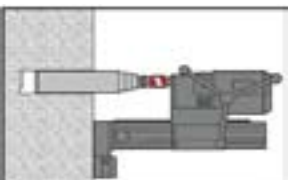
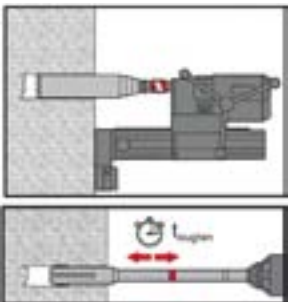
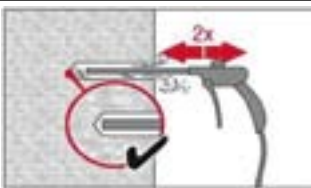
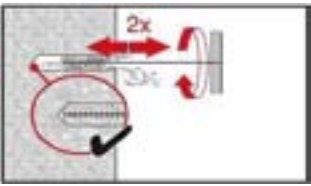
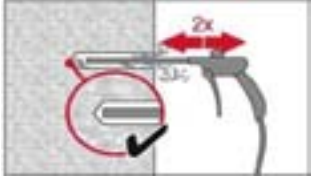
Części powiązane do stosowania z narzędziem uszorstniającym otwór Hilti TE-YRT

Wiertło diamentowe		Narzędzie uszorstniające otwór TE-YRT	Miernik zużycia RTG
d ₀ [mm]		d ₀ [mm]	Rozmiar
Średnica nominalna	Średnica zmierzona		
18	17,9 to 18,2	18	18
20	19,9 to 20,2	20	20
22	21,9 to 22,2	22	22
25	24,9 to 25,2	25	25
28	27,9 to 28,2	28	28
30	29,9 to 30,2	30	30
32	31,9 to 32,2	32	32
35	34,9 to 35,2	35	35

Minimalny czas uszorstniania t_{roughen} (t_{roughen} [sek] = h_{ef} [mm] / 10)

h _{ef} [mm]	t _{roughen} [sek]
Od 0 do 100	10
Od 101 do 200	20
Od 201 do 300	30
Od 301 do 400	40
Od 401 do 500	50
Od 501 do 600	60

Instrukcja montażu

Wiercenie otworu	
Wiertło rurowe Hilti: do betonu suchego i mokrego	
	Wykonaj otwór do żądanej głębokości osadzenia z użyciem wiertła rurowego Hilti TE-CD lub TE-YD o odpowiednim rozmiarze, z odkurzaczem Hilti. Ten system wiercenia, o ile jest stosowany zgodnie z zaleceniami zawartymi w instrukcji, pozwala na usunięcie kurzu i oczyszcza otwór wiercony w trakcie wiercenia. Po zakończonym wierceniu przejdź do etapu „Dozowanie żywicy” według instrukcji montażu.
Wiercenie udarowe: beton suchy lub mokry i montaż w otworach zalanych wodą (nie morską)	
	Należy wykonać otwór do żądanej głębokości osadzenia z użyciem wiertarki udarowej ustawionej w trybie obrotowo-udarowym z zastosowaniem wiertła z końcówką z węglika o odpowiedniej wielkości.
Wiercenie diamentowe: do betonu suchego i mokrego	
	Wiercenie techniką diamentową jest dozwolone, gdy używane są właściwe urządzenia do wierceń techniką diamentową oraz odpowiednie wiertła.
Wiercenie diamentowe z uszorstnianiem otworu narzędziem Hilti: do betonu suchego i mokrego	
	Wiercenie techniką diamentową jest dozwolone, gdy używane są właściwe urządzenia do wierceń techniką diamentową oraz odpowiednie wiertła. Zanim przystąpi się do uszorstniania, otwór musi być suchy. Należy sprawdzić jakość narzędzia uszorstniającego za pomocą miernika zużycia RTG. Uszorstnić otwór na całej długości do wymaganego h_{ef} .
Czyszczenie otworu	Przed osadzeniem kotwy, otwór musi być wolny od kurzu i nieczystości. Nieodpowiednie oczyszczanie powoduje zmniejszenie wartości obciążeń.
Czyszczenie sprężonym powietrzem (CAC): dla wszystkich otworów o średnicy d_0 oraz wszystkich głębokości h_0	
	Przedmuchać otwór dwa razy od jego dna (jeśli to konieczne, użyć przedłużenia dyszy) po całej długości z zastosowaniem bezolejowego sprężonego powietrza (minimum 6 bar w 6 m³/godz.) do momentu, aż wypływające powietrze powrotne będzie wyraźnie wolne od kurzu. Dla otworów o średnicy ≥ 32 mm kompresor musi zapewniać minimalny przepływ powietrza 140 m³/godz.
	Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą specjalnej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne z przedłużką) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, to znaczy, że szczotka jest zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o odpowiedniej średnicy.
	Ponownie przedmuchać otwór sprężonym powietrzem dwa razy, aż powietrze powrotne będzie wolne od zauważalnego pyłu.

Czyszczenie otworów wierconych udarowo zalanych wodą

i otworów wierconych techniką diamentową: dla wszystkich otworów o średnicy d_0 i wszystkich głębokości otworów h_0

	Przepłukać otwór dwa razy, wkładając wąż (woda pod ciśnieniem) do samego końca otworu do momentu, aż wypływająca woda będzie czysta.
	Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą specjalnej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne z przedłużką) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, to znaczy, że szczotka jest zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o odpowiedniej średnicy.
	Przepłukać otwór dwa razy, wkładając wąż (woda pod ciśnieniem) do samego końca otworu do momentu, aż wypływająca woda będzie czysta.
	Przedmuchać otwór dwa razy od dna otworu (jeśli to konieczne, użyć przedłużenia dyszy) po całej długości z zastosowaniem bezolejowego sprężonego powietrza (minimum 6 bar w 6 m³/godz.) do momentu, aż wypływające powietrze powrotne będzie wyraźnie wolne od kurzu i wody. Dla otworów o średnicy ≥ 32 mm sprężarka musi zapewniać minimalny przepływ powietrza 140 m³/godz.
	Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą specjalnej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne z przedłużką) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, to znaczy, że szczotka jest zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o odpowiedniej średnicy.
	Ponownie przedmuchać otwór sprężonym powietrzem dwa razy, aż powietrze powrotne będzie wolne od zauważalnego pyłu i wody.

Oczyszczanie otworu wierconego techniką diamentową wraz z uszorstnianiem otworu: dla wszystkich otworów o średnicy d_0 i wszystkich głębokości otworów h_0

	Przepłukać otwór dwa razy, wkładając wąż (woda pod ciśnieniem) do samego końca otworu do momentu, aż wypływająca woda będzie czysta.
	Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą specjalnej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne, z przedłużką) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, to znaczy, że szczotka jest zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o odpowiedniej średnicy.
	Przedmuchać otwór dwa razy od jego dna (jeśli to konieczne, użyć przedłużenia dyszy) po całej długości z zastosowaniem bezolejowego sprężonego powietrza (minimum 6 bar w 6 m³/godz.) do momentu, aż wypływające powietrze powrotne będzie wyraźnie wolne od kurzu. Dla otworów o średnicy ≥ 32 mm kompresor musi zapewniać minimalny przepływ powietrza 140 m³/godz.

Przygotowanie iniekcji

	Szczelnie zamocuj nowy mieszacz Hilti HIT-RE-M do patrona foliowego (konieczne jest dokładne dopasowanie). Należy przestrzegać instrukcji użycia dozownika i zaprawy. Sprawdzić uchwyt ładunku foliowego pod kątem właściwego funkcjonowania. Nie należy używać ładunków ani uchwytów, które są uszkodzone. Włożyć ładunek foliowy do kasety i całość umieścić w dozowniku HIT.
	Ładunek foliowy otwiera się automatycznie w chwili rozpoczęcia dozowania. W zależności od wielkości ładunku foliowego określoną pierwszą partię zaprawy należy odrzucić. Odrzucane ilości to: • Trzy naciśnięcia tłoka (suwy) w przypadku patronu 330 ml, • Cztery naciśnięcia tłoka (suwy) dla 500 ml, • 65 ml dla 1400 ml ładunku foliowego.

Dozowanie żywicy od dna wierconego otworu bez tworzenia się pustek powietrznych

	Wykonać pierwsze dozowanie, zaczynając od dna otworu, powoli wyciągając mieszacz za każdym naciśnięciem wyciskacza. Nappełnić otwór do około dwóch trzecich pełnej pojemności tak, aby przestrzeń pomiędzy kotwą a betonem została w pełni wypełniona żywicą na całej długości osadzenia.
	Po ukończeniu dozowania należy zwolnić tłok w dozowniku, wciskając przycisk zwalniaacza. Zapobiegnie to dalszemu wypływaniu żywicy z mieszacza.
	Montaż nad głową i/lub montaż z głębokością osadzenia $h_{\text{os}} > 250$ mm Przy montażu nad głową dozowanie jest możliwe jedynie za pomocą przedłużaczy i końcówek iniekcyjnych. Należy złożyć mieszacz HIT-RE-M, przedłużki i końcówkę iniekcyjną HIT-SZ o odpowiedniej wielkości. Włożyć końcówkę iniekcyjną do dna otworu i zadozować żywicę. W trakcie iniekcji końcówka będzie w sposób naturalny wypychana z otworu w wyniku ciśnienia żywicy.

Montaż elementu	Przed osadzeniem kotwy otwór musi być wolny od kurzu i zanieczyszczeń.
	Przed użyciem należy sprawdzić, czy kotwa jest sucha i wolna od oleju oraz innych zanieczyszczeń. Ustawić i spozycjonować kotwę na odpowiedniej głębokości osadzenia do momentu, aż upłynie czas żelowania (osadzania) t_{work} .
	W przypadku montażu nad głową używać końcówek iniekcyjnych i elementów osadzanych, np. klinów HIT-OHW.
	Kotwa może być obciążana po wymaganym czasie utwardzania t_{cure} . Przyłożony moment montażu nie powinien przekroczyć T_{max} .

Aby uzyskać szczegółowe informacje na temat montażu, zapoznaj się z instrukcją użycia dostarczaną wraz z produktem.

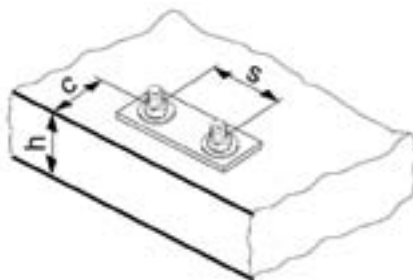
Czas utwardzania w warunkach ogólnych

Temperatura materiału podłoża T	Czas osadzenia (korekty) t_{work}	Czas utwardzenia do pełnej obciążalności $t_{cure}^{1)}$
Od -5°C do -1°C	2 godz.	168 godz.
Od 0°C do 4°C	2 godz.	48 godz.
Od 5°C do 9°C	2 godz.	24 godz.
Od 10°C do 14°C	1,5 godz.	16 godz.
Od 15°C do 19°C	1 godz.	16 godz.
Od 20°C do 24°C	30 min.	7 godz.
Od 25°C do 29°C	20 min.	6 godz.
Od 30°C do 34°C	15 min.	5 godz.
Od 35°C do 39°C	12 min.	4,5 godz.
Od 40°C	10 min.	4 godz.

¹⁾ Podany czas utwardzania dotyczy suchego materiału podłoża. W przypadku, gdy materiał podłoża jest mokry, czasy utwardzania należy podwoić.

Szczegóły montażu

			ETA-16/0143, wydanie 2016-04-18										Dodatkowe dane techniczne Hilti		
Rozmiar kotwy			Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø30	Ø32	Ø36	Ø40		
Nominalna średnica wiertła	d ₀	[mm]	12 ¹⁾	14 ¹⁾	14 ¹⁾	16 ¹⁾	18	20	25	32	35	37	40	45	55
Efektywna głębokość zakotwienia i otworu ^{a)}	h _{ef,min}	[mm]	60	70	75	80	90	100	112	120	128	144	160		
	h _{ef,max}	[mm]	200	240	280	320	400	500	560	600	640	720	800		
Średnica otworu przelotowego	h _{min}	[mm]	h _{ef} + 30 ≥ 100 mm			h _{ef} + 2 d ₀									
Minimalny rozstaw kotew	s _{min}	[mm]	50	60	70	80	100	125	140	150	160	180	200		
Minimalna odległość od krawędzi	c _{min}	[mm]	45	45	50	50	65	70	75	80	80	180	200		
Krytyczny rozstaw ze względu na rozłupanie	s _{cr,sp}		2 c _{cr,sp}												
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie ^{b)}	c _{cr,sp} ^{b)}	[mm]	1,0 □ h _{ef} dla h / h _{ef} ≥ 2,0												
			4,6 h _{ef} – 1,8 h dla 2,0 > h / h _{ef} > 1,3												
			2,26 h _{ef} dla h / h _{ef} ≤ 1,3												
Krytyczny rozstaw ze względu na wyłamanie stożka betonu	s _{cr,N}		2 c _{cr,N}												
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu ^{c)}	c _{cr,N}		1,5 h _{ef}												



¹⁾ Można użyć każdej z podanych wartości.

Dla rozstawu kotew (odległości od krawędzi) mniejszego niż rozstaw krytyczny (krytyczna odległość) obciążenia obliczeniowe muszą być zredukowane.

^{a)} $h_{ef,min} \leq h_{ef} \leq h_{ef,max}$ (h_{ef} : głębokość osadzenia).

^{b)} h : grubość elementu podłoża ($h \geq h_{min}$).

^{c)} Krytyczna odległość od krawędzi dla wyłamania stożka betonu zależy od głębokości osadzenia h_{ef} oraz nośności obliczeniowej.

Podane w tabeli uproszczone wzory powinny pozwolić na uzyskanie dodatnich wartości.

5.5.11 HIT-RE 500 V3 Zaprawa iniekcyjna z prętem zbrojeniowym (głębokie wklejanie i uciąganie zbrojenia)

System zaprawy iniekcyjnej	Zalety
 Hilti HIT-RE 500 V3 Ładunek foliowy 330 ml, 500 ml oraz 1400 ml Mieszacz Pręt zbrojeniowy	- Technologia SAFEset: wiercenie udarowe z automatycznym czyszczeniem otworu dzięki zastosowaniu wiertła rurowego Hilti - Technologia SAFEset: najwyższa niezawodność w technice diamentowej dzięki zastosowaniu narzędzia do uszorstnienia otworu Hilti - Do betonu zarysowanego od C12/15 do C50/60 - Możliwość przenoszenia dużych obciążeń - Do betonu suchego i nasączonego wodą - Do prętów o średnicy do 40 mm - Nie powoduje korozji elementów prętów zbrojeniowych - Długie czasy obróbki w podwyższonych temperaturach - Możliwość osadzenia prętów do długości nawet 3200 mm - Czas ekspozycji ogniowej do 4 godzin



Zakres temperatury roboczej

Zakres temperatury: od -40°C do +80°C (maksymalna temperatura długotrwała +50°C, maksymalna temperatura krótkotrwała +80°C).

Aprobaty/Raporty

Opis	Organ wydający/Laboratorium	Numer/Data wydania
Europejska Aprobata Techniczna	CSTB, Marne la Vallée	ETA-16/0142/2016-04-18
Europejska Aprobata Techniczna	CSTB, Marne la Vallée	ETA-16/0143/2016-04-18
Raport nośności ogniowej	CSTB, Marne la Vallée	MRF 1526054277/B/2016-04-12

Wszystkie dane podane w niniejszym rozdziale są zgodne z wymienionymi powyżej aprobatami: ETA-16/0142, wydanie 2016-04-18 oraz ETA-16/0143, wydanie 2016-03-29.

Materiały pręta

Pręty zbrojeniowe zgodne z EC2, Aneks C, Tabela C.1 i C.2N.

Właściwości wzmocnienia

Forma produktu		Pręty zbrojeniowe, także walcowane	
Klasa		B	C
Wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie f_{yk} lub $f_{0,2k}$ (MPa)		Od 400 do 600	
Minimalna wartość $k = (f_t/f_y)k$		$\geq 1,08$	$\geq 1,15$ $< 1,35$
Rozciąganie charakterystyczne przy sile maksymalnej ϵ_{uk} [%]		$\geq 5,0$	$\geq 7,5$
Podatność na zginanie		Test zginania/odginania	
Maksymalne odchylenie od masy nominalnej (pręt pojedynczy) [%]	Nominalny rozmiar pręta [mm]		
	≤ 8 > 8	$\pm 6,0$ $\pm 4,5$	
Wiązanie: Minimalny obszar względnego usztywnienia, $f_{R,min}$	Nominalny rozmiar pręta [mm] od 8 do 12	0,040	
	> 12	0,056	

Szczegóły montażu

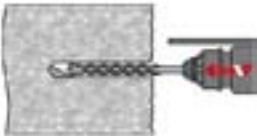
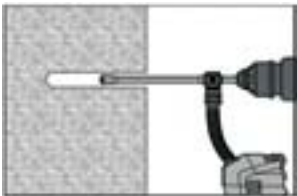
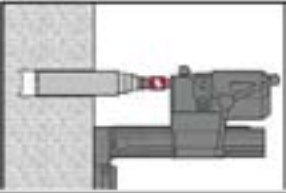
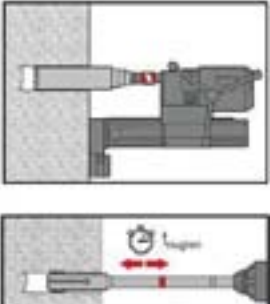
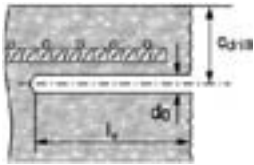
Szczegółowe informacje znajdują się w instrukcji użycia przekazanej wraz z produktem w opakowaniu.

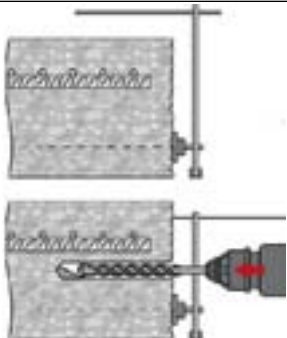
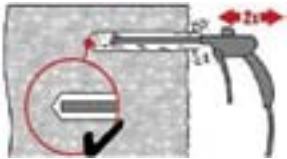
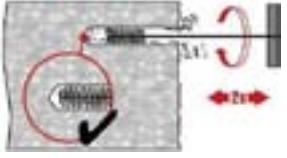
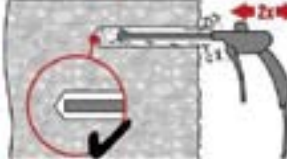
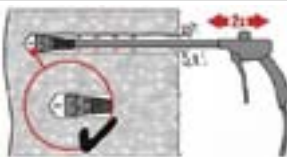
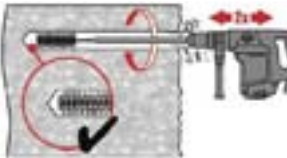
Czasy utwardzania w warunkach standardowych¹⁾

Dane zgodnie z ETA-16/0142, wydanie 2016-04-18			
Temperatura materiału podłoża T	Czas osadzenia (korekty) t_{work}	Wstępny czas utwardzania $t_{cure,ini}$	Czas utwardzenia do pełnej obciążalności t_{cure}
$-5^{\circ}\text{C} \leq T_{BM} < -1^{\circ}\text{C}$	2 godz.	48 godz.	168 godz.
$0^{\circ}\text{C} \leq T_{BM} < 4^{\circ}\text{C}$	2 godz.	24 godz.	48 godz.
$5^{\circ}\text{C} \leq T_{BM} < 9^{\circ}\text{C}$	2 godz.	16 godz.	24 godz.
$10^{\circ}\text{C} \leq T_{BM} < 14^{\circ}\text{C}$	1,5 godz.	12 godz.	16 godz.
$15^{\circ}\text{C} \leq T_{BM} < 19^{\circ}\text{C}$	1 godz.	8 godz.	16 godz.
$20^{\circ}\text{C} \leq T_{BM} < 24^{\circ}\text{C}$	30 min.	4 godz.	7 godz.
$25^{\circ}\text{C} \leq T_{BM} < 29^{\circ}\text{C}$	20 min.	3,5 godz.	6 godz.
$30^{\circ}\text{C} \leq T_{BM} < 34^{\circ}\text{C}$	15 min.	3 godz.	5 godz.
$35^{\circ}\text{C} \leq T_{BM} < 39^{\circ}\text{C}$	12 min.	2 godz.	4,5 godz.
$T_{BM} = 40^{\circ}\text{C}$	10 min.	2 godz.	4 godz.

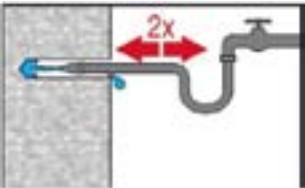
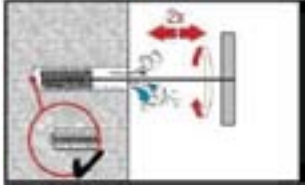
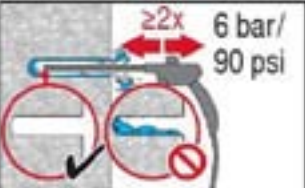
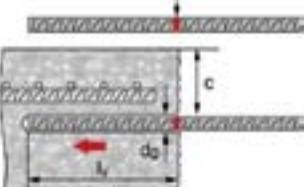
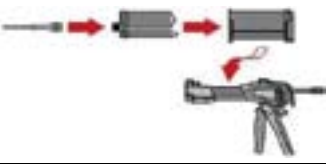
¹⁾ Podany czas utwardzania dotyczy suchego materiału podłoża. W przypadku, gdy materiał podłoża jest mokry, czasy utwardzania należy podwoić.

Instrukcja montażu

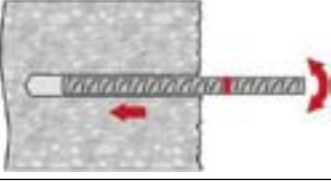
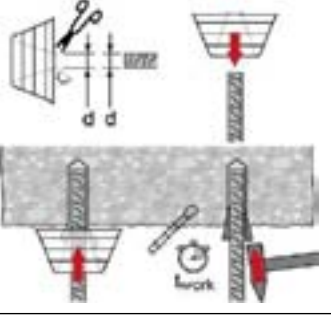
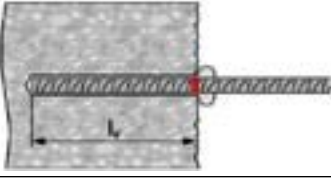
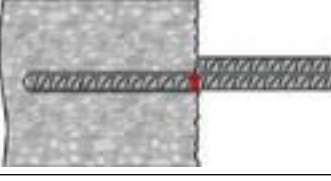
Safety regulations: 	Przed zastosowaniem należy zapoznać się z Kartą Charakterystyki (MSDS), aby w sposób właściwy i bezpieczny obchodzić się z produktem! Podczas użycia zaprawy Hilti HIT-RE 500 V3 należy nosić dobrze dopasowane okulary ochronne oraz rękawice ochronne. Ważne: Należy przestrzegać instrukcji montażu podanej przez producenta i dostarczanej wraz z każdym ładunkiem foliowym.
Wiercenie otworu	Uwaga: przed wierceniem należy usunąć skarbonizowany beton i oczyścić powierzchnię styku. Otwory, których wykonywanie przerwano, lub otwory wykonane nieprecyzyjnie, należy wypełnić zaprawą.
a) Wiercenie udarowe: do betonu suchego i mokrego 	Należy wykonać otwór do żądanej głębokości osadzenia za pomocą wiertarki udarowej ustawionej w trybie udarowo-obrotowym (HD) lub pneumatycznym (CA), używając wiertła z końcówką z węgla o odpowiednim rozmiarze. Hammer drill (HD)  Compressed air drill (CA) 
b) Wiercenie udarowe z wiertłem rurowym Hilti: dla betonu suchego i mokrego 	Należy wykonać otwór do żądanej głębokości osadzenia z użyciem wiertła rurowego Hilti TE-CD lub TE-YD o właściwym rozmiarze, z odkurzaczem Hilti. Ten system wiercenia, o ile jest stosowany zgodnie z zaleceniami zawartymi w instrukcji, pozwala na usunięcie kurzu i oczyszcza wiercony otwór w trakcie wiercenia. Po zakończeniu wiercenia przejdź do etapu „Dozowanie żywicy” zawartego w instrukcji użycia.
c) Wiercenie diamentowe: do betonu suchego i mokrego 	Wiercenie techniką diamentową jest dozwolone, gdy używane są właściwe urządzenia do wiercenia techniką diamentową oraz odpowiednie wiertła.
d) Wiercenie diamentowe z uszorstnianiem otworu Hilti: do betonu suchego i mokrego 	Wiercenie techniką diamentową jest dozwolone, gdy używane są właściwe urządzenia do wiercenia techniką diamentową oraz odpowiednie wiertła. Do użycia z narzędziem uszorstniającym otwór Hilti TE-YRT. Zanim przystąpi się do uszorstniania, otwór musi być suchy. Należy sprawdzić przydatność narzędzia uszorstniającego za pomocą miernika zużycia RTG. Należy uszorstnić otwór na całej długości do wymaganego h_{ef}.
Dozowanie żywicy 	Należy zmierzyć i skontrolować otulinę betonową c. $c_{drill} = c + d_0/2$. Wiercić równolegle do krawędzi powierzchni i istniejącego zbrojenia. Jeżeli jest to konieczne, można użyć do wiercenia prowadnicy Hilti HIT-BH.

Elementy pomocne podczas wiercenia 	Należy upewnić się, że otwór wiercony jest równoległy do istniejącego pręta zbrojeniowego. Można rozważyć trzy różne opcje: • Prowadnica Hilti HIT-BH, • Łata lub poziomica, • Kontrola wizualna.
Czyszczenie otworu	Przed osadzeniem kotwy otwór musi być oczyszczony z kurzu i zanieczyszczeń za pomocą jednej z poniższych dwóch metod. Nieodpowiednie czyszczenie powoduje zmniejszenie wartości obciążeń.
Czyszczenie sprężonym powietrzem (CAC): dla wszystkich otworów o średnicy d_0 oraz głębokości $h_0 \leq 20d$	
	Przedmuchać otwór dwa razy od jego dna (jeśli to konieczne, użyć przedłużenia dyszy) na całej długości z zastosowaniem bezolejowego sprężonego powietrza (minimum 6 bar w 6 m³/godz.) do momentu, aż wypływające powietrze powrotne będzie wyraźnie wolne od kurzu
	Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą szczotki HIT-RB o właściwym rozmiarze ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu), wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne z przedłużką) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór. Jeśli tak nie jest, należy wziąć nową szczotkę lub szczotkę o większej średnicy.
	Przedmuchać otwór ponownie dwa razy sprężonym powietrzem, aż strumień powietrza powrotnego będzie wolny od kurzu. Jeśli to konieczne, należy użyć dodatkowych akcesoriów i przedłużeń dyszy powietrza oraz szczotki tak, aby czyszczenie otworu odbyło się od jego dna.
Czyszczenie sprężonym powietrzem (CAC): dla otworów głębszych niż 250 mm (dla ϕ od 8 do 12) lub głębszych niż 20ϕ (dla $\phi > 12$ mm)	
	Należy używać właściwej dyszy powietrza Hilti HIT-DL. Przedmuchać otwór dwa razy od jego dna po całej długości z zastosowaniem bezolejowego sprężonego powietrza do momentu, aż wypływające powietrze powrotne będzie wyraźnie wolne od kurzu. Wskazówka dotycząca bezpieczeństwa: unikać wdychania pyłu. Zaleca się stosowanie zbiornika pyłu Hilti HIT-DRS.
	Należy wkręcić okrągłą szczotkę stalową HIT-RB w jeden z końców przedłużki szczotki HIT-RBS tak, aby całkowita długość szczotki była wystarczająca, by sięgnąć aż do dna otworu. Przykręcić drugą końcówkę przedłużki do uchwytu TE-C/TE-Y. Wskazówki dotycząca bezpieczeństwa: Czynność maszynowego szczotkowania należy zaczynać powoli. Czynność maszynowego szczotkowania należy zaczynać po włożeniu szczotki we wcześniej wywiercony otwór.
	Należy używać odpowiednich dysz powietrza Hilti HIT-DL. Przedmuchać otwór dwa razy od jego dna po całej długości z zastosowaniem bezolejowego sprężonego powietrza do momentu, aż wypływające powietrze powrotne będzie wyraźnie wolne od kurzu. Wskazówka dotycząca bezpieczeństwa: unikać wdychania pyłu. Zaleca się stosowanie zbiornika pyłu Hilti HIT-DRS.

Czyszczenie otworów wierconych techniką diamentową: dla wszystkich średnic otworów d_0 i wszystkich głębokości h_0	
	Przepłukać otwór dwa razy, wkładając wąż (woda pod ciśnieniem) do samego końca otworu do momentu, aż wypływająca woda będzie czysta.
	Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą specjalnej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne z przedłużką) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, oznacza to, że szczotka jest zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o większej średnicy.
	Przedmuchać otwór dwa razy od jego dna (jeśli to konieczne, użyć przedłużenia dyszy) po całej długości z zastosowaniem bezolejowego sprężonego powietrza (minimum 6 bar w 6 m³/godz.) do momentu, aż wypływające powietrze powrotne będzie wyraźnie wolne od kurzu. Dla otworów o średnicy ≥ 32 mm kompresor musi zapewniać minimalny przepływ powietrza 140 m³/godz.
	Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą szczotki stalowej Hilti HIT-RB o określonym rozmiarze, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne z przedłużką) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, oznacza to, że szczotka jest zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o większej średnicy.
	Przedmuchać otwór dwa razy sprężonym powietrzem, aż strumień powietrza powrotnego będzie wolny od kurzu i wody.

Czyszczenie otworów wierconych techniką diamentową wraz z uszorstnianiem otworu: dla wszystkich otworów o średnicy d_o i wszystkich głębokości otworów h_o	
	Przepłukać otwór dwa razy, wkładając wąż (woda pod ciśnieniem) do samego końca otworu do momentu, aż wypływająca woda będzie czysta.
	Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą specjalnej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne z przedłużką) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, oznacza to, że szczotka jest zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o większej średnicy.
	Przedmuchać otwór dwa razy od jego dna (jeśli to konieczne, użyć przedłużenia dyszy) po całej długości z zastosowaniem bezolejowego sprężonego powietrza (minimum 6 bar w 6 m³/godz.) do momentu, aż wypływające powietrze powrotne będzie wyraźnie wolne od kurzu i wody. Dla otworów o średnicy ≥ 32 mm kompresor musi zapewniać minimalny przepływ powietrza 140 m³/godz.
Przygotowanie pręta zbrojeniowego	
	Przed użyciem należy upewnić się, że pręt zbrojeniowy jest suchy i wolny od oleju oraz innych pozostałości. Należy oznaczyć głębokość osadzenia na pręcie (np. taśmą), l_v. Należy włożyć pręt w otwór, aby sprawdzić otwór i głębokość osadzenia l_v.
Przygotowanie iniekcji	
	Należy szczelnie zamocować nową dyszę mieszacza Hilti HIT-RE-M do ładunku foliowego. Przestrzegać instrukcji użycia dozownika i zaprawy. Sprawdzić uchwyt ładunku foliowego pod kątem właściwego funkcjonowania. Włożyć ładunek foliowy do kasety i całość umieścić w dozowniku HIT.
	Ładunek foliowy otwiera się automatycznie w chwili rozpoczęcia dozowania. W zależności od wielkości ładunku foliowego określoną pierwszą partię zaprawy należy odrzucić. Po zmianie dyszy mieszacza pierwszych kilka iniekcji należy odrzucić, zgodnie z opisem poniżej. Dla każdego nowego ładunku należy użyć nowej dyszy mieszacza. Odrzucane ilości to: • 3 suwy dozownika dla ładunku o objętości 330 ml, • 4 suwy dozownika dla ładunku o objętości 500 ml, • 65 ml dla ładunku o objętości 1400 ml.

Wtryskiwanie kleju	Od dna wierconego otworu bez tworzenia się pustek powietrznych
Metoda iniekcji dla głębokości otworu ≤ 250 mm (bez zastosowań nad głową)	
	Pierwsze dozowanie należy wykonać, zaczynając od dna otworu, powoli wyciągając mieszacz za każdym naciśnięciem wyciskacza. Napęlić otwór do około dwóch trzecich pełnej pojemności tak, aby przestrzeń pomiędzy kotwą a betonem została w pełni wypełniona żywicą na całej długości osadzenia.
	Po ukończeniu wtryskiwania należy zwolnić ciśnienie w dozowniku, wciskając przycisk zwalniająca. Zapobiegne to dalszemu wypływaniu kleju z mieszalnika.
Metoda iniekcji dla głębokości otworu > 250 mm lub do iniekcji nad głową	
	Zamontować dyszę mieszacza HIT-RE-M, przedłużkę i końcówkę iniekcijną HIT-SZ. Dla kombinacji kilku przedłużeń iniekcyjnych należy używać złącza HIT-VL-K. Zezwala się na zastąpienie przedłużki iniekcyjnej węzłem plastikowym lub kombinacją obu. Kombinacja końcówek iniekcyjnych HIT-SZ z rurą HIT-VL 16 oraz węzłem HIT-VL 16 pomaga wykonać prawidłową iniekcję.
	Za pomocą taśmy lub markera należy oznaczyć wymagany poziom zaprawy l_m i głębokość osadzenia l_v na przedłużce iniekcyjnej. Szacunkowo: $l_m = 1/3 \cdot l_v$ Wzór precyzyjny dla optymalnej objętości zaprawy: $l_m = l_{v...} \cdot (1,2 \cdot (\Phi^2 / d_0^3) - 0,2)$
	Przy montażu nad głową dozowanie jest możliwe jedynie za pomocą przedłużaczy i końcówek iniekcyjnych. Należy złożyć mieszacz HIT-RE-M, przedłużki i końcówkę iniekcijną HIT-SZ o odpowiedniej wielkości. Włożyć końcówkę iniekcijną do dna otworu i zadozować zaprawę. W trakcie iniekcji końcówka będzie w sposób naturalny wypychana z otworu w wyniku ciśnienia zaprawy.
	Po ukończeniu dozowania należy zwolnić ciśnienie w dozowniku, wciskając przycisk zwalniająca. Zapobiegne to dalszemu wypływaniu kleju z mieszacza.

Montaż elementu pręta	Przed użyciem należy sprawdzić, czy element jest suchy, wolny od innych zanieczyszczeń.
	Aby ułatwić instalację, pręt zbrojeniowy należy wkładać w otwór powoli, lekko go skręcając, aż znacznik osadzenia zrówna się z poziomem betonu.
	W przypadku montażu nad głową: • Podczas wkładania pręta może dochodzić do wypływania zaprawy z otworu. Do zbierania wypływającej zaprawy można stosować HIT-OHC. • Należy podeprzeć pręt i zabezpieczyć go przed wypadnięciem do czasu, aż zaprawa stwardnieje, używając np. klinu HIT-OHW. • Należy używać końcówek iniekcyjnych i zabezpieczyć osadzone elementy, np. klinami.
	Po zamontowaniu pręta pozostałą przestrzeń należy całkowicie wypełnić zaprawą. Właściwy montaż: • Po osiągnięciu żądanej głębokości kotwienia l: znacznik osadzenia jest równy z powierzchnią betonu, • Nadmiar zaprawy wypływa z otworu do momentu włożenia pręta do znacznika głębokości.
	Należy zachować czas osadzania t_{work}, który różni się w zależności od temperatury podłoża. W tym czasie można dokonywać niewielkiej regulacji pozycji pręta.
	Pełne obciążenie może zostać przyłożone dopiero po upływie czasu utwardzania t_{cure}.

Przydatność do użycia

Przeprowadzono kilka prób pełzania, zgodnie z EAD 330087-00-0601, w następujących warunkach: w środowisku suchym, w temperaturze 50°C, przez 90 dni. Próby te wykazały znakomite zachowanie prętów wklejanych z użyciem HIT-RE 500 V3: niski stopień przemieszczania z długoterminową stabilnością, obciążenie niszczące występujące po przyłożeniu obciążenia wyższego niż obciążenie referencyjne.

Wytrzymałość na substancje chemiczne

Kategoria	Substancja chemiczna	Odporność	Brak odporności
Produkty alkaliczne	Zawiesina kurzu z wiercenia pH = 12,6	+	
	Roztwór wodorotlenku potasu (10%) pH = 14	+	
Kwasy	Kwas octowy (10%)		+
	Kwas azotowy (10%)		+
	Kwas solny (10%)		+
	Kwas siarkowy (10%)		+
Rozpuszczalniki	Alkohol benzylowy		+
	Etanol		+
	Octan etylu		+
	Metyloetyloketon (MEK)		+
	Trichlorek etylenu		+
	Ksylen (mieszanka)	+	
Produkty z placu budowy	Plastyfikator betonu	+	
	Olej napędowy	+	
	Olej silnikowy	+	
	Benzyna	+	
	Olej roboczy	+	
Środowisko	Woda słona	+	
	Woda demineralizowana	+	
	Atmosfera siarkowa (80 cykli)	+	

Przewodność elektryczna

HIT-RE 500 V3 w stanie utwardzonym **nie wykazuje właściwości przewodzenia elektryczności**. Jego oporność elektryczna wynosi $66 \cdot 10^{12} \Omega \cdot m$ (DIN IEC 93-12.93). Jest dobrze przystosowany do wykonywania połączeń kotwowych o właściwościach elektrycznie izolujących (zastosowania np. w kolejnictwie czy metrze przeciwko prądom błądzącym).

Średnice wiercenia

Pręt [mm]	Średnice wiertła d ₀ [mm]					
	Wiercenie udarowe (HD)	Wiertło rurowe (HDB)	Wiercenie pneumatyczne (CA)	Wiercenie diamentowe		
				Na sucho (PCC)	Na mokro (DD)	Z uszorstnianiem otworu (RT)
10	14 (12) ^{a)}	14 (12) ^{a)}	–	–	14 (12) ^{a)}	–
12	16 (14) ^{a)}	16 (14) ^{a)}	17	–	16 (14) ^{a)}	–
14	18	18	17	–	18	18
16	20	20	20	–	20	20
18	22	22	22	–	22	22
20	25	25	26	–	25	25
22	28	28	28	–	28	28
24	32	32	32	–	32	32
25	32	32	32	–	32	32
26	35	35	35	35	35	35
28	35	35	35	35	35	35
30	37	–	35/37	35	37	–
32	40	–	40	47	40	–
34	45	–	42	47	45	–
36	45	–	45	47	47	–
40	55	–	57	52	52	–

^{a)} Maksymalna długość instalacji l = 250 mm.

Podstawowe dane projektowe dla projektowania prętów zbrojeniowych zgodnie z ETA

Siła wiązania w N/mm² zgodnie z ETA 16/0142 dla wiercenia udarowego, wiercenia udarowego wiertłem rurowym TE-CD, TE-YD, wiercenia pneumatycznego, wiercenia diamentowego na sucho i mokro, po uszorstnieniu otworu narzędziem uszorstniającym Hilti TE-YRT

Pręt [mm]	Klasa betonu								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
10-40	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3

Siła wiązania w N/mm² zgodnie z ETA 16/0142 dla wiercenia diamentowego na mokro

Pręt [mm]	Klasa betonu								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
10-12	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,0
14-16	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	3,7	3,7
20-36	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,4	3,4	3,4
40	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

Nośność obliczeniowa na wyciągnięcie pręta w metodzie projektowej

Nośność obliczeniowa wiązania [$f_{bd,po} = \tau_{RK} / \gamma_{Mp}$] w N/mm² zgodnie z ETA-16/0143 dla betonu niezarysowanego C20/25

Zakres temperatury	Metoda wiercenia	Pręt [mm]								
		10	12	14	16	20	25	28	30	32
I: 40°C/24°C	Otwory wiercone udarowo	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	8,7	8,7	8,7	8,7
	Otwory wiercone udarowo z użyciem wiertła rurowego	-	9,3	9,3	9,3	9,3	8,7	8,7	-	-
	Otwory wiercone techniką diamentową z narzędziem uszorstniającym otwór	-	-	9,3	9,3	9,3	8,7	8,7	-	-
	Otwory wiercone techniką diamentową	5,0	5,0	5,0	4,3	4,3	4,3	4,5	4,5	4,5
	Otwory wiercone udarowo w otworach wypełnionych wodą	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,2	5,2	5,2	5,2
I: 70°C/43°C	Otwory wiercone udarowo	7,3	7,3	7,3	6,7	6,7	6,7	6,3	6,3	6,3
	Otwory wiercone udarowo z użyciem wiertła rurowego	-	7,3	7,3	6,7	6,7	6,7	6,3	-	-
	Otwory wiercone techniką diamentową z narzędziem uszorstniającym	-	-	7,3	6,7	6,7	6,7	6,3	-	-
	Otwory wiercone techniką diamentową	3,6	3,6	3,6	3,1	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
	Otwory wiercone udarowo w otworach wypełnionych wodą	4,3	4,3	4,3	4,3	4,0	4,0	4,0	3,8	3,8

Nośność obliczeniowa wiązania [$f_{bd,po} = \tau_{RK}/\gamma_{Mp}$] w N/mm² zgodnie z ETA-16/0143 dla betonu zarysowanego C20/25

Zakres temperatury	Metoda wiercenia	Pręt [mm]								
		10	12	14	16	20	25	28	30	32
I: 40°C/24°C	Otwory wiercone udarowo	5,7	6,3	6,3	6,3	6,7	6,7	7,3	7,3	7,3
	Otwory wiercone udarowo z użyciem wiertła rurowego	–	6,3	6,3	6,3	6,7	6,7	7,3	–	–
	Otwory wiercone techniką diamentową z narzędziem uszorstniającym otwór	–	–	6,3	6,3	6,7	6,7	7,3	–	–
I: 70°C/43°C	Otwory wiercone udarowo	4,7	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
	Otwory wiercone udarowo z użyciem wiertła rurowego	–	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	–	–
	Otwory wiercone techniką diamentową z narzędziem uszorstniającym otwór	–	–	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	–	–

Współczynniki zwiększające dla betonu $f_{bd,po}$ zgodnie z ETA-16/0143 dla betonu zarysowanego i niezarysowanego

Metoda wiercenia	Klasa betonu	Pręt [mm]								
		10	12	14	16	20	25	28	30	32
Otwory wiercone udarowo Otwory wiercone udarowo z użyciem wiertła rurowego Otwory wiercone techniką diamentową	C30/37	1,04								
	C40/50	1,07								
	C50/60	1,09								
Otwory wiercone techniką diamentową z narzędziem uszorstniającym otwór	C30/37–C50/60	1,0								

Dodatkowe dane techniczne Hilti

Współczynnik redukcji dla rozłupania przy zbyt dużej otulinie betonowej: $d = 0,306$ (dodatkowe dane Hilti)

Współczynnik wzmocnienia α_{lb} dla minimalnej długości kotwienia i minimalnej długości odstępu zgodnie z EN 1992-1-1

Dla wiercenia udarowego, wiercenia udarowego wiertłem rurowym Hilti, wiercenia pneumatycznego, wiercenia diamentowego po uszorstnieniu otworu, narzędziem uszorstniającym Hilti

Pręt [mm]	Klasa betonu								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
10–40	1,0								

Dla wiercenia diamentowego na sucho i mokro

Pręt [mm]	Klasa betonu								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
10–12	1,0								
14–36	Interpolacja liniowa pomiędzy średnicą								
40	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4

Wstępnie obliczone wartości długości kotwienia dla nośności charakterystycznej stali $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

Dla wiercenia udarowego, wiercenia udarowego wiertłem rurowym Hilti, wiercenia pneumatycznego, wiercenia diamentowego po uszorstnieniu otworu narzędziem uszorstniającym Hilti

Pręt [mm]	Klasa betonu	f_{bd} [N/mm ²]	$f_{bd,p}$ [N/mm ²]	Obciążenie rozciągające [kN]	$l_{0,min}^{1)}$ [mm]	$l_{b,min}^{2)}$ [mm]	$l_{bd,y,\alpha 2}^{1 3)}$ [mm]	$l_{bd,y,\alpha 2}^{=0.7 4)}$ [mm]	$l_{bd,y,HRM,\alpha 2}^{<0.7 5)}$ [mm]
10	C20/25	2,3	9,3	34,1	200	142	473	331	116
10	C50/60	4,3	10,2	34,1	200	100	253	177	107
12	C20/25	2,3	9,3	49,2	200	170	567	397	140
12	C50/60	4,3	10,2	49,2	200	120	303	212	128
14	C20/25	2,3	9,3	66,9	210	198	662	463	163
14	C50/60	4,3	10,2	66,9	210	140	354	248	150
16	C20/25	2,3	9,3	87,4	240	227	756	529	186
16	C50/60	4,3	10,2	87,4	240	160	404	283	171
20	C20/25	2,3	9,3	136,6	300	284	945	662	233
20	C50/60	4,3	10,2	136,6	300	200	506	354	214
25	C20/25	2,3	8,7	213,4	375	354	1181	827	314
25	C50/60	4,3	9,4	213,4	375	250	632	442	288
28	C20/25	2,3	8,7	267,7	420	397	1323	926	351
28	C50/60	4,3	9,4	267,7	420	280	708	495	322
30	C20/25	2,3	8,7	307,3	450	425	1418	992	376
30	C50/60	4,3	9,4	307,3	450	300	758	531	345
32	C20/25	2,3	8,7	349,7	480	454	1512	1059	401
32	C50/60	4,3	9,4	349,7	480	320	809	566	368

¹⁾ Minimalna długość kotwienia dla zakotwień na zakład.

²⁾ Minimalna długość kotwienia dla złączy z podparciem prostym.

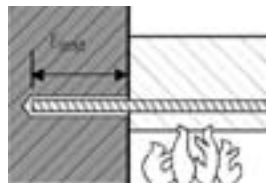
³⁾ Długość kotwienia dla złączy z podparciem prostym w przypadku: $\alpha 1 = \alpha 2 = \alpha 3 = \alpha 4 = \alpha 5 = 1$.

⁴⁾ Długość kotwienia dla złączy z podparciem prostym w przypadku: $\alpha 1 = \alpha 3 = \alpha 4 = \alpha 5 = 1$; $\alpha 2 = 0,7$.

⁵⁾ Długość kotwienia z zastosowaniem metody projektowej HIT Rebar (HRM) dla złączy o podparciu prostym w przypadku: $\alpha 1 = \alpha 3 = \alpha 4 = \alpha 5 = 1$; $\alpha 2 < 0,7$.
Należy wykonać stosowną otulinę betonową.

Nośność ogniowa

Zgodnie z MRF 1526054277/B



a) Zastosowanie kotwienia na połączeniu belki i ściany, z otuliną betonu rzędu 20 mm

Maksymalna siła w przęcie w połączeniu z HIT-RE 500 V3 jako funkcja głębokości osadzenia dla klas odporności ogniowej F30 do F240 (nośność $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$ i klasa betonu C20/25) zgodnie z EC2

Pręt [mm]	Maksymalna $F_{s,T}$ [kN]	l_{inst} [mm]	Nośność ogniowa pręta w [kN]					
			F30	F60	F90	F120	F180	F240
10	26,2	110	5,8	2,4	1,1	0,6	0,0	0,0
		150	10,1	6,5	3,8	2,5	1,2	0,5
		190	14,5	10,8	8,1	6,0	3,3	2,0
		230	18,8	15,1	12,4	10,3	6,7	4,4
		300	26,2	22,7	20,0	17,9	14,3	11,2
		340		26,2	24,3	22,2	18,6	15,6
		360			26,2	24,4	20,8	17,7
		380				26,2	23,0	19,9
		410					26,2	23,1
		440						26,2
12	37,7	140	10,9	6,5	3,5	2,3	1,0	0,3
		200	18,7	14,3	11,0	8,5	4,8	3,0
		260	26,5	22,1	18,8	16,3	12,0	8,3
		320	34,3	29,9	26,6	24,1	19,8	16,1
		350	37,7	33,8	30,5	28,0	23,7	20,0
		390		37,7	35,7	33,2	28,9	25,2
		410			37,7	35,8	31,5	27,8
		430				37,7	34,1	30,4
		460					37,7	34,3
		490						37,7
14	51,3	160	15,7	10,6	6,7	4,4	2,3	1,1
		220	24,8	19,7	15,8	12,9	8,0	5,1
		280	33,9	28,8	24,9	22,0	17,0	12,7
		340	43,0	37,9	34,1	31,1	26,1	21,8
		400	51,3	47,0	43,2	40,2	35,2	30,9
		430		51,3	47,7	44,8	39,7	35,4
		460			51,3	49,3	44,3	40,0
		480				51,3	47,3	43,0
		510					51,3	47,6
		540						51,3

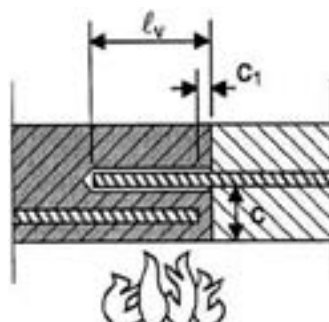
Pręt [mm]	Maksymalna $F_{s,T}$ [kN]	ℓ_{inst} [mm]	Nośność ogniowa pręta w [kN]					
			F30	F60	F90	F120	F180	F240
16	67	180	21,4	15,5	11,2	7,8	4,3	2,5
		240	31,8	25,9	21,6	18,2	12,5	8,2
		300	42,2	36,3	32,0	28,6	22,9	18,0
		360	52,6	46,8	42,4	39,0	33,3	28,4
		450	67,0	62,4	58,0	54,6	48,9	44,0
		480		67,0	63,2	59,8	54,1	49,2
		510			67,0	65,1	59,3	54,4
		530				67,0	62,8	57,8
		560					67,0	63,0
		590						67,0
20	104,7	220	35,5	28,1	22,6	18,5	11,4	7,3
		280	48,5	41,1	35,6	31,5	24,3	18,1
		340	61,5	54,1	48,6	44,5	37,3	31,1
		400	74,5	67,1	61,7	57,5	50,3	44,1
		460	87,5	80,1	74,7	70,5	63,3	57,1
		540	104,7	97,5	92,0	87,8	80,6	74,5
		580		104,7	100,7	96,5	89,3	83,1
		600			104,7	100,8	93,6	87,5
		620				104,7	98,0	91,8
		660					104,7	100,5
		680						104,7

b) Zastosowanie kotwienia na połączeniu belki i ściany z otuliną betonu 40 mm

Pręt [mm]	Maksymalna $F_{s,T}$ [kN]	ℓ_{inst} [mm]	Nośność ogniowa pręta w [kN]					
			F30	F60	F90	F120	F180	F240
10	26,2	110	7,3	3,1	1,5	0,9	0,0	0,0
		150	11,6	7,3	4,5	3,0	1,3	0,6
		190	15,9	11,7	8,9	6,7	3,5	2,1
		230	20,3	16,0	13,2	11,0	7,2	4,6
		290	26,2	22,5	19,7	17,5	13,7	10,5
		330		26,2	24,0	21,9	18,0	14,9
		350			26,2	24,0	20,2	17,0
		370				26,2	22,3	19,2
		410					26,2	23,6
		440						26,2
12	37,7	140	12,6	7,5	4,3	2,8	1,1	0,3
		200	20,4	15,3	11,9	9,3	5,2	3,2
		260	28,2	23,1	19,7	17,1	12,5	8,8
		320	36,0	30,9	27,6	25,0	20,3	16,6
		340	37,7	33,5	30,2	27,6	22,9	19,2
		380		37,7	35,4	32,8	28,1	24,4
		400			37,7	35,4	30,7	27,0
		420				37,7	33,3	29,6
		460					37,7	34,8
		490						37,7

Pręt [mm]	Maksymalna $F_{s,T}$ [kN]	ℓ_{inst} [mm]	Nośność ogniowa pręta w [kN]					
			F30	F60	F90	F120	F180	F240
14	51,3	160	17,8	11,8	7,9	5,2	2,5	1,2
		220	26,9	20,9	17,0	13,9	8,5	5,5
		280	36,0	30,0	26,1	23,0	17,6	13,2
		340	45,1	39,1	35,2	32,1	26,7	22,4
		390	51,3	46,7	42,8	39,7	34,3	29,9
		430		51,3	48,8	45,8	40,4	36,0
		450			51,3	48,8	43,4	39,0
		470				51,3	46,4	42,1
		510					51,3	48,1
		540						51,3
16	67	180	23,8	16,9	12,5	9,0	4,6	2,7
		240	34,2	27,3	22,9	19,4	13,2	8,7
		300	44,6	37,7	33,3	29,8	23,6	18,6
		360	55,0	48,2	43,7	40,2	34,0	29,0
		430	67,0	60,3	55,8	52,3	46,1	41,2
		470		67,0	62,7	59,3	53,1	48,1
		500			67,0	64,5	58,3	53,3
		520				67,0	61,7	56,8
		560					67,0	63,7
		580						67,0
20	104,7	220	38,4	29,8	24,2	19,9	12,2	7,8
		300	55,7	47,2	41,6	37,3	29,5	23,3
		380	73,1	64,5	58,9	54,6	46,8	40,6
		460	90,4	81,9	76,3	71,9	64,2	57,9
		530	104,7	97,0	91,4	87,1	79,3	73,1
		570		104,7	100,1	95,8	88,0	81,8
		600			104,7	102,3	94,5	88,3
		620				104,7	98,9	92,6
		650					104,7	99,1
		680						104,7
25	163,6	280	64,2	53,6	46,6	41,1	31,4	23,7
		370	88,6	77,9	70,9	65,5	55,8	48,0
		460	113,0	102,3	95,3	89,9	80,2	72,4
		550	137,4	126,7	119,7	114,3	104,6	96,8
		650	163,6	153,8	146,8	141,4	131,7	123,9
		690		163,6	157,7	152,2	142,5	134,7
		720			163,6	160,4	150,7	142,9
		740				163,6	156,1	148,3
		770					163,6	156,4
		800						163,6

Pręt [mm]	Maksymalna $F_{s,T}$ [kN]	ℓ_{inst} [mm]	Nośność ogniowa pręta w [kN]					
			F30	F60	F90	F120	F180	F240
28	205,3	310	81,1	69,1	61,3	55,2	44,3	35,6
		370	99,3	87,3	79,5	73,4	62,5	53,8
		430	117,5	105,5	97,7	91,6	80,7	72,0
		490	135,7	123,7	115,9	109,8	98,9	90,2
		550	153,9	141,9	134,1	128,0	117,2	108,4
		610	172,1	160,1	152,3	146,2	135,4	126,6
		670	190,3	178,3	170,5	164,4	153,6	144,8
		720	205,3	193,5	185,7	179,6	168,7	160,0
		760		205,3	197,8	191,8	180,9	172,2
		790			205,3	200,9	190,0	181,3
		810				205,3	196,1	187,3
		850					205,3	199,5
		870						205,3
32	268,1	350	106,5	92,8	83,9	76,9	64,5	54,6
		410	127,3	113,6	104,7	97,8	85,3	75,4
		470	148,1	134,5	125,5	118,6	106,1	96,2
		530	168,9	155,3	146,3	139,4	127,0	117,0
		590	189,7	176,1	167,1	160,2	147,8	137,8
		650	210,6	196,9	187,9	181,0	168,6	158,6
		710	231,4	217,7	208,7	201,8	189,4	179,4
		820	268,1	255,8	246,9	240,0	227,5	217,6
		860		268,1	260,8	253,8	241,4	231,4
		890			268,1	264,2	251,8	241,8
		910				268,1	258,7	248,8
		940					268,1	259,2
		970						268,1



c) Zastosowanie połączenia na zakład

Maksymalne naprężenie wiązania, $f_{bd,FIRE}$ w zależności od właściwej otuliny betonowej klasyfikującej nośność ogniową

Należy sprawdzić, czy bieżące siły w przecie w czasie pożaru, $F_{s,T}$, mogą być przejęte przez złącze pręta o określonej długości, ℓ_{inst} .

Uwaga: projektowanie „na zimno” jest obowiązkowe w USA.

$$F_{s,T} \leq (\ell_{inst} - c_p) \cdot \phi \cdot \pi \cdot f_{bd,FIRE} \quad \text{gdzie: } (\ell_{inst} - c_p) \geq \ell_s$$

ℓ_s = długość zakładki

ϕ = nominalna średnica pręta

$\ell_{inst} - c_p$ = wybrana długość połączenia na zakład; musi to być przynajmniej ℓ_s , ale nie można zakładać więcej niż $\phi 80$

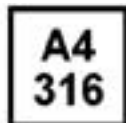
$f_{bd,FIRE}$ = naprężenie połączenia przy narażeniu na działanie ognia

Krytyczne naprężenie wiązania w zależności od temperatury, $f_{bd,FIRE}$, dotyczące połączenia na zakład dla zaprawy Hilti HIT-RE 500 V3 w odniesieniu do klasy wytrzymałości ogniowej i wymaganego minimalnego pokrycia otuliny betonową c.

Otulina betonowa pęta c [mm]	Maksymalne naprężenie wiązania, τ_c [N/mm ²]					
	F30	F60	F90	F120	F180	F240
30						
40	0,8					
50	1,1					
60	1,5					
70	2,1	0,9				
80	2,9	1,2				
90	3,5	1,5	0,9			
100		1,8	1,1	0,8		
110		2,3	1,4	1,0		
120		2,8	1,6	1,2		
130		3,4	2,0	1,4	0,9	
140		3,5	2,3	1,6	1,0	
150			2,8	1,9	1,1	0,8
160			3,3	2,2	1,3	0,9
170			3,5	2,5	1,5	1,1
180				2,9	1,7	1,2
190				3,4	1,9	1,4
200				3,5	2,2	1,5
210					2,5	1,7
220					2,8	1,9
230					3,1	2,1
240					3,5	2,3
250						2,6
260						2,9
270						3,2
280						3,5
290						

5.5.12 HIT-HY 170 Zaprawa iniekcyjna do konstrukcji murowych

System zaprawy iniekcyjnej	Zalety
Hilti HIT-HY 170 Ładunek foliowy 330 ml oraz 500 ml Mieszacz Pręt HIT-V Tuleja z gwintem wewnętrznym HIT-IC Tuleja siatkowa HIT-SC	• Zaprawa iniekcyjna do najbardziej typowych materiałów podłoża, takich jak: cegły ceramiczne pełne i otworowe oraz cegły silikatowe pełne i otworowe • Dwuskładnikowa zaprawa hybrydowa • Uniwersalne i wygodne zastosowanie dzięki dozownikowi HDE • Kontrolowane zużycie zaprawy dzięki użyciu tulei HIT-SC • Zakres temperatury roboczej: krótkotrwała – maksymalnie 80°C, długotrwała – maksymalnie 50°C



Aprobaty/Świadectwa

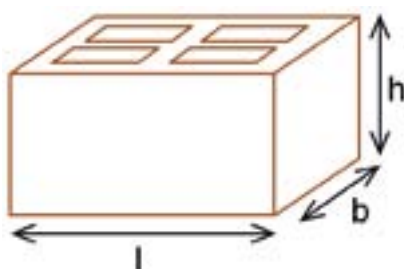
Opis	Organ wydający/Laboratorium	Numer/Data wydania
Europejska Aprobata Techniczna	DIBt, Berlin	ETA-15/0197/2015-04-28

Rodzaje cegieł i ich właściwości

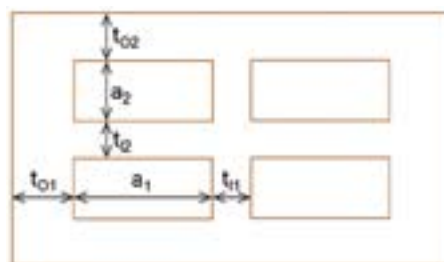
Instrukcja zastosowania:

- Należy zidentyfikować cegłę (lub rodzaj cegły), w której wykonujemy zamocowanie, i jej właściwości geometryczne/fizyczne w oparciu o poniższe tabele.
- Strony podane w ostatniej kolumnie tabeli odsyłają do kolejnych tabel zawierających dane dotyczące nośności obliczeniowej dla: zniszczenia przez wyciągnięcie kotwy, zniszczenia przez wylamanie cegły i zniszczenia punktowego cegły dla każdego jej rodzaju. Należy pamiętać, iż dane zawarte w tabelach dotyczą tylko kotew pojedynczych o odległościach do krawędzi większych lub równych $c_{cr} = c_{min}$ – dla innych przypadków, nieujętych w tabeli, należy skontaktować się z Działem Technicznym Hilti.
- Wartości nośności zawarte w niniejszej instrukcji technicznej obowiązują dla dokładnie takiego samego rodzaju cegły (cegła otworowa) lub dla cegły wykonane z tego samego materiału o takich samych lub większych rozmiarach i takiej samej sile ściskającej (cegła pełna). W innych przypadkach należy wykonać testy na placu budowy.

Zewnętrzne wymiary cegły



Wewnętrzne wymiary wielkości otworów



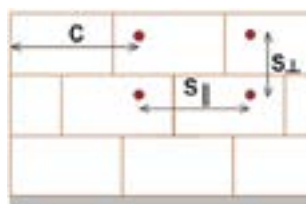
Kod cegły	Dane	Nazwa cegły	Wygląd	Rozmiar	t_0	t_1	a	f_b	ρ	strona
Ceramiczna pełna										
SC	ETA	Cegła ceramiczna pełna Mz, 2DF		l: ≥ 240 b: ≥ 115 h: ≥ 113	–	–	–	12	2,0	7
Ceramiczna otworowa										
HC	ETA	Cegła ceramiczna otworowa H1z, 10DF		l: 300 b: 240 h: 238	t_{01} : 12 t_{02} : 15	t_{11} : 11 t_{12} : 15	a_1 : 10 a_2 : 25	12/20	1,4	7
Silikatowa pełna										
SCS	ETA	Cegła silikatowa pełna KS, 2DF		l: ≥ 240 b: ≥ 115 h: ≥ 113	–	–	–	12/28	2,0	7
Silikatowa otworowa										
HSC	ETA	Cegła silikatowa otworowa KSL, 8DF		l: 248 b: 240 h: 238	t_{01} : 34 t_{02} : 21	t_{11} : 12 t_{12} : 30	a_1 : 50 a_2 : 50	12/20	1,4	7

Parametry montażu kotwy

Pozycja cegły



Rozstaw i odległość od krawędzi



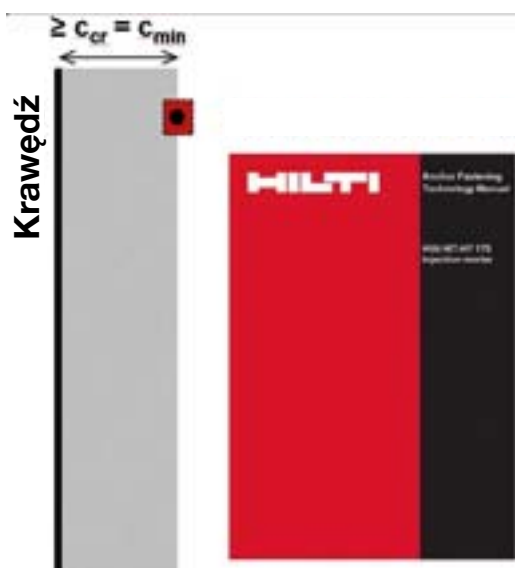
- Na główkę [Header] (H): najdłuższy wymiar cegły to szerokość ściany.
- Na wozówkę [Stretcher] (S): najdłuższy wymiar cegły to długość ściany.

- c – odległość do krawędzi
- $s_{||}$ – rozstaw równoległe do spoiny poziomej
- $s_{\perp}$ – rozstaw prostopadłe do spoiny poziomej

Parametry rozstawu minimalnego i krytycznego oraz odległości od krawędzi

- c_{min} – minimalna odległość od krawędzi
- c_{cr} – odległość charakterystyczna od krawędzi
- $s_{min ||}$ – minimalny rozstaw równoległe do spoiny
- $s_{cr ||}$ – charakterystyczny rozstaw równoległe do spoiny
- $s_{min \perp}$ – minimalny rozstaw prostopadłe do spoiny
- $s_{cr \perp}$ – charakterystyczny rozstaw prostopadłe do spoiny

Dozwolone pozycje kotwy



Niniejsza instrukcja FTM zawiera dane obciążeniowe dla pojedynczej kotwy w podłożu murowym przy odległości od krawędzi większej lub równej charakterystycznej odległości od krawędzi.

Wymiary kotew

Rozmiar kotwy Pręt gwintowany HIT-V, HIT-V-R, HIT-V-HCR			M8	M10	M12
Głębokość osadzenia	h_{ef}	[mm]	80		

Rozmiar kotwy Tuleja z gwintem wewnętrznym HIT-IC			M8 x 80	M10 x 80	M12 x 80
Głębokość osadzenia	h_{ef}	[mm]	80		

Projektowanie

- Zamocowania muszą zostać zaprojektowane pod nadzorem inżyniera posiadającego doświadczenie w zakresie zakotwień i prac w podłożu murowym.
- Należy wykonać możliwe do weryfikacji obliczenia i rysunki, uwzględniając obciążenia, jakie będą przenoszone przez kotwy. Położenie kotew musi być określone na rysunkach projektowych (np. pozycja kotwy względem krawędzi cegły itd.)
- Kotwienia poddawane obciążeniom statycznym lub quasi-statycznym należy zaprojektować zgodnie z: ETAG 029, Załącznik C, Metoda projektowania A.

Podstawowe dane obciążeniowe (dla pojedynczej kotwy)

Dane obciążeniowe zawarte w tabelach dotyczą nośności obliczeniowej dla pojedynczej, obciążonej kotwy.

Wszystkie dane w niniejszej części bazują na następujących założeniach:

- Odległość od krawędzi $c \geq c_{cr} = c_{min}$
- Prawidłowy montaż kotew (patrz: instrukcja montażu).

Kotwienia przy założeniach		Hilti HIT-HY 170 z HIT-V lub HIT-IC	
		W cegle pełnej	W cegle otworowej
Wiercenie otworu		W trybie udarowym	W trybie obrotowym
Kategoria użytkowania: podłoże suche lub mokre		Kategoria d/d : Montaż i eksploatacja w konstrukcjach poddawanych warunkom suchym , wewnątrz obiektów Kategoria w/d : Montaż w suchym lub mokrym podłożu i eksploatacja w konstrukcjach poddawanych warunkom suchym , wewnątrz obiektów Kategoria w/w : Montaż i eksploatacja w konstrukcjach poddawanych środowiskowym warunkom suchym lub mokrym	
Kierunek montażu Konstrukcja		Poziomy	
Temperatura w podłożu w trakcie montażu		od +5°C do +40°C	od -5°C do +40°C
Temperatura w trakcie eksploatacji	Zakres temperatury Ta:	od -40°C do +40°C (maksymalna temperatura długotrwała +24°C i maksymalna temperatura krótkotrwała +40 °C)	
	Zakres temperatury Tb:	od -40°C do +80°C (maksymalna temperatura długotrwała +50°C i maksymalna temperatura krótkotrwała +80 °C)	

Obciążenia rozciągające

Obliczeniowa nośność na rozciąganie to najmniejsza z poniższych wartości

- Nośność stali: $N_{Rd,s}$
- Nośność na wyciągnięcie kotwy: $N_{Rd,p}$
- Nośność na wyłamanie cegły: $N_{Rd,b}$
- Wyciągnięcie jednej cegły: $N_{Rd,pb}$

Obciążenia ścinające

Obliczeniowa nośność na ścinanie to najmniejsza z poniższych wartości

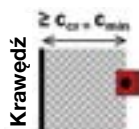
- Nośność stali: $V_{Rd,s}$
- Punktowe zniszczenie cegły: $V_{Rd,b}$
- Wypchnięcie jednej cegły: $V_{Rd,pb}$

Nośność obliczeniowa na rozciąganie i ścinanie – zniszczenie stali dla prętów gwintowanych HIT-V

Wymiar kotwy			M8	M10	M12
$N_{Rd,s}$	HIT-V 5.8(F)	[kN]	12,0	19,3	28,0
	HIT-V 8.8(F)	[kN]	19,3	30,7	44,7
	HIT-V-R	[kN]	13,9	21,9	31,6
	HIT-V-HCR	[kN]	19,3	30,7	44,7
$V_{Rd,s}$	HIT-V 5.8(F)	[kN]	7,2	12,0	16,8
	HIT-V 8.8(F)	[kN]	12,0	18,4	27,2
	HIT-V-R	[kN]	8,3	12,8	19,2
	HIT-V-HCR	[kN]	12,0	18,4	27,2
$M^0_{Rd,s}$	HIT-V 5.8(F)	[Nm]	15,2	29,6	52,8
	HIT-V 8.8(F)	[Nm]	24,0	48,0	84,0
	HIT-V-R	[Nm]	16,7	33,4	59,1
	HIT-V-HCR	[Nm]	24,0	48,0	84,0

Nośność obliczeniowa na rozciąganie i ścinanie – zniszczenie stali dla prętów z gwintem wewnętrznym HIT-IC

Wymiar kotwy			M8	M10	M12
$N_{Rd,s}$	HIT-IC	[kN]	3,9	4,8	9,1
$V_{Rd,s}$	HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8
	śruba 8.8	[kN]	12,0	18,4	27,2
$M^0_{Rd,s}$	HIT-V 5.8	[Nm]	15,2	29,6	52,8
	śruba 8.8	[Nm]	24,0	48,0	84,0



Nośność obliczeniowa na rozciąganie i ścinanie: zniszczenie przez wyciągnięcie kotwy, zniszczenie przez wyłamane cegły i zniszczenie punktowe cegły dla krytycznych odległości od krawędzi ($c \geq c_{cr} = c_{min}$) w przypadku zastosowań pojedynczych kotew

Typ obciążenia	Rozmiar kotwy	h_{ef} [mm]	f_b [N/mm ²]	w/w i w/d		d/d	
				Ta	Tb	Ta	Tb
				Obciążenia [kN]			
 SC – Cegła ceramiczna pełna Mz, 2DFs	HIT-V M8, M10, M12	80	12	1,2	1,0	1,2	1,0
	HIT-IC M8			1,2	1,0	1,2	1,0
	HIT-IC M10, M12			1,6	1,4	1,6	1,4
	HIT-V + HIT-SC M8, M10, M12			1,6	1,4	1,6	1,4
	HIT-IC + HIT-SC M8, M10, M12			1,6	1,4	1,6	1,4
 HC – Cegła ceramiczna otworowa Hlz, 10DF	HIT-V M8, M10, M12	80	12	1,4	1,4	1,4	1,4
	HIT-V + HIT-SC M8, M10, M12						
	HIT-IC M8, M10, M12						
	HIT-IC + HIT-SC M8, M10, M12						
 SCS – Cegła pełna silikatowa KS, 2DF	HIT-V + HIT-SC M8, M10, M12	80	12	1,2	1,0	1,2	1,0
	HIT-IC + HIT-SC M8, M10, M12		20	1,4	1,2	1,4	1,2
	HIT-V + HIT-SC M8, M10, M12	80	12	0,8	0,8	0,8	0,8
	HIT-IC + HIT-SC M8, M10, M12		20	1,2	1,2	1,2	1,2
 HCS – Cegła otworowa silikatowa KSL, 8DF	HIT-V M8, M10, M12	80	12	2,2	2,0	2,4	2,0
	HIT-IC M8, M10, M12		28	3,4	3,0	3,4	3,0
	HIT-V + HIT-SC M8, M10, M12		12	1,6	1,4	2,2	2,0
	HIT-IC + HIT-SC M8, M10, M12		28	2,4	2,2	3,2	3,0
	HIT-V M8, M10, M12	80	12	1,6	1,6	1,6	1,6
 HCS – Cegła otworowa silikatowa KSL, 8DF	HIT-V + HIT-SC M8, M10, M12		28	2,4	2,4	2,4	2,4
	HIT-IC M8, M10, M12						
	HIT-IC + HIT-SC M8, M10, M12						
	HIT-IC + HIT-SC M8, M10, M12						
 HCS – Cegła otworowa silikatowa KSL, 8DF	HIT-V + HIT-SC M8, M10, M12	80	12	1,2	1,0	1,4	1,2
	HIT-IC + HIT-SC M8, M10, M12		20	1,6	1,4	2,0	1,8
	HIT-V + HIT-SC M8, M10, M12	80	12	3,4	3,4	3,4	3,4
	HIT-IC + HIT-SC M8, M10, M12		20	4,8	4,8	4,8	4,8

Nośność obliczeniowa na rozciąganie i ścinanie – zniszczenie przez wyciągnięcie i wypchnięcie jednej cegły

Wyciągnięcie jednej cegły (rozciąganie):

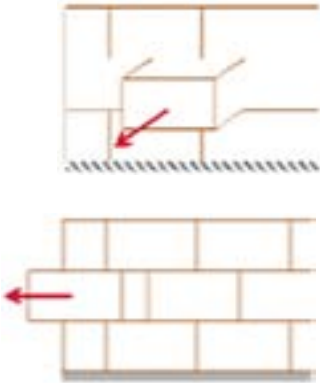
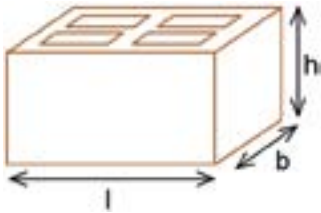
$$N_{Rd,pb} = 2 \cdot l \cdot b \cdot (0,5 \cdot f_{vko} + 0,4 \cdot \sigma_d) / (2,5 \cdot 1000) \text{ [kN]}$$

$$N_{Rd,pb}^* = (2 \cdot l \cdot b \cdot (0,5 \cdot f_{vko} + 0,4 \cdot \sigma_d) + b \cdot h \cdot f_{vko}) / (2,5 \cdot 1000) \text{ [kN]}$$

* Równanie to ma zastosowanie, jeżeli spoiny pionowe są wypełnione.

Wypchnięcie jednej cegły (ściananie):

$$V_{Rd,pb} = 2 \cdot l \cdot b \cdot (0,5 \cdot f_{vko} + 0,4 \cdot \sigma_d) / (2,5 \cdot 1000) \text{ [kN]}$$



σ_d – obliczeniowe napężenie ściskające prostopadłe do siły ścinającej (N/mm²)
 f_{vko} – początkowa siła ścinająca zgodnie z EN 1996-1-1, Tabela 3.4

Typ cegły	Siła zaprawy	f_{vko} [N/mm ²]
Cegła ceramiczna	od M2,5 do M9	0,20
	od M10 do M20	0,30
Wszystkie pozostałe	od M2,5 do M9	0,15
	od M10 do M20	0,20

Testy zamocowań na budowie



W przypadku cegieł pełnych lub otworowych w ścianach murowanych, które nie zostały ujęte w Hilti HIT-HY 170 ETA lub niniejszej instrukcji technicznej, nośność charakterystyczną można określić w toku testów na placu budowy (próba na wyciągnięcie lub próba obciążeniowa), zgodnie z Załącznikiem B do ETAG 029.

Na potrzeby analizy wyników nośność charakterystyczną można uzyskać, mając na uwadze współczynnik β , który uwzględnia różne aspekty zarówno podłoża, jak i zakotwienia.

Współczynnik β dla rodzajów cegieł ujętych w Hilti HIT-HY 170 ETA podano w poniższej tabeli:

Kategorie użycia		w/w i w/d		d/d	
Zakres temperatur		Ta*	Tb*	Ta*	Tb*
Material podłoża	Elementy				
Cegła ceramiczna pełna	HIT-V lub HIT-IC	0,97	0,83	0,97	0,83
	HIT-V + HIT-SC				
	HIT-IC + HIT-SC				
Cegła silikatowa pełna	HIT-V lub HIT-IC	0,96	0,84	0,97	0,84
	HIT-V + HIT-SC	0,69	0,62	0,91	0,82
	HIT-IC + HIT-SC				
Cegła ceramiczna otworowa	HIT-V + HIT-SC	0,97	0,83	0,97	0,83
	HIT-IC + HIT-SC				
Cegła silikatowa otworowa	HIT-V + HIT-SC	0,69	0,62	0,91	0,82
	HIT-IC + HIT-SC				

* Parametry zakotwienia Ta/Tb, w/w oraz d/d zgodnie są z definicją w Tabeli na stronie 5.

Stosując współczynnik β , dzięki danym zawartym w powyższej tabeli można uzyskać charakterystyczną nośność na rozciąganie N_{Rk} . Charakterystyczną nośność na ścinanie V_{Rk} można także wyprowadzić bezpośrednio z N_{Rk} . Szczegółowa procedura została opisana w Załączniku B normy ETAG 029.

Materiały kotwy

Jakość materiałów HIT-V

Element	Materiał
Pręt gwintowany HIT-V(-F) 5.8	Klasa wytrzymałości stali 5.8, A5 > 8% ciągliwa Stal cynkowana galwanicznie 5 µm; (F) stal cynkowana ogniowo 45 µm
Pręt gwintowany HIT-V(-F) 8.8	Klasa wytrzymałości stali 8.8, A5 > 8% ciągliwa Stal cynkowana galwanicznie 5 µm; (F) stal cynkowana ogniowo m
Pręt gwintowany HIT-V-R	Stal nierdzewna klasa A4 A5 > 8% ciągliwa Klasa wytrzymałości stali 70, 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362
Pręt gwintowany HIT-V-HCR	Stal o wysokiej odporności na korozję, A5 > 8% ciągliwa 1.4529, 1.4565
Podkładka	Stal cynkowana galwanicznie, stal cynkowana ogniowo
	Stal nierdzewna 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362
	Stal o wysokiej odporności na korozję 1.4529, 1.4565
Nakrętka sześciokątna	Klasa wytrzymałości stali 8 Stal cynkowana galwanicznie 5 µm; stal cynkowana ogniowo 45 µm
	Klasa wytrzymałości stali 70 Stainless steel grade A4 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.436
	Klasa wytrzymałości stali 70 Stal o wysokiej odporności na korozję 1.4529, 1.4565

Jakość materiału tulei HIT-IC

Element	Materiał
Internally threaded sleeve HIT-IC	A5 > 8% ciągliwa Stal cynkowana galwanicznie 5 µm

Jakość materiału tulei siatkowej HIT-SC

Element	Materiał
Tuleja siateczkowa HIT-SC	Rama: Polyfort FPP 20T Tuleja: PA6.6 N500/200

Materiał podłoża

- Konstrukcje murowe z cegły pełnej. Nośności charakterystyczne obowiązują również dla cegieł o większych wymiarach oraz w przypadku cegieł o większej wytrzymałości na ściskanie.
- Ściany murowane z cegły otworowej.
- Klasa wytrzymałości zaprawy: minimum M2,5, zgodnie z EN 998-2: 2010.
- Dla konstrukcji murowych zbudowanych z innych typów cegły pełnej, cegły otworowej lub perforowanej nośność charakterystyczna kotew może zostać określona na podstawie testów przeprowadzanych na placu budowy zgodnie z Załącznikiem B, ETAG 029, z uwzględnieniem współczynnika β w oparciu o Tabelę na stronie 9.

Montaż**Narzędzia do montażu**

Rozmiar kotwy	M8	M10	M12
Wiertarka udarowa	TE2(A)–TE30(A)		
Inne narzędzia	Pompka do przedmuchiwania, zestaw szczotek stalowych do czyszczenia, dozownik HDE/HDM		

Maksymalny czas obróbki i minimalny czas utwardzania

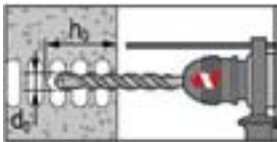
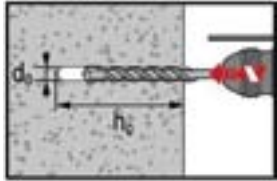
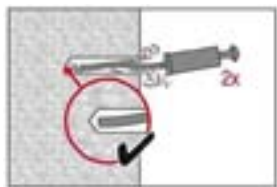
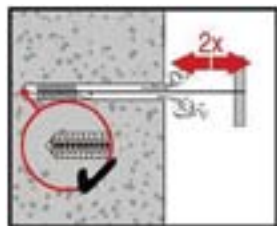
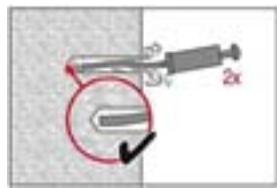
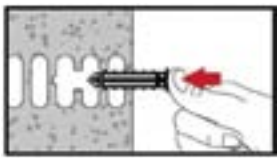
Temperatura materiału podłoża T	Maksymalny czas osadzenia (korekty) t_{work}	Czas utwardzania do pełnej obciążalności t_{cure}
Od -5°C do 0°C*	10 min.	12 godz.
Od > 0°C do 5°C*	10 min.	5 godz.
Od > 5°C do 10°C	8 min.	2,5 godz.
Od > 10°C do 20°C	5 min.	1,5 godz.
Od > 20°C do 30°C	3 min.	45 min.
Od > 30°C do 40°C	2 min.	30 min.

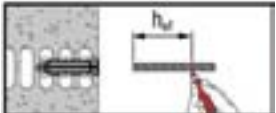
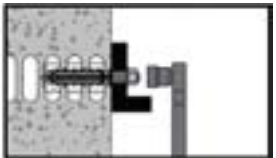
Podany czas utwardzania dotyczy suchego materiału podłoża. W przypadku, gdy materiał podłoża jest mokry, czasy utwardzania należy podwoić.

* Tylko dla cegieł otworowych.

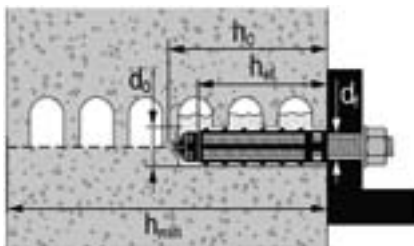
Instrukcje montażu

Montaż kotew powinien być wykonywany przez odpowiednio wykwalifikowany personel, pod nadzorem osoby odpowiedzialnej za kwestie techniczne na placu budowy.

Wiercenie otworu	Jeśli podczas wiercenia otworu na całej głębokości otworu nie pojawi się żaden znaczący opór (np. w niewypełnionych spoinach), kotwa nie powinna być w nim osadzona.
Rodzaj wiercenia otworu	
	W cegle otworowej: tryb wiercenia obrotowego (bez udaru) Otwór o wymaganej głębokości osadzenia należy wywiercić za pomocą wiertarki ustawionej w trybie wiercenia obrotowego i wyposażonej w wiertło z węglika o odpowiednio dobranym rozmiarze.
	W cegle pełnej: tryb wiercenia udarowego Otwór o wymaganej głębokości osadzenia należy wywiercić za pomocą wiertarki ustawionej w trybie wiercenia udarowego i wyposażonej w wiertło z węglika o odpowiednio dobranym rozmiarze.
Czyszczenie otworu	Tuż przed osadzeniem kotwy z wywierconego otworu należy usunąć pył i zwierciny. Nieodpowiednie czyszczenie otworu powoduje zmniejszenie wartości nośności.
Czyszczenie manualne (MC) lub czyszczenie sprężonym powietrzem (CAC) dla cegły otworowej i cegły pełnej	
	Przedmuchać otwór za pomocą ręcznej pompki Hilti przynajmniej dwa razy, zaczynając od dna otworu, do momentu, aż strumień powietrza powrotnego będzie wolny od widocznego pyłu.
	Wyszczotkować dwa razy za pomocą właściwej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu i wyjmując. Podczas wkładania do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, oznacza to, że jest ona zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o większej średnicy.
	Ponownie przedmuchać otwór za pomocą ręcznej pompki Hilti do momentu, aż strumień powietrza powrotnego będzie wolny od widocznego pyłu.
Przygotowanie iniekcji żywicy w murze z otworami lub pustkami: montaż z użyciem tulei siatkowej HIT-SC	
	Tuleja siatkowa HIT-SC Należy zamknąć tuleję specjalną zaślepką z otworem.
	Następnie ręcznie wprowadzić tuleję w otwór.

Dla wszystkich zastosowań	
	Należy dokładnie zamocować nowy mieszacz HIT-RE-M Hilti do ładunku foliowego (ciasne dokręcenie do końca). Nie zezwala się na żadne modyfikacje mieszacza. Należy przestrzegać instrukcji użycia dozownika oraz ładunku foliowego. Sprawdzić kasety pod kątem właściwego funkcjonowania, włożyć ładunek foliowy do kasety i włożyć ją do dozownika HIT.
	Należy odrzucić pierwsze porcje żywicy. Ładunek foliowy otwiera się automatycznie po rozpoczęciu dozowania. W zależności od objętości ładunku foliowego należy odrzucić określoną pierwszą porcję żywicy. Odrzucane ilości to: - dwa naciśnięcia tłoka dla patronu o objętości 330 ml, - trzy naciśnięcia tłoka dla patronu o objętości 500 ml
Dozowanie zaprawy bez tworzenia pustek powietrznych	
Montaż z tuleją siatkową HIT-SC	
	Tuleja siatkowa HIT-SC Należy wprowadzić mieszacz przez nasadkę na głębokość około 1cm. Żywica musi wypłynąć przez otwór w nasadce.
	Należy kontrolować ilość dozowanej zaprawy. Zaprawa musi wypłynąć przez otwór w kapturku. Po zakończeniu dozowania, należy zredukować ciśnienie w dozowniku poprzez naciśnięcie zwalniacza tłoka. Zapobiegnie to dalszemu wypływowi żywicy z mieszacza.
Cegła pełna: instalacja bez tulei	
	Należy wykonać pierwsze dozowanie, zaczynając od dna otworu, powoli wyciągając mieszacz za każdym naciśnięciem wyciskacza. Napęlić otwór do około dwóch trzecich pełnej pojemności tak, aby przestrzeń pomiędzy kotwą a podłożem została w pełni wypełniona klejem na całej długości osadzenia. Po ukończeniu dozowania należy zwolnić tłok w dozowniku, wciskając przycisk zwalniacza. Zapobiegnie to dalszemu wypływowi zaprawy z mieszacza
Montaż elementu	
	HIT-V-... lub HIT-IC w cegle otworowej i pełnej Należy zaznaczyć i wprowadzić łącznik na odpowiednią głębokość osadzenia. Czas osadzania i korekty musi być mniejszy niż czas osadzania t_{work} .
Obciążanie kotwy	
	Po wymaganym czasie utwardzania t_{cure} kotwa może być obciążana. Przyłożony montażowy moment dokręcający nie powinien przekroczyć T_{max} .

Zastosowanie dla cegły otworowej i cegły pełnej z tuleją siatkową



Cegła otworowa z prętem gwintowanym HIT-V lub tuleją z gwintem wewnętrznym HIT-IC oraz tuleją siatkową HIT-SC

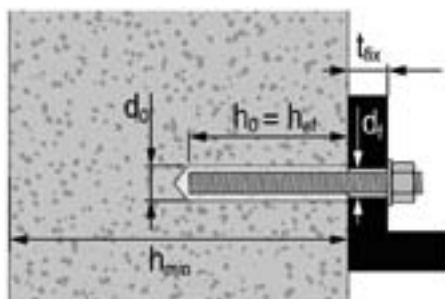
Parametry montażowe pręta gwintowanego HIT-V-... z tuleją siatkową HIT-SC w cegle otworowej lub cegle pełnej

Parametry montażowe dla HIT-IC-... z tuleją siatkową HIT-SC w cegle otworowej lub cegle pełnej

Tuleja z gwintem wewn. HIT-IC		M8 x 80	M10 x 80	M12 x 80
z HIT-SC		16 x 85	18 x 85	22 x 85
Nominalna średnica wiertła	d_0 [mm]	16	18	22
Głębokość wierconego otworu	h_0 [mm]	95	95	95
Czynna głębokość zakotwienia	h_{ef} [mm]	80	80	80
Długość włączenia gwintu	h_s [mm]	8... 75	10... 75	12... 75
Maksymalna średnica otworu przelotowego w elemencie mocowanym	d_i [mm]	9	12	14
Minimalna grubość ściany	h_{min} [mm]	115	115	115
Średnica szczotki stalowej HIT-RB	- [-]	16	18	22
Liczba suwów HDM	- [-]	6	8	10
Liczba suwów HDE 500-A	- [-]	5	6	8
Maksymalny moment dokręcający	T_{max} [Nm]	3	4	6

Zastosowanie w cegle pełnej bez tulei siateczkowej

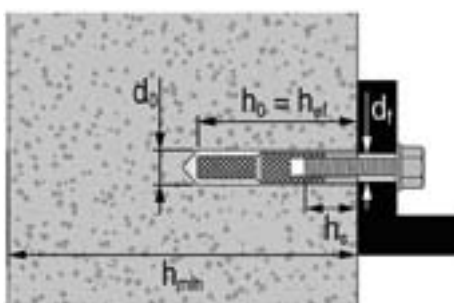
Hiłti zaleca kotwienie w podłożach murowych zawsze z zastosowaniem tulei siateczkowej. Kotwy można instalować bez tulei siateczkowej jedynie w cegle pełnej, gdy można zagwarantować, iż podłoże nie zawiera otworów ani pustek.



Cegła pełna z prętem gwintowanym HIT-V

Parametry montażowe prętów gwintowanych oraz HIT-V w cegle pełnej

Pręt gwintowany i HIT-V			M8 x 80	M10 x 80	M12 x 80
Nominalna średnica wiertła	d_0	[mm]	10	12	14
Głębokość wierconego otworu = Czynna głębokość zakotwienia	h_0	[mm]	80	80	80
	h_{ef}	[mm]			
Długość włączenia gwintu	h_s	[mm]	8... 75	10... 75	12... 75
Maksymalna średnica otworu przelotowego w elemencie mocowanym	d_f	[mm]	9	12	14
Minimalna grubość ściany	h_{min}	[mm]	115	115	115
Średnica szczotki stalowej HIT-RB	-	[-]	10	12	14
Maksymalny moment dokręcający	T_{max}	[Nm]	5	8	10



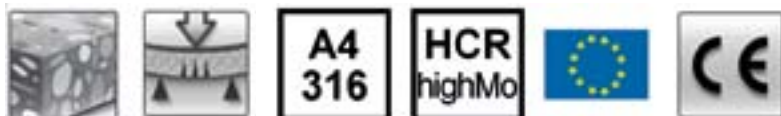
Cegła pełna z tuleją z gwintem wewnętrznym HIT-IC

Parametry montażowe tulei z gwintem wewnętrznym HIT-IC w cegle pełnej

Tuleja z gwintem wewnętrznym HIT-IC			M8 x 80	M10 x 80	M12 x 80
Nominalna średnica wiertła	d_0	[mm]	14	16	18
Głębokość wierconego otworu = Czynna głębokość zakotwienia	h_0	[mm]	80	80	80
	h_{ef}	[mm]			
Długość włączenia gwintu	h_s	[mm]	8... 75	10... 75	12... 75
Maksymalna średnica otworu przelotowego w elemencie mocowanym	d_f	[mm]	9	12	14
Minimalna grubość ściany	h_{min}	[mm]	115	115	115
Średnica szczotki stalowej HIT-RB	-	[-]	14	16	18
Maksymalny moment dokręcający	T_{max}	[Nm]	5	8	10

5.5.13 HIT-HY 170 Zaprawa iniekcyjna z prętem HIT-V

System zaprawy iniekcyjnej	Zalety
 Hilti HIT-HY 170 Ładunek foliowy 330 ml oraz 500 ml Mieszacz Pręt HIT-V Pręt HIT-V-F Pręt HIT-V-R Pręt HIT-V-HCR	- Do stosowania w betonie zarysowanym i niezarysowanym o klasie od C20/25 do C50/60 - Do betonu suchego i nasączonego wodą - Możliwość stosowania w przypadku małych odległości od krawędzi i małych rozstawów kotew - Wysoka odporność na korozję - Zakres temperatury roboczej do 80°C temperatury krótkotrwałej/50°C temperatury długotrwałej - Manualne czyszczenie dla rozmiarów otworów ≤ 18 mm i głębokości zakotwienia $h_{ef} \leq 10d$ - Zakres głębokości kotwienia M8: 60 do 96 mm M24: 96 do 288 mm



Aprobaty/Świadectwa

Opis	Organ wydający/Laboratorium	Numer/Data wydania
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin Niemcy	ETA-14/0457/2015-03-10

^{a)} Wszystkie dane podane w niniejszej sekcji są zgodnie z ETA-14/0457, wydanie 2015-03-10

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla pojedynczej kotwy)

Wszystkie dane w tym rozdziale bazują na następujących założeniach:

- Prawidłowy montaż kotew (patrz instrukcja montażu),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu kotew,
- Stal kotwy ulega zniszczeniu (wartości wyróżnione pogrubioną czcionką),
- Specyfikacja grubości podłoża według tabeli,
- Specyfikacja głębokości zakotwienia według tabeli,
- Specyfikacja materiału kotwy według specyfikacji podanej w tabelach,
- Beton klasy C20/25, $f_{ck,cube} = 25$ N/mm²,
- Zakres temperatury I (minimalna temperatura podłoża: -40°C, maksymalna długo-/krótkotrwała temperatura podłoża: +24°C/+40°C),
- Zakres temperatury montażu: od -5°C do +40°C.

Odnosnie do szczegółów patrz „Uproszczona metoda projektowania”

Głębokość zakotwienia^{a)} i grubość materiału podłoża dla podstawowych danych dotyczących nośności
Średnie obciążenia niszczące, nośność charakterystyczna, nośność obliczeniowa, obciążenia dopuszczalne

Rozmiar kotwy		M8	M10	M12	M16	M20	M24
Typowa głębokość osadzenia h_{ef}	[mm]	80	90	110	125	170	210
Grubość elementu podłoża h	[mm]	110	120	140	165	220	270

^{a)} Dopuszczalny zakres głębokości osadzenia jest przedstawiony w szczegółach dotyczących montażu. Odpowiednie wartości obciążeń można obliczyć w oparciu i uproszczoną metodę projektowania.

Średnie obciążenia niszczące

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Beton niezarysowany								
Rozciąganie $N_{Rk,m}$	HIT-V 5.8	[kN]	18,9	30,5	44,1	83,0	129,2	185,9
Ścinanie $V_{Rk,m}$	HIT-V 5.8	[kN]	9,5	15,8	22,1	41,0	64,1	92,4
Beton zarysowany								
Rozciąganie $N_{Rk,m}$	HIT-V 5.8	[kN]	–	20,6	30,3	45,9	–	–
Ścinanie $V_{Rk,m}$	HIT-V 5.8	[kN]	–	15,8	22,1	41,0	–	–

Nośność charakterystyczna

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Beton niezarysowany								
Rozciąganie N_{Rk}	HIT-V 5.8	[kN]	18	28,3	41,5	62,8	106,8	153,7
Ścinanie V_{Rk}	HIT-V 5.8	[kN]	9,0	15,0	21,0	39,0	61,0	88,0
Beton zarysowany								
Rozciąganie N_{Rk}	HIT-V 5.8	[kN]	–	15,6	22,8	34,6	–	–
Ścinanie V_{Rk}	HIT-V 5.8	[kN]	–	15,0	21,0	39,0	–	–

Nośność obliczeniowa

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Beton niezarysowany								
Rozciąganie N_{Rd}	HIT-V 5.8	[kN]	12,0	18,8	27,6	41,9	71,2	102,5
Ścinanie V_{Rd}	HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4
Beton zarysowany								
Rozciąganie N_{Rd}	HIT-V 5.8	[kN]	–	10,4	15,2	23,0	–	–
Ścinanie V_{Rd}	HIT-V 5.8	[kN]	–	12,0	16,8	31,2	–	–

Obciążenia dopuszczalne

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Beton niezarysowany								
Rozciąganie N_{rec}	HIT-V 5.8	[kN]	8,6	13,5	19,7	29,9	50,9	73,2
Ścinanie V_{rec}	HIT-V 5.8	[kN]	5,1	8,6	12,0	22,3	34,9	50,3
Beton zarysowany								
Rozciąganie N_{rec}	HIT-V 5.8	[kN]	–	7,4	10,9	16,5	–	–
Ścinanie V_{rec}	HIT-V 5.8	[kN]	–	8,6	12,0	22,3	–	–

^{a)} Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń $\gamma=1,4$. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń zależy od typu obciążenia i należy go pobrać z norm krajowych.

Zakres temperatury roboczej

Zaprawa iniekcyjna Hilti HIT-HY 170 może być stosowana w podanym poniżej zakresie temperatur. Wzrost temperatury podłoża może spowodować zmniejszenie nośności obliczeniowej wiązania.

Zakres temperatury	Temperatura materiału podłoża	Maksymalna temperatura długotrwała materiału	Maksymalna temperatura krótkotrwała materiału
Zakres temperatury I	Od -40°C do +40°C	+24°C	+40°C
Zakres temperatury II	Od -40°C do +80°C	+50°C	+80°C

Maksymalna temperatura krótkotrwała materiału podłoża

Podwyższone temperatury krótkotrwałe występują w krótkich okresach, np. w konsekwencji dobowych wahań temperatury.

Maksymalna temperatura długotrwała materiału podłoża

Podwyższone temperatury długotrwałe materiału podłoża utrzymują się przez dłuższy okres czasu na względnie takim samym poziomie.

Materiały kotwy

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie f_{uk}	HIT-V 5.8	[N/mm ²]	500	500	500	500	500	500
	HIT-V 8.8	[N/mm ²]	800	800	800	800	800	800
	HIT-V-R	[N/mm ²]	700	700	700	700	700	700
	HIT-V-HCR	[N/mm ²]	800	800	800	800	800	700
Granica plastyczności f_{yk}	HIT-V 5.8	[N/mm ²]	400	400	400	400	400	400
	HIT-V 8.8	[N/mm ²]	640	640	640	640	640	640
	HIT-V-R	[N/mm ²]	450	450	450	450	450	450
	HIT-V-HCR	[N/mm ²]	640	640	640	640	640	400
Pole przekroju czynnego A_s	HIT-V	[mm ²]	36,6	58,0	84,3	157	245	353
Wskaźnik wytrzymałości W	HIT-V	[mm ³]	31,2	62,3	109	277	541	935

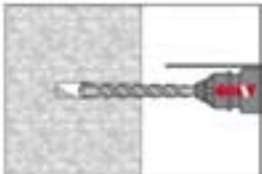
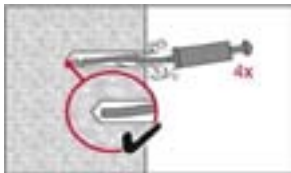
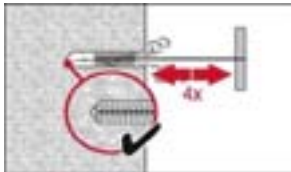
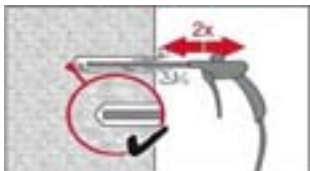
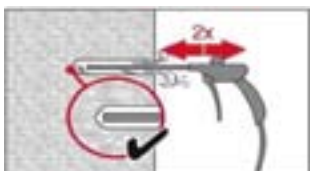
Jakość materiałów kotwy

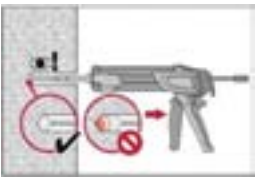
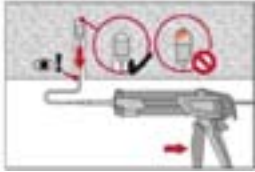
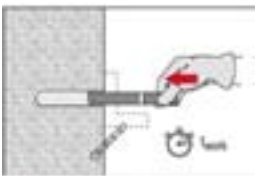
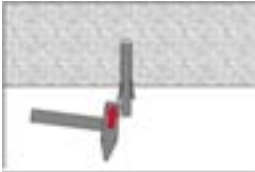
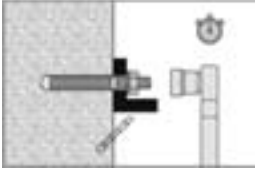
Nazwa elementu	Materiał
Pręt kotwy HIT-V(-F) 5.8	Klasa wytrzymałości 5.8, $A_5 > 8\%$ ciągliwości Stal cynkowana galwanicznie $\geq 5 \mu\text{m}$ (F) Cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}$
Pręt kotwy HIT-V(-F) 8.8	Klasa wytrzymałości 8.8, $A_5 > 8\%$ ciągliwości Stal cynkowana galwanicznie $\geq 5 \mu\text{m}$ (F) Cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}$
Pręt kotwy HIT-V-R	Stal nierdzewna, $A_5 > 8\%$ ciągliwości Klasa wytrzymałości 70, 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362
Pręt kotwy HIT-V-HCR	Stal o wysokiej odporności na korozję, 1.4529; 1.4565 Dla $\leq M20$: $R^m = 800 \text{ N/mm}^2$, $R^{p0.2} = 640 \text{ N/mm}^2$, $A_5 > 8\%$ ciągliwości Dla M24: $R^m = 700 \text{ N/mm}^2$, $R^{p0.2} = 400 \text{ N/mm}^2$, $A_5 > 8\%$ ciągliwości
Podkładka ISO 7089	Stal cynkowana galwanicznie $\geq 5 \mu\text{m}$ Cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}$
	Stal nierdzewna, 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362
	Stal o wysokiej odporności na korozję, 1.4529; 1.4565
Nakrętka EN ISO 4032	Klasa wytrzymałości nakrętki dostosowana do klasy wytrzymałości pręta kotwy Stal cynkowana galwanicznie $\geq 5 \mu\text{m}$ Cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}$
	Klasa wytrzymałości nakrętki dostosowana do klasy wytrzymałości pręta kotwy Stal nierdzewna, 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362
	Klasa wytrzymałości nakrętki dostosowana do klasy wytrzymałości pręta kotwy Stal o wysokiej odporności na korozję, 1.4529; 1.4565

Montaż**Narzędzia do montażu**

Rozmiar kotwy	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Wiertarka udarowa	TE2(-A)–TE30(-A)				TE 40–TE 70	
Inne narzędzia	Pistolet pneumatyczny lub pompka do przedmuchania, zestaw szczotek do czyszczenia, dozownik					

Instrukcja montażu

Wiercenie otworu	
Wiercenie udarowe	
	Należy wykonać otwór do żądanej głębokości osadzenia z użyciem wiertarki udarowej ustawionej w trybie obrotowo-udarowym z zastosowaniem wiertła z końcówką z węglika o odpowiedniej wielkości.
Czyszczenie otworu	Przed osadzeniem kotwy otwór musi być wolny od kurzu i zanieczyszczeń. Nieodpowiednie oczyszczanie powoduje zmniejszenie wartości obciążeń.
Czyszczenie manualne (MC): tylko beton niezarysowany Dla otworów o średnicach $d_0 \leq 18$ mm i głębokości otworu $h_0 \leq 10d$	
	Do przedmuchiwania otworów wierconych do średnicy $d_0 \leq 18$ mm i głębokości osadzenia do $h_{ef} \leq 10 \cdot d$ można użyć pompki ręcznej Hilti. Należy przedmuchać otwór przynajmniej cztery razy, zaczynając od dna otworu, aż strumień powietrza powrotnego będzie wolny od widocznego pyłu.
	Otwór należy wyszczotkować cztery razy za pomocą właściwej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne, zastosować przedłużenie) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, oznacza to, że jest ona zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o większej średnicy.
	Ponownie przedmuchać otwór za pomocą pompki ręcznej Hilti przynajmniej cztery razy do momentu, aż strumień powietrza powrotnego będzie wolny od widocznego pyłu.
Czyszczenie sprężonym powietrzem (CAC)	
	Przedmuchać otwór dwa razy od jego dna (jeśli to konieczne, użyć przedłużenia dyszy) na całej długości z zastosowaniem bezolejowego sprężonego powietrza (minimum 6 bar w 6 m³/godz.) do momentu, aż wypływające powietrze powrotne będzie wyraźnie wolne od kurzu.
	Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą szczotki HIT-RB o właściwym rozmiarze ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu), wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne z przedłużką) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór. Jeśli tak nie jest, należy wziąć nową szczotkę lub szczotkę o większej średnicy.
	Ponownie przedmuchać otwór dwukrotnie za pomocą sprężonego powietrza do momentu, aż strumień powietrza powrotnego będzie wolny od widocznego pyłu.

Przygotowanie iniekcji	
	Należy szczelnie zamocować nowy mieszacz Hilti HIT-RE-M do ładunku foliowego (istotne jest dokładne dopasowanie i przestrzeganie instrukcji użycia dozownika i zaprawy). Sprawdzić, czy uchwyt ładunku foliowego funkcjonuje właściwie. Nie należy używać ładunków ani uchwytów, które są uszkodzone. Włożyć ładunek foliowy do kasety i całość umieścić w dozowniku HIT.
	Należy odrzucić pierwsze porcje żywicy. Ładunek foliowy otwiera się automatycznie po rozpoczęciu dozowania. W zależności od objętości ładunku foliowego należy odrzucić pierwszą porcję zaprawy. Odrzucane ilości to: - dwa suwy dozownika dla patronu o objętości 330 ml, - trzy suwy dozownika dla patronu o 500 ml.
Dozowanie żywicy od dna wierconego otworu bez tworzenia się pustek powietrznych	
	Należy wykonać pierwsze dozowanie, zaczynając od dna otworu, powoli wyciągając mieszacz za każdym naciśnięciem dozownika. Napęlić otwór do około dwóch trzecich pełnej pojemności tak, aby przestrzeń pomiędzy kotwą a betonem została w pełni wypełniona żywicą na całej długości osadzenia.
	Po zakończeniu dozowania należy zwolnić tłok w dozowniku, wciskając przycisk zwalniczą. Zapobiegnie to dalszemu wypływowi zaprawy z mieszacza.
	Montaż nad głową i/lub montaż z głębokością osadzenia $h_{gr} > 250$ mm Przy montażu nad głową dozowanie jest możliwe jedynie za pomocą przedłużaczy i końcówek iniekcyjnych. Należy złożyć mieszacz HIT-RE-M, przedłużki i końcówkę iniekcyjną HIT-SZ o odpowiedniej wielkości, a następnie włożyć końcówkę iniekcyjną do dna otworu i zadozować zaprawę. W trakcie iniekcji końcówka będzie w sposób naturalny wypychana z otworu w wyniku ciśnienia zaprawy.
Montaż elementu	
	Przed osadzeniem kotwy należy sprawdzić, czy otwór jest wolny od kurzu i zanieczyszczeń, a następnie ustawić i spozycjonować kotwę na odpowiedniej głębokości osadzenia do momentu, aż upłynie czas osadzania t_{work} . Ten czas t_{work} został podany na następnej stronie.
	W przypadku montażu nad głową należy używać końcówek iniekcyjnych i zabezpieczyć elementy osadzone np. za pomocą klinów HIT-OHW.
	Kotwa może być obciążana po wymaganym czasie utwardzania t_{cure} . Przyłożony montażowy moment dokręcający nie może przekroczyć wartości T_{max} podanych w tabeli szczegółów montażowych.

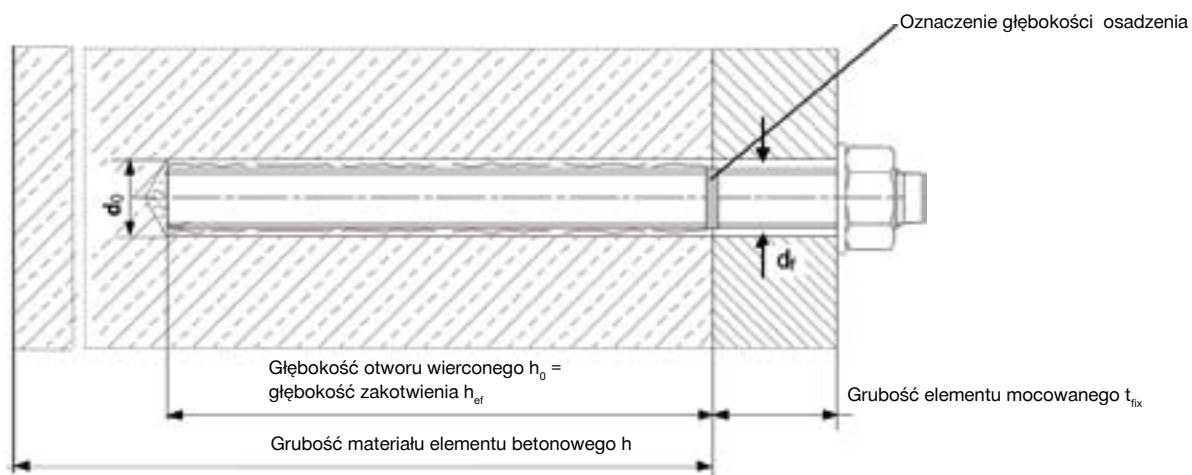
Aby uzyskać szczegółowe informacje na temat montażu, należy zapoznać się z instrukcją użycia dostarczaną wraz z produktem.

Czas osadzania i czas utwardzania

Temperatura w materiale podłoża T	Maksymalny czas osadzenia (korekty) t_{work}	Czas utwardzenia do pełnej obciążalności $t_{cure}^{a)}$
Od -5°C do 0°C	10 min.	12 godz.
Od > 0°C do 5°C	10 min.	5 godz.
Od > 5°C do 10°C	8 min.	2,5 godz.
Od > 10°C do 20°C	5 min.	1,5 godz.
Od > 20°C do 30°C	3 min.	45 min.
Od > 30°C do 40°C	2 min.	30 min.

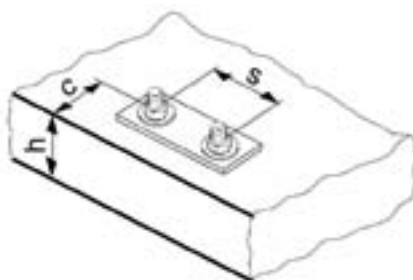
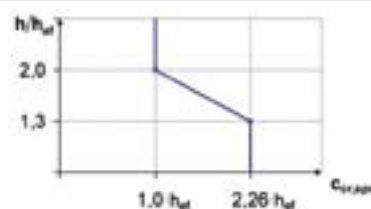
^{a)} Podany czas utwardzania dotyczy suchego elementu podłoża. W przypadku, gdy element podłoża jest mokry, czasy utwardzania należy podwoić.

Szczegóły montażu



Szczegóły montażu

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Nominalna średnica wiertła	d_0	[mm]	10	12	14	18	22	28
Efektywna głębokość zakotwienia i otworu $h^{a)}$ dla HIT-TV	$h_{ef,min}$	[mm]	60	60	70	80	90	96
	$h_{ef,max}$	[mm]	96	120	144	192	240	288
Minimalna grubość elementu podłoża	h_{min}	[mm]	$h_{ef} + 30 \text{ mm} \geq 100 \text{ mm}$			$h_{ef} + 2 d_0$		
Maksymalna średnica otworu przelotowego w mocowanym elemencie	d_f	[mm]	9	12	14	18	22	26
Maksymalny moment dokręcający	$T_{max}^{b)}$	[Nm]	10	20	40	80	150	200
Minimalny rozstaw kotew	s_{min}	[mm]	40	50	60	80	100	120
Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]	40	50	60	80	100	120
Krytyczny rozstaw ze względu na rozłupanie	$s_{cr,sp}$		$2 c_{cr,sp}$					
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie ^{c)}	$c_{cr,sp}$	[mm]	$1,0 \cdot h_{ef}$ dla $h / h_{ef} \geq 2,0$					
			$4,6 h_{ef} - 1,8 h$ dla $2,0 > h / h_{ef} > 1,3$					
			$2,26 h_{ef}$ dla $h / h_{ef} \leq 1,3$					
Krytyczny rozstaw ze względu na wyłamanie stożka betonu	$s_{cr,N}$		$2 c_{cr,N}$					
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu ^{d)}	$c_{cr,N}$		$1,5 h_{ef}$					



Dla rozstawu kotew (odległości od krawędzi) mniejszego niż rozstaw krytyczny (krytyczna odległość) obciążenia obliczeniowe muszą być zredukowane.

a) Zakres głębokości osadzenia: $h_{ef,min} \leq h_{ef} \leq h_{ef,max}$

b) Maksymalny zalecany moment dokręcający, pozwalający na uniknięcie uszkodzenia w czasie montażu, przy zastosowaniu minimalnych rozstawów i minimalnej odległości od krawędzi.

c) h : grubość materiału podłoża ($h \geq h_{min}$), h_{ef} : głębokość osadzenia.

d) Krytyczna odległość od krawędzi dla wyłamania stożka betonu zależy od głębokości osadzenia h_{ef} oraz obliczeniowej nośności. Podane w tabeli uproszczone wzory powinny pozwolić na uzyskanie dodatnich wartości.

Uproszczona metoda projektowania

Uproszczona wersja metody projektowania w oparciu o ETAG 001, TR 029:

- Wpływ klasy wytrzymałości betonu,
- Wpływ odległości od krawędzi,
- Wpływ rozstawu kotew,
- Obowiązuje dla grupy dwóch kotew. (Metodę tę można stosować również dla grupy kotew zawierających więcej niż dwie kotwy lub więcej niż dwie odległości od krawędzi. Należy wtedy uwzględnić współczynniki wpływu dla każdej odległości od krawędzi i każdego rozstawu. Obliczone wartości wytrzymałości projektowej będą wtedy wartościami bezpiecznymi. Będą one jednak niższe niż precyzyjne wartości otrzymane w oparciu o ETAG 001, TR 029. Aby tego uniknąć, zaleca się używać oprogramowania projektowego PROFIS Anchor).

Metoda projektowania bazuje na następującym uproszczeniu:

- Na poszczególne kotwy nie działają różne obciążenia (brak niewspółśrodkowości),
- Wartości te dotyczą jednej kotwy.

W przypadku bardziej kompleksowych zastosowań mocujących prosimy używać oprogramowania PROFIS Anchor.

Obciążenia rozciągające

Obliczeniowa nośność na rozciąganie to najmniejsza z podanych wartości

- Nośność stali: $N_{Rd,s}$
- Kombinowana nośność na wyciągnięcie kotwy i wyłamanie stożka betonu:

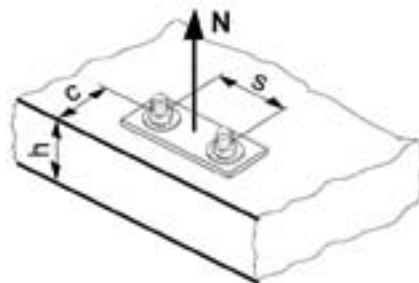
$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \cdot f_{B,p} \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,p} \cdot f_{re,N}$$

- Nośność na wyłamanie stożka betonu:

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$$

- Nośność na rozłupanie betonu (tylko beton niezarysowany):

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,sp} \cdot f_{2,sp} \cdot f_{3,sp} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$$



Podstawowa nośność obliczeniowa na rozciąganie

Obliczeniowa nośność stali $N_{Rd,s}$

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
$N_{Rd,s}$	HIT-V 5.8	[kN]	12,0	19,3	28,0	52,7	82,0	118,0
	HIT-V 8.8	[kN]	19,3	30,7	44,7	84,0	130,7	188,0
	HIT-V-R	[kN]	13,9	21,9	31,6	58,8	92,0	132,1
	HIT-V-HCR	[kN]	19,3	30,7	44,7	84,0	130,7	117,6

Obliczeniowa nośność na kombinację zniszczeń przez wyciągnięcie kotwy i wyłamanie stożka betonu

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \cdot f_{B,p} \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,p} \cdot f_{re,N}$$

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Typowa głębokość osadzenia $h_{ef} = h_{ef,typ}$ [mm]			80	90	110	125	170	210
Beton niezarysowany								
$N_{Rd,p}^0$	Zakres temperatury I	[kN]	13,4	18,8	27,6	41,9	71,2	105,6
$N_{Rd,p}^0$	Zakres temperatury II	[kN]	10,1	14,1	20,7	31,4	53,4	79,2
Beton zarysowany								
$N_{Rd,p}^0$	Zakres temperatury I	[kN]	–	10,4	15,2	23,0	–	–
$N_{Rd,p}^0$	Zakres temperatury II	[kN]	–	7,5	11,1	16,8	–	–

Obliczeniowa nośność na wyłamanie stożka betonu $N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$

Obliczeniowa nośność na rozłupanie $N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,sp} \cdot f_{2,sp} \cdot f_{3,sp} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
$N_{Rd,c}^0$	Beton niezarysowany	[kN]	24,1	28,7	38,8	47,1	74,6	102,5
$N_{Rd,c}^0$	Beton zarysowany	[kN]	–	20,5	27,7	33,5	–	–

Czynniki wpływające

Wpływ klasy wytrzymałości betonu na kombinację zniszczeń przez wyciągnięcie kotwy i wyłamanie stożka betonu

Oznaczenie klasy wytrzymałości betonu (ENV 206)	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{B,p} = (f_{ck,cube}/25N/mm^2)^{0,15}$ a)	1,00	1,02	1,04	1,06	1,07	1,08	1,09

a) $f_{ck,cube}$ = wytrzymałość betonu na ściskanie, mierzone na sześcianach o długości boku 150 mm.

Wpływ głębokości osadzenia na nośność kombinacji zniszczeń przez wyciągnięcie kotwy i wylupanie stożka betonu

$f_{h,p} = h_e/h_{ef,typ}$

Wpływ klasy wytrzymałości betonu na nośność przez wylupanie stożka betonu

Oznaczenie klasy wytrzymałości betonu (ENV 206)	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{B,p} = (f_{ck,cube}/25N/mm^2)^{0,15}$ a)	1	1,1	1,22	1,34	1,41	1,48	1,55

a) $f_{ck,cube}$ = wytrzymałość betonu na ściskanie, mierzone na sześcianach o długości boku 150 mm.

Wpływ odległości od krawędzi^{a)}

$\frac{c/c_{cr,N}}{c/c_{cr,sp}}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$f_{1,N} = 0,7 + 0,3 \cdot c/c_{cr,N} \leq 1$	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1
$f_{1,sp} = 0,7 + 0,3 \cdot c/c_{cr,sp} \leq 1$										
$f_{2,N} = 0,5 \cdot (1 + c/c_{cr,N}) \leq 1$	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1
$f_{2,sp} = 0,5 \cdot (1 + c/c_{cr,sp}) \leq 1$										

a) Odległość od krawędzi nie może być mniejsza niż minimalna odległość od krawędzi c_{min} . Dla każdej odległości od krawędzi mniejszej niż odległość krytyczna muszą zostać uwzględnione czynniki wpływające.

Wpływ rozstawu kotew^{a)}

$\frac{s/s_{cr,N}}{s/s_{cr,sp}}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$f_{3,N} = 0,5 \cdot (1 + s/s_{cr,N}) \leq 1$	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1
$f_{3,sp} = 0,5 \cdot (1 + s/s_{cr,sp}) \leq 1$										

a) Rozstaw kotew nie może być mniejszy niż minimalny rozstaw kotew s_{min} . Dla każdego rozstawu kotew muszą zostać uwzględnione czynniki wpływające.

Wpływ głębokości osadzenia na nośność przy zniszczeniu przez wyłamanie stożka betonu

$f_{h,N} = (h_e/h_{ef,typ})^{1,5}$

Wpływ zbrojenia

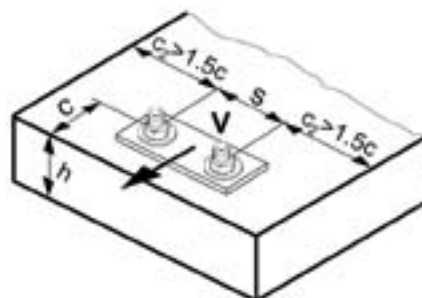
h_{ef} [mm]	40	50	60	70	80	90	≥ 100
$f_{re,N} = 0,5 + h_{ef}/200$ mm ≤ 1	0,7 ^{a)}	0,75 ^{a)}	0,8 ^{a)}	0,85 ^{a)}	0,9 ^{a)}	0,95 ^{a)}	1

^{a)} Współczynnik ten ma zastosowanie tylko przy gęsto położonym zbrojeniu. Jeżeli w obszarze kotwienia znajduje się zbrojenie o rozstawie kotew ≥ 150 mm (dowolna średnica) lub średnicy ≤ 10 mm i rozstawie kotew ≥ 100 mm, to można zastosować współczynnik $f_{re,N} = 1$.

Nośność na ścinanie

Obliczeniowa nośność na rozciąganie to najmniejsza z podanych wartości

- Nośność stali: $V_{Rd,s}$
- Nośność na wyłupanie betonu:
 $V_{Rd,cp} = k \cdot \text{niższa wartość z } N_{Rd,p} \text{ i } N_{Rd,c}$
- Nośność na wyłamanie krawędzi betonu:
 $V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_p \cdot f_h \cdot f_4 \cdot f_{hef} \cdot f_c$



Podstawowa nośność obliczeniowa na ścinanie

Obliczeniowa nośność stali $V_{Rd,s}$

Rozmiar kotwy		M8	M10	M12	M16	M20	M24
$V_{Rd,s}$	HIT-V 5.8 [kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4
	HIT-V 8.8 [kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8
	HIT-V-R [kN]	8,3	12,8	19,2	35,3	55,1	79,5
	HIT-V-HCR [kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	70,9

Nośność obliczeniowa na wyłupanie betonu $V_{Rd,cp} = \text{niższa wartość}^a) \text{ z } k \cdot N_{Rd,p} \text{ i } k \cdot N_{Rd,c}$

$k = 2$ dla $h_{ef} \geq 60$ mm

^{a)} $N_{Rd,p}$ = nośność obliczeniowa na kombinację zniszczeń przez wyciągnięcie kotwy i wyłupanie stożka betonu.
 $N_{Rd,c}$ = nośność obliczeniowa na wyłupanie stożka betonu.

Nośność obliczeniowa na wyłamanie krawędzi betonu $= V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_p \cdot f_h \cdot f_4 \cdot f_{hef} \cdot f_c$

Rozmiar kotwy		M8	M10	M12	M16	M20	M24
Beton niezarysowany							
$V_{Rd,c}^0$ [kN]		5,9	8,6	11,6	18,7	27	36,6
Beton zarysowany							
$V_{Rd,c}^0$ [kN]		–	6,1	8,2	13,2	–	–

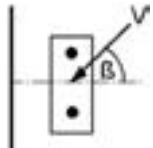
Współczynniki

Wpływ wytrzymałości betonu

Oznaczenie klasy wytrzymałości betonu (ENV 206)	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_B = (f_{ck,cube}/25 \text{ N/mm}^2)^{1/2}$ ^{a)}	1	1,1	1,22	1,34	1,41	1,48	1,55

^{a)} $f_{ck,cube}$ = wytrzymałość betonu na ściskanie mierzone na sześcianach o długości boku 150 mm.

Wpływ kierunku działania siły poprzecznej

Kąt β	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	≥ 90°
$f_{\beta} = \sqrt{\frac{1}{(\cos\alpha_v)^2 + \frac{(\sin\alpha_v)^2}{2,5}}}$ 	1	1,01	1,05	1,13	1,24	1,40	1,64	1,97	2,32	2,50

Wpływ grubości materiału podłoża

h/c	0,15	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	1,05	1,2	1,35	≥ 1,5
$f_h = \{h/(1,5 \cdot c)\}^{1/2} \leq 1$	0,32	0,45	0,55	0,63	0,71	0,77	0,84	0,89	0,95	1,00

Wpływ rozstawu kotew i odległości od krawędzi^{a)} na nośność przez wyłamanie krawędzi betonu: $f_4 = (c/h_{ef})^{1,5} \cdot 1 + s / [3 \cdot c] \cdot 0,5$

c/h _{ef}	Kotwa pojedyncza	Grupa dwóch kotew s/h _{ef}														
		0,75	1,50	2,25	3,00	3,75	4,50	5,25	6,00	6,75	7,50	8,25	9,00	9,75	10,50	11,25
0,50	0,35	0,27	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
0,75	0,65	0,43	0,54	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
1,00	1,00	0,63	0,75	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	1,40	0,84	0,98	1,12	1,26	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
1,50	1,84	1,07	1,22	1,38	1,53	1,68	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
1,75	2,32	1,32	1,49	1,65	1,82	1,98	2,15	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32
2,00	2,83	1,59	1,77	1,94	2,12	2,30	2,47	2,65	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83
2,25	3,38	1,88	2,06	2,25	2,44	2,63	2,81	3,00	3,19	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38
2,50	3,95	2,17	2,37	2,57	2,77	2,96	3,16	3,36	3,56	3,76	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95
2,75	4,56	2,49	2,69	2,90	3,11	3,32	3,52	3,73	3,94	4,15	4,35	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56
3,00	5,20	2,81	3,03	3,25	3,46	3,68	3,90	4,11	4,33	4,55	4,76	4,98	5,20	5,20	5,20	5,20
3,25	5,86	3,15	3,38	3,61	3,83	4,06	4,28	4,51	4,73	4,96	5,18	5,41	5,63	5,86	5,86	5,86
3,50	6,55	3,51	3,74	3,98	4,21	4,44	4,68	4,91	5,14	5,38	5,61	5,85	6,08	6,31	6,55	6,55
3,75	7,26	3,87	4,12	4,36	4,60	4,84	5,08	5,33	5,57	5,81	6,05	6,29	6,54	6,78	7,02	7,26
4,00	8,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75
4,25	8,76	4,64	4,90	5,15	5,41	5,67	5,93	6,18	6,44	6,70	6,96	7,22	7,47	7,73	7,99	8,25
4,50	9,55	5,04	5,30	5,57	5,83	6,10	6,36	6,63	6,89	7,16	7,42	7,69	7,95	8,22	8,49	8,75
4,75	10,35	5,45	5,72	5,99	6,27	6,54	6,81	7,08	7,36	7,63	7,90	8,17	8,45	8,72	8,99	9,26
5,00	11,18	5,87	6,15	6,43	6,71	6,99	7,27	7,55	7,83	8,11	8,39	8,66	8,94	9,22	9,50	9,78
5,25	12,03	6,30	6,59	6,87	7,16	7,45	7,73	8,02	8,31	8,59	8,88	9,17	9,45	9,74	10,02	10,31
5,50	12,90	6,74	7,04	7,33	7,62	7,92	8,21	8,50	8,79	9,09	9,38	9,67	9,97	10,26	10,55	10,85

^{a)} Rozstaw kotew oraz odległość od krawędzi nie mogą być mniejsze niż minimalny rozstaw kotew $s_{\min}$ oraz minimalna odległość od krawędzi $c_{\min}$.

Wpływ głębokości osadzenia

h _{ef} /d	4	4,5	5	6	7	8	9	10	11
$f_{hef} = 0,05 \cdot (h_{ef}/d)^{1,68}$	0,51	0,63	0,75	1,01	1,31	1,64	2,00	2,39	2,81
h _{ef} /d	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$f_{hef} = 0,05 \cdot (h_{ef}/d)^{1,68}$	3,25	3,72	4,21	4,73	5,27	5,84	6,42	7,04	7,67

Wpływ odległości od krawędzi^{a)}

c/d	4	6	8	10	15	20	30	40
$f_c = (d/c)^{0,19}$	0,77	0,71	0,67	0,65	0,60	0,57	0,52	0,50

^{a)} Odległość od krawędzi nie może być mniejsza niż minimalna odległość od krawędzi $c_{\min}$.

Nośność dla kombinacji zniszczeń przez rozciąganie i ścinanie

W przypadku kombinacji obciążeń rozciągających i ścinających patrz załącznik „Projektowanie kotew”.

Wartości wstępnie obliczone – wartości obliczeniowe nośności

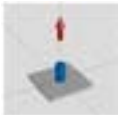
Wszystkie dane odnoszą się do:

- Betonu niespękanego C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- Zakresu temperatury I (patrz zakres temperatury roboczej),
- Minimalnej grubości materiału podłoża,
- Braku wpływu gęsto położonego zbrojenia.

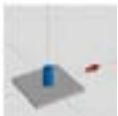
Dopuszczalne obciążenia można obliczyć, dzieląc nośność obliczeniową przez ogólny częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla działania rzędu $\gamma = 1,4$. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa zależy od rodzaju obciążenia i należy go pobrać z przepisów krajowych.

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – minimalna głębokość osadzenia

Rozmiar kotwy		M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = h_{ef,min}$ [mm]	60	60	70	80	90	96
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$ [mm]	100	100	100	116	134	152



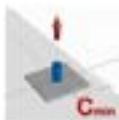
Rozciąganie N_{Rd}: kotwa pojedyncza, brak wpływu odległości od krawędzi							
Beton niezarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	10,1	12,6	17,6	24,1	28,7	31,7
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						
Beton zarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	-	6,9	9,7	14,7	-	-
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						



Ścinanie V_{Rd}: kotwa pojedyncza, brak wpływu odległości od krawędzi, bez ramienia siły							
Beton niezarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	63,3
HIT-V 8.8	[kN]	12,0	18,4	27,2	48,2	57,5	63,3
HIT-V-R	[kN]	8,3	12,8	19,2	35,3	55,1	63,3
HIT-V-HCR	[kN]	12,0	18,4	27,2	48,2	57,5	63,3
Beton zarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	-	12,0	16,8	29,5	-	-
HIT-V 8.8	[kN]	-	13,8	19,4	29,5	-	-
HIT-V-R	[kN]	-	12,8	19,2	29,5	-	-
HIT-V-HCR	[kN]	-	13,8	19,4	29,5	-	-

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – minimalna głębokość osadzenia

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_e f = h_{ef,min}$	[mm]	60	60	70	80	90	96
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	100	100	100	116	134	152
Rozstaw kotew	$c = c_{min}$	[mm]	40	50	60	80	100	120



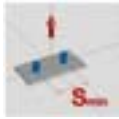
Rozciąganie N_{Rd}: kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$)							
Beton niezarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	6,1	8,5	11,6	15,4	19,8	24,8
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						
Beton zarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	-	4,7	6,6	11,1	-	-
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						



Ścinanie V_{Rd}: kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$), bez ramienia siły							
Beton niezarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	3,5	4,9	6,6	10,2	13,9	17,9
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						
Beton zarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	-	3,5	4,7	7,2	-	-
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cub} = 25 \text{ N/mm}^2$ – minimalna głębokość osadzenia
(wartości obciążeń dotyczą kotwy pojedynczej)

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = h_{ef,min}$	[mm]	60	60	70	80	90	96
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	100	100	100	116	134	152
Rozstaw kotew	$c = c_{min}$	[mm]	40	50	60	80	100	120

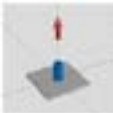


Rozciąganie N_{Rd}: zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew ($s = s_{min}$)								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	6,8	8,5	11,6	15,1	18,5	21,5	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	4,9	6,7	10,2	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							



Ścinanie V_{Rd}: zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew ($s = s_{min}$), bez ramienia siły								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	39,4	44,9	
HIT-V 8.8	[kN]	12,0	16,1	22,6	32,1	39,4	44,9	
HIT-V-R	[kN]	8,3	12,8	19,2	32,1	39,4	44,9	
HIT-V-HCR	[kN]	12,0	16,1	22,6	32,1	39,4	44,9	
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	8,8	12,4	19,7	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – typowa głębokość osadzenia

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = h_{ef,typ}$	[mm]	80	90	110	125	170	210
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	110	120	140	161	214	266
	Rozciąganie N_{Rd} : kotwa pojedyncza, brak wpływu odległości od krawędzi							
	Beton niezarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	12,0	18,8	27,6	41,9	71,2	102,5
	HIT-V 8.8	[kN]	13,4	18,8	27,6	41,9	71,2	102,5
	HIT-V-R	[kN]	13,4	18,8	27,6	41,9	71,2	102,5
	HIT-V-HCR	[kN]	13,4	18,8	27,6	41,9	71,2	102,5
	Beton zarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	-	10,4	15,2	23,0	-	-
	HIT-V 8.8	[kN]						
	HIT-V-R	[kN]						
	HIT-V-HCR	[kN]						

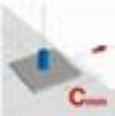
	Ścinanie V_{Rd} : kotwa pojedyncza, brak wpływu odległości od krawędzi, bez ramienia siły							
	Beton niezarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4
	HIT-V 8.8	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8
	HIT-V-R	[kN]	8,3	12,8	19,2	35,3	55,1	79,5
	HIT-V-HCR	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	70,9
	Beton zarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	-	12,0	16,8	31,2	-	-
	HIT-V 8.8	[kN]	-	18,4	27,2	46,1	-	-
	HIT-V-R	[kN]	-	12,8	19,2	35,3	-	-
	HIT-V-HCR	[kN]	-	18,4	27,2	46,1	-	-

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – typowa głębokość osadzenia

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = h_{ef,typ}$	[mm]	80	90	110	125	170	210
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	110	120	140	161	214	266
Odległość od krawędzi	$c = c_{min}$	[mm]	40	50	60	80	100	120

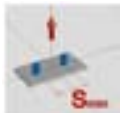


Rozciąganie N_{Rd} : kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$)							
Beton niezarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	8,0	11,2	16,4	23,7	36,6	49,8
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						
Beton zarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	-	6,2	9,0	13,7	-	-
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						

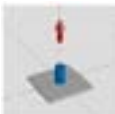
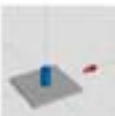


Ścinanie V_{Rd} : kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$), bez ramienia siły							
Beton niezarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	3,7	5,3	7,3	11,5	17,2	23,6
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						
Beton zarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	-	3,8	5,2	8,1	-	-
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – typowa głębokość osadzenia
(wartości obciążenia dotyczą kotwy pojedynczej)

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = h_{ef,min}$	[mm]	80	90	110	125	170	210	
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	110	120	140	161	214	266	
Rozstaw kotew	$c = c_{min}$	[mm]	40	50	60	80	100	120	
	Rozciąganie N_{Rd}: zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew $s = s_{min}$								
	Beton niezarysowany								
	HIT-V 5.8	[kN]	9,2	12,6	18,3	26,3	42,2	57,7	
	HIT-V 8.8	[kN]							
	HIT-V-R	[kN]							
	HIT-V-HCR	[kN]							
	Beton zarysowany								
	HIT-V 5.8	[kN]	-	7,2	10,5	15,4	-	-	
	HIT-V 8.8	[kN]							
	HIT-V-R	[kN]							
	HIT-V-HCR	[kN]							
		Ścinanie V_{Rd}: zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew ($s = s_{min}$), bez ramienia siły							
		Beton niezarysowany							
		HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4
HIT-V 8.8		[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8	
HIT-V-R		[kN]	8,3	12,8	19,2	35,3	55,1	79,5	
HIT-V-HCR		[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	70,9	
Beton zarysowany									
HIT-V 5.8		[kN]	-	12,0	16,8	28,0	-	-	
HIT-V 8.8		[kN]	-	12,3	18,0	28,0	-	-	
HIT-V-R		[kN]	-	12,3	18,0	28,0	-	-	
HIT-V-HCR		[kN]	-	12,3	18,0	28,0	-	-	

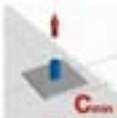
Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – głębokość osadzenia = 12 d^{a)}

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = 12 d^{a)}$	[mm]	96	120	144	192	240	288
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	126	150	174	228	284	344
	Rozciąganie N_{Rd} : kotwa pojedyncza, brak wpływu odległości od krawędzi							
	Beton niezarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	12,0	19,3	28,0	52,7	82,0	118,0
	HIT-V 8.8	[kN]	16,1	25,1	36,2	64,3	100,5	144,8
	HIT-V-R	[kN]	13,9	21,9	31,6	58,8	92,0	132,1
	HIT-V-HCR	[kN]	16,1	25,1	36,2	64,3	100,5	117,6
	Beton zarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	-	13,8	19,9	35,4	-	-
	HIT-V 8.8	[kN]						
	HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]							
	Ścinanie V_{Rd} : kotwa pojedyncza, brak wpływu odległości od krawędzi, bez ramienia siły							
	Beton niezarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4
	HIT-V 8.8	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8
	HIT-V-R	[kN]	8,3	12,8	19,2	35,3	55,1	79,5
	HIT-V-HCR	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	70,9
	Beton zarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	-	12,0	16,8	31,2	-	-
	HIT-V 8.8	[kN]	-	18,4	27,2	50,4	-	-
	HIT-V-R	[kN]	-	12,8	19,2	35,3	-	-
HIT-V-HCR	[kN]	-	18,4	27,2	50,4	-	-	

a) d = średnica elementu.

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – głębokość osadzenia = 12 d^{a)}

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = 12 d^{(9)}$	[mm]	96	120	144	192	240	288
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	126	150	174	228	284	344
Odległość od krawędzi	$c = c_{min}$	[mm]	40	50	60	80	100	120



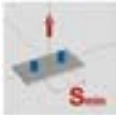
Rozciąganie N_{Rd}: kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$)								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	9,6	14,9	21,5	38,3	56,0	73,6	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	8,2	11,8	21,0	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							



Ścinanie V_{Rd}: kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$), bez ramienia siły								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	3,9	5,7	7,8	12,9	18,9	25,9	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	4,0	5,5	9,1	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – głębokość osadzenia = 12 d^{a)}
(wartości obciążenia dotyczą pojedynczej kotwy)

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = 12 d^{a)}$	[mm]	96	120	144	192	240	288
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	126	150	174	228	284	344
Rozstaw kotew	$s = s_{min}$	[mm]	40	50	60	80	100	120



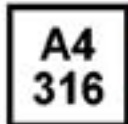
Rozciąganie N_{Rd} : zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew ($s = s_{min}$)								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	11,2	17,2	24,5	42,5	64,9	89,9	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	9,7	13,9	24,3	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							



Ścinanie V_{Rd} : zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew ($s = s_{min}$), bez ramienia siły								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4	
HIT-V 8.8	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8	
HIT-V-R	[kN]	8,3	12,8	19,2	35,3	55,1	79,5	
HIT-V-HCR	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	70,9	
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	12,0	16,8	31,2	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]	-	15,7	22,7	40,3	-	-	
HIT-V-R	[kN]	-	12,8	19,2	35,3	-	-	
HIT-V-HCR	[kN]	-	15,7	22,7	40,3	-	-	

5.5.14 HIT-HY 170 Zaprawa iniekcyjna z tuleją z gwintem wewnętrznym HIS-(R)N

System żywicy iniekcyjnej	Zalety
 Hilti HIT-HY 170 Patron foliowy 500 ml  Mieszacz  Tuleja z gwintem wewnętrznym HIS-N HIS-RN	• Do stosowania w betonie niezarysowanym o klasie od C20/25 do C50/60 • Do betonu suchego i nasyconego wodą • Możliwość stosowania w przypadku małych odległości od krawędzi i małych rozstawów kotew • Odporność na korozję • Zakres temperatury roboczej nawet do 80°C krótkotrwała/50°C długotrwała • Manualne czyszczenie dla rozmiarów otworów ≤18 mm



Aprobaty/Raporty

Opis	Organ wydający/Laboratorium	Numer/Data wydania
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin Niemcy	ETA-14/0457/2015-03-10

^{a)} Wszystkie dane podane w niniejszej sekcji są zgodnie z ETA-14/0457, wydanie 2015-03-10.

Podstawowe dane dotyczące nośności (dla pojedynczej kotwy)

- Prawidłowe osadzenie kotew (patrz instrukcja osadzania),
- Pominięty wpływ odległości od krawędzi i rozstawu kotew,
- Obliczeniowa nośność stali (wartości zaznaczone),
- Grubość materiału podłoża według specyfikacji podanej w tabeli,
- Jeden materiał kotwy według specyfikacji podanej w tabelach,
- Beton C20/25, $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- Zakres temperatury I (minimalna temperatura podłoża -40°C, maksymalna długo-/krótkotrwała temperatura podłoża: +24°C/40°C),
- Zakres temperatury montażu od -5°C do +40°C.

Odnosnie do szczegółów patrz „Uproszczona metoda projektowania”

Głębokość osadzenia i grubość materiału podłoża dla podstawowych danych obciążeniowych:
średnie obciążenia niszczące, nośność charakterystyczna, nośność obliczeniowa, dopuszczalne obciążenia

Rozmiar kotwy		M8x90	M10x110	M12x125	M16x170
Typowa głębokość osadzenia h_{ef}	[mm]	90	110	125	170
Grubość elementu podłoża h	[mm]	120	150	170	230

Średnie obciążenie niszczące: beton niespękany C20/25

Rozmiar kotwy			M8x90	M10x110	M12x125	M16x170
Rozciąganie $N_{Ru,m}$	HIS-N	[kN]	26,3	48,3	70,4	131,3
Ścinanie $V_{Ru,m}$	HIS-N	[kN]	13,7	24,2	35,7	66,2

Nośność charakterystyczna: beton niespękany C20/25

Rozmiar kotwy			M8x90	M10x110	M12x125	M16x170
Rozciąganie N_{Rk}	HIS-N	[kN]	25,0	46,0	67,0	111,9
Ścinanie V_{Rk}	HIS-N	[kN]	13,0	23,0	34,0	63,0

Nośność obliczeniowa: beton niespękany C20/25

Rozmiar kotwy			M8x90	M10x110	M12x125	M16x170
Rozciąganie N_{Rd}	HIS-N	[kN]	16,7	30,7	44,7	74,6
Ścinanie V_{Rd}	HIS-N	[kN]	10,4	18,4	27,2	50,4

Dopuszczalne obciążenia^{a)}: beton niespękany C20/25

Rozmiar kotwy			M8x90	M10x110	M12x125	M16x170
Rozciąganie N_{rec}	HIS-N	[kN]	11,9	21,9	31,9	53,3
Ścinanie V_{rec}	HIS-N	[kN]	7,4	13,1	19,4	36,0

^{a)} Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oddziaływania $\gamma=1,4$. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oddziaływania zależy od typu obciążenia i należy go pobrać z krajowych regulacji.

Zakres temperatury roboczej

Zaprawa iniekcyjna Hilti HIT-HY 170 może być stosowana w podanym poniżej zakresie temperatur. Wzrost temperatury podłoża może spowodować zmniejszenie nośności obliczeniowej wiązania.

Zakres temperatury	Temperatura materiału podłoża	Maksymalna temperatura długotrwałe materiału	Maksymalna temperatura krótkotrwałe materiału
Zakres temperatury I	Od -40°C do +40°C	+24°C	+40°C
Zakres temperatury II	Od -40°C do +80°C	+50°C	+80°C

Maksymalna temperatura krótkotrwałe materiału podłoża

Podwyższone temperatury krótkotrwałe występują w krótkich okresach, np. w konsekwencji dobowych wahań temperatury.

Maksymalna temperatura długotrwałe materiału podłoża

Podwyższone temperatury długotrwałe materiału podłoża utrzymują się przez dłuższy okres czasu na względnie takim samym poziomie.

Materiały

Właściwości mechaniczne HIS-(R)N

Rozmiar kotwy			M8x90	M10x110	M12x125	M16x170
Nominalna wytrzymałość na rozciąganie f_{uk}	HIS-N	[N/mm ²]	490	490	490	490
	Śruba 8.8	[N/mm ²]	800	800	800	800
	HIS-RN	[N/mm ²]	700	700	700	700
	Śruba A4-70	[N/mm ²]	700	700	700	700
Granica plastyczności f_{yk}	HIS-N	[N/mm ²]	390	390	390	390
	Śruba 8.8	[N/mm ²]	640	640	640	640
	HIS-RN	[N/mm ²]	350	350	350	350
	Śruba A4-70	[N/mm ²]	450	450	450	450
Pole przekroju czynnego A_s	HIS-(R)N	[N/mm ²]	51,5	108,0	169,1	256,1
	Śruba	[N/mm ²]	36,6	58	84,3	157
Wskaźnik wytrzymałości W	HIS-(R)N	[N/mm ²]	145	430	840	1595
	Śruba	[N/mm ²]	31,2	62,3	109	277

Jakość materiału

Nazwa elementu	Materiał
Tuleja z gwintem wewnętrznym ^{a)} HIS-N	Stal cynkowana galwanicznie $\leq 5 \mu\text{m}$
Tuleja z gwintem wewnętrznym ^{b)} HIS-RN	Stal nierdzewna, 1.4401 i 1.4571

^{a)} Odpowiednia śruba mocująca: klasa wytrzymałości 8.8, A5 > 8% ciągliwości.
Stal cynkowana galwanicznie $\leq 5 \mu\text{m}$.

^{b)} Odpowiednia śruba mocująca: klasa wytrzymałości 70, A5 > 8% ciągliwości.
Stal nierdzewna, 1.4401; 1.4404; 1.4578; 1.4571; 1.4439; 1.4362.

Właściwości mechaniczne HIS-(R)N

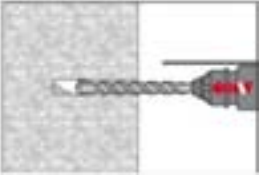
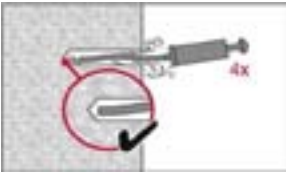
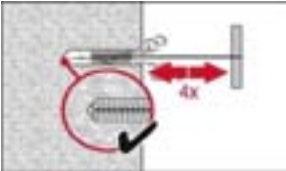
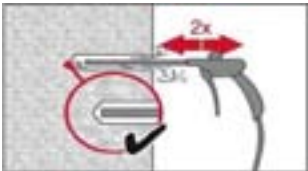
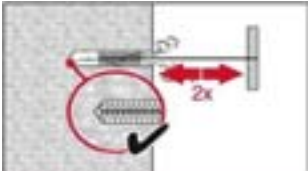
Rozmiar kotwy			M8x90	M10x110	M12x125	M16x170
Tuleja z gwintem wewnętrznym HIS-N						
Głębokość osadzenia	HIS-N	[mm]	90	110	125	170

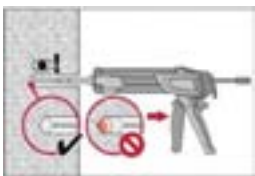
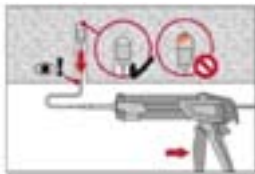
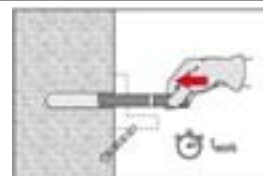
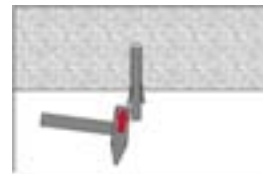
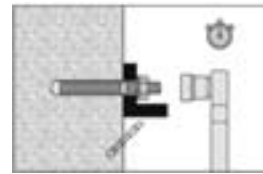
Montaż

Urządzenia do montażu

Rozmiar kotwy	M8	M10	M20	M24
Młotowiertarka	TE 2-TE 30		TE 40-TE 70	
Inne narzędzia	Pistolet pneumatyczny lub pompa do przedmuchania, zestaw szczotek do czyszczenia, dozownik			

Instrukcja montażu

Wiercenie otworu	
Wiercenie udarowe	
	Należy wykonać otwór do żądanej głębokości osadzenia z użyciem wiertarki udarowej ustawionej w trybie obrotowo-udarowym z zastosowaniem wiertła z końcówką z węglika o odpowiedniej wielkości.
Czyszczenie otworu	
Czyszczenie manualne (MC): tylko beton niezarysowany Dla otworów o średnicach $d_0 \leq 18$ mm i głębokości otworu $h_0 \leq 10d$	
	Do przedmuchiwania otworów wierconych do średnicy $d_0 \leq 18$ mm i głębokości osadzenia do $h_{ef} \leq 10 \cdot d$ można użyć pompki ręcznej Hilti. Należy przedmuchać otwór przynajmniej cztery razy, zaczynając od dna otworu, aż strumień powietrza powrotnego będzie wolny od widocznego pyłu.
	Otwór należy wyszczotkować cztery razy za pomocą właściwej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne, zastosować przedłużenie) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, oznacza to, że jest ona zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o większej średnicy.
	Ponownie przedmuchać otwór za pomocą pompki ręcznej Hilti przynajmniej cztery razy do momentu, aż strumień powietrza powrotnego będzie wolny od widocznego pyłu.
Czyszczenie sprężonym powietrzem (CAC)	
	Otwór należy przedmuchać dwa razy, zaczynając od jego dna (jeśli to konieczne, zastosować przedłużenie dyszy), na całej długości za pomocą bezolejowego sprężonego powietrza (minimum 6 bar przy 6 m³/godz.) do momentu, aż strumień powietrza powrotnego będzie wolny od widocznego pyłu. Przedmuchać otwór sześć razy, zaczynając od jego dna (jeśli to konieczne, zastosować przedłużenie dyszy) na całej długości za pomocą bezolejowego sprężonego powietrza (minimum 6 bar przy 6 m³/godz.) do momentu, aż strumień powietrza powrotnego będzie wolny od widocznego pyłu.
	Wyszczotkować otwór dwa razy za pomocą właściwej szczotki stalowej Hilti HIT-RB, wkładając ją ruchem obrotowym aż do dna otworu (jeśli to konieczne, zastosować przedłużenie) i wyjmując. Przy wkładaniu do otworu szczotka musi dawać naturalny opór ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) – jeśli tak się nie dzieje, oznacza to, że jest ona zbyt mała i należy ją zastąpić szczotką o większej średnicy.
	Ponownie przedmuchać otwór dwukrotnie za pomocą sprężonego powietrza do momentu, aż strumień powietrza powrotnego będzie wolny od widocznego pyłu.

Przygotowanie iniekcji	
	Należy dokładnie zamocować nową dyszę mieszacza HIT-RE-M Hilti do patrona foliowego (musi być ona ciasno dopasowana). Nie zezwala się na żadne modyfikacje dyszy mieszalnika. Należy przestrzegać instrukcji użycia dozownika. Należy sprawdzić kasetę patronu foliowego pod kątem właściwego funkcjonowania. Nie wolno używać uszkodzonych patronów/kaset. Włożyć patron foliowy do kasety, a kasetę do dozownika HIT.
	Należy odrzucić pierwsze porcje żywicy. Ładunek foliowy otwiera się automatycznie po rozpoczęciu dozowania. W zależności od objętości ładunku foliowego należy odrzucić pierwszą porcję zaprawy. Odrzucane ilości to: - dwa suwy dozownika dla patronu o objętości 330 ml, - trzy suwy dozownika dla patronu o objętości 500 ml.
Iniekcja żywicy od dna otworu bez tworzenia pustek powietrznych	
	Należy wykonać pierwsze dozowanie, zaczynając od dna otworu, powoli wyciągając mieszacz za każdym naciśnięciem tłoka. Napełnić otwór do około dwóch trzecich pełnej pojemności tak, aby przestrzeń pomiędzy kotwą a betonem została w pełni wypełniona żywicą na całej długości osadzenia.
	Po zakończeniu dozowania należy zwolnić tłok w dozowniku, wciskając przycisk zwalniająca. Zapobiegnie to dalszemu wypływowi zaprawy z mieszacza.
	Montaż nad głową i/lub montaż z głębokością osadzenia $h_{gr} > 250$ mm Przy montażu nad głową dozowanie jest możliwe jedynie za pomocą przedłużaczy i końcówek iniekcyjnych. Należy złożyć mieszacz HIT-RE-M, przedłużki i końcówkę iniekcyjną HIT-SZ o odpowiedniej wielkości, a następnie włożyć końcówkę iniekcyjną do dna otworu i zadodować żywicę. W trakcie iniekcji końcówka będzie w sposób naturalny wypychana z otworu w wyniku ciśnienia zaprawy.
Montaż elementu	
	Przed osadzeniem kotwy należy sprawdzić, czy otwór jest wolny od kurzu i zanieczyszczeń, a następnie ustawić i spozycjonować kotwy na odpowiedniej głębokości osadzenia do momentu, aż upłynie czas osadzenia t_{work} . Czas osadzenia t_{work} został podany na następnej stronie.
	W przypadku montażu nad głową należy używać końcówek iniekcyjnych i zabezpieczyć elementy osadzone np. za pomocą klinów HIT-OHW.
	Kotwa może być obciążana po wymaganym czasie utwardzania t_{cure} . Przyłożony montażowy moment dokręcający nie może przekroczyć wartości T_{max} podanych w tabeli szczegółów montażowych.

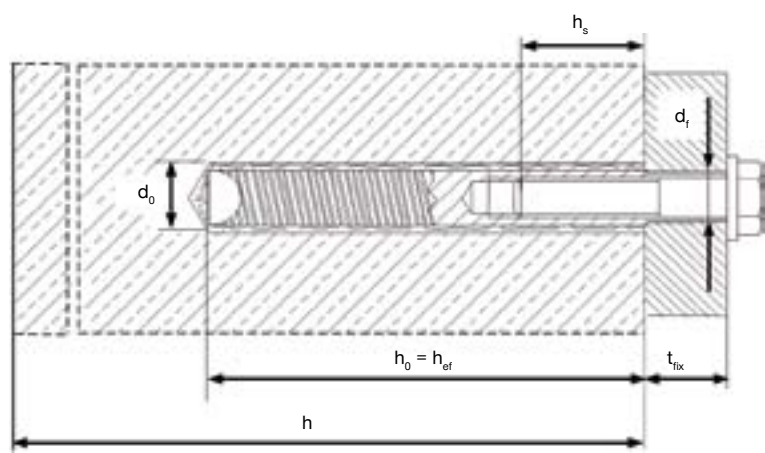
Zapoznaj się z instrukcją użycia, dostarczaną wraz z produktem, aby uzyskać szczegółowe informacje na temat montażu.

Czas osadzania i czas utwardzania

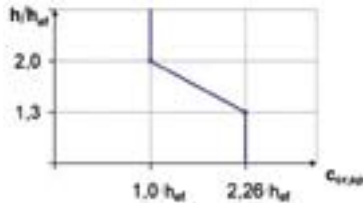
Temperatura w materiale podłoża T	Maksymalny czas osadzenia (korekty) t _{work}	Czas utwardzenia do pełnej obciążalności t _{cure} ^{a)}
Od -5°C do 0°C	10 min.	12 godz.
Od > 0°C do 5°C	10 min.	5 godz.
Od > 5°C do 10°C	8 min.	2,5 godz.
Od > 10°C do 20°C	5 min.	1,5 godz.
Od > 20°C do 30°C	3 min.	45 min.
Od > 30°C do 40°C	2 min.	30 min.

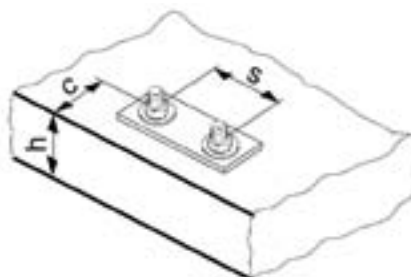
^{a)} Podany czas utwardzania dotyczy suchego elementu podłoża. W przypadku, gdy element podłoża jest mokry, czasy utwardzania należy podwoić.

Szczegóły montażu



Szczegóły montażu

Rozmiar kotwy			M8	M12	M16	M24
Nominalna średnica wiertła	d ₀	[mm]	14	18	22	28
Średnica elementu	d	[mm]	12,5	16,5	20,5	25,4
Czynna głębokość zakotwienia i głębokość otworu	h _{ef}	[mm]	90	110	125	170
Minimalna grubość materiału podłoża	h _{min}	[mm]	120	150	170	230
Maksymalna średnica otworu	d _f	[mm]	9	12	14	18
Długość czynna gwintu; minimum–maksimum	h _s	[mm]	8–20	10–25	12–30	16–40
Maksymalny moment dokręcający	T _{max}	[Nm]	10	20	40	80
Minimalny rozstaw kotew	s _{min}	[mm]	60	75	90	115
Minimalna odległość od krawędzi	c _{min}	[mm]	40	45	55	65
Krytyczny rozstaw ze względu na rozłupanie	s _{cr,sp}	[mm]	2 c _{cr,sp}			
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na rozłupanie ^{b)}	c _{cr,sp}	[mm]	1,0 · h _{ef} dla h / h _{ef} ≥ 2,0			
			4,6 h _{ef} – 1,8 h dla 2,0 > h / h _{ef} > 1,3			
			2,26 h _{ef} dla h / h _{ef} ≤ 1,3			
Krytyczny rozstaw kotew ze względu na wyłamanie stożka betonu	s _{cr,N}	[mm]	2 c _{cr,N}			
Krytyczna odległość od krawędzi ze względu na wyłamanie stożka betonu ^{c)}	c _{cr,N}	[mm]	1,5 h _{ef}			



Dla rozstawu kotew (odległości od krawędzi) mniejszego niż rozstaw krytyczny (krytyczna odległość) obciążenia obliczeniowe muszą zostać zredukowane.

^{a)} Maksymalny zalecany moment dokręcający, pozwalający na uniknięcie uszkodzenia w czasie montażu, przy zastosowaniu minimalnych rozstawów i minimalnej odległości od krawędzi.

^{b)} h : grubość materiału podłoża ($h \geq h_{min}$), h_{ef} : głębokość osadzenia.

^{c)} Krytyczna odległość od krawędzi dla wyłamania stożka betonu zależy od głębokości osadzenia h_{ef} oraz obliczeniowej nośności. Podane w tabeli uproszczone wzory powinny pozwolić na uzyskanie dodatnich wartości.

Uproszczona metoda projektowania

Uproszczona wersja metody projektowania w oparciu o ETAG 001, TR 029:

- Wpływ klasy wytrzymałości betonu,
- Wpływ odległości od krawędzi,
- Wpływ rozstawu kotew,
- Obowiązuje dla grupy dwóch kotew. (Metodę tę można stosować również dla grupy kotew zawierających więcej niż dwie kotwy lub więcej niż dwie odległości od krawędzi. Należy wtedy uwzględnić współczynniki wpływu dla każdej odległości od krawędzi i każdego rozstawu. Obliczone wartości wytrzymałości projektowej będą wtedy wartościami bezpiecznymi. Będą one jednak niższe niż precyzyjne wartości otrzymane w oparciu o ETAG 001, TR 029. Aby tego uniknąć, zaleca się używać oprogramowania projektowego PROFIS Anchor).

Metoda projektowania bazuje na następującym uproszczeniu:

- Na poszczególne kotwy nie działają różne obciążenia (brak niewspółśrodkowości),

Wartości te dotyczą jednej kotwy.

W przypadku bardziej kompleksowych zastosowań mocujących prosimy używać oprogramowania PROFIS Anchor.

Obciążenia rozciągające

Obliczeniowa nośność na rozciąganie to najmniejsza z podanych wartości

- Nośność stali: $N_{Rd,s}$
- Kombinowana nośność na wyciągnięcie kotwy i wyłamanie stożka betonu:

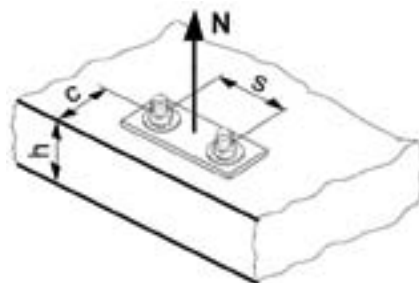
$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \cdot f_{B,p} \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,p} \cdot f_{re,N}$$

- Nośność na wyłamanie stożka betonu:

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$$

- Nośność na rozłupanie betonu (tylko beton niezarysowany):

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,sp} \cdot f_{2,sp} \cdot f_{3,sp} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$$



Podstawowa nośność obliczeniowa na rozciąganie

Obliczeniowa nośność stali $N_{Rd,s}$

Rozmiar kotwy			M8x90	M10x110	M12x125	M16x170
$N_{Rd,s}$	HIS-N	[kN]	16,7	30,7	44,7	83,3
	HIS-RN	[kN]	13,9	21,9	31,6	58,8

Obliczeniowa nośność na kombinację zniszczeń przez wyciągnięcie kotwy i wyłamanie stożka betonu

$$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \cdot f_{B,p} \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,p} \cdot f_{re,N}$$

Rozmiar kotwy			M8x90	M10x110	M12x125	M16x170
Głębokość osadzenia h_{ef}			90	110	125	170
$N_{Rd,p}^0$	Zakres temperatury I	[kN]	23,6	38,0	53,7	90,4
	Zakres temperatury II	[kN]	17,7	28,5	40,3	67,8

Obliczeniowa nośność na wyłamanie stożka betonu $N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$

Obliczeniowa nośność na rozłupanie betonu $N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,sp} \cdot f_{2,sp} \cdot f_{3,sp} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16
$N_{Rd,c}^0$	[kN]		28,7	38,8	47,1	74,6

Czynniki wpływające**Wpływ klasy wytrzymałości betonu na kombinację zniszczeń przez wyciągnięcie kotwy i wyłamanie stożka betonu**

Oznaczenie klasy wytrzymałości betonu (ENV 206)	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{B,p} = (f_{ck,cube}/25\text{N/mm}^2)^{0,15\text{ a)}}$	1,00	1,02	1,04	1,06	1,07	1,08	1,09

a) $f_{ck,cube}$ = wytrzymałość betonu na ściskanie, mierzone na sześcianach o długości boku 150 mm.

Wpływ głębokości osadzenia na nośność kombinacji zniszczeń przez wyciągnięcie kotwy i wyłamanie stożka betonu

$f_{h,p} = 1$

Wpływ klasy wytrzymałości betonu na nośność na wyłamanie stożka betonu

Oznaczenie klasy wytrzymałości betonu (ENV 206)	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{B,p} = (f_{ck,cube}/25\text{N/mm}^2)^{0,15\text{ a)}}$	1	1,1	1,22	1,34	1,41	1,48	1,55

a) $f_{ck,cube}$ = wytrzymałość betonu na ściskanie, mierzone na sześcianach o długości boku 150 mm.

Wpływ odległości od krawędzi^{a)}

$\frac{c/c_{cr,N}}{c/c_{cr,sp}}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$f_{1,N} = 0,7 + 0,3 \cdot c/c_{cr,N} \leq 1$	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1
$f_{1,sp} = 0,7 + 0,3 \cdot c/c_{cr,sp} \leq 1$										
$f_{2,N} = 0,5 \cdot (1 + c/c_{cr,N}) \leq 1$	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1
$f_{2,sp} = 0,5 \cdot (1 + c/c_{cr,sp}) \leq 1$										

a) Odległość od krawędzi nie może być mniejsza niż minimalna odległość od krawędzi c_{min} . Dla każdej odległości od krawędzi mniejszej niż odległość krytyczna muszą zostać uwzględnione czynniki wpływające.

Wpływ rozstawu kotew^{a)}

$\frac{s/s_{cr,N}}{s/s_{cr,sp}}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$f_{3,N} = 0,5 \cdot (1 + s/s_{cr,N}) \leq 1$	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1
$f_{3,sp} = 0,5 \cdot (1 + s/s_{cr,sp}) \leq 1$										

a) Rozstaw kotew nie może być mniejszy niż minimalny rozstaw kotew s_{min} . Dla każdego rozstawu kotew muszą zostać uwzględnione czynniki wpływające.

Wpływ głębokości osadzenia na nośność przy zniszczeniu przez wyłamanie stożka betonu

$f_{h,N} = 1$

Wpływ zbrojenia

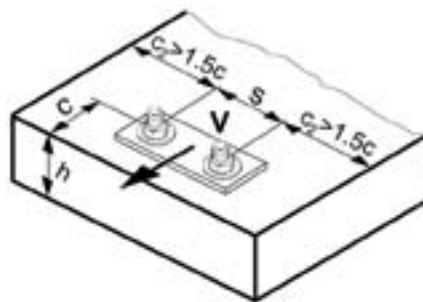
h_{ef} [mm]	40	50	60	70	80	90	≥ 100
$f_{re,N} = 0,5 + h_{ef}/200\text{ mm} \leq 1$	0,7 ^{a)}	0,75 ^{a)}	0,8 ^{a)}	0,85 ^{a)}	0,9 ^{a)}	0,95 ^{a)}	1

a) Współczynnik ten ma zastosowanie tylko przy gęsto położonym zbrojeniu. Jeżeli w obszarze kotwienia znajduje się zbrojenie o rozstawie kotew ≥ 150 mm (dowolna średnica) lub średnicy ≤ 10 mm i rozstawie kotew ≥ 100 mm, to można zastosować współczynnik $f_{re,N} = 1$.

Obciążenia ścinające

Obliczeniowa nośność na rozciąganie to najmniejsza z podanych wartości

- Nośność stali: $V_{Rd,s}$
- Nośność na wyłamanie betonu:
 $V_{Rd,cp} = k \cdot \text{niższa wartość z } N_{Rd,p} \text{ i } N_{Rd,c}$
- Nośność na wyłamanie krawędzi betonu:
 $V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{\beta} \cdot f_h \cdot f_4 \cdot f_{hef} \cdot f_c$



Podstawowa nośność obliczeniowa na ścinanie

Obliczeniowa nośność stali $V_{Rd,s}$

Rozmiar kotwy		M8x90	M10x110	M12x125	M16x170
$V_{Rd,s}$	HIS-N [kN]	10,4	18,4	27,2	50,4
	HIS-RN [kN]	8,3	12,8	19,2	35,3

Nośność obliczeniowa na wyłamanie betonu $V_{Rd,cp} = \text{niższa wartość}^a) \text{ z } k \cdot N_{Rd,p} \text{ i } k \cdot N_{Rd,c}$

$$k = 2 \text{ dla } h_{ef} \geq 60 \text{ mm}$$

- ^{a)} $N_{Rd,p}$ = nośność obliczeniowa na kombinację zniszczeń przez wyciągnięcie kotwy i wyłamanie stożka betonu.
 $N_{Rd,c}$ = nośność obliczeniowa na wyłamanie stożka betonu.

Nośność obliczeniowa na wyłamanie krawędzi betonu $= V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{\beta} \cdot f_h \cdot f_4 \cdot f_{hef} \cdot f_c$

Rozmiar kotwy		M8	M10	M12	M16
Beton niespękany					
$V_{Rd,c}^0$ [kN]		12,4	19,6	28,2	40,2

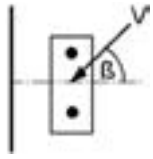
Czynniki wpływające

Wpływ wytrzymałości betonu

Oznaczenie klasy wytrzymałości betonu (ENV 206)	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_B = (f_{ck,cube}/25 \text{ N/mm}^2)^{1/2}$ a)	1	1,1	1,22	1,34	1,41	1,48	1,55

- ^{a)} $f_{ck,cube}$ = wytrzymałość betonu na ściskanie mierzona na kostkach sześciennych o długości boku 150 mm.

Wpływ kąta pomiędzy przyłożonym obciążeniem a kierunkiem prostopadłym do swobodnej krawędzi

Kąt β	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	≥ 90°
$f_{\beta} = \sqrt{\frac{1}{(\cos\alpha_v)^2 + \frac{(\sin\alpha_v)^2}{2,5}}}$ 	1	1,01	1,05	1,13	1,24	1,40	1,64	1,97	2,32	2,50

Wpływ grubości materiału podłoża

h/c	0,15	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	1,05	1,2	1,35	≥ 1,5
$f_h = \{h/(1,5 \cdot c)\}^{1/2} \leq 1$	0,32	0,45	0,55	0,63	0,71	0,77	0,84	0,89	0,95	1,00

Wpływ rozstawu kotew i odległości od krawędzi^{a)} na nośność na wyłamanie krawędzi betonu: $f_4 = (c/h_{ef})^{1,5} \cdot 1 + s / [3 \cdot c] \cdot 0,5$

c/h _{ef}	Kotwa pojedyncza	Grupa dwóch kotew s/h _{ef}														
		0,75	1,50	2,25	3,00	3,75	4,50	5,25	6,00	6,75	7,50	8,25	9,00	9,75	10,50	11,25
0,50	0,35	0,27	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
0,75	0,65	0,43	0,54	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
1,00	1,00	0,63	0,75	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	1,40	0,84	0,98	1,12	1,26	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
1,50	1,84	1,07	1,22	1,38	1,53	1,68	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
1,75	2,32	1,32	1,49	1,65	1,82	1,98	2,15	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32
2,00	2,83	1,59	1,77	1,94	2,12	2,30	2,47	2,65	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83
2,25	3,38	1,88	2,06	2,25	2,44	2,63	2,81	3,00	3,19	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38
2,50	3,95	2,17	2,37	2,57	2,77	2,96	3,16	3,36	3,56	3,76	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95
2,75	4,56	2,49	2,69	2,90	3,11	3,32	3,52	3,73	3,94	4,15	4,35	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56
3,00	5,20	2,81	3,03	3,25	3,46	3,68	3,90	4,11	4,33	4,55	4,76	4,98	5,20	5,20	5,20	5,20
3,25	5,86	3,15	3,38	3,61	3,83	4,06	4,28	4,51	4,73	4,96	5,18	5,41	5,63	5,86	5,86	5,86
3,50	6,55	3,51	3,74	3,98	4,21	4,44	4,68	4,91	5,14	5,38	5,61	5,85	6,08	6,31	6,55	6,55
3,75	7,26	3,87	4,12	4,36	4,60	4,84	5,08	5,33	5,57	5,81	6,05	6,29	6,54	6,78	7,02	7,26
4,00	8,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75
4,25	8,76	4,64	4,90	5,15	5,41	5,67	5,93	6,18	6,44	6,70	6,96	7,22	7,47	7,73	7,99	8,25
4,50	9,55	5,04	5,30	5,57	5,83	6,10	6,36	6,63	6,89	7,16	7,42	7,69	7,95	8,22	8,49	8,75
4,75	10,35	5,45	5,72	5,99	6,27	6,54	6,81	7,08	7,36	7,63	7,90	8,17	8,45	8,72	8,99	9,26
5,00	11,18	5,87	6,15	6,43	6,71	6,99	7,27	7,55	7,83	8,11	8,39	8,66	8,94	9,22	9,50	9,78
5,25	12,03	6,30	6,59	6,87	7,16	7,45	7,73	8,02	8,31	8,59	8,88	9,17	9,45	9,74	10,02	10,31
5,50	12,90	6,74	7,04	7,33	7,62	7,92	8,21	8,50	8,79	9,09	9,38	9,67	9,97	10,26	10,55	10,85

^{a)} Rozstaw kotew oraz odległość od krawędzi nie mogą być mniejsze niż minimalny rozstaw kotew s_{min} oraz minimalna odległość od krawędzi c_{min} .

Wpływ głębokości osadzenia

Rozmiar kotwy	M8	M10	M12	M16
$f_{hef} =$	1,38	1,21	1,04	1,22

Wpływ odległości od krawędzi^{a)}

c/d	4	6	8	10	15	20	30	40
$f_c = (d/c)^{0,19}$	0,77	0,71	0,67	0,65	0,60	0,57	0,52	0,50

^{a)} Odległość od krawędzi nie może być mniejsza niż minimalna odległość od krawędzi c_{min} .

Nośność przy kombinacji zniszczeń przez rozciąganie i ścinanie

W przypadku kombinacji obciążeń naprężających i ścinających patrz załącznik „Projektowanie kotew”.

Wartości wstępnie obliczone – wartości obliczeniowe nośności

Wszystkie dane odnoszą się do:

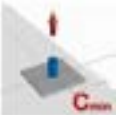
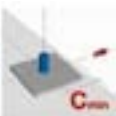
- Betonu niespękanego C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$,
- Zakresu temperatury I (patrz zakres temperatury roboczej),
- Minimalnej grubości materiału podłoża,
- Braku wpływu gęsto położonego zbrojenia.

Dopuszczalne obciążenia można obliczyć, dzieląc nośność obliczeniową przez ogólny częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla działania rzędu $\gamma = 1,4$. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa zależy od rodzaju obciążenia i należy go pobrać z przepisów krajowych.

Nośność obliczeniowa: beton niezarysowany C20/25

Rozmiar kotwy		M8x90	M10x110	M12x125	M16x170
Głębokość osadzenia	h_{ef} [mm]	90	110	125	170
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$ [mm]	120	150	170	230
	Rozciąganie N_{Rd}: kotwa pojedyncza, brak wpływu odległości od krawędzi				
	HIS-N [kN]	16,7	30,7	44,7	74,6
	HIS-RN [kN]	13,9	21,9	31,6	58,8
	Ścinanie V_{Rd}: kotwa pojedyncza, brak wpływu odległości od krawędzi, bez ramienia siły				
	HIS-N [kN]	10,4	18,4	27,2	50,4
	HIS-RN [kN]	8,3	12,8	19,2	35,3

Nośność obliczeniowa: beton niezarysowany C20/25

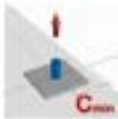
Rozmiar kotwy		M8x90	M10x110	M12x125	M16x170
Głębokość osadzenia	h_{ef} [mm]	90	110	125	170
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$ [mm]	120	150	170	230
Odległość od krawędzi	$c = c_{min}$ [mm]	40	45	55	65
	Rozciąganie N_{Rd} : kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$)				
	HIS-N [kN]	12,0	17,5	21,6	33,1
	HIS-RN [kN]				
	Ścinanie V_{Rd} : kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$), bez ramienia siły				
	HIS-N [kN]	4,2	5,5	7,6	10,8
	HIS-RN [kN]				

Nośność obliczeniowa: beton niezarysowany C20/25

Rozmiar kotwy		M8x90	M10x110	M12x125	M16x170
Głębokość osadzenia	h_{ef} [mm]	90	110	125	170
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$ [mm]	120	150	170	230
Rozstaw kotew	$s = s_{min}$ [mm]	60	75	90	115
	Rozciąganie N_{Rd}: zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew ($s = s_{min}$)				
	HIS-N [kN]	15,2	22,5	27,5	43,1
	HIS-RN [kN]	13,9	21,9	27,5	43,1
	Ścinanie V_{Rd}: zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew ($s = s_{min}$), bez ramienia siły				
	HIS-N [kN]	10,4	18,4	27,2	50,4
	HIS-RN [kN]	8,3	12,8	19,2	35,3

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – minimalna głębokość osadzenia

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_e f = h_{ef,min}$	[mm]	60	60	70	80	90	96
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	100	100	100	116	134	152
Rozstaw kotew	$c = c_{min}$	[mm]	40	50	60	80	100	120

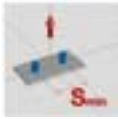


Rozciąganie N_{Rd}: kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$)								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	6,1	8,5	11,6	15,4	19,8	24,8	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	4,7	6,6	11,1	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							



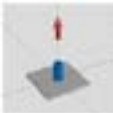
Ścinanie V_{Rd}: kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$), bez ramienia siły								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	3,5	4,9	6,6	10,2	13,9	17,9	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	3,5	4,7	7,2	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cub} = 25 \text{ N/mm}^2$ – minimalna głębokość osadzenia
(wartości obciążeń dotyczą kotwy pojedynczej)

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24	
Głębokość osadzenia	hef = hef,min	[mm]	60	60	70	80	90	96	
Grubość materiału podłoża	h = hmin	[mm]	100	100	100	116	134	152	
Rozstaw kotew	c = cmin	[mm]	40	50	60	80	100	120	
	Rozciąganie N_{Rd}: zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew (s) = s_{min})								
	Beton niezarysowany								
	HIT-V 5.8	[kN]	6,8	8,5	11,6	15,1	18,5	21,5	
	HIT-V 8.8	[kN]							
	HIT-V-R	[kN]							
	HIT-V-HCR	[kN]							
	Beton zarysowany								
	HIT-V 5.8	[kN]	-	4,9	6,7	10,2	-	-	
	HIT-V 8.8	[kN]							
	HIT-V-R	[kN]							
	HIT-V-HCR	[kN]							
		Ścinanie V_{Rd}: zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew (s = s_{min}), bez ramienia siły							
		Beton niezarysowany							
		HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	39,4	44,9
		HIT-V 8.8	[kN]	12,0	16,1	22,6	32,1	39,4	44,9
HIT-V-R		[kN]	8,3	12,8	19,2	32,1	39,4	44,9	
HIT-V-HCR		[kN]	12,0	16,1	22,6	32,1	39,4	44,9	
Beton zarysowany									
HIT-V 5.8		[kN]	-	8,8	12,4	19,7	-	-	
HIT-V 8.8		[kN]							
HIT-V-R		[kN]							
HIT-V-HCR		[kN]							

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – typowa głębokość osadzenia

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = h_{ef,typ}$	[mm]	80	90	110	125	170	210
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	110	120	140	161	214	266



Rozciąganie N_{Rd}: kotwa pojedyncza, brak wpływu odległości od krawędzi								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	12,0	18,8	27,6	41,9	71,2	102,5	
HIT-V 8.8	[kN]	13,4	18,8	27,6	41,9	71,2	102,5	
HIT-V-R	[kN]	13,4	18,8	27,6	41,9	71,2	102,5	
HIT-V-HCR	[kN]	13,4	18,8	27,6	41,9	71,2	102,5	
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	10,4	15,2	23,0	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							



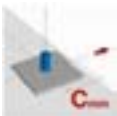
Ścinanie V_{Rd}: kotwa pojedyncza, brak wpływu odległości od krawędzi, bez ramienia siły								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4	
HIT-V 8.8	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8	
HIT-V-R	[kN]	8,3	12,8	19,2	35,3	55,1	79,5	
HIT-V-HCR	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	70,9	
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	12,0	16,8	31,2	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]	-	18,4	27,2	46,1	-	-	
HIT-V-R	[kN]	-	12,8	19,2	35,3	-	-	
HIT-V-HCR	[kN]	-	18,4	27,2	46,1	-	-	

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – typowa głębokość osadzenia

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = h_{ef,typ}$	[mm]	80	90	110	125	170	210
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	110	120	140	161	214	266
Odległość od krawędzi	$c = c_{min}$	[mm]	40	50	60	80	100	120

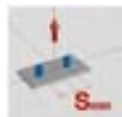


Rozciąganie N_{Rd} : kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$)							
Beton niezarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	8,0	11,2	16,4	23,7	36,6	49,8
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						
Beton zarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	-	6,2	9,0	13,7	-	-
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						



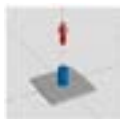
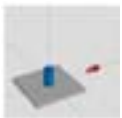
Ścinanie V_{Rd} : kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$), bez ramienia siły							
Beton niezarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	3,7	5,3	7,3	11,5	17,2	23,6
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						
Beton zarysowany							
HIT-V 5.8	[kN]	-	3,8	5,2	8,1	-	-
HIT-V 8.8	[kN]						
HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]						

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – typowa głębokość osadzenia
(wartości obciążenia dotyczą kotwy pojedynczej)

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = h_{ef,min}$	[mm]	80	90	110	125	170	210
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	110	120	140	161	214	266
Rozstaw kotew	$c = c_{min}$	[mm]	40	50	60	80	100	120
	Rozciąganie N_{Rd}: zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew $s = s_{min}$							
	Beton niezarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	9,2	12,6	18,3	26,3	42,2	57,7
	HIT-V 8.8	[kN]						
	HIT-V-R	[kN]						
	HIT-V-HCR	[kN]						
	Beton zarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	-	7,2	10,5	15,4	-	-
	HIT-V 8.8	[kN]						
	HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]							

	Ścinanie V_{Rd}: zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew ($s = s_{min}$), bez ramienia siły							
	Beton niezarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4
	HIT-V 8.8	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8
	HIT-V-R	[kN]	8,3	12,8	19,2	35,3	55,1	79,5
	HIT-V-HCR	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	70,9
	Beton zarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	-	12,0	16,8	28,0	-	-
	HIT-V 8.8	[kN]	-	12,3	18,0	28,0	-	-
	HIT-V-R	[kN]	-	12,3	18,0	28,0	-	-
HIT-V-HCR	[kN]	-	12,3	18,0	28,0	-	-	

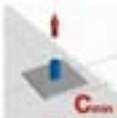
Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – głębokość osadzenia = 12 d^{a)}

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = 12 d^{a)}$	[mm]	96	120	144	192	240	288
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	126	150	174	228	284	344
	Rozciąganie N_{Rd} : kotwa pojedyncza, brak wpływu odległości od krawędzi							
	Beton niezarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	12,0	19,3	28,0	52,7	82,0	118,0
	HIT-V 8.8	[kN]	16,1	25,1	36,2	64,3	100,5	144,8
	HIT-V-R	[kN]	13,9	21,9	31,6	58,8	92,0	132,1
	HIT-V-HCR	[kN]	16,1	25,1	36,2	64,3	100,5	117,6
	Beton zarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	-	13,8	19,9	35,4	-	-
	HIT-V 8.8	[kN]						
	HIT-V-R	[kN]						
HIT-V-HCR	[kN]							
	Ścinanie V_{Rd} : kotwa pojedyncza, brak wpływu odległości od krawędzi, bez ramienia siły							
	Beton niezarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4
	HIT-V 8.8	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8
	HIT-V-R	[kN]	8,3	12,8	19,2	35,3	55,1	79,5
	HIT-V-HCR	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	70,9
	Beton zarysowany							
	HIT-V 5.8	[kN]	-	12,0	16,8	31,2	-	-
	HIT-V 8.8	[kN]	-	18,4	27,2	50,4	-	-
	HIT-V-R	[kN]	-	12,8	19,2	35,3	-	-
HIT-V-HCR	[kN]	-	18,4	27,2	50,4	-	-	

a) d = średnica elementu.

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – głębokość osadzenia = 12 d^{a)}

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = 12 d^{(9)}$	[mm]	96	120	144	192	240	288
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	126	150	174	228	284	344
Odległość od krawędzi	$c = c_{min}$	[mm]	40	50	60	80	100	120



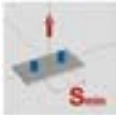
Rozciąganie N_{Rd}: kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$)								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	9,6	14,9	21,5	38,3	56,0	73,6	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	8,2	11,8	21,0	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							



Ścinanie V_{Rd}: kotwa pojedyncza, minimalna odległość od krawędzi ($c = c_{min}$), bez ramienia siły								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	3,9	5,7	7,8	12,9	18,9	25,9	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	4,0	5,5	9,1	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							

Nośność obliczeniowa: beton C20/25 – $f_{ck,cube} = 25 \text{ N/mm}^2$ – głębokość osadzenia = 12 d^{a)}
(wartości obciążenia dotyczą pojedynczej kotwy)

Rozmiar kotwy			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Głębokość osadzenia	$h_{ef} = 12 d^{a)}$	[mm]	96	120	144	192	240	288
Grubość materiału podłoża	$h = h_{min}$	[mm]	126	150	174	228	284	344
Rozstaw kotew	$s = s_{min}$	[mm]	40	50	60	80	100	120



Rozciąganie N_{Rd} : zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew ($s = s_{min}$)								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	11,2	17,2	24,5	42,5	64,9	89,9	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	9,7	13,9	24,3	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]							
HIT-V-R	[kN]							
HIT-V-HCR	[kN]							



Ścinanie V_{Rd} : zamocowanie podwójne, brak wpływu odległości od krawędzi, minimalny rozstaw kotew ($s = s_{min}$), bez ramienia siły								
Beton niezarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4	
HIT-V 8.8	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8	
HIT-V-R	[kN]	8,3	12,8	19,2	35,3	55,1	79,5	
HIT-V-HCR	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	70,9	
Beton zarysowany								
HIT-V 5.8	[kN]	-	12,0	16,8	31,2	-	-	
HIT-V 8.8	[kN]	-	15,7	22,7	40,3	-	-	
HIT-V-R	[kN]	-	12,8	19,2	35,3	-	-	
HIT-V-HCR	[kN]	-	15,7	22,7	40,3	-	-	

5.5.15 HIT-HY 170 Zaprawa iniekcyjna z prętem zbrojeniowym

System zaprawy iniekcyjnej	Zalety
 Hilti HIT-HY 170 Ładunek foliowy 330 ml oraz 500 ml Mieszacz Element stalowy	• Do betonu o klasie wytrzymałości od C12/15 do C50/60 • Do betonu suchego i nasączonego wodą • Możliwość przenoszenia wysokich obciążeń i szybkie utwardzanie • Wysoka odporność na korozję • Do prętów zbrojeniowych o średnicy do 25 mm • Zakres temperatury pracy zamocowanie do 80°C krótkoterminowa / 50°C długoterminowa • Manualne oczyszczanie do otworów o średnicy ≤ 20 mm i głębokości osadzenia $h_{ef} \leq 10d$ • Głębokość osadzenia do 1000 mm, w zależności od średnicy pręta zbrojeniowego



Aprobaty/Raporty

Opis	Organ wydający/Laboratorium	Numer/Data wydania
Europejska Aprobata Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin	ETA-15/0297/2015-12-11

^{a)} Wszystkie dane zawarte w niniejszym rozdziale są zgodne z ETA-15/0297 wydanie 2015-12-11.

Materiały

Opis	Materiał
Pręty zbrojeniowe	
Zbrojenie zgodne z EN 1992-1-1	Pręty zbrojeniowe oraz pręty walcowane klasy B lub C, gdzie f_{yk} oraz k jest określone w normie EN 1992-1-1: $f_{uk} = f_{tk} = k \cdot f_{yk}$

Szczegóły montażu

Czas osadzenia i czas utwardzania

Temperatura materiału podłoża T	Maksymalny czas osadzenia (korekty) t_{work}	Czas utwardzenia do pełnej obróbki $t_{cure}^{a)}$
$-5^{\circ}\text{C} \leq T \leq 0^{\circ}\text{C}$	10 min.	12 godz.
$0^{\circ}\text{C} < T \leq 5^{\circ}\text{C}$	10 min.	5 godz.
$5^{\circ}\text{C} < T \leq 10^{\circ}\text{C}$	8 min.	2,5 godz.
$10^{\circ}\text{C} < T \leq 20^{\circ}\text{C}$	5 min.	1,5 godz.
$20^{\circ}\text{C} < T \leq 30^{\circ}\text{C}$	3 min.	45 min.

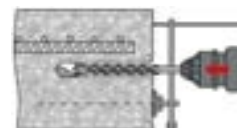
^{a)} Podany czas utwardzania dotyczy suchego materiału podłoża. W przypadku, gdy materiał podłoża jest mokry, czasy utwardzania należy podwoić.

Narzędzia do montażu

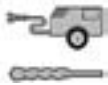
Rozmiar kotwy	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25
Wiertarka udarowa	TE 2-TE 40					TE 40-TE 70				
Inne narzędzia	Pistolet pneumatyczny lub pompka do przedmuchiwania, zestaw szczotek do czyszczenia, dozownik									

Minimalna otulina betonu c_{min} dla zbrojenia wklejanego

Metoda wiercenia	Średnica pręta [mm]	Minimalna otulina betonu c_{min} [mm]	
		Bez narzędzia pomocniczego do wiercenia	Z narzędziem pomocniczym do wiercenia
Wiercenie udarowe (HD)	$\phi < 25$	$30 + 0,06 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$	$30 + 0,02 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$
	$\phi \geq 25$	$40 + 0,06 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$	$40 + 0,02 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$
Wiercenie pneumatyczne (CA)	$\phi < 25$	$50 + 0,08 \cdot l_v$	$50 + 0,02 \cdot l_v$
	$\phi \geq 25$	$60 + 0,08 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$	$60 + 0,02 \cdot l_v \geq 2 \cdot \phi$



Wiercenie i czyszczenie otworu

Pręt zbrojeniowy	Wiercenie udarowe (HD)	Wiercenie pneumatyczne (CA)	Szczotka HIT-RB	Dysza powietrza HIT-DL	Przedłużka do dyszy
					
Średnica [mm]	Średnica wiertła d ₀ [mm]		Rozmiar		[–]
8	10 ^{a)}	–	10	10	HIT-DL 10/0,8 lub HIT-DL V10/1
	12	–	12	12	
10	12 ^{a)}	–	12	12	
	14	–	14	14	
12	14 ^{a)}	–	14	14	
	16	–	16	16	
	–	17	18	16	
14	18	–	18	18	
	–	17	18	16	
16	20	20	20	20	
18	22	22	22	22	HIT-DL 16/0,8 lub HIT-DL B i/lub HIT-VL 16/0,7 i/lub HIT-VL 16
20	25	–	25	25	
	–	26	28	25	
22	28	28	28	28	
24	32	32	32	32	
25	32	32	32	32	

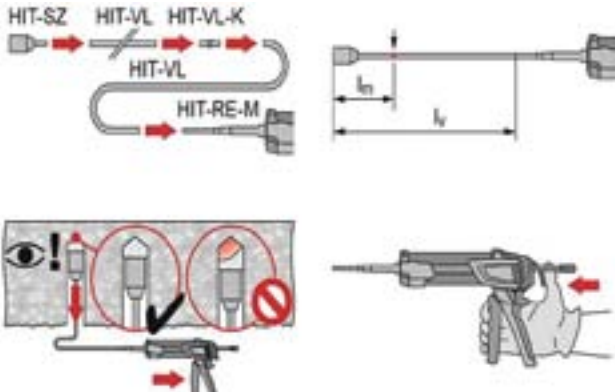
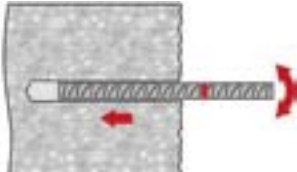
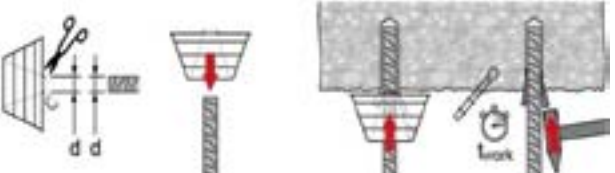
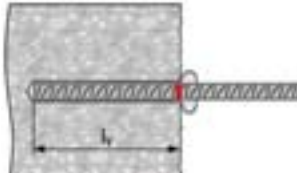
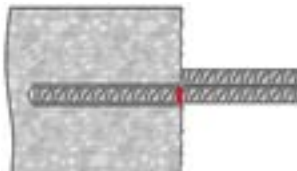
a) Wartości podane w nawiasach obowiązują dla maksymalnej głębokości wiercenia 250 mm.

Głębokość osadzenia $\ell_{v,max}$ w zależności od średnicy pręta

Zbrojenie [mm]	Dozownik HDM 330, HDM 500, HDE 500
Ø ds [mm]	$\ell_{v,max}$ [mm]
od 8 do 16	1000
od 18 do 25	700

Instrukcja montażu

	Beton suchy i nasączony wodą, wiercenie udarowe
	Wiercenie otworu
	Czyszczenie sprężonym powietrzem
	Manualne czyszczenie dla średnic $d_0 \leq 20$ mm i głębokości otworu $h_0 \leq 10d$
	Czyszczenie sprężonym powietrzem dla otwo- rów głębszych niż 250 mm (dla Φ od 8 do 12) lub głębszych niż $20 \cdot \Phi$ (dla $\Phi > 12$ mm)
	Przygotowanie zbrojenia
	Przygotowanie systemu iniekcji
	Metoda iniekcji dla otworu o głębokości ≤ 250 mm (bez montażu nad głową)

	Metoda iniekcji dla otworu o głębokości > 250 mm lub montażu nad głową
	Osadzenie pręta zbrojeniowego
	Osadzenie pręta zbrojeniowego w montażu nad głową
	Przestrzeń wokół zbrojenia wypełniona zaprawą
	Należy przestrzegać czasu osadzania "t_{work}"
	Pełne obciążenie może być przyłożone dopiero po upływie czasu utwardzania t_{cure}

Szczegółowe informacje dotyczące montażu znajdują się w instrukcji użycia dołączonej do produktu.

Podstawowe dane do projektowania zbrojenia

Siła wiązania w N/mm² przy dobrych warunkach wiązania przy wszystkich metodach wiercenia^{a)}

Średnica pręta [mm]	Klasa wytrzymałości betonu								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
8–12	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	3,7	3,7
14–25	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,4	3,4	3,4

^{a)} Dla wszystkich pozostałych warunków wiązania wartości należy pomnożyć przez 0,7.

Minimalna długość kotwienia i minimalna długość zakładu

Minimalną długość kotwienia $\ell_{b,min}$ oraz minimalną długość zakładu $\ell_{0,min}$ zgodnie z EN 1992-1-1 należy zwiększyć poprzez zastosowanie współczynnika z poniższej tabeli.

Średnica pręta (mm)	Klasa wytrzymałości betonu								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
8–25	1,0								

Zakres temperatury roboczej

Zaprawa Hilti HIT-HY 170 może być stosowana w zakresach temperatur podanych poniżej. Podwyższona temperatura podłoża może prowadzić do obniżenia obliczeniowej wytrzymałości wiązania.

	Temperatura materiału podłoża	Maksymalna temperatura długotrwałości materiału podłoża	Maksymalna temperatura krótkotrwałości materiału podłoża
Zakres temperatury	od -40°C do +80°C	+50°C	+80°C

Maksymalna temperatura krótkotrwałości materiału podłoża

Podwyższone temperatury krótkotrwałości występują w krótkich okresach, np. w konsekwencji dobowych wahań temperatury.

Maksymalna temperatura długotrwałości materiału podłoża

Podwyższone temperatury długotrwałości materiału podłoża utrzymują się przez dłuższy okres czasu na względnie takim samym poziomie.

Zjawisko pełzania

Próby pełzania przeprowadzono zgodnie z wytycznymi ETAG 001 część 5 oraz EAD 330087-00-0601 w następujących warunkach: środowisko suche, w temperaturze +50°C, przez okres 90 dni.

Próby te wykazały doskonałe właściwości złączy zbrojeniowych wklejanych z użyciem HIT-HY 170: niska wartość przemieszczania, długotrwała stabilność, wysoka wartość obciążenia niszczącego po długotrwałym obciążeniu siłą przekraczającą nośność obliczeniową po narażeniu na oddziaływanie obciążeniem przekraczającym wartość referencyjną.

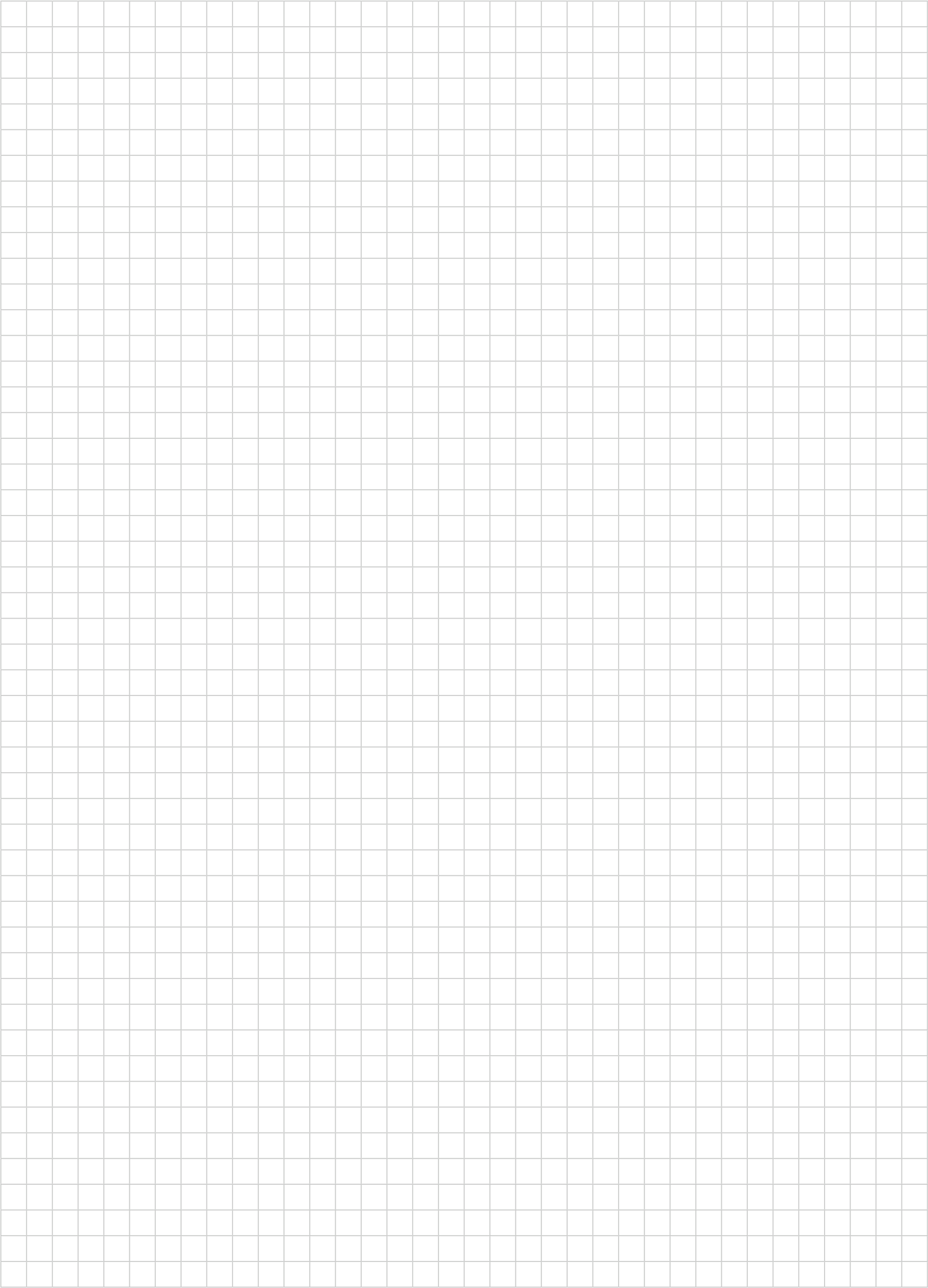
wartość referencyjna = nośność

Wartości nośności obliczeniowej

Wytrzymałość na rozciąganie zbrojenia $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$, beton klasy C25/30, dobre warunki wiązania

Zbrojenie [mm]	Długość kotwienia l_{bd} [mm]	Wartość obliczeniowa N_{Rd}	Objętość zaprawy [ml]	Długość kotwienia l_{bd} [mm]	Wartość obliczeniowa N_{Rd}	Objętość zaprawy [ml]
	$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1,0$			$\alpha_2 \text{ lub } \alpha_5 = 0,7 \quad \alpha_1 = \alpha_3 = \alpha_4 = 1,0$		
8	100	6,8	8	100	9,7	8
	170	11,5	13	140	13,6	11
	250	17,0	19	180	17,4	14
	322	21,9	24	226	21,9	17
10	121	10,3	11	121	14,7	11
	220	18,7	20	170	20,6	15
	310	26,3	28	230	27,9	21
	403	34,2	36	281	34,1	25
12	145	14,8	15	145	21,1	15
	260	26,5	27	210	30,5	22
	370	37,7	39	270	39,3	29
	483	49,2	51	338	49,1	36
14	169	20,1	20	169	28,7	20
	300	35,6	36	240	40,7	29
	430	51,1	52	320	54,3	39
	564	67,0	68	394	66,8	48
16	193	26,2	26	193	37,4	26
	340	46,1	46	280	54,3	38
	490	66,5	67	370	71,7	50
	644	87,4	87	451	87,4	61
18	217	33,1	33	217	47,3	33
	380	58,0	57	310	67,6	47
	540	82,4	81	410	89,4	62
	700	106,9	106	507	110,6	76
20	242	41,1	51	242	58,6	51
	390	66,2	83	350	84,8	74
	550	93,3	117	460	111,5	98
	700	118,8	148	564	136,7	120
22	266	49,6	75	266	70,9	75
	410	76,5	116	380	101,3	107
	560	104,5	158	500	133,3	141
	700	130,6	198	620	165,3	175
24	290	59,0	122	290	84,3	122
	430	87,5	182	420	122,1	177
	560	114,0	236	550	160,0	232
	700	142,5	296	676	196,6	285
25	302	64,0	114	302	91,5	114
	430	91,2	162	430	130,3	162
	570	120,9	214	570	172,7	214
	700	148,4	263	700	212,1	263

Wartości odpowiadają minimalnej długości kotwienia. Maksymalne dopuszczalne obciążenie dotyczy „dobrych warunków wiązania”, zgodnie z opisem w EN 1992-1-1. Dla wszystkich pozostałych warunków wartość należy pomnożyć przez 0,7. Objętość zaprawy odpowiada równaniu: $1,2 \cdot (d_0^2 - d_s^2) \cdot \pi \cdot l_b / 4$, dla wiercenia udarowego.





SZYNY KOTWIĄCE HAC

Technika zamocowań



SPIS TREŚCI

6.1	Modele wymiarowania	6.4
6.2	Koncepcja bezpieczeństwa i aprobaty	6.4
6.3	Procedura wymiarowania według CEN dla obciążeń statycznych lub quasi-statycznych	6.5
6.3.1	Oddziaływania na śruby młotkowe	6.5
6.3.2	Oddziaływania na kotwy	6.6
6.3.3	Oddziaływania na zbrojenie dodatkowe	6.7
6.4	Procedura wymiarowania według CEN dla obciążeń statycznych lub quasi-statycznych – obliczenia sprawdzające	6.9
6.4.1	Siła rozciągająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie stali $N_{Rd,s}$	6.10
6.4.2	Siła rozciągająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie betonu $N_{Rd,c}$	6.11
6.4.3	Siła rozciągająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie zbrojenia dodatkowego $N_{Rd,re,x}$	6.14
6.4.4	Siła ścinająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie stali $V_{Rd,s,x}$	6.15
6.4.5	Siła ścinająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie betonu $V_{Rd,c}$	6.17
6.4.6	Siła ścinająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie zbrojenia dodatkowego $V_{Rd,re}$ Model według CEN	6.20
6.4.7	Siła ścinająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie zbrojenia dodatkowego $V_{Rd,re}$ Model według ETA	6.21
6.4.8	Kombinacja sił rozciągających i ścinających	6.25
6.5	Dane techniczne systemów szyn kotwiących HAC	6.26
6.5.1	Wymiary	6.26
6.5.2	Właściwości materiałowe	6.28
6.5.3	Nośności charakterystyczne szyn kotwiących HAC	6.28
6.5.4	Instrukcja montażu	6.32

SZYNA KOTWIĄCA HAC

Wprowadzenie

Firma Hilti, posiadająca ponad 60-letnie doświadczenie w zakresie techniki zamocowań, zebrała obszerny zasób wiedzy i zdobyła światowe uznanie jako wiarygodny partner w tej dziedzinie. Dla nas jednym z najważniejszych celów jest dostarczanie na rynek budowlany wyrobów o wysokim stopniu innowacyjności. W związku z tym oferujemy szeroki asortyment szyn kotwiących do różnorodnych zastosowań.

Systemy szyn kotwiących posiadają od 1970 roku aprobaty techniczne, wydane przez Niemiecki Instytut Techniki Budowlanej (DIBt). Uwzględniając ówczesny stan techniki, te dokumenty odniesienia są wielkim krokiem naprzód na drodze do zastosowania sprawdzonych i wiarygodnych systemów instalacyjnych. Jednakże w ostatnich latach zmienił się znacznie sposób stosowania wbetonowywanych szyn kotwiących w budownictwie.

Do tej pory wymiarowanie tych systemów na podstawie koncepcji globalnego współczynnika bezpieczeństwa bazowało na zestawieniach tabelarycznych. Przedstawione w tabelach wartości nośności dotyczyły zniszczenia stali. Prowadziło to często do znacznego przewymiarowania systemów. Jako że w dzisiejszych czasach decydujące znaczenie ma wymiarowanie ekonomiczne, a naturalne zasoby – np. surowca – które są niezbędne do produkcji stali, są coraz droższe, optymalne wykorzystanie materiału jest ważniejsze niż kiedykolwiek wcześniej. Ponadto w ostatnich latach dokładnie przebadano różne modele zniszczenia szyn kotwiących. W rezultacie intensywnych prac naukowo-badawczych i kompleksowych testów opracowano nową procedurę wymiarowania, która stawia wymiarowanie szyn kotwiących na tym samym poziomie, co wymiarowanie kotew. Jednakże dla tej nowej metody wymiarowania potrzebny jest złożony model obliczeń sprawdzających. W przypadku takiego sprawdzania uwzględniane są w jego trakcie wszystkie możliwe modele zniszczenia. Tym samym nowa procedura wymiarowania odpowiada idealnie nowej generacji przepisów budowlanych, bazujących na koncepcji częściowych współczynników bezpieczeństwa.

Norma CEN-TS 1992-4 (CEN – Europejski Komitet Normalizacyjny) w połączeniu z Europejską Oceną Techniczną (ETA) tworzą podstawę bezpiecznego, ekonomicznego i jednocześnie dokładnego wymiarowania szyn kotwiących.

Poniższy rozdział odnosi się do statycznych lub quasi-statycznych obciążeń rozciągających, jak również do poprzecznie albo wzdłużnie działających obciążeń ścinających w zarysowanym i niezarysowanym betonie klasy wytrzymałościowej C12/15 do C90/105.

Dla projektowania szyn kotwiących według CEN niezbędne jest elastyczne oprogramowanie bazujące na aktualnym stanie techniki, które pozwoli na efektywną pracę inżynierską. PROFIS Anchor Channel, nowe oprogramowanie firmy Hilti, spełnia te wymagania w imponujący sposób i zapewnia szybkie dokonanie wszystkich niezbędnych sprawdzeń dla oddziaływań statycznych i quasi-statycznych, cyklicznych zmęczeniowych, także w przypadku narażenia na działanie ognia.



Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

6.1 MODELE WYMIAROWANIA

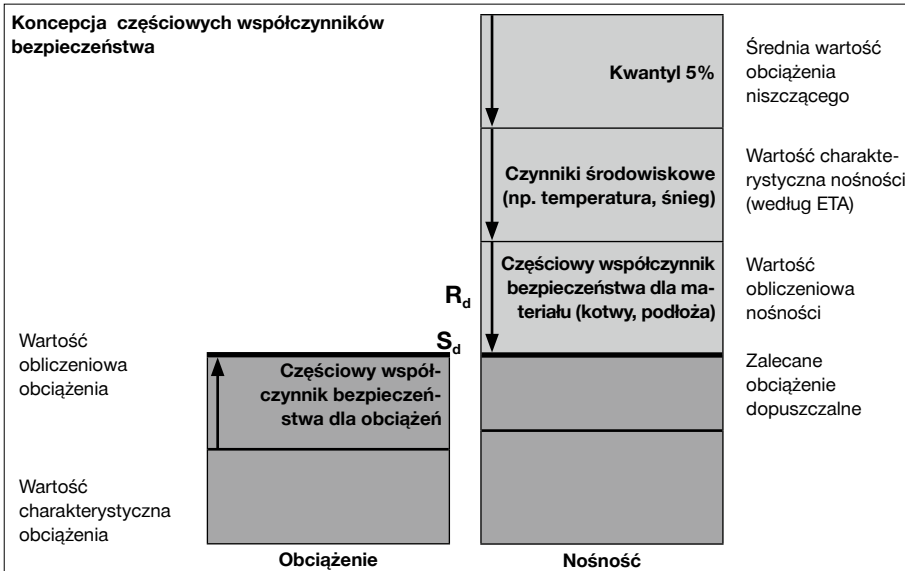
Poniższe modele wymiarowania stosowane są według aktualnego stanu wiedzy technicznej do wymiarowania szyn kotwiących:

CEN 1992-4-1 i CEN 1994-4-3	Rozciąganie + ścinanie
Model według ETA	Obciążenie ogniowe + zmęczeniuowe
Model według DIBt	Siła poprzeczna

Model wymiarowania według CEN		Model wymiarowania według ETA		Model według DIBt
Rozciąganie	Ścinanie	Obciążenie ogniowe	Zmęczenie rozciągające	Siła poprzeczna

6.2 KONCEPCJA BEZPIECZEŃSTWA I APROBATY

W przypadku szyn kotwiących przeznaczonych do stosowania w betonie, które posiadają Europejską Aprobate Techniczną, należy stosować koncepcję częściowych współczynników bezpieczeństwa według zasad CUAP (Common Understanding of Assessment Procedure) [wspólna wykładnia procedur oceny] dokumentem CUAP 06.01/01:2010 i zgodnie z CEN/TS 1992 - 4:2009 do obciążeń statycznych lub quasi-statycznych oraz zgodnie z dokumentem CUAP 06.01/01:2010. Załącznik A do obciążeń zmęczeniowych. Należy przy tym wykazać, że wartość obliczeniowa obciążenia nie przekracza wartości obliczeniowej nośności: $S_d \leq R_d$.



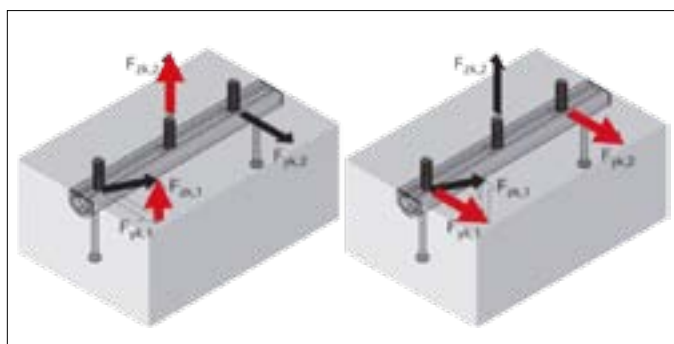
Aprobata

Opis	Organ lub urząd certyfikujący	Numer
Europejska Ocena Techniczna ^{a)}	DIBt, Berlin	ETA-11/0006

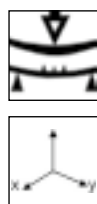
^{a)} Wszystkie dane podane w niniejszym rozdziale zgodnie z ETA-11/0006.

Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

6.3 PROCEDURA WYMIAROWANIA WEDŁUG CEN DLA OBCIĄŻEŃ STATYCZNYCH LUB QUASI-STATYCZNYCH

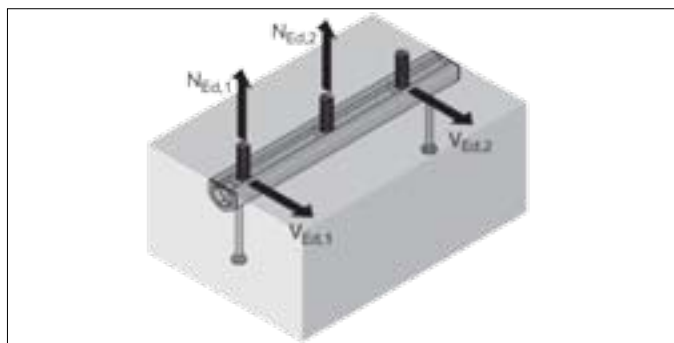
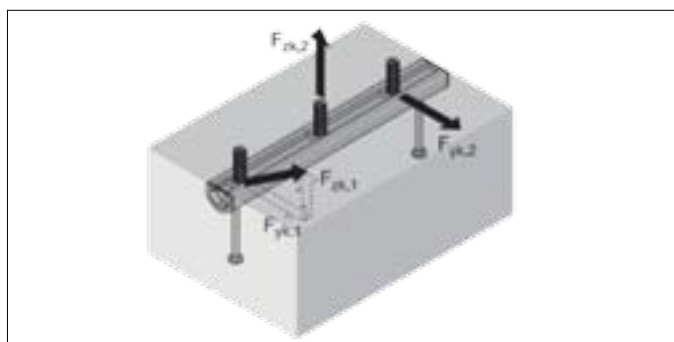


Rozciąganie i ścinanie



6.3.1 Oddziaływania na śruby

- Działające momenty należy przeliczyć na siły działające na śruby.



$$V_{Ed,i} = F_{yk,Q,i} \cdot \gamma_G + F_{yk,Q,i} \cdot \gamma_Q$$

$$N_{Ed,i} = F_{zk,Q,i} \cdot \gamma_G + F_{zk,Q,i} \cdot \gamma_Q$$

$F_{yk,Q,i}$ oraz $F_{zk,Q,i}$ = charakterystyczne oddziaływania wynikające z ciężaru własnego

$F_{yk,Q,i}$ oraz $F_{zk,Q,i}$ = charakterystyczne oddziaływania wynikające z obciążeń zmiennych

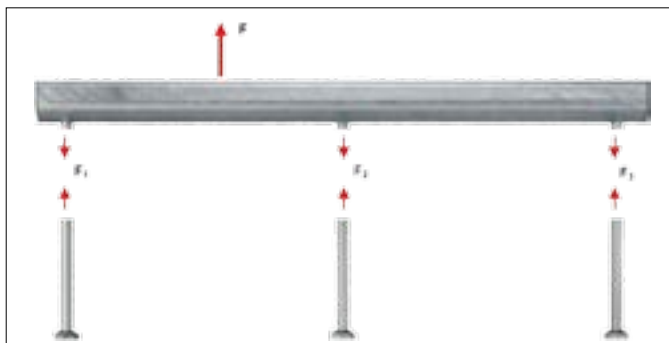
γ_G = częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla ciężaru własnego

γ_Q = częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń zmiennych

Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

6.3.2 Oddziaływania na kotwy

- W celu dokonania niektórych obliczeń sprawdzających konieczna jest znajomość sił F_i działających na kotwy. W tym celu należy obliczyć reakcje na poszczególne kotwy pochodzące od przykładanego obciążenia.
- W przypadku szyn kotwiących z dwiema kotwami (krótkie odcinki szyn) możliwe jest zastosowanie uproszczenia: zakłada się swobodnie podpartą belkę o rozpiętości równej rozstawowi kotew.
- W przypadku większej liczby kotew niż dwie zakłada się trójkątny rozkład obciążeń. Na tej podstawie można określić siły w kotwach oddzielnie dla obciążeń rozciągających i ścinających.



Szyny kotwiące z więcej niż dwiema kotwami

A'_i = rzędna przy kotwie i trójkąta o wysokości 1 w miejscu obciążenia N oraz długości podstawy $2 l_i$

n = liczba kotew szyny w granicach długości wpływu l_i po obu stronach obciążenia N_{ed} lub V_{ed} oddziałującego na śrubę

I_y = moment bezwładności szyny [mm^4], jako uproszczenie przy rozkładzie sił rozciągających lub ścinających

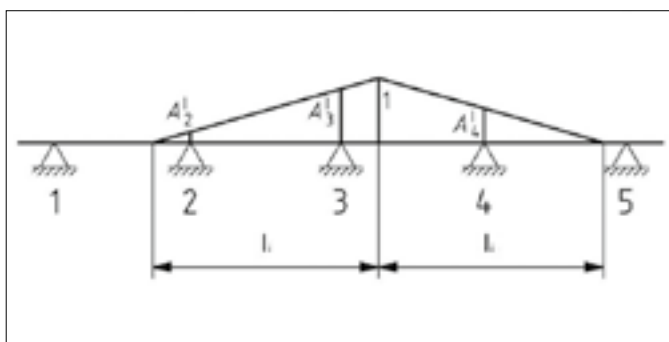
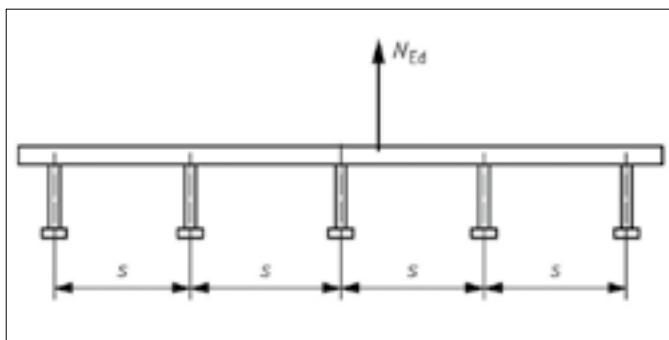
s = rozstaw kotew [mm]

$$k = \frac{1}{\sum_{i=1}^n A'_i}$$

Zasada: twierdzenie Talesa: rzędna (A) i współczynnik (k)

$$N_{Ed,i}^a = k \cdot A'_i \cdot N_{Ed}$$

$$V_{Ed,j}^a = k \cdot A'_j \cdot V_{Ed}$$



Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

6.3.3 Oddziaływania na zbrojenie dodatkowe

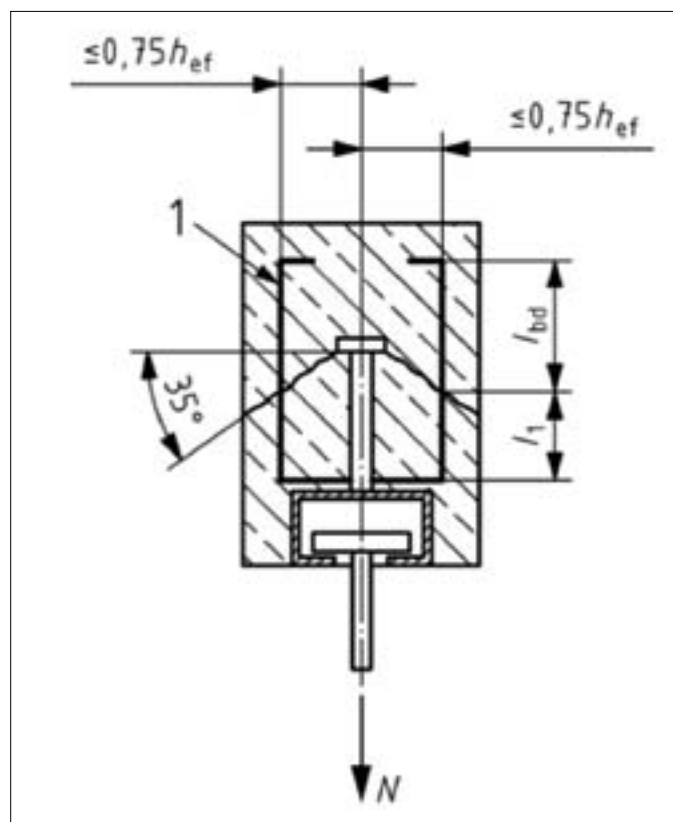
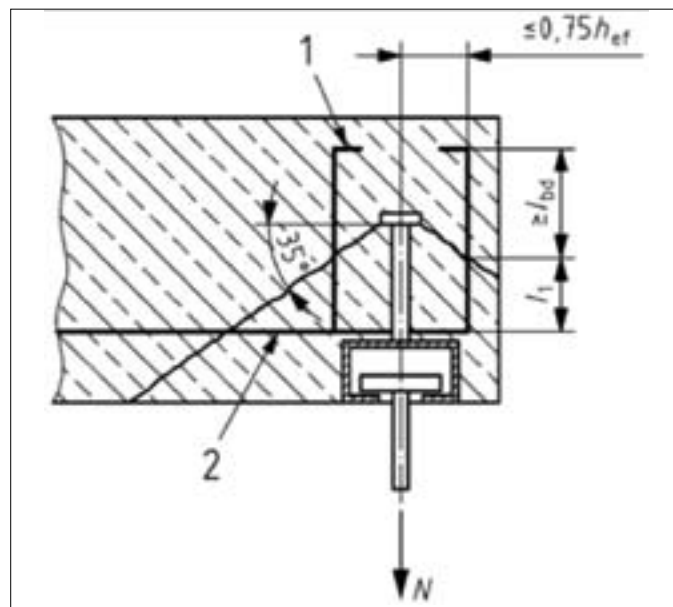
Obciążenia rozciągające w zbrojeniu powstałe na skutek działania siły rozciągającej N_{aEd}

Wartość obliczeniową siły rozciągającej $N_{Ed, re}$ w zbrojeniu dodatkowym należy wyznaczać na podstawie obciążenia obliczeniowego N_{aEd} danej kotwy.

Zbrojenie dodatkowe zdolne do przeniesienia obciążeń rozciągających musi spełniać następujące wymagania:

1. Dla wszystkich kotew jednej szyny muszą być dobrane pręty zbrojeniowe o takiej samej średnicy. Zbrojenie dodatkowe musi być wykonane z żebrowanej stali zbrojeniowej ($f_{yk} \leq 500 \text{ N/mm}^2$) o średnicy maksymalnie 16 mm i ukształtowane w postaci strzemion lub pętli za pomocą trzpieni formujących o średnicy zgodnej z EN 1992-1-1.
2. Zbrojenie dodatkowe należy rozlokować jak najbliżej kotwy, aby zminimalizować efekt mimośrodów, związany z kątem stożka wyłamania betonu. Zbrojenie dodatkowe powinno, jeśli jest to tylko możliwe, obejmować pręty siatek zbrojenia powierzchniowego. Tylko dodatkowe zbrojenie, umieszczone w odległości $\leq 0,75 h_{ef}$ od kotwy, można uznawać za skuteczne.
3. Minimalna długość zakotwienia zbrojenia dodatkowego w stożku wyłamania betonu wynosi $\min l_1 = 4d_s$ (zakotwienie za pomocą haków półokrągłych, haków prostych albo pętli) albo $\min l_1 = 10d_s$ (pręty proste z albo bez przyspawanych prętów poprzecznych).
4. Zakotwienie zbrojenia dodatkowego poza obszarem przyjętego stożka wyłamania betonu musi być zrealizowane z zastosowaniem długości zakotwienia l_{bd} zgodnie z Eurokodem EN 1992-1-1.
5. Zbrojenie powierzchniowe musi być przewidziane jako przenoszące siły z przyjętego modelu kratownicy (według teorii żelbetu) z uwzględnieniem sił rozszczepiających zgodnie z GEN/TS 1992-4-3:2009: 6.2.6.

Dla zniszczenia spowodowanego wyłamaniem stożka betonu nie wymaga się żadnego sprawdzenia, jeżeli wymiarowanie opiera się na zbrojeniu dodatkowym. Ponadto zbrojenie to musi być wymiarowane w taki sposób, by przejmowało całe obciążenie. Zbrojenie musi być odpowiednio zakotwione po obu stronach potencjalnych płaszczyzn wyłamania.



1 = zbrojenie dodatkowe

2 = zbrojenie powierzchniowe

Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

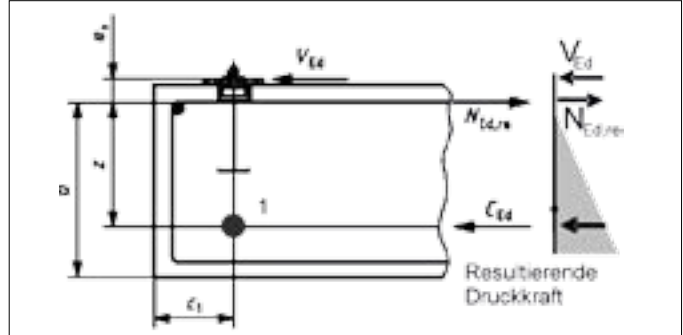
Obciążenia rozciągające w zbrojeniu powstałe na skutek działania siły ścinającej V_{Ed}

Dodatkowe obciążenie górnego zbrojenia spowodowane obciążeniem ścinającym V_{Ed} wynikającym z nieosiowości (V_{Ed} oraz $N_{Ed, re}$ nie leżą na tej samej linii działania).

$$\sum M_1 = 0:$$

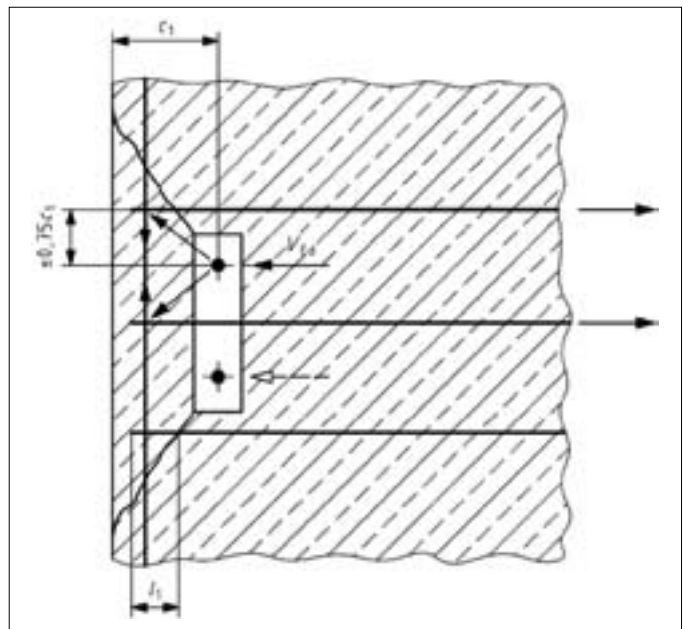
$$N_{Ed, re} \cdot z - V_{Ed} \cdot (e_s + z) = 0$$

$$N_{Ed, re} = V_{Ed} \cdot \left(\frac{e_s}{z} + 1 \right)$$



Zbrojenie dodatkowe zdolne do przeniesienia obciążeń ścinających musi spełnić następujące wymagania:

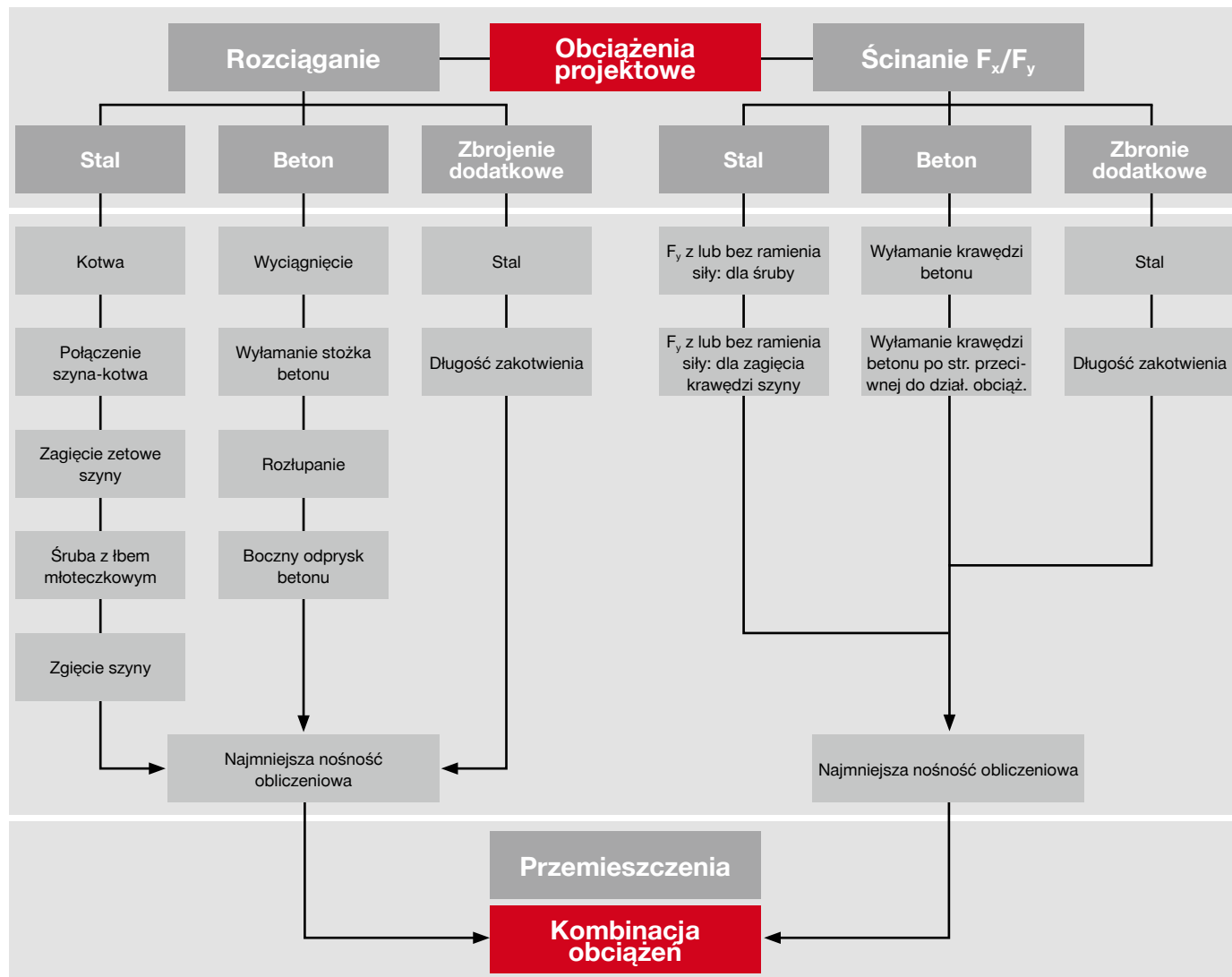
1. Tylko pręty zbrojeniowe umieszczone w odległości $\leq 0,75 c_1$ od kotwy można uznawać za skuteczne.
2. Długość zakotwienia l_1 w stożku wyłamania krawędzi betonu musi wynosić przynajmniej:
 $\min l_1 = 10 d_s$ = proste pręty zbrojeniowe z albo bez przyspawanych prętów poprzecznych;
 $\min l_1 = 4 d_s$ = wygięte pręty zbrojeniowe (haki półokrągłe, haki proste albo pętle).
3. Wzdłuż krawędzi elementu konstrukcji musi znajdować się zbrojenie podłużne zdolne do przeniesienia sił rozciągających powstałych w rezultacie działania kratownicowego. Dla uproszczenia można przyjąć kąt nachylenia krzyżulców ściskanych jako 45° .



Model zniszczenia polegający na wyłamaniu krawędzi betonu nie wymaga żadnego sprawdzenia, jeżeli wymiarowanie przewiduje zastosowanie zbrojenia dodatkowego. Ponadto zbrojenie to musi być wymiarowane w taki sposób, by przejmowało całe obciążenie. Zbrojenie może być również wykonane w postaci zbrojenia powierzchniowego siatkami.

6.4 PROCEDURA WYMIAROWANIA WEDŁUG CEN DLA OBCIĄŻEŃ STATYCZNYCH LUB QUASI-STATYCZNYCH

Obliczenia sprawdzające



Na powyższym schemacie blokowym przedstawiono wymagane sprawdzenia dla szyny kotwiącej, opierając się na modelu obliczeniowym według CEN 1992-4-3.

Dla obu kierunków działania obciążeń należy przeprowadzić osobne sprawdzenie. W toku obliczeń sprawdzających dla obciążeń ścinających i rozciągających uwzględniane są każdorazowo wszystkie zastosowane materiały.

W przypadku stosowania zbrojenia dodatkowego do przeniesienia większych obciążeń należy je zwymiarować i sprawdzić obliczeniowo: a) zgodnie z zasadami wymiarowania według CEN albo b) zgodnie z metodyką ETA.

Jeżeli występują siły rozciągające i ścinające, należy bezwzględnie przeprowadzić sprawdzenie dla kombinacji obciążeń rozciągających i ścinających.

Wartości obliczeniowe dla modelu zniszczenia stali podano w ETA 11/0006.

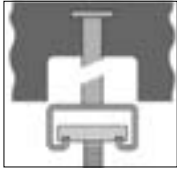
Sprawdzenia dla modelu zniszczenia betonu oraz zniszczenia zbrojenia dodatkowego bazują na wzorach obliczeniowych zawartych w CEN TS 1992-4-3.

Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

6.4.1 Siła rozciągająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie stali $N_{Rd,s,x}$

Zniszczenie stali analizowanej kotwy

$N_{Rk,s,a}$; γ_{Ms} podane w ETA



$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s,a} = \frac{N_{Rk,s,a}}{\gamma_{Ms}}$$

Zniszczenie stali w połączeniu kotwy z szyną kotwiącą

$N_{Rk,s,c}$; γ_{Ms} podane w ETA



$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s,c} = \frac{N_{Rk,s,c}}{\gamma_{Ms}}$$

Zniszczenie stali w wyniku odgięcia skrajnej półki szyny

$N_{Rk,s,l}$; γ_{Ms} podane w ETA



$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s,l} = \frac{N_{Rk,s,l}}{\gamma_{Ms,l}}$$

$N_{Rk,s,l}$ należy zredukować, jeżeli odstęp między sąsiednimi śrubami jest mniejszy niż s_{slb} (podane w ETA, nieujęte w normie CEN), jednakże nie mniejszy niż $s_{min,s}$.

s_s = rzeczywisty odstęp między dwiema sąsiednimi śrubami

s_{slb} = rozstaw graniczny zależny od typu szyny, podany w ETA

$$N_{Rk,s,l} = 0.5 \cdot \left(1 + \frac{s_s}{s_{slb}} \right) \cdot N_{Rk,s,c} \leq 1.0 \cdot N_{Rk,s,c}$$

Zniszczenie stali śruby

$N_{Rk,s}$; γ_{Ms} podane w ETA



$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$$

Charakterystyczna nośność na rozciąganie śruby specjalnej jest identyczna z nośnością na rozciąganie śrub standardowych.

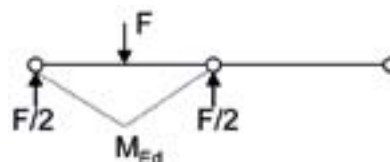
Zniszczenie stali w wyniku wygięcia szyny

$M_{Rk,s,flex}$; $\gamma_{Ms,flex}$ podane w ETA



$$M_{Ed} \leq M_{Rd,s,flex} = \frac{M_{Rk,s,flex}}{\gamma_{Ms,flex}}$$

Uwaga! M_{Ed} oblicza się, posługując się schematem belki jedno-przęsłowej nieutwardzonej.

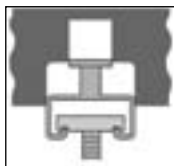


6.4.2 Siła rozciągająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie betonu $N_{Rd,c}$

Sprawdzenia przeprowadzane dla modelu zniszczenia betonu pod wpływem obciążeń rozciągających są kompleksowe. Każdy model zniszczenia cechuje właściwa jej nośność charakterystyczna, która każdorazowo mnożona jest przez różne współczynniki.

Wyrwanie

$N_{Rk,p}$; γ_{Mp} podane w ETA



$$N_{Ed}^p \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$$

Nośność charakterystyczna $N_{Rk,p}$ ograniczana jest przez ściskanie betonu pod łbem kotwy.

$$N_{Rk,p} = 6 \cdot A_h \cdot f_{ck,cube} \cdot \psi_{ucr,N}$$

A_h = powierzchnia przekazywania obciążenia przez łeb kotwy w przypadku łbów okrągłych

$$= \frac{\pi}{4} (d_h^2 - d^2)$$

$f_{ck,cube}$ = wytrzymałość charakterystyczna betonu (określona na próbce kostkowej)

$\psi_{ucr,N}$ = 1,0 dla betonu zarysowanego
= 1,4 dla betonu niezarysowanego

Wyłamanie stożka betonu



$$N_{Ed}^p \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \alpha_{s,N} \cdot \alpha_{e,N} \cdot \alpha_{t,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ucr,N}$$

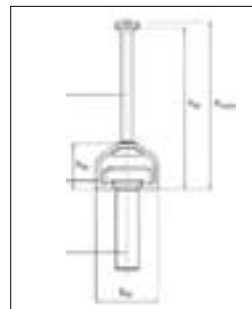
$$N_{Rk,c}^0 = 8.5 \cdot \alpha_{ch} \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1.5}$$

$N_{Rk,c}^0$ = nośność charakterystyczna kotwy

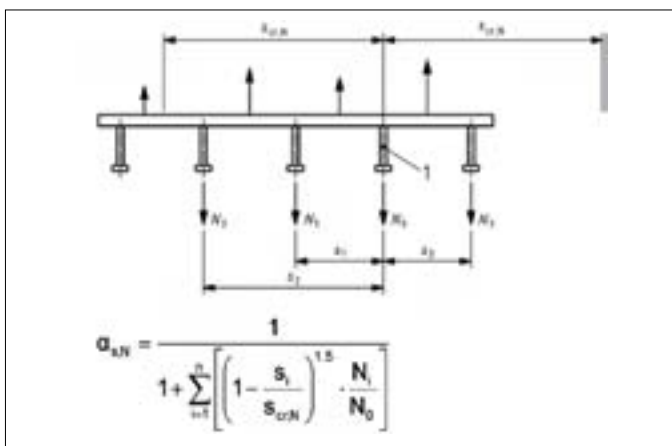
α_{ch} = wpływ szyny na wyłamanie stożka betonu według ETA

$f_{ck,cube}$ = wytrzymałość charakterystyczna betonu (określona na próbce kostkowej) [N/mm²]

h_{ef} = głębokość zakotwienia [mm] według ETA



Wpływ sąsiednich kotew



$\alpha_{s,N}$ = wpływ sąsiednich kotew

s_i = odstęp analizowanej kotwy od sąsiednich kotew

$s_{cr,N}$ = rozstaw graniczny kotew

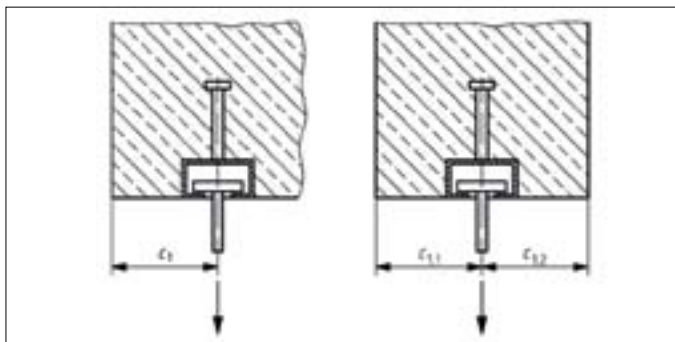
N_i = obciążenie rozciągające oddziałującej kotwy

N_0 = obciążenie rozciągające analizowanej kotwy

N = liczba kotew znajdujących się w zasięgu odległości $s_{cr,N}$ po obu stronach analizowanej kotwy

Uwaga! Pojęcie „analizowana kotwa” oznacza tę kotwę, która w danym momencie jest rozpatrywana. Badany jest wpływ kotew $i = 1, 2 \dots$ znajdujących się w zasięgu odległości granicznej od tej kotwy.

Wpływ krawędzi elementu konstrukcji



$\alpha_{e,N}$ = wpływ krawędzi elementu konstrukcji na nośność kotwy

c_1 = odległość osi szyny kotwiącej od krawędzi elementu

$c_{cr,N}$ = odległość krytyczna od krawędzi według ETA

W toku symulacji numerycznych oraz testów wykazano, że w przypadku występowania dwóch krawędzi o nośności decyduje wartość minimalna. Z tego powodu uwzględniona musi być jedynie mniejsza wartość spośród $c_{1,1}$ i $c_{1,2}$.

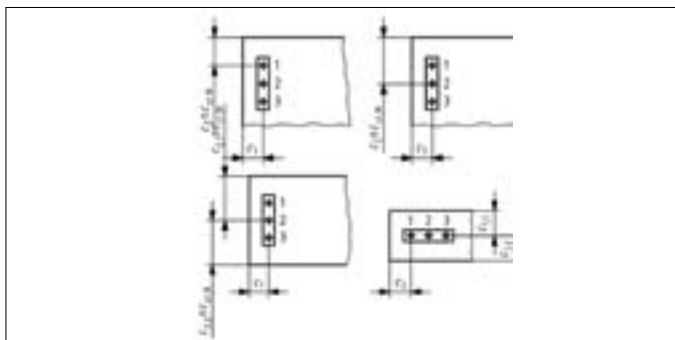
Uwaga! Należy kontrolować, czy zarówno $c_{1,1}$, jak też $c_{1,2}$ nie są mniejsze od odległości c_{min} według ETA.

$$\alpha_{e,N} = \left(\frac{c_1}{c_{cr,N}} \right)^{0.5} \leq 1.0$$

Odległości od krawędzi, które są mniejsze niż odległość graniczna od krawędzi $c_1 < c_{cr,N}$, mają wpływ na nośność obliczeniową betonu. Stożek wyłamania betonu nie wykształca się w pełni. Tym samym mniejsza powierzchnia betonu włączana jest do współpracy przy przenoszeniu obciążeń rozciągających, z czego wynika mniejsza nośność na wyłamanie stożka betonu. Odległość graniczna od krawędzi powodowana nachyleniem powierzchni zarysowania wynosi przynajmniej półtorakrotność efektywnej głębokości zakotwienia. Odległość krytyczna od krawędzi jest połową wartości rozstawu granicznego kotew. Podane w aprobach ETA wartości minimalne dla c_1 (krawędź) i c_2 (naroże) są identyczne: $c_1 = c_2 = c_{min}$.

Uwaga! c_1 i c_2 odnoszą się do rozstawu osiowego kotew, a nie wymiarów zewnętrznych szyny.

Wpływ naroża elementu konstrukcji



$\alpha_{c,N}$ = wpływ naroża elementu konstrukcji na nośność kotwy

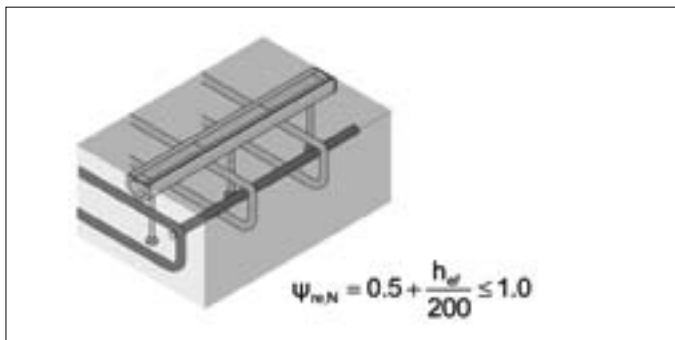
c_2 = odległość analizowanej kotwy od naroża

Inaczej niż w przypadku krawędzi dla oceny wpływu dwóch naroży elementu konstrukcji musi być uwzględniony iloczyn współczynników wpływu dla obu odległości od naroży:

Uwaga! Należy kontrolować, czy $c_{2,1}$ i $c_{2,2}$ nie są mniejsze niż c_{min} według ETA.

$$\alpha_{c,N} = \left(\frac{c_2}{c_{cr,N}} \right)^{0.5} \leq 1.0$$

Wpływ bocznego odłupania betonu



$\psi_{re,N}$ = wpływ bocznego odłupania betonu

Na działające na beton obciążenia rozciągające, powodowane istniejącym zbrojeniem, nakładają się obciążenia poprzez szynę kotwiącą, w wyniku czego dochodzi do zmniejszenia nośności.

$$\psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1.0$$

Wpływ stanu betonu

$\psi_{ucr,N}$ = 1,0 dla betonu zarysowanego
 = 1,4 dla betonu niezarysowanego

Żelbetowe elementy konstrukcji są zazwyczaj zarysowane. Zgodnie z CEN TS 1992-4-1 można zakładać beton niezarysowany, jeżeli wykaże się, iż element zamocowania w warunkach eksploatacji znajduje się na całej głębokości zakotwienia w betonie niezarysowanym. W przypadku gdy stan betonu nie jest znany, należy dla pewności zakładać beton zarysowany.

Rozłupanie betonu w czasie montażu

c_{min} , s_{min} oraz h_{min} według ETA

Tej postaci zniszczenia można zapobiec, jeżeli spełnione są minimalne wymagania dla odległości od krawędzi c_{min} , rozstawu s_{min} oraz grubości elementu konstrukcji h_{min} .

Rozłupanie betonu w wyniku działającego obciążenia

$$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{M,sp}}$$

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk}^0 \cdot \alpha_{s,N} \cdot \alpha_{e,N} \cdot \alpha_{c,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ucr,N} \cdot \psi_{h,sp}$$

$$N_{Rk}^0 = \min(N_{Rk,p}; N_{Rk,c}^0)$$

$\alpha_{s,N}$ = wpływ sąsiednich kotew

$\alpha_{e,N}$ = wpływ krawędzi elementu konstrukcji

$\alpha_{c,N}$ = wpływ naroża elementu konstrukcji

$\psi_{re,N}$ = wpływ bocznego odłupania betonu

$\psi_{ucr,N}$ = wpływ stanu betonu

$\psi_{h,sp}$ = wpływ grubości elementu konstrukcji h

Wpływ sąsiednich kotew

$\alpha_{s,N}$ = wpływ sąsiednich kotew; wartość jest identyczna jak $\alpha_{s,N}$ dla wyłamania stożka betonu

Wpływ krawędzi elementu konstrukcji

$\alpha_{e,N}$ = wpływ krawędzi elementu konstrukcji; wartość jest identyczna jak $\alpha_{e,N}$ dla wyłamania stożka betonu

Wpływ naroża elementu konstrukcji

$\alpha_{c,N}$ = wpływ naroża elementu konstrukcji; wartość jest identyczna jak $\alpha_{c,N}$ dla wyłamania stożka betonu

Wpływ bocznego odłupania betonu

$\psi_{re,N}$ = wpływ bocznego odłupania betonu; wartość jest identyczna jak $\psi_{re,N}$ dla wyłamania stożka betonu

$\psi_{ucr,N}$ = 1,0 dla betonu zarysowanego
 = 1,4 dla betonu niezarysowanego

Wpływ grubości elementu konstrukcji h

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \left(\frac{2h_{ef}}{h_{min}} \right)^{2/3}$$

$\psi_{h,sp}$ = wpływ grubości elementu konstrukcji h

Jeżeli odległość od krawędzi jest mniejsza niż wartość $c_{cr,sp}$, to wzdłuż krawędzi elementu konstrukcji należy przewidzieć zbrojenie podłużne.

Boczne odłupanie betonu

Sprawdzenie w odniesieniu do bocznego odłupania betonu nie jest konieczne, jeżeli $c > 0,5 h_{ef}$. Wymóg ten jest spełniany przez wszystkie szyny kotwiące HAC.

6.4.3 Siła rozciągająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie zbrojenia dodatkowego $N_{Rd, re, x}$

Istnieje możliwość zaprojektowania zbrojenia dodatkowego, aby zwiększyć nośność na rozciąganie szyny kotwiącej ze względu na zniszczenie betonu.

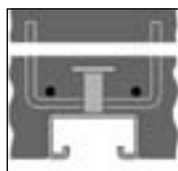
Aby zbrojenie to włączyć do pracy, rysy w betonie muszą krzyżować się z osadzonym prętem zbrojeniowym. W rezultacie całe obciążenie wywołujące rysy musi być przejęte przez zbrojenie dodatkowe.

Ponadto należy upewnić się, że siła ta po obu stronach rysy może być w całości przekazana na beton. Dlatego też konieczne jest prawidłowe zakotwienie zbrojenia.

Obciążenia są przenoszone z kotwy na pręty zbrojeniowe zgodnie z modelem kratownicowym (według teorii żelbetowej). Efektywne zbrojenie dodatkowe musi spełniać kilka kryteriów:

1. Dla wszystkich kotew jednej szyny muszą być zastosowane pręty o tej samej średnicy.
2. Średnica prętów nie może wynosić więcej niż 16 mm.
3. Pręty muszą być wykonane z żebroowanej stali zbrojeniowej, o granicy plastyczności wynoszącej maksymalnie 500 N/mm².
4. Zbrojenie musi składać się albo ze strzemion, albo z pętli.
5. Pręty zbrojeniowe muszą być rozmieszczone tak blisko kotwy, jak to możliwe. Szczegóły patrz w normie CEN.
6. Należy przewidzieć zbrojenie powierzchniowe, np. siatkami.

Zniszczenie stali zbrojenia dodatkowego



$$N_{Ed}^a \leq N_{Rd, re} = \frac{N_{Rk, re}}{\gamma_{Ms, re}}$$

$$N_{Rk, re} = n \cdot A_s \cdot f_{yk}$$

A_s = pole przekroju ramienia zbrojenia dodatkowego

f_{yk} = wartość charakterystyczna granicy plastyczności zbrojenia dodatkowego

n = liczba ramion zbrojenia dodatkowego

Obliczanie nośności stali zbrojenia odbywa się zgodnie z zasadami określonymi w normach budowlanych dotyczących wymiarowania elementów żelbetowych.

Wyłamanie stożka betonu wskutek utraty przyczepności zbrojenia dodatkowego



$$N_{Ed}^a \leq N_{Rd, a} = \frac{N_{Rk, a}}{\gamma_{Mc}}$$

$$N_{Rd, a} = \sum_n \frac{l_1 \cdot \pi \cdot d_s \cdot f_{bd}}{\alpha}$$

l_1 = długość zakotwienia zbrojenia dodatkowego w założonym stożku wyłamania betonu

$\geq l_{b, min} = 4 d_s$ (zakotwienie prętów zakończonych hakami półokrągłymi, hakami prostymi albo pętlami)

$\geq l_{b, min} = 10 d_s$ (zakotwienie prętów prostych)

d_s = średnica pręta zbrojeniowego

f_{bd} = wartość obliczeniowa wytrzymałości przyczepności zgodnie z EN 1992-1-1

α = współczynnik wpływu według EN 1992-1-1; 0,7 dla prętów zbrojeniowych z hakami

n = liczba ramion zbrojenia dodatkowego, oddziałujących na daną kotwę

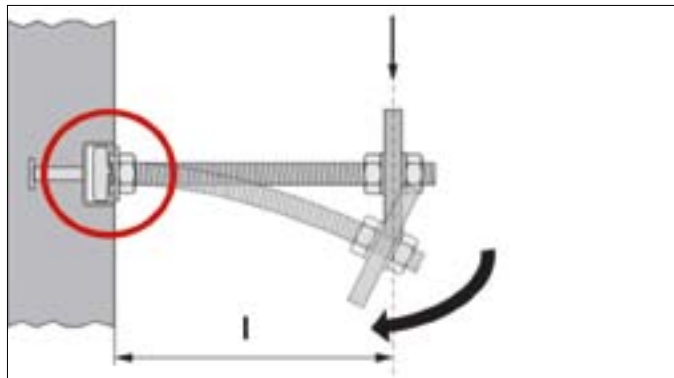
Obliczanie wytrzymałości przyczepności zbrojenia odbywa się zgodnie z zasadami określonymi w normach budowlanych dotyczących wymiarowania elementów żelbetowych.

Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

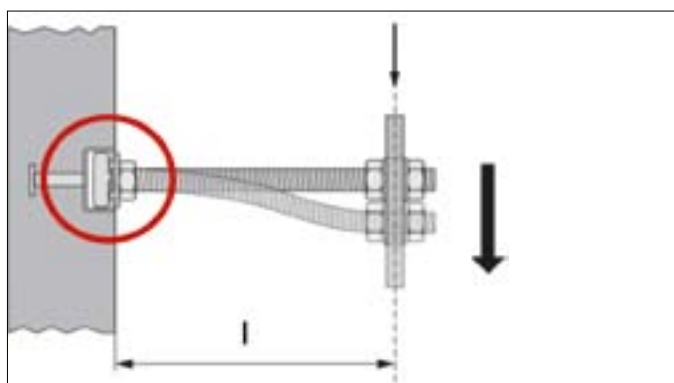
6.4.4 Siła ścinająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie stali $V_{Rd,s,x}$

Montaż dystansowy

Długość ramienia działania siły l :



$\alpha_M = 1$ element mocowany z możliwością swobodnego obrotu



$\alpha_M = 2$ element mocowany bez możliwości obrotu

Uwaga! Szyba musi być całkowicie utwierdzona!

Można przyjąć, że siła ścinająca działa na szynę kotwiącą bez udziału momentu zginającego, jeżeli:

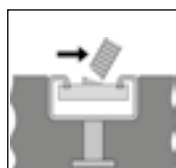
1. Montowany element jest wykonany z metalu i w obszarze zakotwienia jest przytwierdzony do podłoża betonowego bezpośrednio bez przekładki, ewentualnie z wykorzystaniem warstwy zaprawy wyrównawczej o wytrzymałości na ściskanie rzędu $\geq 30 \text{ N/mm}^2$ oraz grubości $\leq d/2$.
2. Montowany element przylega ściśle do łącznika na długości przynajmniej $0,5 \cdot t_{\text{fix}}$.
3. Średnica d_f otworu wierconego w elemencie mocowanym jest ograniczona.

Dla szyn kotwiących można zakładać pełne zamocowanie (utwierdzenie) tylko wtedy, gdy śruba specjalna jest mocowana bezpośrednio do szyny za pomocą osobnej nakrętki. W przeciwnym razie nie jest dopuszczalne przenoszenie siły ścinającej z udziałem momentu zginającego (montaż dystansowy).

Przepisy obowiązujące dla montażu dystansowego z użyciem szyn kotwiących są podobne do przepisów obowiązujących dla kotew.

Zniszczenie stali śruby bez udziału momentu zginającego

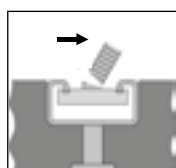
$V_{Rk,s}$; γ_{MS} podane w ETA



$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$$

Zniszczenie stali śruby z udziałem momentu zginającego

$V_{Rk,s}$; γ_{MS} podane w ETA



$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$$

$M^0_{Rk,s}$ = charakterystyczna nośność na zginanie śruby specjalnej według ETA

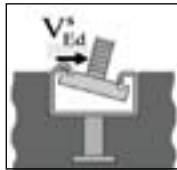
α_M = stopień mocowania szyny kotwiącej, sposób mocowania elementu – patrz rys. wyżej

l = ramię działania siły

Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

Zniszczenie stali szyny w wyniku odgięcia jej części bez udziału momentu zginającego

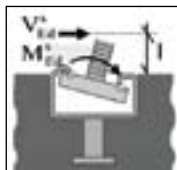
$V_{Rk,s,l}$, $\gamma_{Ms,l}$ podane w ETA



$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s,l} = \frac{V_{Rk,s,l}}{\gamma_{Ms,l}}$$

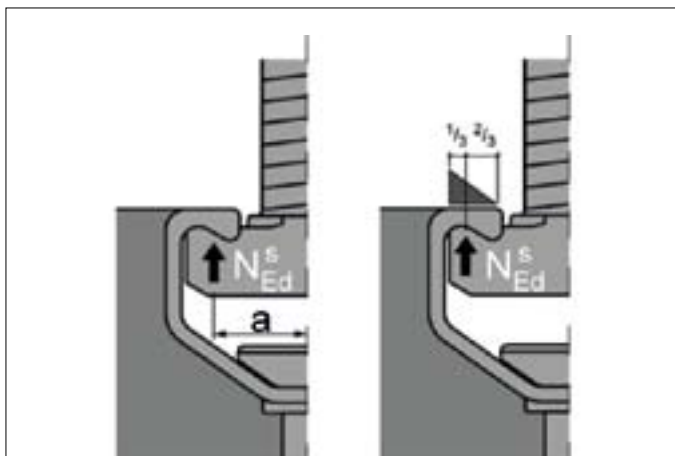
Zniszczenie stali szyny w wyniku odgięcia jej części z udziałem momentu zginającego

$N_{Rk,s,l}$, γ_{Ms} podane w ETA



$$N_{Ed}^s \leq 0.5 N_{Rd,s,l} = \frac{0.5 \cdot N_{Rk,s,l}}{\gamma_{Ms,l}}$$

$$M_{Ed}^s = \frac{l \cdot V_{Ed}^s}{\alpha_M}$$



$$N_{Ed}^s = \frac{M_{Ed}^s}{2 \cdot a}$$

- a = odległość między osią śruby a siłą wypadkową w przekroju szyny
- l = ramię działania siły ścinającej
- α_M = stopień mocowania szyny kotwiącej, sposób mocowania elementu – patrz rys. wyżej

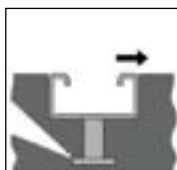
W przypadku obciążeń ścinających z udziałem zginania powstający moment zginający musi być przekształcony na obciążenie rozciągające, które działa na skrajną półkę szyny.

Po przekształceniu momentu w odpowiadające mu obciążenie rozciągające działające na półkę szyny przeprowadzenie sprawdzenia dla tej części szyny jest podobne do sprawdzenia czystych obciążeń rozciągających.

Jedyna różnica polega na tym, że obciążenie rozciągające działa tylko na jedną półkę; z tego względu podaną w ETA nośność obliczeniową półek szyny na rozciąganie redukuje się o 50%.

6.4.5 Siła ścinająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie betonu $V_{Rd,c}$

Tylne wyłamanie stożka betonu



$$V_{Ed}^a \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}}$$

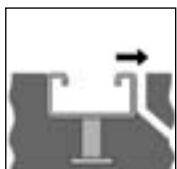
γ_{Mc} = według ETA

k_s = według ETA (szyna kotwiąca HAC Hilti: $k_s = 2,0$) przy dodatkowym zbrojeniu na ścinanie: $k_s \cdot 0,75$

Tylne wyłamanie betonu to model zniszczenia, przy którym obciążenie ścinające powoduje wyłamanie stożka betonu po stronie przeciwnej do zwrotu działania wektora siły.

Ponieważ stożek ten wygląda podobnie do stożka wyłamania betonu pod wpływem obciążenia rozciągającego, to wytrzymałość na tylne wyłamanie stożka betonu bazuje na nośności na wyłamanie stożka betonu pod wpływem obciążenia rozciągającego, pomnożonej przez współczynnik k_s .

Wyłamanie krawędzi betonu



$$V_{Ed}^a \leq V_{Rd,e} = \frac{V_{Rk,e}}{\gamma_{Mc}}$$

$$V_{Rk,e} = V_{Rk,c}^0 \cdot \alpha_{s,V} \cdot \alpha_{c,V} \cdot \alpha_{h,V} \cdot \alpha_{90^\circ,V} \cdot \psi_{re,V}$$

$\alpha_{s,V}$ = wpływ sąsiednich kotew

$\alpha_{c,V}$ = wpływ naroża elementu konstrukcji

$\alpha_{h,V}$ = wpływ grubości elementu konstrukcji

$\alpha_{90^\circ,V}$ = wpływ obciążeń działających równoległe do krawędzi elementu konstrukcji

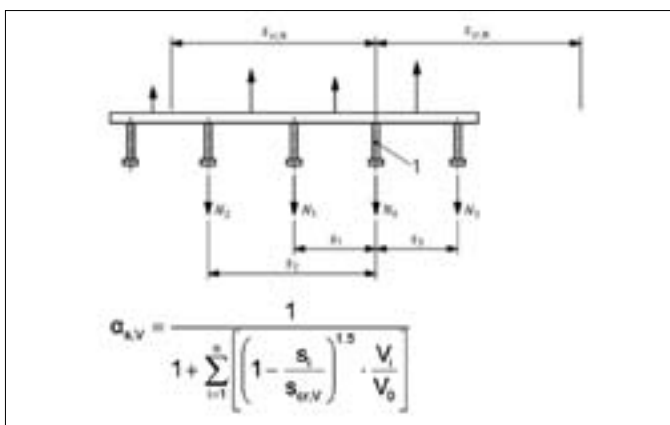
$\psi_{re,V}$ = wpływ stanu betonu

α_p = według ETA

$f_{ck,cube}$ = wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie określona na próbce kostkowej [N/mm²]

c_1 = odległość od krawędzi [mm]

Wpływ sąsiednich kotew



s_i = odstęp między kotwami

$s_{cr,V}$ = rozstaw krytyczny

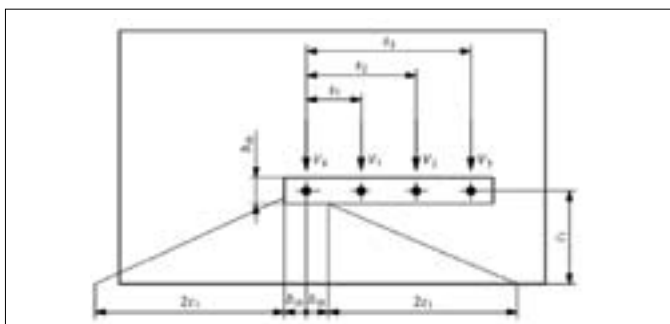
V_i = siła ścinająca przypadająca na oddziałującą kotwę

V_0 = siła ścinająca przypadająca na analizowaną kotwę

n = liczba kotew w granicach wyznaczonych przez odstęp $s_{cr,V}$ odłożony po obu stronach analizowanej kotwy

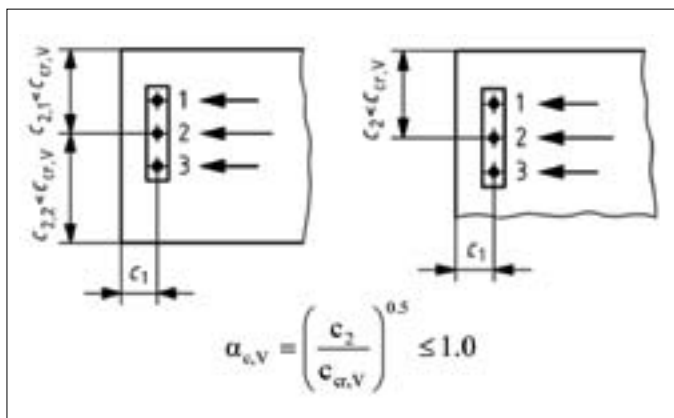
b_{ch} = szerokość szyny kotwiącej

$$s_{cr,V} = 4c_1 + 2b_{ch}$$



Nakładające się stożki wyłamania kotew prowadzą do redukcji nośności. Za pomocą współczynnika $\alpha_{s,V}$ uwzględnia się wzajemne oddziaływanie kotew poddanych rozciąganiu poprzecznie.

Wpływ naroża elementu konstrukcji



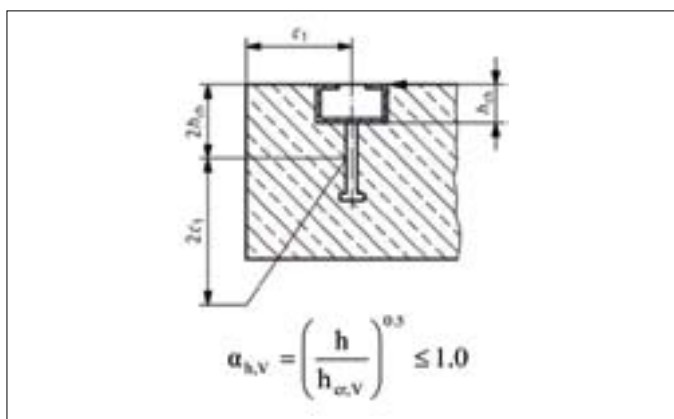
$\alpha_{c,V}$ = wpływ naroży elementu konstrukcji

c_2 = odległość szyny kotwiącej od naroża

$c_{cr,V}$ = graniczna odległość od krawędzi według ETA

Jeżeli kotwa znajduje się pod wpływem dwóch naroży ($c_2 < c_{cr,V}$), to współczynnik $\alpha_{c,V}$ musi zostać obliczony dla każdej odległości od naroża, a do wyznaczenia nośności należy wstawić iloczyn tych współczynników.

Wpływ grubości elementu konstrukcji

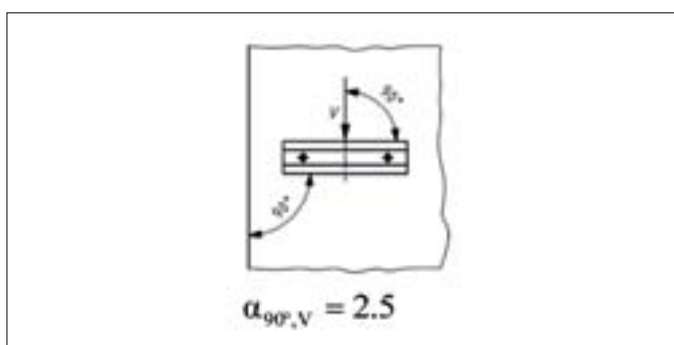


h_{ch} = wysokość szyny kotwiącej

c_1 = odległość od krawędzi

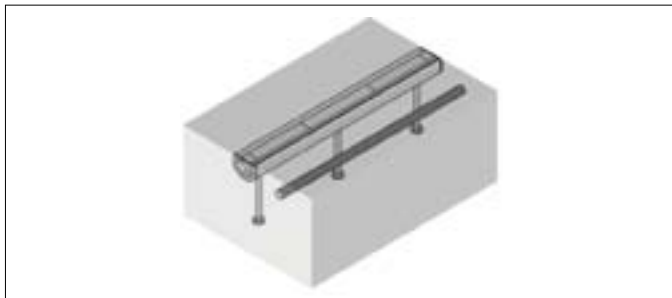
$h_{cr,V} = 2c_1 + 2h_{ch}$

Wpływ oddziaływań równoległych do krawędzi elementu konstrukcji



We wszystkich innych przypadkach $\alpha_{90^\circ,V} = 1$

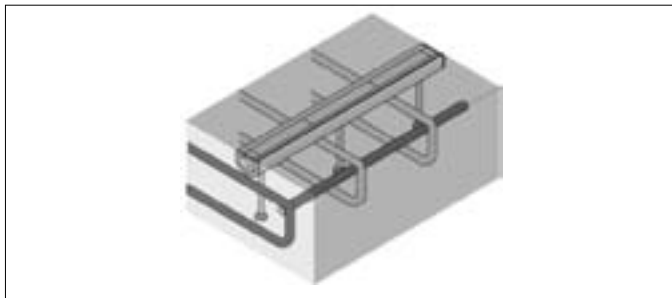
Wpływ położenia szyny kotwiącej



Dla szyn kotwiących Hilti ($h_{ch} \leq 40$ mm):

$\Psi_{re,V} = 1,0$ szyna kotwiąca w betonie zarysowanym, bez zbrojenia krawędziowego lub strzemion

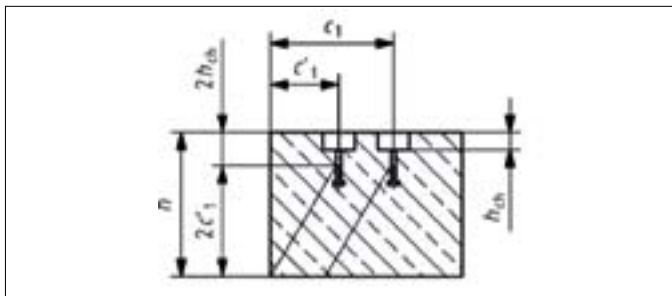
$\Psi_{re,V} = 1,2$ szyna kotwiąca w betonie zarysowanym z prostym zbrojeniem krawędziowym ($\geq \phi 12$ mm)



$\Psi_{re,V} = 1,4$ szyna kotwiąca w betonie zarysowanym ze zbrojeniem krawędziowym i strzemionami w rozstawie $a \leq 100$ mm i $a \leq 2 c_1$

$\Psi_{re,V} = 1,4$ beton niezarysowany

Wpływ wąskiego, cienkiego elementu konstrukcyjnego

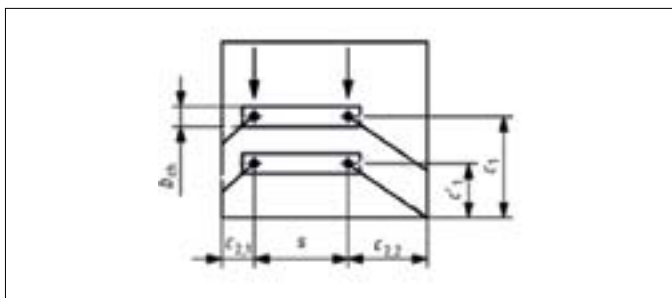


Element konstrukcji może być uznany za wąski i cienki, gdy:

$$c_{2,max} \leq c_{cr,V} \text{ i } h \leq h_{cr,V}$$

Bardziej realistyczne wyniki można otrzymać, stosując wirtualną odległość od krawędzi c_1' zamiast c_1 :

$$c_1' = \max \begin{cases} (\max(c_{2,1}; c_{2,2}) - b_{ch})/2 \\ (h - 2h_{ch})/2 \end{cases}$$

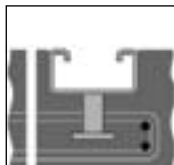


$c_{2,max}$ = większa z dwóch wartości odległości od krawędzi równoległych do kierunku działania obciążenia

6.4.6 Siła ścinająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie zbrojenia dodatkowego $V_{Rd,re}$

Model według CEN

Zniszczenie stali zbrojenia dodatkowego

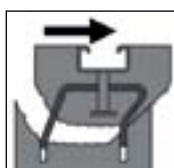


$$N_{Ed}^h \leq N_{Rd,re} = \frac{N_{Rk,re}}{\gamma_{Ms,re}}$$

$$N_{Rk,re} = n \cdot A_s \cdot f_{yk}$$

- A_s = pole przekroju ramienia zbrojenia dodatkowego
- f_{yk} = wartość charakterystyczna granicy plastyczności zbrojenia dodatkowego
- n = liczba ramion zbrojenia dodatkowego, oddziałujących na daną kotwę

Wyłamanie stożka betonu wskutek utraty przyczepności zbrojenia dodatkowego



$$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,a}$$

$$N_{Rd,a} = \sum_n \frac{l_1 \cdot \pi \cdot d_s \cdot f_{bd}}{a}$$

- l_1 = długość zakotwienia zbrojenia dodatkowego w założonym stożku wyłamania betonu
 - $\geq l_{b,min} = 4d_s$ (zakotwienie prętów zakończonych hakami półokrągłymi, hakami prostymi albo pętlami)
 - $\geq l_{b,min} = 10d_s$ (zakotwienie prętów prostych)
- d_s = średnica pręta zbrojenia dodatkowego
- f_{bd} = wartość obliczeniowa wytrzymałości przyczepności zgodnie z EN 1992-1-1
- a = współczynnik wpływu według EN 1992-1-1; 0,7 dla prętów zbrojeniowych z hakami
- n = liczba ramion wkładek zbrojenia dodatkowego, oddziałujących na daną kotwę

Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

6.4.7 Siła ścinająca: nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie zbrojenia dodatkowego $V_{Rd,re}$

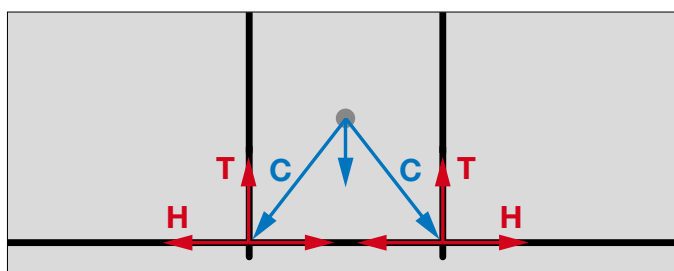
Model według ETA

Uwagi wstępne

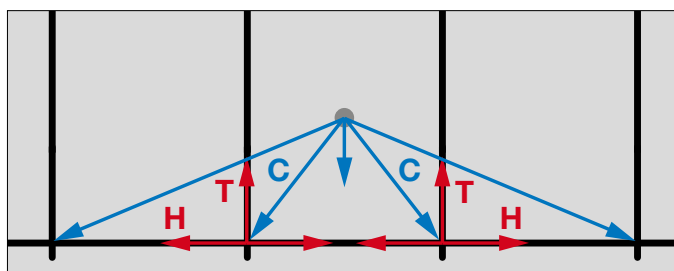
Model ten bazuje na założeniu, iż całe obciążenie ścinające jest przejmowane przez zbrojenie dodatkowe.

Przyjęty rozkład obciążeń w żelbecie jest przedstawiony na poniższym modelu kratownicowym:

- Siła ścinająca działająca w kierunku do krawędzi elementu konstrukcyjnego:
 - strzałki niebieskie oznaczają ściskanie,
 - strzałki czerwone oznaczają rozciąganie.



Pojedynczy element zamocowania z dwoma strzemionami



Pojedynczy element zamocowania z czterema strzemionami

Przyłożone obciążenie wywołuje w betonie siłę ściskającą, działającą w kierunku krawędzi elementu konstrukcyjnego. Równowaga w węzłach osiągana jest dzięki sile rozciągającej, działającej w strzemionach i powodującej powstanie poziomych sił rozciągających w zbrojeniu krawędziowym. Zbrojenie podłużne jest niezbędne do skutecznego działania strzemion.

Na nośność obliczeniową strzemion wpływają następujące czynniki:

- dobrana granica plastyczności f_{yk} oraz pole przekroju zbrojenia A_s mają istotny wpływ na pracę zamocowania i są jednym z czynników ograniczających maksymalne obciążenie przejmowane przez zbrojenie;
- obrane lub zadane rozmieszczenie prętów zbrojeniowych ma wpływ na to, jaka część zbrojenia jest włączana do pracy i może być uwzględniona przy wyznaczaniu nośności. W toku badań stwierdzono, iż nie tylko właściwości stali zbrojeniowej ograniczają ostateczną nośność, lecz także odległość strzemion od krawędzi. Im bardziej oddalone jest zbrojenie dodatkowe od krawędzi, tym mniejszy jest stopień włączenia zbrojenia do współpracy, a tym samym również ostateczna nośność.

Zależność ta znalazła odzwierciedlenie w równaniu określającym górną granicę ostatecznej nośności zbrojenia dodatkowego przenoszącego siły ścinające:

$$V_{Rk,c, re, max} = 4.2 c_1^{-0.12} \cdot V_{Rk,c}$$

Nośność na ścinanie zamocowania ze zbrojeniem dodatkowym opisuje następujące równanie:

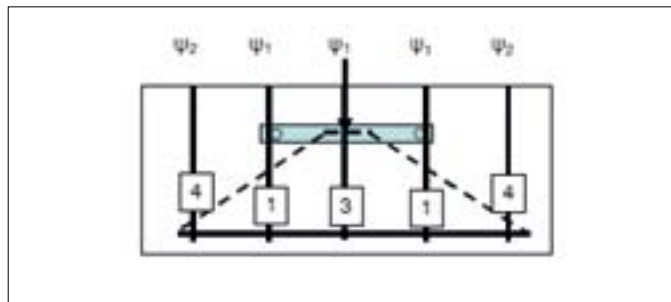
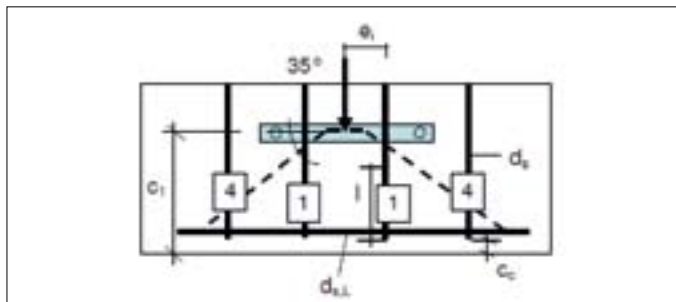
$$V_{Rk,c, re} = V_{Rk,c, hook} + V_{Rk,c, bond} \leq V_{Rk,c, re, max}$$

Składają się na nią: nośność wynikająca z geometrii haków strzemion oraz przyczepność zbrojenia do betonu.

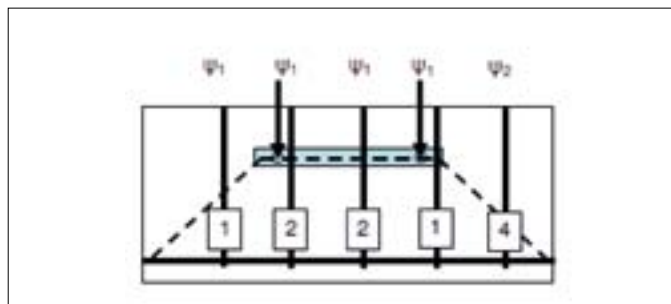
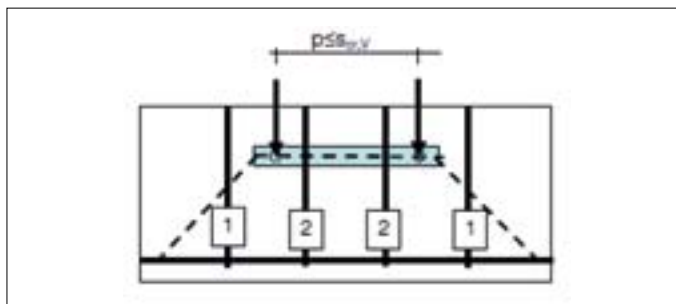
- „nośność hakowa” uwzględnia korzystną geometrię zbrojenia. Strzemię działa jak hak, zapobiegający wyłamaniu stożka betonu. W zależności od położenia strzemiona oraz przyłożonego obciążenia wpływ strzemienia może znacząco się różnić. Aby uzyskać dobre wyniki oraz uniknąć przeszacowania współpracy zbrojenia dodatkowego, stosuje się współczynniki do „nośności hakowej”. Współczynniki te redukują nośność hakową $V_{Rk,c, hook}$ tak, by uzyskać realistyczne odwzorowanie skuteczności danego pręta zbrojeniowego w przeciwdziałaniu wyłamaniu krawędzi betonu.

Poniższe rysunki obrazują proces ustalania współczynnika Ψ

Wyznaczanie różnych współczynników Ψ dla jednej siły:



Wyznaczanie różnych współczynników Ψ dla dwóch sił:



$\Psi_1 = 0,67$ dla strzemion:

bezpośrednio obok siły ścinającej

1

pod siłą ścinającą

3

pomiędzy dwoma siłami ścinającymi działającymi na daną szynę kotwiącą (odległość między siłami $p \leq s_{cr,V}$)

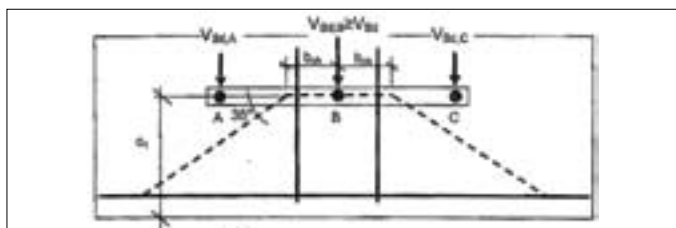
2

$\Psi_2 = 0,11$ dla innych strzemion w zasięgu stożka wylamania

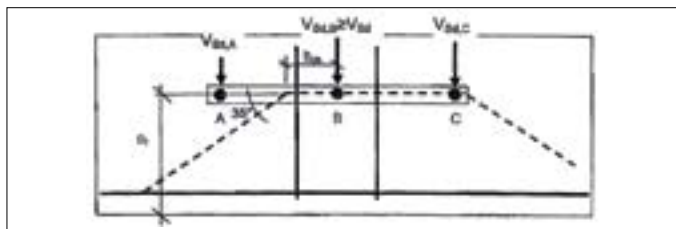
4

Zasadniczo o wytrzymałości przyczepności pręta zbrojeniowego decyduje średnica pręta, naprężenie przyczepności oraz długość zakotwienia. W szczególnym przypadku, jakim są szyny kotwiące ze zbrojeniem dodatkowym, dopuszczalna przyjęta długość zakotwienia jest zależna od typowych schematów zarysowań, które powstają w wyniku działania obciążeń ścinających.

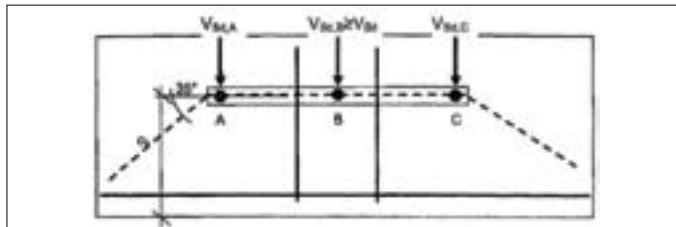
Poniżej przedstawiono trzy typowe schematy powstawania zarysowań, jakie dotychczas zaobserwowano:



1. Stosunek obciążenia ścinającego obu sąsiednich kotew do kotwy przenoszącej największe obciążenie jest mniejszy niż 0,8.



2. Stosunek obciążenia ścinającego jednej sąsiedniej kotwy do kotwy przenoszącej największe obciążenie jest mniejszy niż 0,8, a dla drugiej z nich stosunek ten wynosi nie mniej niż 0,8.



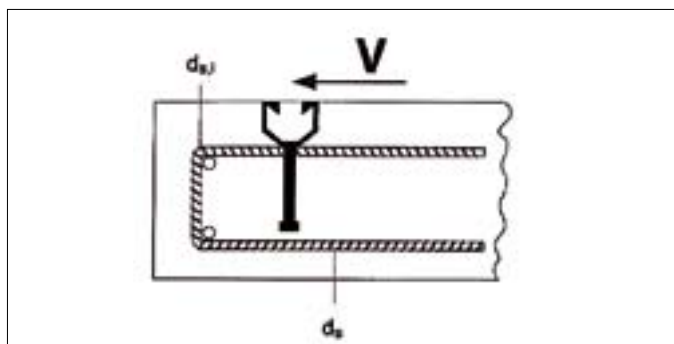
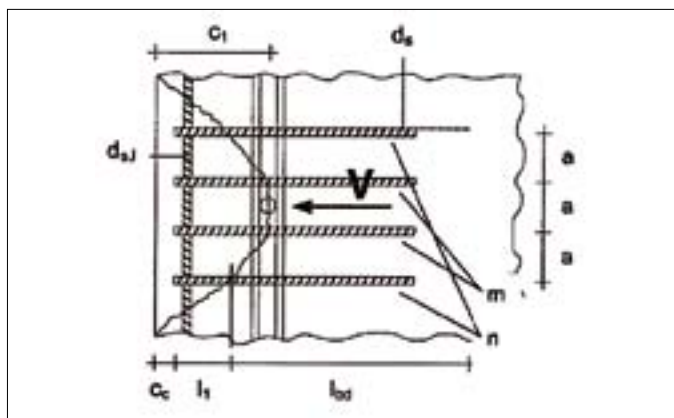
3. Stosunek obciążenia ścinającego obu sąsiednich kotew do kotwy przenoszącej największe obciążenie wynosi nie mniej niż 0,8.

• W zależności od przypadku obciążenia analizowanej kotwy oraz rozmieszczenia strzemion możliwe jest obliczenie długości zakotwienia:

$$V_{Rk,cbond} = \sum_{j=1}^n (\sigma \cdot d_s \cdot l_j \cdot f_{sk})$$

Sprawdzenie szyny kotwiącej ze zbrojeniem pod wpływem siły ścinającej

Cała siła ścinająca, działająca na miarodajną kotwę, przejmowana jest przez zbrojenie!



$$V_{Rk,c,hook} = \sum_{j=1}^m \left(\psi_1 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 \cdot A_s \cdot f_{yk} \cdot \left(\frac{f_{ck}}{30} \right)^{0.1} \right) + \sum_{j=1}^n \left(\psi_2 \cdot \psi_3 \cdot \psi_4 \cdot A_s \cdot f_{yk} \cdot \left(\frac{f_{ck}}{30} \right)^{0.1} \right)$$

$$V_{Rk,c,bond} = \sum_{j=1}^{m+n} (\pi \cdot d_s \cdot l_j \cdot f_{bk})$$

$$V_{Rk,c,rc,max} = 4.2 \cdot c_1^{-0.12} \cdot V_{Rk,c}$$

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \alpha_{s,V} \cdot \alpha_{c,V} \cdot \alpha_{h,V}$$

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,rc} = V_{Rk,rc} / \gamma_M \quad V_{Ed} = \max(V_{Ed}; V_{Ed}^a)$$

$$V_{Rk,rc} = V_{Rk,c,rc} / \chi$$

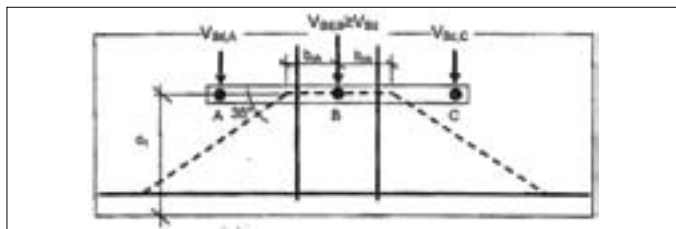
$$V_{Rk,c,rc} = V_{Rk,c,hook} + V_{Rk,c,bond} \leq V_{Rk,c,rc,max} \leq \sum_{i=1}^n A_s \cdot f_{yk}$$

Wymagania odnośnie zbrojenia:

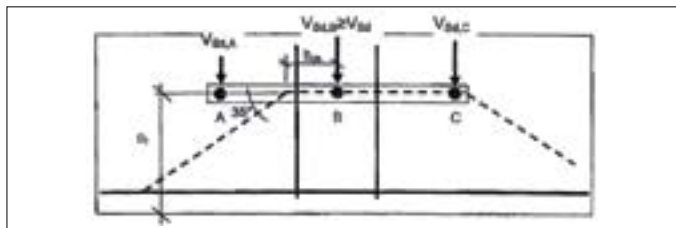
$$50 \text{ mm} \leq a \leq \begin{cases} s \\ 150 \text{ mm} \\ (c_1 - c_c + 0.7b_{ch} - 4d_s) / 0.35 \\ c_1 - c_c \end{cases}$$

Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

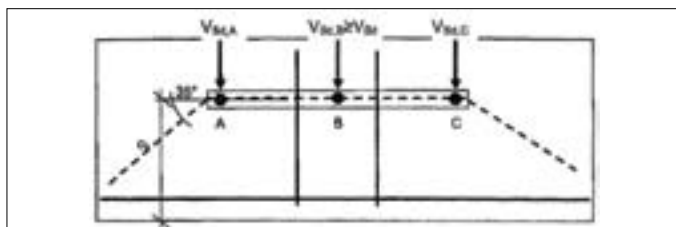
Obrazy powstawania zarysowań



1. Stosunek obciążenia ścinającego obu sąsiednich kotw do kotwy przenoszącej największe obciążenie wynosi $< 0,8$.



2. Stosunek obciążenia ścinającego jednej sąsiedniej kotwy do kotwy przenoszącej największe obciążenie wynosi $< 0,8$, a dla drugiej z nich stosunek ten wynosi $\geq 0,8$.



3. Stosunek obciążenia ścinającego obu sąsiednich kotw do kotwy przenoszącej największe obciążenie wynosi $\geq 0,8$.

$\Psi_1 = 0,67$ dla strzemion

- dla strzemion pod siłą ścinającą
- dla strzemion pomiędzy dwoma siłami ścinającymi działającymi na daną szynę kotwiącą (odległość pomiędzy siłami $p \leq s_{cr,V}$ zgodnie z Tabelą 16 ETA 11/0006)

$\Psi_2 = 0,11$ dla innych strzemion w zasięgu stożka wyłamania

$\Psi_3 = (d_{s,L} / d_s)^{2/3}$

d_s = średnica strzemiona [mm]

$d_{s,L}$ = średnica pręta ze zbrojenia krawędziowego [mm]

l_j = długość zakotwienia strzemienia w stożku wyłamania [mm]

$= c_1 - c_c - 0,7 \cdot (e_j - b_{ch})$ [mm] dla strzemion, które krzyżują się ukośnie z zakładaną rysą

$= c_1 - c_c$ [mm] dla strzemion bezpośrednio pod siłą lub strzemion, które krzyżują się prostopadle z zakładaną rysą $\geq 4 d_s$

c_c = otulina zbrojenia [mm]

e_j = odległość strzemienia od punktu przyłożenia siły [mm]

b_{ch} = szerokość szyny kotwiącej [mm] (zgodnie z Tabelą 2)

$f_{y,k}$ = charakterystyczna granica plastyczności zbrojenia [N/mm²]

$f_{ck,cube}$ = charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie, mierzona na kostkach o długości boku 150 mm [N/mm²]

f_{bk} = charakterystyczna wytrzymałość przyczepności [N/mm²]

m = liczba strzemion w przyjętym stożku wyłamania z Ψ_1

n = liczba strzemion w przyjętym stożku wyłamania z Ψ_2

a = rozstaw strzemion

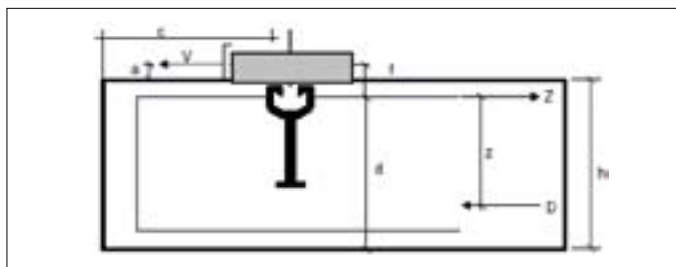
x = $e_s / z + 1$ [-], współczynnik do uwzględniania mimośrodowości pomiędzy zbrojeniem a punktem przyłożenia siły

e_s = odległość pomiędzy zbrojeniem a siłą ścinającą działającą na szynę

z $\approx 0,85 d$ [mm] ramię działania sił w elemencie betonowym $d = \min(2 h_{ef}, 2 c_1)$

$V_{Rk,c}^0$ = według CEN/TS 1992-4-3:2009, rozdział 6.3.5.3

V_{Ed}^a = według CEN/TS 1992-4-1:2009, rozdział 3.2.2



Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

6.4.8 Kombinacja sił rozciągających i ścinających

Szyby kotwiące bez zbrojenia dodatkowego

$$\beta_N^2 + \beta_V^2 \leq 1 \quad \textcircled{1}$$

gdzie

$$\beta_N = N_{Ed} / N_{Rd} \leq 1$$

$$\beta_V = V_{Ed} / V_{Rd} \leq 1$$

$$\beta_N + \beta_V \leq 1,2 \quad \textcircled{2}$$

$$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} \leq 1 \quad \textcircled{3}$$

gdzie

$$\beta_N = N_{Ed} / N_{Rd} \leq 1$$

$$\beta_V = V_{Ed} / V_{Rd} \leq 1$$

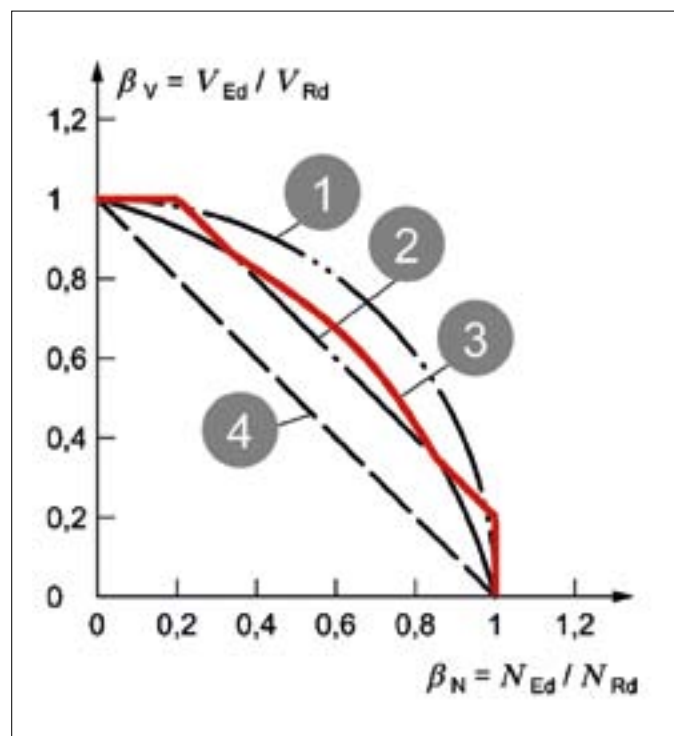
Szyby kotwiące ze zbrojeniem dodatkowym

$$\beta_N + \beta_V \leq 1 \quad \textcircled{4}$$

gdzie

$$\beta_N = N_{Ed} / N_{Rd} \leq 1$$

$$\beta_V = V_{Ed} / V_{Rd} \leq 1$$



- ① Zniszczenie stali przy połączonym obciążeniu rozciągającym i ścinającym
- ② ③ Inne postacie zniszczenia przy połączonym obciążeniu rozciągającym i ścinającym
- ④ Zbrojenie dodatkowe do przejmowania sił ścinających i szyny kotwiące w bliskiej odległości do krawędzi elementu konstrukcyjnego

Funkcję kwadratową (wzór na okręgi z wykładnikiem 2 – krzywa 1) można stosować tylko w przypadkach, w których przy kombinacji obciążeń rozciągających i ścinających dochodzi do zniszczenia stali.

Jeżeli występują inne postacie zniszczenia lub połączone zniszczenie stali i betonu, można zastosować albo trójliniową superpozycję (krzywa 2) lub parabolę o wykładniku 1,5.

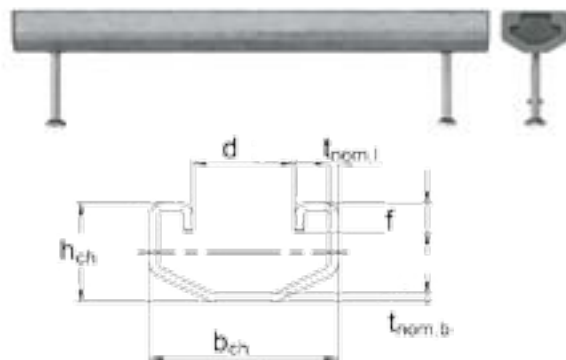
Interpolacja liniowa (krzywa 4) może być wybrana tylko wtedy, gdy zbrojenie dodatkowe przejmuje obciążenie ścinające, a szyna jest zlokalizowana blisko krawędzi elementu betonowego.

6.5 DANE TECHNICZNE SYSTEMÓW SZYN KOTWIĄCYCH HAC

6.5.1 Wymiary

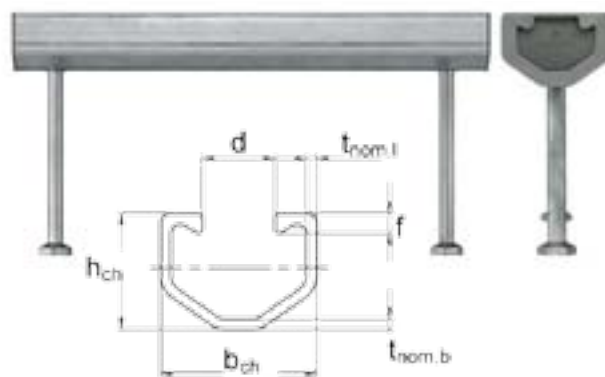
Wymiary przekroju poprzecznego szyny HAC-30

Szyna kotwiąca	b_{ch}	h_{ch}	$t_{nom,b}$	$t_{nom,l}$	d	f
	[mm]					
HAC-30	41,3	25,6	2,00	2,00	22,3	7,50

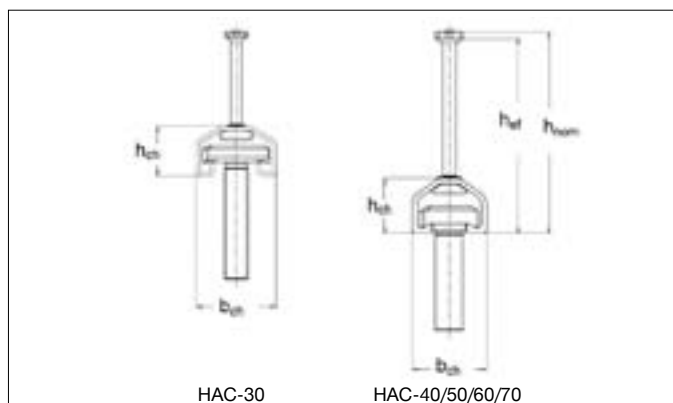


Wymiary przekroju poprzecznego szyn HAC-40 /-50 / -60 /-70

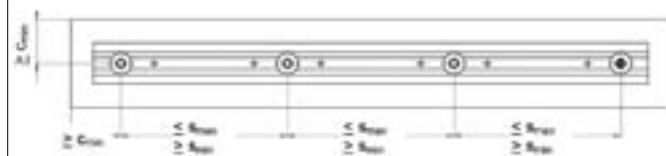
Szyna kotwiąca	b_{ch}	h_{ch}	$t_{nom,b}$	$t_{nom,l}$	d	f
	[mm]					
HAC-40	40,9	28,0	2,25	2,25	19,5	4,50
HAC-50	41,9	31,0	2,75	2,75	19,5	5,30
HAC-60	43,4	35,5	3,50	3,50	19,5	6,30
HAC-70	45,4	40,0	4,50	4,50	19,5	7,40



Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.



Obowiązuje dla wszystkich profili szyn kotwiących



Szyna kotwiąca	Wymiary [mm]							
	b_{ch}	h_{ch}	s_{min}	s_{max}	Odstęp końcowy	Minimalna długość szyny	h_{ef}	c_{min}
HAC-30	41,3	25,6	50	250	25	100	68	50
HAC-40	40,9	28,0	100	250	25	150	91	50
HAC-50	41,9	31,0	100	250	25	150	106	75
HAC-60	43,4	35,5	100	250	25	150	148	100
HAC-70	45,4	40,0	100	250	25	150	175	100

Śruby specjalne HBC

Szyna kotwiąca	Śruba specjalna	Wymiary śrub				
		Ø	Długość	t _{fix} – grubość elementu mocowanego		
		[mm]				
HAC-30	HBC-B	8	15-150	11-81		
		10	15-175	18-78		
		12	20-200	15-125		
HAC-40	HBC-C	10	20-200	8-78		
HAC-50		12	20-200	5-100		
HAC-60		16	20-300	1-120		
HAC-70		20	20-300	15-115		
HAC-40	HBC-C-E	12	20-200	17-127		
HAC-50		16	20-300	23-263		
HAC-40	HBC-C-N	16	20-200	20-30		
HAC-50						
HAC-60						
HAC-70						

Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

6.5.2 Właściwości materiałowe

Nazwa elementu	Material	
Profil szyny	Stal węglowa	EN 10149-2; EN 10051; cynkowana ogniowo $\geq 55 \mu\text{m}^{2)}$ (HAC-10 und HAC-20)
	Stal węglowa	EN 10025-2; cynkowana ogniowo $\geq 55 \mu\text{m}^{2)}$ (HAC-30 bis HAC-50)
	Stal węglowa	EN 10025-2; cynkowana ogniowo $\geq 70 \mu\text{m}^{2)}$ (HAC-60 und HAC-70)
Nit	Stal węglowa	Cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}^{3)}$
Kotwa	Stal węglowa	Cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}^{3)}$
Śruba specjalna Hilti, gwint zgodnie z EN ISO 4018	Stal węglowa	Jakość stali 4.6/8.8 EN ISO 898-1 ⁴⁾ ; cynkowana galwanicznie $\geq 8 \mu\text{m}^{1)}$
	Stal węglowa	Jakość stali 4.6/8.8 EN ISO 898-1 ⁴⁾ ; cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}^{3)}$
	Stal szlachetna	Jakość stali 50; 1.4401/1.4404/1.4571/1.4362/1.4578/1.4439, EN ISO 3506-1/EN10088-2
Podkładka EN ISO 7089 i EN ISO 7093-1 Klasa produkcji A, 200 HV	Stal węglowa	EN 10025-2; cynkowana galwanicznie $\geq 5 \mu\text{m}^{1)}$
	Stal węglowa	EN 10025-2; cynkowana ogniowo $> 45 \mu\text{m}^{3)}$
	Stal szlachetna	1.4401/1.4404/1.4571/1.4362/1.4578/1.4439; EN 10088
Nakrętka sześciokątna DIN 934 ⁵⁾ EN ISO 4032	Stal węglowa	Klasa 5/8 EN 20898-2; cynkowana galwanicznie $\geq 8 \mu\text{m}^{1)}$
	Stal węglowa	Klasa 5/8 EN 20898-2; cynkowana ogniowo $\geq 45 \mu\text{m}^{3)}$
	Stal szlachetna	Klasa 70; 1.4401/1.4404/1.4571/1.4362/1.4578/1.4439; EN ISO 3506-2/EN 10088-2

¹⁾ Cynkowana galwanicznie według EN ISO 4042, A3K.

²⁾ Cynkowana ogniowo według EN ISO 1461:2009-10 (średnia grubość powłoki (wartość minimalna)).

³⁾ Cynkowana ogniowo według ISO 1461:1999 (średnia grubość powłoki (wartość minimalna)).

⁴⁾ Właściwości zgodnie z EN ISO 898-1 tylko w części gwintowanej śruby.

⁵⁾ DIN 934 tylko dla śruby specjalnej klasy 4.6 i stali szlachetnej.

6.5.3 Nośności charakterystyczne systemów szyn kotwiących HAC

Nośności charakterystyczne szyn kotwiących ze względu na zniszczenie stali

			Dane na podstawie ETA-11/0006				
Szyna kotwiąca			HAC-30	HAC-40	HAC-50	HAC-60	HAC-70
Rozciąganie, kotwa	$N_{Rk,s,a}$	[kN]	18	33	33	52	76
	Y_{Ms}				1,8		
Rozciąganie, połączenie kotwa-szyna	$N_{Rk,s,c}$	[kN]	18	25	33	52	73
	$Y_{Ms,ca}$				1,8		
Rozciąganie, lokalne odgięcie szyny	$N_{Rk,s,l}$	[kN]	20	25	35	52	73
	$Y_{Ms,l}$				1,8		
Nośność szyny na zginanie	$M_{Rk,s,flex}$	[Nm]	721	1013	1389	2117	3066
	$Y_{Ms,flex}$				1,15		
Ścinanie, lokalne odgięcie szyny	$V_{Rk,s,l}$	[kN]	19	35	51	67	79
	$Y_{Ms,l}$				1,8		

Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

Nośności charakterystyczne śrub specjalnych ze względu na zniszczenie stali
HBC-B, HBC-C, HBC-C-E, HBC-C-N

Dane na podstawie ETA-11/0006									
Śruba specjalna Ø				M8	M10	M12	M16	M20	
Rozciąganie	N _{Rk,s}	[kN]	HBC-B	4.6	14,6	23,2	33,7	-	-
				A4-50	18,3	29,0	42,2	-	-
			HBC-C HBC-C-E HBC-C-N	4.6	-	23,2	33,7	62,8	98,0
				8.8	-	46,4	67,4	125,6	196,0
				A4-50	-	29,0	42,2	78,5	122,5
Y _{Ms}			4.6	2,00					
			8.8	1,50					
			A4-50	2,86					
Ścinanie	V _{Rk,s}	[kN]	HBC-B	4.6	7,3	11,6	20,2	-	-
				A4-50	9,2	14,5	24,0	-	-
			HBC-C HBC-C-E HBC-C-N	4.6	-	13,9	20,2	37,6	58,8
				8.8	-	23,2	33,7	62,7	97,9
				A4-50	-	17,4	25,3	47,0	73,4
Y _{Ms}			4.6	1,67					
			8.8	1,25					
			A4-50	2,38					
Zginanie	M ⁰ _{Rk,s}	[Nm]	HBC-B	4.6	15,0	29,9	52,4	-	-
				A4-50	18,7	37,4	65,5	-	-
			HBC-C HBC-C-E HBC-C-N	4.6	-	29,9	52,4	133,2	259,6
				8.8	-	59,8	104,8	266,4	519,3
				A4-50	-	37,4	65,5	166,5	324,5
Y _{Ms}			4.6	1,67					
			8.8	1,25					
			A4-50	2,38					

Nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie przez wyrwanie kotwy

$$N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \cdot \psi_c \cdot \psi_{ucr,N}$$

				Dane na podstawie ETA-11/0006				
Szyna kotwiąca				HAC-30	HAC-40	HAC-50	HAC-60	HAC-70
Nośność charakterystyczna	$N_{Rk,p}$	[kN]	C20/25	13,36	17,20	24,55	38,74	53,44
Współczynnik zwiększający z uwagi na wytrzymałość betonu	ψ_c	[-]	C12/15	0,60				
			C16/20	0,80				
			C20/25	1,00				
			C25/30	1,20				
			C30/37	1,48				
			C35/45	1,80				
			C40/50	1,99				
			C45/55	2,20				
			≥ C50/60	2,40				
Współczynnik dla betonu niezarysowanego	$\psi_{ucr,N}$	[-]		1,4				
$\gamma_{Mp} = \gamma_{Mc}^{1)}$				1,5				

¹⁾ W przypadku braku innych przepisów krajowych.

Nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie przez wyłamanie stożka betonu

$$N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}^0}{\gamma_{Mc}} \cdot \alpha_{s,N} \cdot \alpha_{e,N} \cdot \alpha_{c,N} \cdot \psi_c \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ucr,N}$$

Szyna kotwiąca				Dane na podstawie ETA-11/0006				
				HAC-30	HAC-40	HAC-50	HAC-60	HAC-70
Nośność charakterystyczna	$N_{Rk,c}^0$	[kN]	C20/25	20,59	33,31	42,86	74,30	97,31
Współczynnik zwiększający z uwagi na wytrzymałość betonu	ψ_c	[-]	C12/15	0,77				
			C16/20	0,89				
			C20/25	1,00				
			C25/30	1,10				
			C30/37	1,22				
			C35/45	1,34				
			C40/50	1,41				
			C45/55	1,48				
			≥ C50/60	$= (f_{ck,cube}/25 \text{ N/mm}^2)^{1/2}$				
Wpływ sąsiednich kotew ¹⁾	$\alpha_{s,N}$	[-]		$\alpha_{s,N} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{s_i}{s_{cr,N}} \right)^{1,5} \cdot \frac{N_i}{N_0}}$				
Graniczny rozstaw kotew	$s_{cr,N}$	[mm]		314	390	432	512	538
Wpływ krawędzi elementu konstrukcji ¹⁾	$\alpha_{e,N}$	[-]		$\alpha_{e,N} = \left(\frac{c_1}{c_{cr,N}} \right)^{0,5} \leq 1,0$				
Graniczna odległość od krawędzi	$c_{cr,N}$	[mm]		157	195	216	256	269
Wpływ naroża elementu konstrukcji ¹⁾	$\alpha_{c,N}$	[-]		$\alpha_{c,N} = \left(\frac{c_2}{c_{cr,N}} \right)^{0,5} \leq 1,0$				
Współczynnik wpływu bocznego odłupania betonu	$\psi_{re,N}$	[-]		$= 0,5 + h_{ef}/200 \leq 1,0$				
Współczynnik wpływu betonu niezarysowanego	$\psi_{ucr,N}$	[-]		1,4				
$\gamma_{Mp} = \gamma_{Mc}^{1)}$				1,5				

¹⁾ Wartości zależne od oddziaływań, długości szyny kotwiącej, geometrii elementu betonowego itd. Nie podano żadnych wstępnie obliczonych wartości.

Nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie przez rozłupanie betonu

Sprawdzenie na rozłupanie nie jest konieczne, gdy zachowane są wartości minimalne dla h, s, c.

Szyna kotwiąca				Dane na podstawie ETA-11/0006				
				HAC-30	HAC-40	HAC-50	HAC-60	HAC-70
Minimalna grubość elementu konstrukcji	h_{min}	[mm]		80	104	119,5	162,5	190
Minimalny rozstaw	s_{min}	[mm]		50	100	100	100	100
Minimalna odległość od krawędzi	c_{min}	[mm]		50	50	75	100	100

Nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie przez tylne wyłamanie stożka betonu

$$V_{Rd,c} = k_s \cdot \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$

Szyna kotwiąca		Dane na podstawie ETA-11/0006				
		HAC-30	HAC-40	HAC-50	HAC-60	HAC-70
Współczynnik dla nośności na ścinanie ¹⁾	k_s	2,0				
	$\gamma_{Mp} = \gamma_{Mc}$	1,5				

¹⁾ Bez zbrojenia dodatkowego. Jeżeli zastosowano zbrojenie dodatkowe, to współczynnik k_s należy pomnożyć przez 0,75.

Nośność obliczeniowa ze względu na zniszczenie przez wyłamanie krawędzi betonu

$$V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}^0}{\gamma_{Mc}} \cdot \alpha_{s,V} \cdot \alpha_{c,V} \cdot \alpha_{h,V} \cdot \alpha_{90^\circ,V} \cdot \psi_{re,V} \cdot \psi_c$$

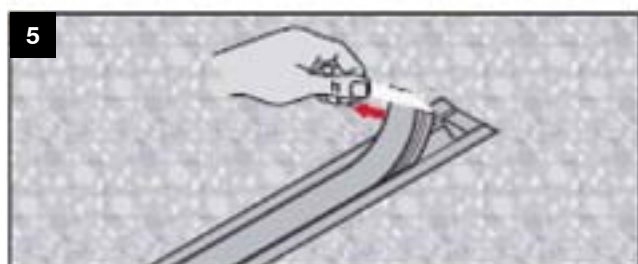
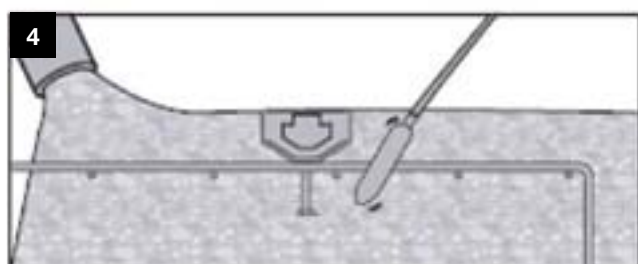
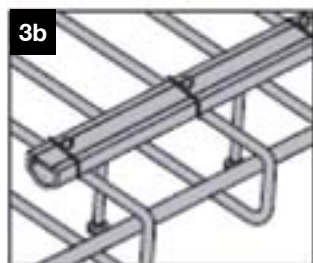
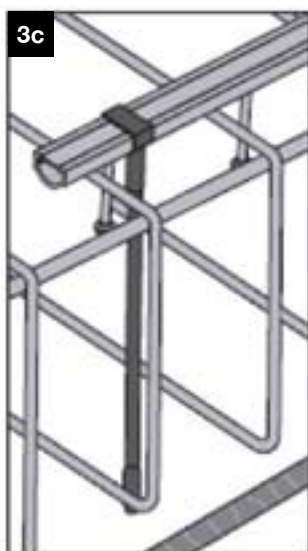
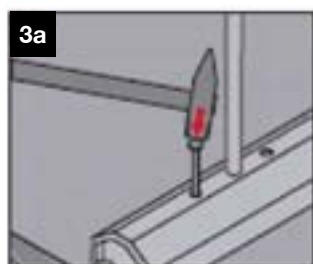
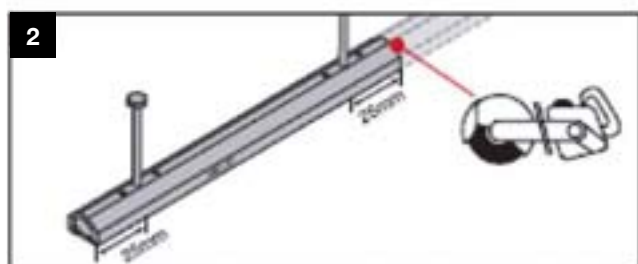
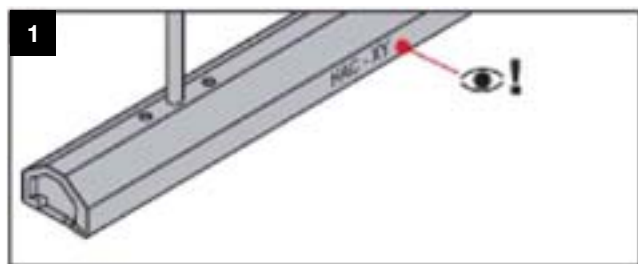
Szyna kotwiąca				Dane na podstawie ETA-11/0006				
				HAC-30	HAC-40	HAC-50	HAC-60	HAC-70
Nośność charakterystyczna	$V_{Rk,c}^0$	[kN]	C20/25	17,50	20,00 ¹⁾	20,00 ¹⁾	20,00	20,00
Współczynnik zwiększający z uwagi na wytrzymałość betonu	Ψ_c	[-]	C12/15	0,77				
			C16/20	0,89				
			C20/25	1,00				
			C25/30	1,10				
			C30/37	1,22				
			C35/45	1,34				
			C40/50	1,41				
			C45/55	1,48				
			≥ C50/60	= (f _{ck,cube} /25 N/mm²) ^{1/2}				
Wpływ sąsiednich kotew	$\alpha_{s,V}$	[-]		$\alpha_{s,V} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \left[\left(1 - \frac{s_i}{s_{cr,V}} \right)^{1,5} \cdot \frac{V_i}{V_0} \right]}$				
Graniczny rozstaw	$s_{cr,V}$	[mm]		4c ₁ +82,6	4c ₁ +81,8	4c ₁ +83,8	4c ₁ +86,8	4c ₁ +90,8
Wpływ naroża elementu konstrukcji	$\alpha_{c,V}$	[-]		$\alpha_{c,V} = \left(\frac{c_2}{c_{cr,V}} \right)^{0,5} \leq 1.0$				
Graniczna odległość od krawędzi	$c_{cr,N}$	[mm]		2c ₁ +41,3	2c ₁ +40,9	2c ₁ +41,9	2c ₁ +43,4	2c ₁ +45,4
Wpływ grubości elementu konstrukcji	$\alpha_{h,V}$	[-]		$\alpha_{h,V} = \left(\frac{h}{h_{cr,V}} \right)^{\frac{1}{2}} \leq 1.0$				
Graniczna wysokość	$h_{cr,V}$	[mm]		2c ₁ +25,6	2c ₁ +28,0	2c ₁ +31,0	2c ₁ +35,5	2c ₁ +40,0
Wpływ oddziaływania działającego równoległe do krawędzi elementu konstrukcji	$\alpha_{90^{\circ},V}$	[-]		2,5 ²⁾				
Wpływ zbrojenia	$\Psi_{re,V}$	[-]		1,0 szyna kotwiąca w betonie zarysowanym bez zbrojenia krawędziowego lub strzemion				
				1,2 szyna kotwiąca w betonie zarysowanym z prostym zbrojeniem krawędziowym (> Ø 12 mm)				
				1,4 szyna kotwiąca w betonie zarysowanym, ze zbrojeniem krawędziowym i strzemionami o rozstawie a < 100mm i a < 2c ₁ lub beton niezarysowany				
$\gamma_{M0} = \gamma_{Mc}^{1)}$				1,5				

¹⁾ Jeżeli stosowana jest śruba specjalna HBC-C-E, należy stosować następującą wartość zredukowaną: 17,50 kN. We wszystkich innych przypadkach 1,0.

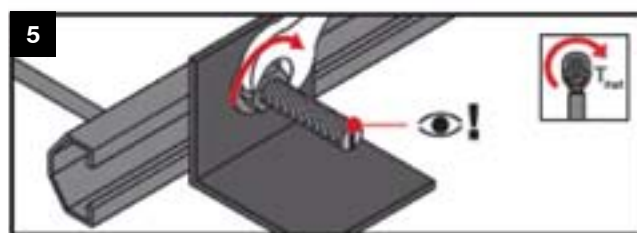
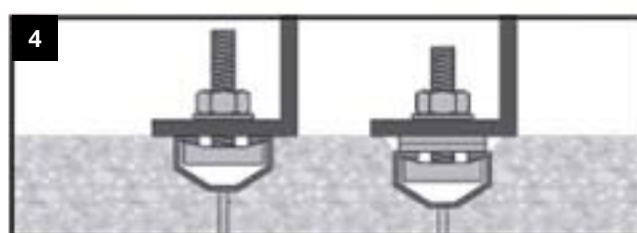
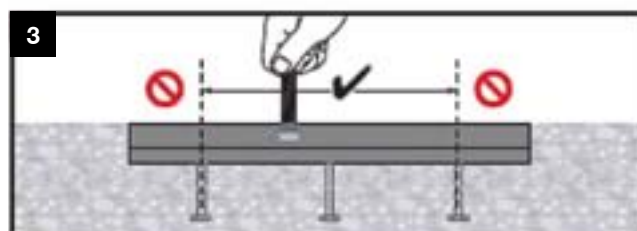
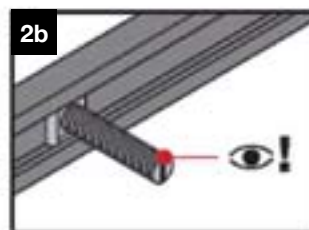
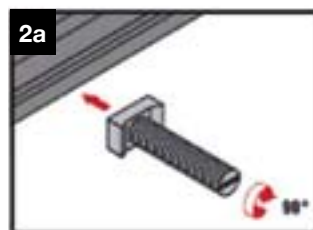
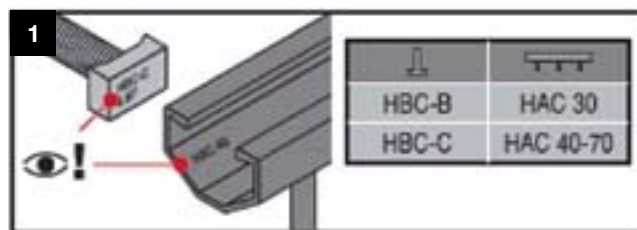
Szczegóły obliczeń i dane dotyczące nośności w sytuacji pożaru oraz przy działającym obciążeniu zmęczeniowym nie zostały ujęte w niniejszym podręczniku, mogą one jednakże zostać sprawdzone obliczeniowo za pomocą oprogramowania do wymiarowania PROFIS Anchor Channel w oparciu o ETA-11/0006. Oprogramowanie do obliczeń jest dostępne na stronie: www.hilti.pl.

6.5.4 Instrukcja montażu

Szyna kotwiąca HAC



Śruby specjalne HBC

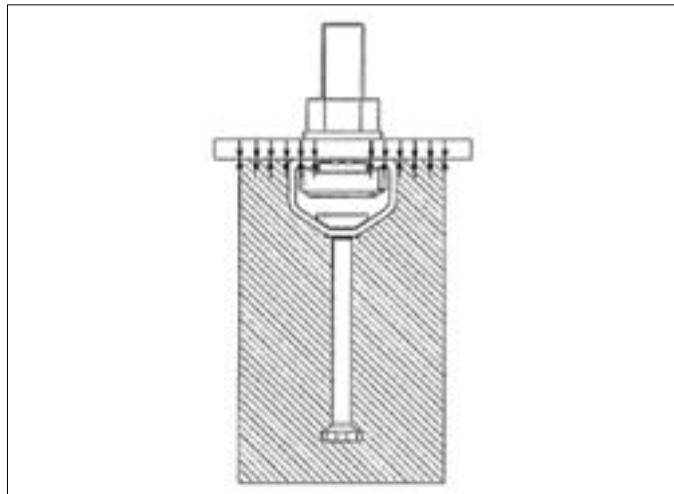


Sposób montażu

Przypadek ogólny

Element mocowany dociskany jest do szyny kotwiącej albo betonu, ewentualnie do szyny kotwiącej i betonu.

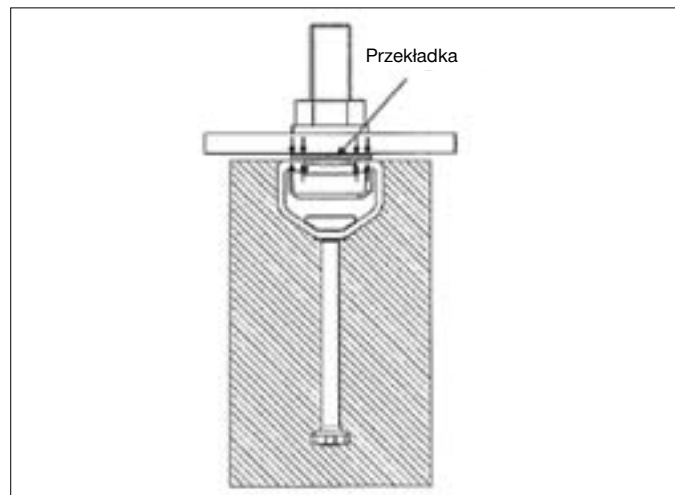
Moment dokręcający stosuje się zgodnie z ETA-11/0006 (Załącznik 9, Tabela 10) i nie wolno go przekraczać.



Kontakt stali ze stalą

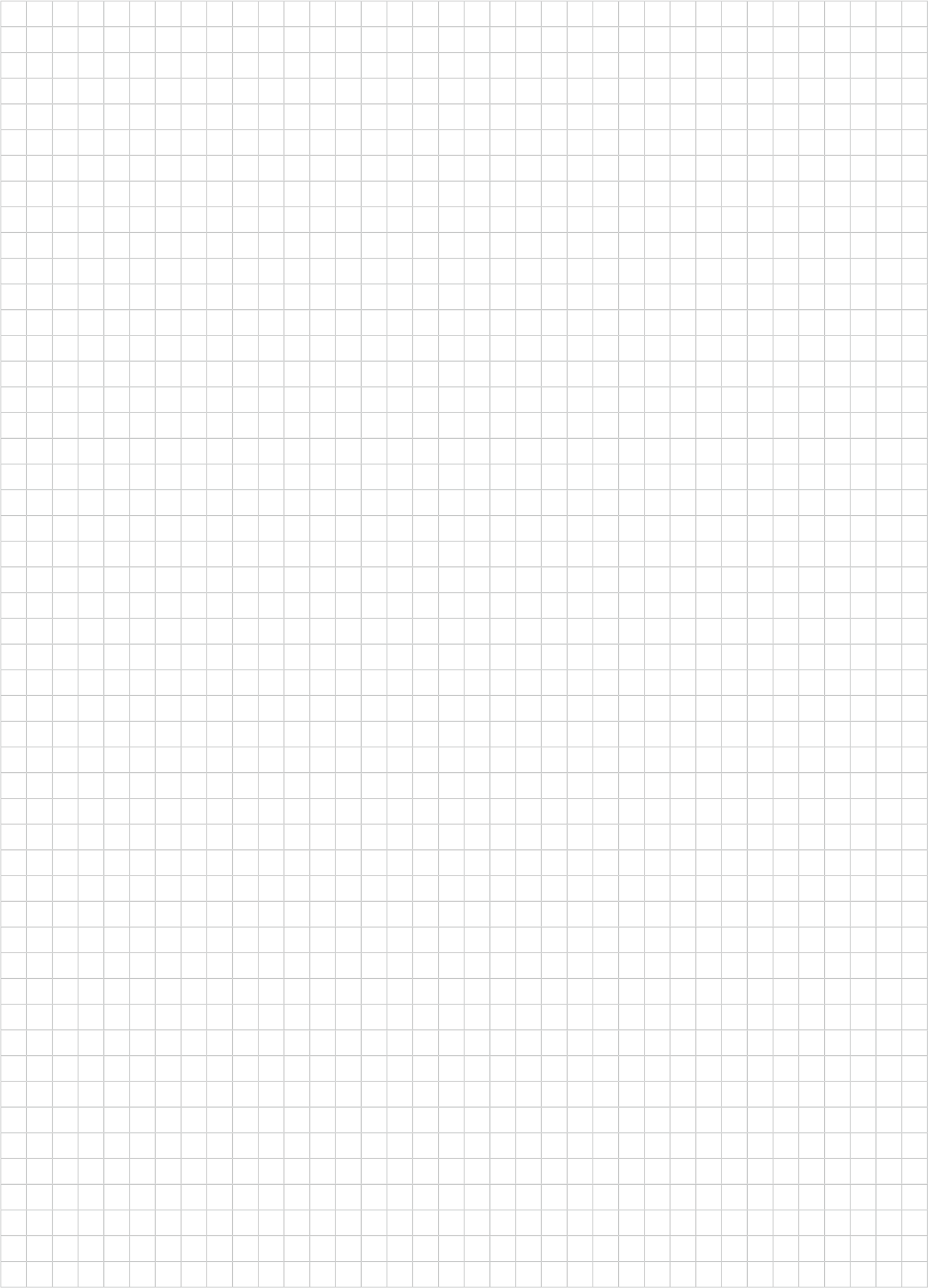
Element mocowany dociskany jest do szyny kotwiącej za pomocą odpowiedniej podkładki.

Moment dokręcający stosuje się zgodnie z ETA-11/0006 (Załącznik 9, Tabela 10) i nie wolno go przekraczać.



Montażowy moment dokręcający T_{inst}

Szyna kotwiąca	Typ śruby	Ø	Minimalny rozstaw śrub s_{min}	Montażowy moment dokręcający T_{inst}		
				Przypadek ogólny	Kontakt stali ze stalą	
				4.6; 8.8; A4-50	4.6; A4-50	8.8
		[mm]		[Nm]		
HAC-30	HBC-B	8	40	8	8	
		10	50	15	15	
		12	60	30	25	
HAC-40	HBC-C HBC-C-E HBC-C-N	10	50	15	15	
		12	60	25	25	70
		16	80	60	60	200
		20	100	75	120	400
HAC-50	HBC-C HBC-C-E HBC-C-N	10	50	15	15	48
		12	60	25	25	70
		16	80	60	60	200
		20	100	120	120	400
HAC-60	HBC-C HBC-C-E HBC-C-N	10	50	15	15	48
		12	60	25	25	70
		16	80	60	60	200
		20	100	120	120	400
HAC-70	HBC-C HBC-C-E HBC-C-N	10	50	15	15	48
		12	60	25	25	70
		16	80	60	60	200
		20	100	120	120	400





ZESPOLENIE BETONU Z NADBETONEM

Technika zamocowań



SPIS TREŚCI

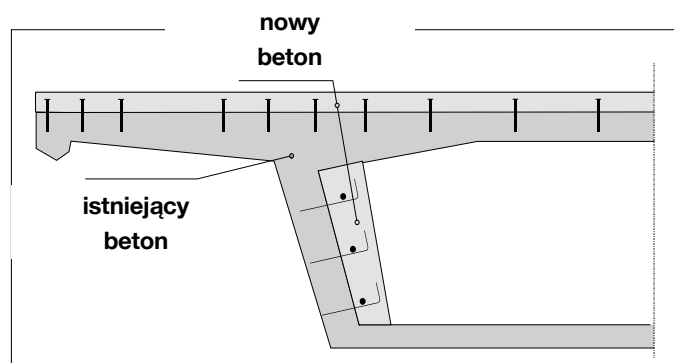
7.1	Podstawy	7.3
7.2	Model wymiarowania	7.4
7.3	Nośność na ścinanie według metody CCLT Hilti	7.5
7.3.1	Obszar obowiązywania metody CCLT Hilti	7.5
7.3.2	Przenoszenie sił ścinających w stykach, zwłaszcza przebiegających równolegle do osi układu	7.5
7.3.3	Siła ścinająca wynikająca z oddziaływań zewnętrznych	7.5
7.3.4	Siła ścinająca wynikająca z utwierdzenia przy krawędziach i przerwach roboczych	7.6
7.3.5	Nośność na ścinanie w styku niezbrojonym wynikająca z zazębienia ziaren i siły tarcia	7.7
7.3.6	Nośność na ścinanie w styku zbrojonym	7.7
7.3.7	Sprawdzanie wytrzymałości na zmęczenie	7.8
7.3.8	Zakres użytkowania	7.8
7.3.9	Kształtowanie konstrukcyjne	7.9
7.4	Wymiarowanie łączników do konstrukcji zespolonych HCC	7.11
7.4.1	Zastosowanie/oznaczenia/szczegóły konstrukcyjne/montaż	7.11
7.4.2	Parametry łączników do konstrukcji zespolonych	7.13
7.4.3	Oddziałująca siła rozciągająca wynikająca z obciążeń zewnętrznych	7.13
7.4.4	Oddziałująca siła rozciągająca wynikająca z utwierdzenia przy krawędziach i przerwach roboczych	7.13
7.4.5	Wymagana liczba i średnica łączników do konstrukcji zespolonych	7.14
7.4.6	Sprawdzanie nośności przy obciążeniu rozciągającym	7.14
7.4.7	Sprawdzanie przekazywania obciążenia rozciągającego wynikłego z obciążenia zewnętrznego względem zamocowania w nadbetonie	7.14
7.4.8	Sprawdzanie przekazywania obciążenia rozciągającego wynikłego z obciążenia zewnętrznego względem zamocowania w starym betonie	7.16
7.4.9	Diagramy do określania ilości zbrojenia dla łączników do konstrukcji zespolonych HCC-B i HCC-K	7.18
7.4.10	Wymiarowanie łączników do konstrukcji zespolonych za pomocą tablic do wymiarowania	7.20

7.1 PODSTAWY

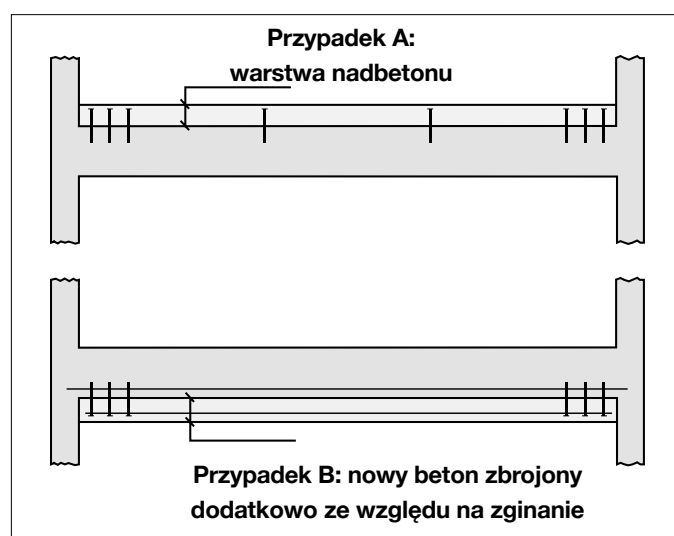
W konstrukcjach żelbetowych i sprężonych stosuje się coraz częściej zabiegi i działania zmierzające do wzmocnienia i poprawy stanu obiektów za pomocą nadbetonu. W szczególności dotyczy to płytowych elementów konstrukcyjnych, na które działa obciążenie wywołujące zginanie. Zastosowanie takie znajdujemy w licznych obiektach budownictwa lądowego, w tym w obiektach inżynierskich w budownictwie drogowym. Nadbeton może przejmować siły ściskające przy zginaniu, a gdy zastosowano zbrojenie – także siły rozciągające przy zginaniu. Działanie zbrojenia w nadbetonie wzmacnia jest przy tym przez zwiększenie ramienia dźwigni sił wewnętrznych. Wzmocniony w ten sposób element konstrukcyjny może być wymiarowany jak element konstrukcyjny monolityczny. Siły w pasach przekazywane są wówczas do nadbetonu przez siły ścinające w płaszczyźnie styku. Przy wymiarowaniu styku w elementach budynku wystarczy sprawdzenie dostatecznego zapasu nośności. W budownictwie inżynierskim często należy dodatkowo sprawdzić nośność ze względu na zmęczenie. W obu przypadkach działająca siła ścinająca musi być mniejsza niż nośność na ścinanie.

Zalety metody

- Dokument odniesienia: aprobata DIBt Z-21.8-1900
- Konstrukcja nośna pracuje jak monolityczna,
- Bezpieczne przenoszenie sił ścinających także w przypadku zarysowania styku zespolenia warstw betonu,
- Szerokie spektrum zastosowania,
- Możliwość stosowania przy różnych szorstkościach powierzchni,
- Zapewnienie sztywnego zespolenia,
- Niewielkie głębokości osadzenia łącznika do konstrukcji zespolonych.



Rysunek 1: Wzmocnienie dźwigara mostowego



Rysunek 2: Wzmocnienie stropu budynku



Rysunek 3: Modernizacja nawierzchni jezdni na moście



Rysunek 4: Wzmocnienie stropu w budownictwie przemysłowym



Rysunek 5: Wzmocnienie fundamentów

7.2 MODEL WYMIAROWANIA

Do określenia nośności na ścinanie w złączach zespolonych można zasadniczo wykorzystać dwa modele:

1) Model kratownicowy jako podstawę aktualnych norm, np. EN 1992-1-1, ACI 318, DIN 1045-1:

W modelu tym zakłada się, że pełne obciążenie przy granicy plastyczności stali może być przyłożone na złącze jako siła reakcji oraz że złącze jest niezarysowane przez cały okres użytkowania. Wysoka wartość nośności na ścinanie, wynikająca z adhezji np. w normie EN 1992-1-1, pozostawia niewielkie pole manewru dla warunków odmiennych, spotykanych w praktyce budowlanej, jeżeli nie zostanie przewidziane zbrojenie minimalne. Normy: EN 1992-1-1, ewentualnie DIN EN 1992-1-1/NA, DIN EN 1992-2 oraz DIN FB 102 ponadto określają, że udział adhezji w nośności przy obciążeniu dynamicznym lub zmęczeniowym może być zmniejszony o połowę albo pominięty. Wykorzystując ten model, należy szczególną uwagę zwrócić na projektowanie konstrukcyjne oraz wykonawstwo i zapewnić najwyższy poziom jakości.

2) Model teorii „ścian-tarcie” jako podstawa metody CCLT Hilti (Concrete Concrete Load Transfer):

Opisanie styku odbywa się za pomocą modelu piłokształtnego. Przenoszenie ścinania pomiędzy starym betonem a nadbetonem odbywa się także jeszcze przy zniszczonym zespoleniu, zatem w zależności od szorstkości i stopnia zbrojenia, wskutek zazębienia ziaren kruszywa, tarcia i działania łącznika, utrzyma się przez cały okres użytkowania konstrukcji. W przypadku szorstkich powierzchni naprężenie rozciągające wzbudzone jest w łącznikach przecinających styk. Wynikają z tego naprężenia ściskające, które wywołują siły tarcia w styku. Przy czym, zgodnie z wynikami szeroko zakrojonych badań, nie można przyłożyć pełnej wartości obciążenia łącznika ścinanego przy

granicy plastyczności jako siły reakcji generującej tarcie. Poprzez osobne ujęcie tych trzech różnych czynników wpływających na nośność na ścinanie (zazębienia ziaren kruszywa, tarcia i działania łącznika) osiąga się jednolity poziom bezpieczeństwa po stronie nośności, zarówno dla powierzchni gładkich, jak i szorstkich.

Elementem wspólnym obu modeli jest to, iż przy wystarczającej szorstkości powierzchni starego betonu wystarczający poziom bezpieczeństwa osiąga się już przy głębokości szorstkości ≥ 3 mm z zastosowaniem łączników do konstrukcji zespolonych lub bez nich, a sama szorstkość powierzchni powoduje powstanie wystarczająco sztywnego zespolenia, mogącego przenosić również oddziaływania niestatyczne, jak np. w budownictwie mostowym. Powyższe jest również uwzględniane w aktualnie obowiązujących wytycznych, np. w austriackiej normie RVS 15.02.34, zawierającej zalecenia przygotowania styków, receptury oraz wykonywania nadbetonu, które uwzględniają odpowiednią interpretację normy EN 1992-1-1, a także wymiarowanie łączników konstrukcji zespolonych. Niemiecka aprobata Z-21.8-1900 dla łącznika konstrukcji zespolonych HCC-K reguluje również kwestie wymiarowania łączników w betonie starym i nadbetonie.

Inaczej niż w modelu według teorii „ścian-tarcie” (metoda CCLT Hilti) należy zwrócić uwagę, że model kratownicowy, uwzględniony w wyżej wymienionych normach, nie daje wystarczającego poziomu bezpieczeństwa np. w przypadku gładkich styków zbrojonych. Ponadto istnieje przekonanie, iż w przypadku pojawienia się w praktyce budowlanej warunków odbiegających od założeń projektowych w okresie użytkowania konstrukcji zespolonej, np. w przypadku przeważających oddziaływań niestatycznych względnie wyjątkowych, może dojść do zniszczenia zespolenia. Dlatego też FIB Model Code 2010 nr 57 zaleca stosowanie metody CCLT Hilti przy wzmacnianiu konstrukcji nośnych i dalej ją szczegółowo wyjaśnia.

7.3 NOŚNOŚĆ NA ŚCINANIE WEDŁUG METODY CCLT HILTI

7.3.1 Obszar obowiązywania metody CCLT Hilti

Beton zwykły: zarysowany/niezarysowany, zbrojony/niezbrojony, C20/25–C50/60 lub B25–B55

Warstwa nadbetonu: ≥ 60 mm

Założenie: możliwość zarysowania styku zespolenia warstw

7.3.2 Przenoszenie sił ścinających w stykach, zwłaszcza przebiegających równolegle do osi układu

Przenoszenie sił ścinających w stykach pomiędzy starym betonem a nadbetonem zależy od szorstkości i wykończenia powierzchni styku, a także od zbrojenia poprzecznego przebiegającego prostopadłe do styku. Zasadniczo obowiązuje:

Równanie 1:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

V_{Ed} = wartość obliczeniowa oddziałującej siły ścinającej w płaszczyźnie zespolenia [kN/m]; EN 1992-1-1 (6.2.5)

V_{Rd} = wartość obliczeniowa nośności na ścinanie w płaszczyźnie zespolenia [kN/m]; EN 1992-1-1 (6.2.5)

7.3.3 Siła ścinająca wynikająca z oddziaływań zewnętrznych

Równanie 2:

$$V_{Ed} = \frac{F_{cdj}}{F_{cd}} \cdot \frac{V_{Ed}}{z} \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}} \right]$$

V_{Ed} = wartość obliczeniowa siły poprzecznej [kN]; EN 1992-1-1 (6.2.5)

F_{cdj} = wartość obliczeniowa siły ściskającej przy zginaniu do przeniesienia przez styk [kN]

F_{cd} = wartość obliczeniowa całkowitej siły ściskającej w wyniku zginania w analizowanym przekroju [kN]

z = ramię sił wewnętrznych pomiędzy siłą rozciągającą przy zginaniu a siłą ściskającą przy zginaniu [m] $z = 0,9 \times d$; EN 1992-1-1 (NCI do 6.2.5)

$$\frac{F_{cdj}}{F_{cd}} = 1,0$$

W uproszczeniu i asekuracyjnie, z przyłożoną całkowitą siłą ściskającą.

7.3.4 Siła ścinająca wynikająca z utwardzenia przy krawędziach i przerwach roboczych

Na krawędziach warstwy nadbetonu oraz w przypadku przerw roboczych należy przynajmniej przenieść siłę rozciągającą przy zarysowaniu F_{cr} dla warstwy nadbetonu, przy czym szczególną uwagę należy zwrócić na przekazywanie momentu wynikającego z siły rozciągającej przy zarysowaniu. Obciążenie wynikające z utwardzenia nie jest przenoszone wraz z obciążeniem wynikającym z oddziaływań zewnętrznych. Do wymiarowania w obszarze krawędzi miarodajną wartością jest wartość większa.

Równanie 3:

$$F_{cr} = h_{neu} \cdot b_j \cdot k \cdot f_{ct,eff} \text{ [N]}$$

F_{cr} = siła rozciągająca przy zarysowaniu [N]; EN 1992-1-1 (7.3.2)

h_{neu} = grubość nadbetonu [mm]

b_j = szerokość powierzchni styku w analizowanym obszarze [mm]

k = współczynnik uwzględniający nieliniowy rozkład naprężeń własnych, $k = 0,8$ dla $h_{neu} \leq 300$ mm; EN 1992-1-1 (NCI do 7.3.2 (2))

$f_{ct,eff}$ = efektywna wytrzymałość na rozciąganie nadbetonu w chwili powstania pierwszej rysy [N/mm²] dla przypadków ogólnych: $f_{ct,eff} = 3$ N/mm²; EN 1992-1-1 (7.3.2)

Bez przeprowadzenia dokładnego sprawdzania można zastosować następujące wartości:

Równanie 4:

$$V_{ed} = F_{cr} \text{ [N]}$$

Równanie 5:

$$N_{ed} = \frac{V_{ed}}{6} \text{ [N]}$$

$$c \leq 1,5 h_{neu}$$

N_{ed} = siła rozciągająca z momentu przekazywania siły rozciągającej przy zarysowaniu [N]; przybliżenie możliwe do przyjęcia w praktyce

V_{ed} = siła ścinająca w płaszczyźnie zespolenia wynikająca z siły rozciągającej przy zarysowaniu [N]

c = odległość od krawędzi pierwszego rzędu łączników do konstrukcji zespolonych

$$V_{ed} = \frac{V_{ed}}{\ell_e} \left[\frac{\text{N}}{\text{m}} \right]$$

Siłę ścinającą w płaszczyźnie zespolenia V_{ed} należy rozłożyć na długości przekazywania ℓ_e : długość ℓ_e została określona za pomocą symulacji i zależy od szorstkości powierzchni styku [1, FIP Guide to good practice 15903]:

$\ell_e = 3 h_{neu}$ dla powierzchni obrabianych hydrodynamicznie

$\ell_e = 6 h_{neu}$ dla powierzchni piaskowanych

$\ell_e = 9 h_{neu}$ dla powierzchni gładkich

7.3.5 Nośność na ścinanie w styku niezbrojonym wynikająca z zazębienia ziaren i tarcia^[3]

Równanie 6:

$$V_{Rd,ct} = (0,09 \cdot k_c \cdot f_{ck}^{1/3} + \mu \cdot \sigma_{Nd}) \cdot b_j \left[\frac{kN}{m} \right]$$

$$\sigma_n = \frac{n_{Ed}}{b_j} < 0,6 \cdot f_{cd} \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

σ_n = ściskanie dodatnie, rozciąganie ujemne

Wymiarując wzmocnienia z nadbetonu na mostach, nie należy przyjmować naprężenia ściskającego prostopadłego do styku σ_n .

7.3.6 Nośność na ścinanie w styku zbrojonym^[3]

Równanie 7:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,09 \cdot k_T \cdot f_{ck}^{1/3} + \mu \cdot \left(\rho \cdot k \cdot \frac{f_{uk}}{\gamma_{s,N}} + \sigma_n \right) + \alpha_s \cdot \rho \cdot \sqrt{\frac{f_{uk}}{\gamma_{s,V}} \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{\gamma_c}} \right\} \cdot b_j \leq \alpha_c \cdot \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{\gamma_c} b_j \left[\frac{kN}{m} \right]$$

Wpływ kształtu ziarna
Tarcie
Łącznik poddany ścinaniu
Ściskany krzyżulec betonowy

Tabela 1: Współczynniki dla styku zbrojonego uwzględniające zazębienie ziaren, tarcie i działanie łącznika do konstrukcji zespolonych Hilti HCC-K / HCC-B/HCC-HIT-V

Szorstkość powierzchni	Średnia głębokość uszorstnienia	Współczynnik zazębienia ziaren	Współczynnik zazębienia ziaren	Współczynnik udziału siły rozciągającej		Współczynnik działania łącznika		Współczynnik ściskanego krzyżulca betonowego	Współczynnik tarcia	
	Rt [mm]	k_c	k_T	k		α_s		α_c	μ	
	Rt [mm]			HCC-K HCC-HIT-V	HCC-B	HCC-K HCC-HIT-V	HCC-B		$f_{ck} \geq 20$	$f_{ck} \geq 35$
Obróbka hydrodynamiczna	> 3,0	2,3	2,3	0,5	0,4	0,9	1,1	0,20	0,8 ¹⁾	1,0 ¹⁾
Piaskowanie, groszkowanie	> 0,5	1,0 ²⁾	0	0,5	0,4	1,1	1,3	0,15	0,7	
Gładka: deskowanie drewniane/stalowe, bez deskowania	-	0	0	0	0	1,5	1,8	0,10	0,5	

1) = wartości pośrednie mogą być interpolowane liniowo

2) = gdy styk jest prostopadły do rozciągania: styk piaskowany $k_c = 0$

k_c = współczynnik zazębienia ziaren dla styku niezbrojonego^[1]

f_{ck} = charakt. wytrzymałość na ściskanie próbek cylindrycznych betonu starego/nadbetonu (wartość minimalna) [N/mm²]

k_T = współczynnik zazębienia ziaren dla styku zbrojonego^[1]

k = współczynnik udziału siły rozciągającej w łączniku do konstrukcji zespolonych^[1]

μ = współczynnik tarcia na podstawie prób^[1]

ρ = stopień zbrojenia wszystkich łączników na analizowanej powierzchni $b_j \cdot \ell_j$

$\rho = n \cdot A_s / (b_j \cdot \ell_j) \geq \rho_{min}$

σ_n = naprężenie wynikające z zewnętrznej siły podłużnej działającej prostopadłe do styku, EN 1992-1-1(6.2.5)

α_s = współczynnik działania łącznika^[1]

α_c = współczynnik ściskanego krzyżulca betonowego^[1]

n_{Ed} = dolna wartość obliczeniowa siły normalnej działającej prostopadłe do styku/długość [N/mm]

b_j = szerokość powierzchni styku w analizowanym obszarze [mm]

f_{cd} = wartość obliczeniowej wytrzymałości na ściskanie betonu, EN 1992-1-1 (3.1.6)

f_{uk} = wartość charakterystyczna wytrzymałości na rozciąganie łącznika do konstrukcji zespolonych [N/mm²]

$\gamma_{s,N}$ = 1,40 częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla łącznika HCC-K
= 1,20 częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla łącznika HCC-B
= 1,50 częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla łącznika HCC-HIT-V
= 1,87 częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla łącznika HCC-HIT-V-R

$\gamma_{s,V}$ = 1,50 częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla łącznika HCC-K
= 1,20 częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla łącznika HCC-B
= 1,25 częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla łącznika HCC-HIT-V
= 1,56 częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla łącznika HCC-HIT-V-R

γ_c = 1,50 częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla betonu

[1] Randl, N.: „Untersuchungen zur Kraftübertragung zwischen Neu- und Altbeton bei unterschiedlichen Fugenraugigkeiten”, dysertacja, Uniwersytet w Innsbrucku 1997, s. 379.

[3] Randl, N., Wicke, M.: „Schubübertragung zwischen Alt- und Neubeton”, Beton- und Stahlbetonbau 95, 2000, z. 8, s. 461-473.

7.3.7 Sprawdzanie wytrzymałości na zmęczenie

Złącza elementów zespolonych, poddane działaniu zmieniających się naprężeń przy przeważających obciążeniach dynamicznych, muszą być wymiarowane z uwzględnieniem zmęczenia. Styki narażone na zmęczenie należy zasadniczo wykonywać w postaci szorstkiej. Definicja szorstkości powierzchni zawarta jest w EN 1992-1-1, ewentualnie patrz rozdział dotyczący kształtowania konstrukcyjnego.

W przypadku przeważających oddziaływań dynamicznych Hilti zaleca zasadniczo średnią głębokość uszorstnienia ≥ 3 mm. Ponadto należy zawsze przewidzieć minimalny stopień zbrojenia. Uprozczone sprawdzanie należy przeprowadzać z uwzględnieniem kombinacji oddziaływań stanu granicznego użytkowości, np. DIN 1055-100. Jeśli chodzi o budownictwo mostowe, należy uwzględnić: EN 1992-1-1; EN 1992-2; DIN Raport specjalistyczny 102; RVS 15.02.34, a także dalsze regulacje krajowe. Bazując na badaniach dynamicznych zespolenia starego betonu i nadbetonu⁴⁾, zaleca się następujące oszacowanie wystarczającej wytrzymałości na zmęczenie:

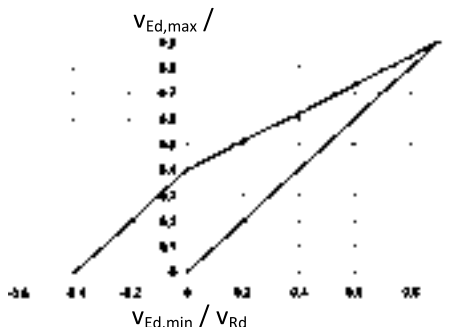
Równanie 8:

$$\text{dla: } \frac{V_{Ed, \min}}{V_{Ed, \max}} \geq 0: \frac{|V_{Ed, \max}|}{|V_{Rd}|} \leq 0,4 + 0,55 \cdot \frac{|V_{Ed, \min}|}{|V_{Rd}|} \leq 0,9$$

4) Randl, N., Wicke M.: „Auswertung der dynamischen Versuche für Verbund Alt- /Neubeton”, Institut für Betonbau, Universität w Innsbrucku 2000, s. 8, nieopublikowane.

Wykres 1:

Wykres Weyrauch dla zmęczenia ($2 \cdot 10^6$ zmian obciążenia) złącza elementu zespolonego w przypadku powierzchni obrabianej hydrodynamicznie^[4]



$V_{Ed, \max}$ = maksymalna siła ścinająca przy częstej kombinacji oddziaływań

$V_{Ed, \min}$ = minimalna siła ścinająca przy częstej kombinacji oddziaływań w obszarze występowania $V_{Ed, \max}$

V_{Rd} = nośność na ścinanie według Równania 6 albo 7

Równanie 9:

$$\text{dla: } \frac{V_{Ed, \min}}{V_{Ed, \max}} < 0: \frac{|V_{Ed, \max}|}{|V_{Rd}|} \leq 0,4 - \frac{|V_{Ed, \min}|}{|V_{Rd}|}$$

7.3.8 Zakres użytkowania

Dodatkowe odkształcenia dla przypadków standardowych można określić w przybliżeniu w przekroju wzmocnionym i zwiększyć, opierając się na poniższym oszacowaniu:

Równanie 10:

$$w_{\text{eff}} = f \cdot w_{\text{calc}}$$

w_{eff} = dodatkowe odkształcenie wzmocnionej konstrukcji nośnej przy uwzględnieniu możliwości przemieszczenia zespolenia

w_{calc} = dodatkowe odkształcenie obliczone dla wzmocnionej konstrukcji nośnej przy założeniu zespolenia nieruchomego

γ = współczynnik zwiększający odkształcenia zgodnie z Tabelą 2

s = przemieszczenie zespolenia przy średnim obciążeniu stałym ($F_D \approx 0,5 F_{uk}$)

Dla dokładniejszych obliczeń można wykorzystać wartości przemieszczenia s zgodnie z Tabelą 2.

Współczynniki do obliczania odkształceń^[1]

Wykończenie podłoża	Średnia głębokość szorstkości R_i [mm]	γ	s [mm]
Obróbka hydrodynamiczna	$> 3,0$	1,0	$\approx 0,005 d_s$
Piaskowanie, groszkowanie	$> 0,5$	1,1	$\approx 0,015 d_s$
gładkie: deskowanie drewniane/ stalowe, brak deskowania	≈ 0	1,2	$\approx 0,030 d_s$

7.3.9 Kształtowanie konstrukcyjne

Kombinacja technik wykańczania powierzchni

Różne techniki wykańczania powierzchni w jednym elemencie konstrukcyjnym można stosować jedynie wtedy, gdy różne sztywności zespolenia nie będą ze sobą kolidować (por. Tabela 2, przemieszczenie s). Styki elementu zespolonego bez łączników do konstrukcji zespolonych bazują na założeniu zespolenia niezarysowanego.

Zbrojenie minimalne styku zespolenia⁵⁾

Aktualna literatura fachowa i zbiory regulacji nie zawierają wypowiedzi dotyczących zbrojenia minimalnego w styku zespolenia lub zawierają jedynie niewielkie wzmianki na ten temat. Norma EN 1992-1-1 zakłada bardzo wysoką nośność na ścinanie z uwagi na adhezję, a tym samym pozostawia niewielkie pole manewru dla odmiennych warunków na placu budowy, zanikanie adhezyjnego zespolenia w toku użytkowania jest jednakże możliwe. Gdy tylko dochodzi do przekroczenia wartości obliczeniowej nośności na ścinanie styku niezbrojonego, należy przewidzieć zbrojenie minimalne $\rho_{\min}$ w celu przejęcia wyzwalających się sił ścinających wynikających z zazębienia ziaren/tarcia oraz zapewnienia bardziej plastycznej pracy układu nośnego.

Oddziaływania w przeważającym stopniu statyczne

Konstrukcje nośne płytowe (zespolenie powierzchniowe z możliwością przemieszczenia obciążeń):

$\rho_{\min} \geq 0,08 \%$ (styki obrabiane hydrodynamicznie);

$\rho_{\min} \geq 0,12 \%$ (styki piaskowane/gładkie).

Konstrukcje nośne belkowe (wąskie styki zespolenia bez możliwości przemieszczenia obciążeń):

$\rho_{\min} \geq 0,10 \%$.

Oddziaływania w przeważającym stopniu dynamiczne

W przypadku oddziaływań w przeważającym stopniu dynamicznych, zakładając zastosowanie powierzchni obrabianej hydrodynamicznie, zaleca się zasadniczo stosowanie zbrojenia minimalnego. Jako ogólną dolną granicę należy przyjąć:

$\rho_{\min} \geq 0,05 \%$.

W przypadku gdy z obliczeń wynika konieczność zastosowania zbrojenia na ścinanie, stopień zbrojenia minimalnego wynosi:

$\rho_{\min} \geq 0,08 \%$.

Rozmieszczenie łączników do konstrukcji zespolonych

- Łączniki do konstrukcji zespolonych należy rozmieszczać w kierunku pracy elementu konstrukcyjnego zgodnie z przebiegiem siły poprzecznej w taki sposób, by siła ścinająca w płaszczyźnie zespolenia mogła być przeniesiona i aby zapobiec unoszeniu się warstwy nadbetonu.
- W przypadku powierzchni piaskowanych i gładkich, przy obciążeniach w przeważającym stopniu statycznych, dopuszcza się równomierne rozmieszczenie ciągłych łączników do konstrukcji zespolonych pomiędzy sąsiednimi przekrojami krytycznymi na rozpatrywanej długości styku l_j. Informacje dotyczące ciągłości łączników – patrz wymiarowanie HCC-K/-B.
- Jeżeli warstwa betonu uzupełniającego leży po stronie rozciągania, to rozmieszczenia należy dokonać odpowiednio do stopniowania zbrojenia podłużnego, bez uwzględnienia długości zakotwienia.
- Rozstaw pomiędzy łącznikami w kierunku pracy elementu nie powinien wynosić więcej niż sześciokrotną grubość warstwy nadbetonu albo 800 mm.

Kotwienie łączników do konstrukcji zespolonych w betonie starym i nadbetonie

- W przypadku powierzchni obrabianych hydrodynamicznie oraz piaskowanych można przyjąć efektywną siłę rozciągającą działającą na kotwę N_{Ed} jako:

Równanie 11:

$$N_{Ed} \geq \rho_{\text{erf}} \cdot \kappa \cdot \frac{f_{uk}}{\gamma_{s,N}} \cdot b_j \cdot l_j / n_{\text{Schubverbinder}} \leq \kappa \cdot N_{Rd,s}$$

κ = współczynnik udziału siły rozciągającej; Tabela 1

- Głębokości osadzenia i nośności na rozciąganie łączników do konstrukcji zespolonych, charakterystyczne/minimalne odległości od krawędzi i rozstawy łączników, a także minimalne grubości elementów konstrukcyjnych należy przyjąć na podstawie rozdziału dotyczącego wymiarowania łączników HCC lub aprobaty DIBt-Z-21.8-1900.

Zbrojenie minimalne w nadbetonie

Wymiarując zbrojenie minimalne w nadbetonie, należy postępować zgodnie z normą EN 1992-1-1, rozdziały 7.3 oraz 9.2.

Zalecenia dotyczące przygotowania powierzchni, na przykład w budownictwie mostowym^[6]

Do zespolenia starego betonu i nadbetonu idealna jest powierzchnia styku z wcięciami. Wskazówki podano w oparciu o austriackie wytyczne RVS 15.02.34:

- Uszorstnienie powierzchni styku z użyciem obróbki hydrodynamicznej do uzyskania średniej głębokości szorstkości $R_t \geq 3$ mm oraz odsłoniętej faktury ziarnistej. Określenie średniej głębokości szorstkości R_t za pomocą metody obsypywania powierzchni piaskiem (metoda N. Kaufmanna)^[2]. R_t to wartość średnia, tzn. różnica pomiędzy górnym a dolnym punktem nierówności wynosi $2 \times R_t \geq 6$ mm.
- Wytrzymałość na odrywanie $f_A \geq 1,5$ MPa i $\geq f_{ctm}$ do wymiarowania styku zespolenia.
- Uwzględnienie późniejszego twardnienia starego betonu tylko za pomocą statystycznej analizy i przyjęciu górnej granicy $f_{ctk,0,05} \leq 3,0$ MPa.
- Utrzymanie czystości styku do momentu wylania betonu: nie dopuszcza się żadnych zanieczyszczeń, wiercenie zawsze z układem odsysania pyłu, oczyszczanie otworów wierconych z zastosowaniem bezolejowego sprężonego powietrza, ewentualnie zgodnie z aprobatą łącznika do konstrukcji zespolonych.
- Stary beton nawilżać przez kilka dni, jednakże na powierzchni nie może stać woda. Przed wylaniem betonu powierzchnia musi być matowa i wilgotna.

Receptura, układanie i pielęgnacja nadbetonu^[6]

- Receptura betonu o konsystencji jak najbardziej ciekłej i o jak najniższym skurczu.
- Wytrzymałość nadbetonu = zaplanowana wytrzymałość starego betonu: $\geq C30/37$; XC3, XD2, XF3, XA1, SB (A).
- Rozpływ: $\geq F38$, lepiej $\geq F45$.
- Zagęszczenie za pomocą listwy wibracyjnej, przy większej grubości warstwy nadbetonu – wstępne zagęszczenie wibratorem buławowym.
- Zapewnić bardzo dobrą pielęgnację

[2] Kaufmann, N.: „Das Sandflächenverfahren”, Strassenbautechnik 3/24, 1971, s. 131-135.

[5] Randl, N.: „Zur Frage der Mindestbewehrung bei Aufbeton-Verbundfugen”, Beton- und Stahlbetonbau 105, 2010, z. 9, s. 608-611.

[6] Hartl, H., Feix, J.: „Bemessungs- und Ausführungshinweise für Aufbeton auf Brückenfahrbahnplatten”, Beton- und Stahlbetonbau 106, 2010, z. 4, s. 250-259.

7.4 WYMIAROWANIE ŁĄCZNIKÓW DO KONSTRUKCJI ZESPOLONYCH HCC

Wprowadzenie

Podstawą do wyznaczania nośności na ścinanie w styku zespolecia betonów jest metoda CCLT Hilti. Podstawą wymiarowania łączników do konstrukcji zespolonych Hilti HCC-B/HCC-K są: aprobaty ETA dla zaprawy iniekcyjnej HIT-RE 500 V3 wraz z procedurą wymiarowania według EOTA TR 029 dla kotwienia w starym betonie oraz – dodatkowo dla łącznika do konstrukcji zespolonych HCC-K – warunki aprobaty DIBt Z-21.8-1900 z procedurą wymiarowania według ETAG 001 dla kotwienia w nadbetonie, a także dane producenta łącznika do konstrukcji zespolonych HCC-B oraz aprobaty techniczne IBDiM.

7.4.1 Zastosowanie/oznaczenia/szczegóły konstrukcyjne/montaż

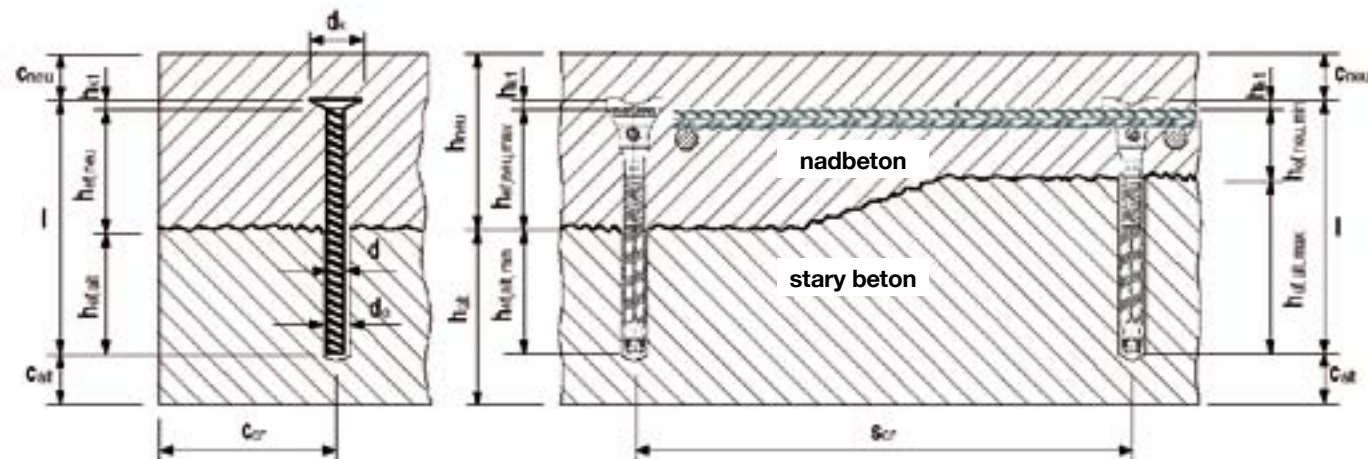
Dane techniczne dla łączników do konstrukcji zespolonych Hilti

	Łącznik do konstrukcji zespolonych HCC-K*	Łącznik do konstrukcji zespolonych HCC-HIT-V(R)	Łącznik do konstrukcji zespolonych HCC-B
			
Wymiary	Ø 10, 12, 14, 16	M8, M10, M12, M16	Ø 14
Zastosowanie	Płaskie powierzchnie zespolecia lub konstrukcje		Nierówne lub nachylone powierzchnie zespolecia/konstrukcje
Cechy	Prosty i szybki montaż. Bezrozporowe kotwienie w podłożu		Możliwość stosowania także jako podpórka zbrojenia. Prosty i szybki montaż. Bezrozporowe kotwienie w podłożu, możliwość tymczasowego obciążenia już przed iniekcją (max. 100 kg)
Beton stary/nadbeton	Beton zwykły zarysowany/niezarysowany, zbrojony/niezbrojony klasy C 20/25–C50/60 lub B25–B55		
Możliwość regulacji	Tylko przez stosowanie różnych długości		W samym elemencie ok. 60 mm dokładnej regulacji
Aprobata dla łącznika	DIBt / ETA /IBDiM		IBDiM
Aprobata dla zaprawy iniekcyjnej	HIT-RE 500 V3-, HIT-HY 200-A, ETA		HIT-RE 500 V3 ETA/IBDiM

* Dostępność produktu na zapytanie.

Szczegóły konstrukcyjne

Rozmieszczenie łączników do konstrukcji zespolonych HCC-B na równym poziomie może prowadzić do różnych głębokości osadzenia w betonie starym i nadbetonie. Sprawdzenie należy przeprowadzić z zastosowaniem uśrednionych głębokości osadzenia, ewentualnie przeprowadzić sprawdzenie dla wartości granicznych. Często decydujący jest przypadek o najmniejszej głębokości osadzenia w betonie starym $h_{ef,alt,min}$.



Efektywne i szybkie wymiarowanie zespolecia betonu z betonem za pomocą oprogramowania HCC-Design-Tool.

Tabela 3: Oznaczenia i dane dotyczące osadzania

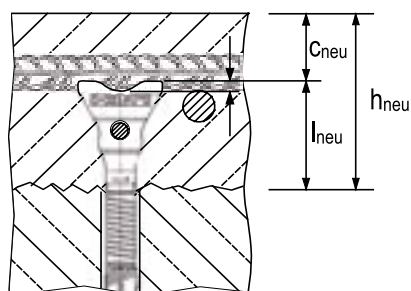
Łącznik do konstrukcji zespolonych		HCC-K 10-180	HCC-K 12-230	HCC-K 14-290	HCC-K 16-360	HCC-B 14-180
Długość ¹⁾	l	180	230	290	360	180
Średnica	d	10	12	14	16	14
Średnica wiercenia	d_o	14	16	18	20	16
Średnica łba kotwy	d_k	30	36	42	48	42
Wysokość obrzeża łba	h_{k1}	3	3	4	4	5
Głębokość otworu wierconego	h_1	Głębokość osadzenia + 5 mm				
Długość w nadbetonie; $h_{ef,neu} + h_{k1}$	l_{neu}	Zgodnie z wymiarowaniem				
Głębokość osadzenia w nadbetonie	$h_{ef,neu}$	≥ 40 mm, ewentualnie według wymiarowania				
Głębokość osadzenia w starym betonie	$h_{ef,alt}$	$\geq 6 d$, ewentualnie według wymiarowania				
Otulina łącznika w nadbetonie	c_{neu}	$\geq 0,5 \times h_{ef,neu}$				
Otulina otworu wierconego w starym betonie	c_{alt}	≥ 30 mm		≥ 36 mm	≥ 40 mm	≥ 32 mm

¹⁾ Inne długości łącznika do konstrukcji zespolonych HCC-K na zapytanie.

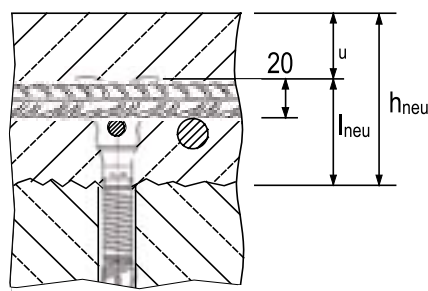
Tabela 3.1: Oznaczenia i dane dotyczące osadzania

Łącznik do konstrukcji zespolonych		HCC-HIT-V M8	HCC-HIT-V M10	HCC-HIT-V M12	HCC-HIT-V M16
Długość	l	150	130/190	120/150/220/280	150/200/300/380
Średnica	d	8	10	12	16
Średnica wiercenia	d_o	10	12	14	18
Średnica łba kotwy	d_k	13	17	19	24
Wysokość obrzeża łba	h_{k1}	6,5	8	10	13
Głębokość otworu wierconego	h_1	Głębokość osadzenia + 5 mm			
Długość w nadbetonie; $h_{ef,neu} + h_{k1}$	l_{neu}	Zgodnie z wymiarowaniem			
Głębokość osadzenia w nadbetonie	$h_{ef,neu}$	≥ 40 mm ewentualnie według wymiarowania			
Głębokość osadzenia w starym betonie	$h_{ef,alt}$	≥ 60 mm ewentualnie według wymiarowania			
Otulina łącznika w nadbetonie	c_{neu}	$\geq 0,5 \times h_{ef,neu}$			
Otulina otworu wierconego w starym betonie	c_{alt}	≥ 30 mm	≥ 30 mm	≥ 30 mm	≥ 36 mm

Możliwości podparcia górnej warstwy zbrojenia przez łącznik HCC-B



Zbrojenie podparte



Zbrojenie na pręcie pomocniczym $\varnothing 6/8$ mm

Montaż łączników do konstrukcji zespolonych

Montaż łączników do konstrukcji zespolonych odbywa się z uwzględnieniem warunków wynikających z wymiarowania styku zgodnie z rozdziałem 10.3.9, aprobatą ETA zastosowanego systemu iniekcji, aprobatą DIBt Z-21.8-1900 łączników HCC-K oraz instrukcją osadzania HCC-B.

7.4.2 Parametry łączników do konstrukcji zespolonych

Tabela 4: Parametry łączników HCC

Łącznik do konstrukcji zespolonych			HCC-K 10-180	HCC-K 12-230	HCC-K 14-290	HCC-K 16-360	HCC-B 14-180
Materiał			BSt 500 S (B) (DIN 488), ewentualnie klasy B/C gdzie $f_{yk} = 400-600 \text{ N/mm}^2$ (EN 1992-1-1) z jednostronnie spęcznionym łbem				Żeliwo ciągliwe EN-GJMB-550-4
Granica plastyczności HCC	$f_{yk} (f_{uk})$	[N/mm ²]	500 (550)				400
Charakterystyczna nośność na rozciąganie	$N_{Rk,s}$	[kN]	43	62	85	111	33,2
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla stali	γ_{Ms}		1,4				1,2
Wartość obliczeniowa nośności na rozciąganie	$N_{Rd,s}$	[kN]	30,7	44,3	60,7	79,3	27,7

7.4.3 Oddziałująca siła rozciągająca wynikająca z obciążeń zewnętrznych

Maksymalna siła rozciągająca działająca na zakotwienie N_{Ed} wynikająca z oddziaływań zewnętrznych przypadająca na każdy łącznik do konstrukcji zespolonych (maksymalna nośność na rozciąganie w zależności od udziału siły rozciągającej):

Równanie 12:

$$N_{Ed} \geq \rho_{erf} \cdot \kappa \cdot \frac{f_{uk}}{\gamma_{s,N}} \cdot b_j \cdot l_j / n_{Schubverbinder} \leq \kappa \cdot N_{Rd,s}$$

κ = współczynnik udziału siły rozciągającej: HCC-K: $\kappa = 0,5$; HCC-B: $\kappa = 0,4$ [3]

$N_{Rd,s}$ = wartość obliczeniowa nośności na rozciąganie HCC, Tabela 4

7.4.4 Oddziałująca siła rozciągająca wynikająca z utwierdzenia przy krawędziach i przerwach roboczych

Przy krawędziach warstwy nadbetonu oraz przerwach roboczych należy wprowadzić wyższą wartość siły rozciągającej:

N_{Ed}

$$N_{Ed} = \frac{V_{ed}}{6}$$

$$V_{ed} = F_{cr} = h_{neu} \cdot b_j \cdot k \cdot f_{ct,eff}$$

$$c \leq 1,5 \cdot h_{neu}$$

– oddziaływanie z obciążenia zewnętrznego (Równanie 12) oraz

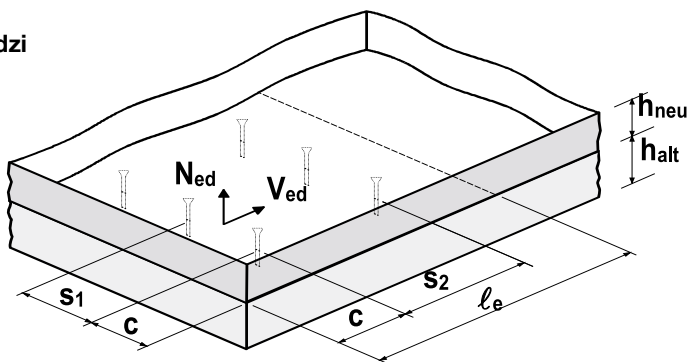
siła rozciągająca z momentu przekazywania siły rozciągającej przy zarysowaniu (Równanie 5),

– siła ścinająca w płaszczyźnie zespolenia wynikająca z siły rozciągającej przy zarysowaniu (Równanie 3 i 4),

– szerokość pasma skrajnego, w którym należy przekazać siłę rozciągającą N_{ed} z momentu przekazywania siły rozciągającej przy zarysowaniu (Równanie 5).

Rysunek 7: Zakotwienie przy krawędzi

Miarodajna oddziałująca siła rozciągająca musi być porównana z wartością nośności siły kotwiącej w betonie starym i nadbetonie. Patrz sprawdzanie zakotwienia w Tabeli 5.



[3] Randl, N., Wicke, M.: „Schubübertragung zwischen Alt- und Neubeton”, Beton- und Stahlbetonbau 95, 2000, z. 8, s. 461-473.

7.4.5 Wymagana liczba i średnica łączników do konstrukcji zespolonych

Obliczenie obciążenia styku zespolenia wskutek zewnętrznego oddziaływania oraz utwierdzenia przy krawędziach opisano w metodzie CCLT Hilti (rozdział 7.3.4). Wartość obliczeniową dopuszczalnej siły ścinającej dla zbrojonego styku zespolenia

podano w Równaniu 7, przy czym liczba łączników uwzględniona jest w równaniu poprzez stopień zbrojenia ρ .

Równanie 13:

$$\rho = \frac{n \cdot A_s}{b_j \cdot l_j} \geq \rho_{\min}$$

n = liczba łączników przypadająca na analizowaną powierzchnię
 A_s = pole przekroju czynnego łącznika [mm²]
 b_j = analizowana szerokość styku zespolenia [m]
 l_j = analizowana długość styku zespolenia [m]
 $\rho_{\min}$ = minimalny stopień zbrojenia styku zespolenia, patrz rozdział 6, „Kształtowanie konstrukcyjne”

Wymagany stopień zbrojenia ρ_{erf} jest określany w zależności od szorstkości styku zespolenia na podstawie diagramów 1–4.

7.4.6 Sprawdzanie nośności przy obciążeniu rozciągającym

W oparciu o ETAG 001, EOTA TR 029, ETA-07/0260, ETA-11/0493 oraz DIBt Z-21.8-1900

Wymagany stopień zbrojenia dla przeniesienia działającej siły ścinającej w wyniku oddziaływań zewnętrznych względem utwierdzenia określa się w oparciu o Równanie 7 lub za pomo-

cą diagramów do wymiarowania 1–4. Nie wymaga się sprawdzenia dla postaci zniszczenia, jakim jest zniszczenie łącznika.

Tabela 5: Wymagane sprawdzenia nośności przy obciążeniu rozciągającym

Model zniszczenia	Beton stary (EOTA TR 029)		Nadbeton (ETAG 001, Załącznik C)	
Wyrwanie łącznika/wyłamanie stożka betonu	$N_{\text{Ed}} \leq N_{\text{Rd,p}}$	$N_{\text{ed}} \leq N_{\text{Rd,p}}$	$N_{\text{Ed}} \leq N_{\text{Rd,p}}$	$N_{\text{ed}} \leq N_{\text{Rd,p}}$
Wyłamanie stożka betonu	$N_{\text{Ed}} \leq N_{\text{Rd,c}}$	$N_{\text{ed}} \leq N_{\text{Rd,c}}$	$N_{\text{Ed}} \leq N_{\text{Rd,c}}$	$N_{\text{ed}} \leq N_{\text{Rd,c}}$
Rozłupanie	$N_{\text{Ed}} \leq N_{\text{Rd,sp}}$	$N_{\text{ed}} \leq N_{\text{Rd,sp}}$	Zbrojenie minimalne/zbrojenie na rozłupanie	

7.4.7 Sprawdzanie przekazywania obciążenia rozciągającego wynikłego z obciążenia zewnętrznego względem utwierdzenia w nadbetonie

Zgodnie z ETAG 001 i Z-21.8-1900

Wyrwanie łącznika w nadbetonie

Równanie 14:

$$N_{\text{Rd,p}} = \frac{N_{\text{Rk,p}}}{\gamma_{\text{Mp}}} \quad \text{gdzie } \gamma_{\text{Mp}} = 1,5 \quad N_{\text{Rk,p}} = 6 \cdot f_{\text{ck,cube}} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_k^2 - d^2) \cdot \psi_c \text{ [N]}$$

Tabela 6: Wartość obliczeniowa nośności na rozciąganie

Łącznik do konstrukcji zespolonych		HCC-K 10-180	HCC-K 12-230	HCC-K 14-290	HCC-K 16-360	HCC-B 14-180
Charakterystyczna nośność na rozciąganie przy wyrwaniu łącznika, beton zarysowany klasy C20/25	$N_{\text{Rk,p}}$ [kN]	94	136	185	241	185
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla stali	γ_{Mp}	1,5				
Wartość obliczeniowa nośności na rozciąganie przy wyrwaniu łącznika	$N_{\text{Rd,p}}$ [kN]	63	91	123	161	123

Współczynnik zwiększający dla wytrzymałości betonu: $\psi_c = 1.48$ (C30/37 i C35/45); 2,0 (C40/50 i C45/55); 2,4 (C50/60)

Wyłamanie stożka betonu w nadbetonie

Równanie 15:

$$N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad \text{mit } \gamma_{Mc} = 1,5 \quad N_{Rk,c} = 8,5 \cdot f_{ck,cube}^{0,5} \cdot h_{ef,neu}^{1,5} \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} [N]$$

$f_{ck,cube}$ = wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie betonu, określona na próbce kostkowej

$h_{ef,neu}$ = efektywna głębokość osadzenia w nadbetonie [mm] (≥ 40 mm, ewentualnie według wymiarowania)

$A_{c,N}$ = rzeczywiste pole powierzchni bryły wyłamania na powierzchni betonu; powierzchnia: $s_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef,neu}$; $c_{cr,N} = 1,5 \cdot h_{ef,neu}$

$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ pole powierzchni bryły wyłamania łącznika HCC przy dużym rozstawie i dużej odległości od krawędzi, $s_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef,neu}$

$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$ uwzględnia zaburzenie obrotowo-symetrycznego stanu naprężenia w betonie przez krawędź elementu w przypadku odległości od krawędzi $c \leq c_{cr,N} = 1,5 h_{ef,neu}$

$\psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef,neu}}{200} \leq 1$ uwzględnia wpływ zbrojenia: jeśli leży w obszarze osadzenia łącznika zbrojenie o rozstawie osiowym ≥ 150 mm (niezależnie od $\emptyset$) albo o średnicy $\leq \emptyset 10$ oraz rozstawie ≥ 100 mm: $\psi_{re,N} = 1,0$

Rozłupanie w nadbetonie

Sprawdzenie modelu zniszczenia przez rozłupanie nie jest konieczne pod warunkami:

- Przyjęcia betonu zarysowanego przy sprawdzaniu łącznika w nadbetonie,
- Ograniczenia za pomocą zbrojenia szerokości rysy do $w_k \leq 0,3$ mm w nadbetonie,
- Zachowania wartości rozstawu i odległości od krawędzi według Tabeli 7.

Niezbędne zbrojenie do ograniczenia szerokości rysy

Równanie 16:

$$A_{s,erf} = 0,5 \cdot \frac{\sum N_{sd}}{f_{yk}/\gamma_{Ms}} \quad \text{gdzie } \gamma_{Ms} = 1,15 \quad \sum N_{sd} = \text{suma obliczeniowej siły rozciągającej obciążonego łącznika HCC przy wartości obliczeniowej oddziaływań}$$

Tabela 7:

Łącznik do konstrukcji zespolonych		HCC-K 10-180 HCC-HIT-V M8	HCC-K 12-230 HCC-HIT-V M10	HCC-K 14-290 HCC-HIT-V M12	HCC-K 16-360 HCC-HIT-V M16	HCC-B 14-180
Minimalna grubość elementu konstrukcyjnego nadbetonu	$h_{neu,min}$	$h_{ef,neu} + h_{k1} + c_{neu} \geq 60$ mm				
Minimalna odległość od krawędzi w nadbetonie	$c_{min, neu}$	$\geq 0,5 h_{ef,neu}$				
Minimalny rozstaw w nadbetonie	$s_{min, neu}$	$\geq 3 h_{ef,neu}^{1)}$				

7.4.8 Sprawdzanie przekazywania obciążenia rozciągającego wynikłego z obciążenia zewnętrznego względem utwardzenia w starym betonie

Zgodnie z EOTA Raport Techniczny TR 029, ETA-07/0260 i DIBt Z-21.8-1900
(Założenie: strefa rozciągania – beton zarysowany)

Wyrwanie łącznika w starym betonie

Równanie 17:

$$N_{Rk,p}^0 = h_{ef,alt,calc} \cdot \pi \cdot d \cdot \tau_{Rk,cr} \cdot \psi_c [N]$$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,N} [N]$$

$$N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \text{ gdzie } \gamma_{Mp} = 1,5$$

$h_{ef,alt,calc}$ = obliczeniowa głębokość osadzenia w starym betonie [mm] (Tabele 9,10, ewentualnie wymiarowanie)

d = średnica łącznika do konstrukcji zespolonych [mm]

$\tau_{Rk,cr}$ = charakterystyczna wartość naprężenia przyczepności w betonie zarysowanym.

ETA-07/0260, ETA-11/0493: HCC-K 10: 8,0 HCC-K 12: 7,5 HCC-K 14 i 16: 7,0; dane techniczne Hilti: HCC-B 14: 7,2

ψ_c = współczynnik zwiększający dla wytrzymałości betonu: 1,04 (C30/37 i C35/45); 1,07 (C40/50 i C45/55); 1,09 (C50/60)

$A_{p,N}$ = rzeczywiste pole powierzchni bryły wyłamania na powierzchni betonu [mm²]

$A_{p,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ pole powierzchni bryły wyłamania łącznika HCC przy dużym rozstawie i dużej odległości od krawędzi

$$s_{cr,Np} = 20 \cdot d \cdot \left(\frac{\tau_{Rk,cr}}{7,5} \right)^{0,5} \leq 3 \cdot h_{ef,alt}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1$$

uwzględnia zaburzenie obrotowo-symetrycznego stanu naprężenia w betonie przez krawędź elementu w przypadku odległości od krawędzi

$$c_{cr,Np} = \frac{s_{cr,Np}}{2}$$

$$\psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef,alt}}{200} \leq 1$$

uwzględnia wpływ zbrojenia: jeśli leży w obszarze osadzenia łącznika zbrojenie o rozstawie ≥ 150 mm (niezależnie od $\emptyset$) albo o średnicy $\leq \emptyset 10$ oraz rozstawie ≥ 100 mm, to $\psi_{re,N} = 1,0$.

Wyłamanie stożka betonu w starym betonie

Równanie 18:

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef,alt,calc}^{1,5} \cdot \psi_c [N]$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} [N]$$

$$N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \text{ gdzie } \gamma_{Mc} \text{ określona w aprobacie technicznej}$$

$h_{ef,alt,calc}$ = obliczeniowa głębokość osadzenia w starym betonie [mm] (Tabele 9, 10, ewentualnie wymiarowanie)

k_1 = zastosowanie w betonie zarysowanym $k_1 = 7,2$

$f_{ck,cube}$ = charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie, kostka o boku 150 mm [N/mm²]

ψ_c = współczynnik zwiększający dla wytrzymałości betonu: 1,04 (C30/37 i C35/45); 1,07 (C40/50 i C45/55); 1,09 (C50/60)

$A_{c,N}$ = rzeczywiste pole powierzchni bryły wyłamania na powierzchni betonu [mm²]

$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ = pole powierzchni bryły wyłamania łącznika HCC przy dużym rozstawie i dużej odległości od krawędzi, $s_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef,alt}$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$$

uwzględnia zaburzenie obrotowo-symetrycznego stanu naprężenia w betonie przez krawędź elementu w przypadku odległości od krawędzi $c \leq c_{cr,N} = 1,5 h_{ef,alt}$

$$\psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef,alt}}{200} \leq 1$$

uwzględnia wpływ zbrojenia: jeśli leży w obszarze osadzenia łącznika zbrojenie o rozstawie ≥ 150 mm (niezależnie od $\emptyset$) albo o średnicy $\leq \emptyset 10$ oraz rozstawie ≥ 100 mm, to $\psi_{re,N} = 1,0$.

Rozłupanie w starym betonie

Zniszczenie przez rozłupanie podczas obciążenia może nie być brane pod uwagę, jeżeli spełniony zostanie jeden z poniższych warunków:

- a) $c \geq 1,2 c_{cr,sp}$ und $h_{alt} \geq 2 h_{alt,min}$ $c_{cr,sp}$ wyznacza się w zależności od h_{hef} (ETA 11/0493),
 b) szerokość rysy w starym betonie ograniczona jest za pomocą zbrojenia do $w_k \leq 0,3$ mm.

Jeżeli nie jest spełniony warunek a) lub b):

Równanie 19:

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef,alt}^{1,5} \cdot \psi_c \text{ [N]}$$

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{h,sp} \text{ [N]}$$

$$N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}} \text{ gdzie } \gamma_{Msp} - \text{ patrz tabela 8}$$

$N_{Rk,c}^0$ = nośność z uwagi na wyłamanie stożka betonu w betonie zarysowanym (patrz „Wyłamanie stożka betonu”)

$h_{ef,alt}$ = efektywna głębokość osadzenia w betonie starym [mm] (Tabele 9, 10, ewentualnie wymiarowanie)

$A_{c,N}$ = rzeczywiste pole powierzchni bryły wyłamania na powierzchni betonu [mm²]

$A_{c,N}^0 = s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp}$ = pole powierzchni bryły wyłamania łącznika HCC przy dużym rozstawie i dużej odległości od krawędzi,

$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1$ $s_{cr,sp} = 2 \cdot c_{cr,sp}$ = uwzględnia zaburzenie obrotowo-symetrycznego stanu naprężenia w betonie przez krawędź elementu w przypadku odległości od krawędzi $c \leq c_{cr,N} = 1,5 h_{ef,alt}$

$\psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef,alt}}{200} \leq 1$ = uwzględnia wpływ zbrojenia: jeśli leży w obszarze osadzenia łącznika zbrojenie o rozstawie ≥ 150 mm (niezależnie od $\emptyset$) albo o średnicy $\leq \emptyset 10$ oraz rozstawie ≥ 100 mm, to $\psi_{re,N} = 1,0$

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h_{alt}}{h_{alt,min}} \right)^{2/3} \text{ mit } 1 \leq \psi_{h,sp} \leq \left(\frac{2 \cdot h_{ef,alt}}{h_{alt,min}} \right)^{2/3}$$

Tabela 8:

Łącznik do konstrukcji zespolonych		HCC-K 10-180	HCC-K 12-230	HCC-K 14-290	HCC-K 16-360	HCC-B 14-180
Minimalna grubość elementu z betonu starego	$h_{alt,min}$	$h_{ef,alt} + 30$ mm ≥ 100 mm	$h_{ef,alt} + 2d_o$			$h_{ef,alt} + 32$ mm
Minimalna głębokość osadzenia w betonie starym	$h_{ef,min,alt}$	60	70	75	80	90
Minimalna odległość od krawędzi w betonie starym	$c_{min,alt}$	45	45	50	50	70
Minimalny rozstaw w betonie starym	$s_{min,alt}$	50	60	70	80	70
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	γ_{Msp}	1,5	1,5	1,5	1,5	1,8

7.4.9 Diagramy do określania ilości zbrojenia dla łączników do konstrukcji zespolonych HCC-B i HCC-K

Diagram 1: Powierzchnie obrabiane hydrodynamicznie lub bruzdowane z łącznikami HCC-B
(średnia głębokość szorstkości > 3 mm, tzn. wysokość profilu > ok. 6 mm)

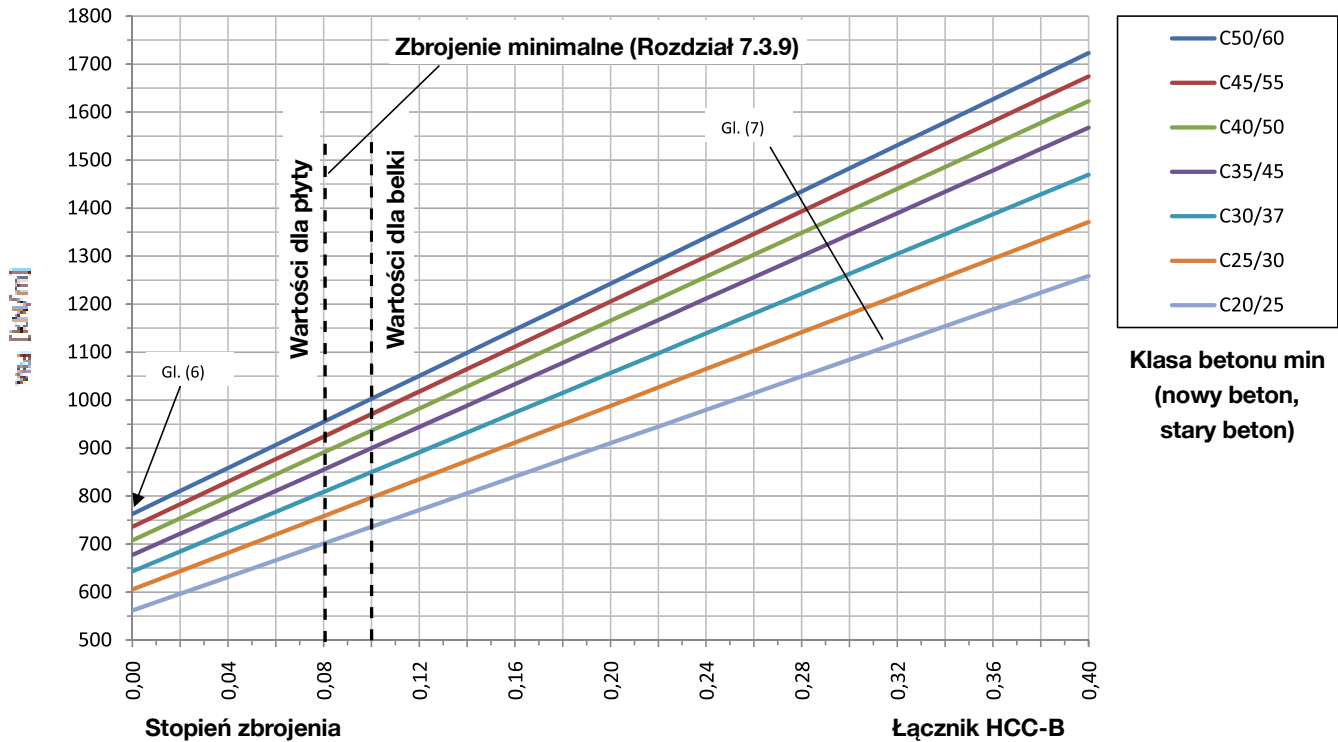


Diagram 2: Powierzchnie piaskowane z łącznikami HCC-B
(średnia głębokość szorstkości > 0,5 mm, tzn. wysokość profilu > ok. 1,0 mm)

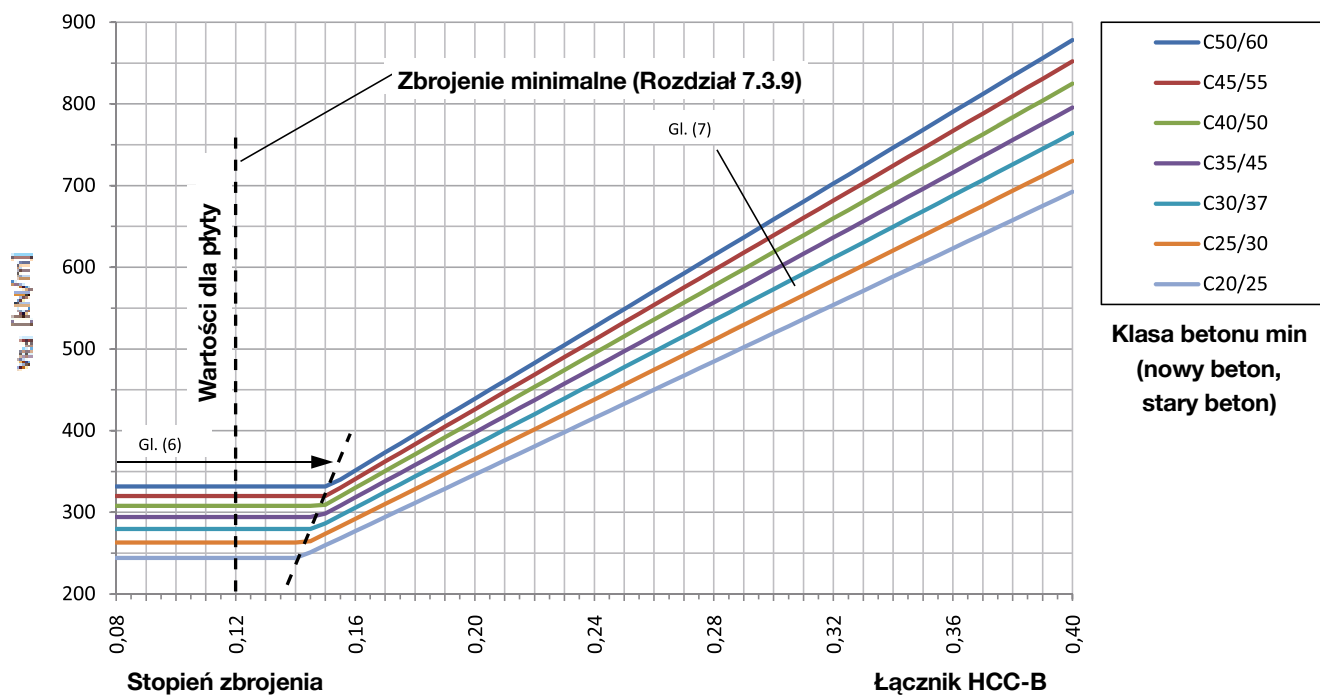


Diagram 3: Powierzchnie obrabiane hydrodynamicznie lub bruzdowane z łącznikami HCC-K
(średnia głębokość szorstkości > 3 mm, tzn. wysokość profilu > ok. 6 mm)

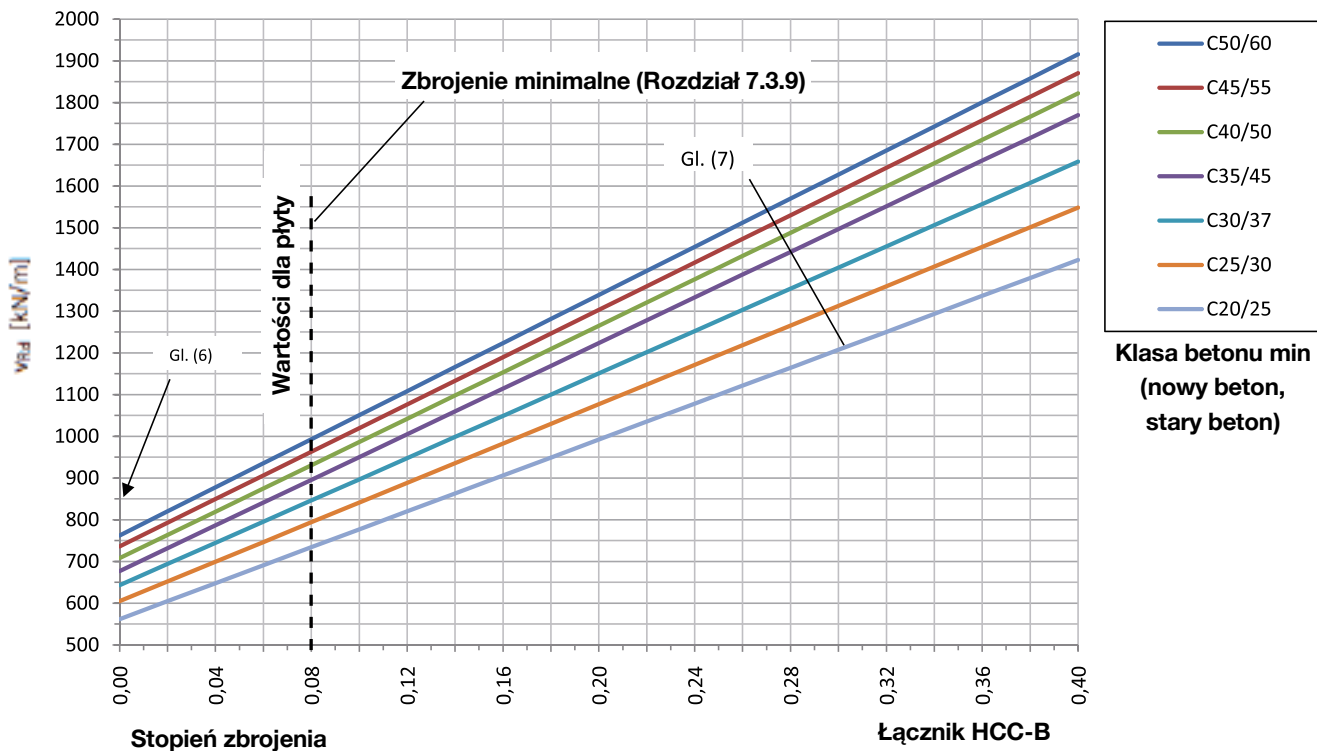
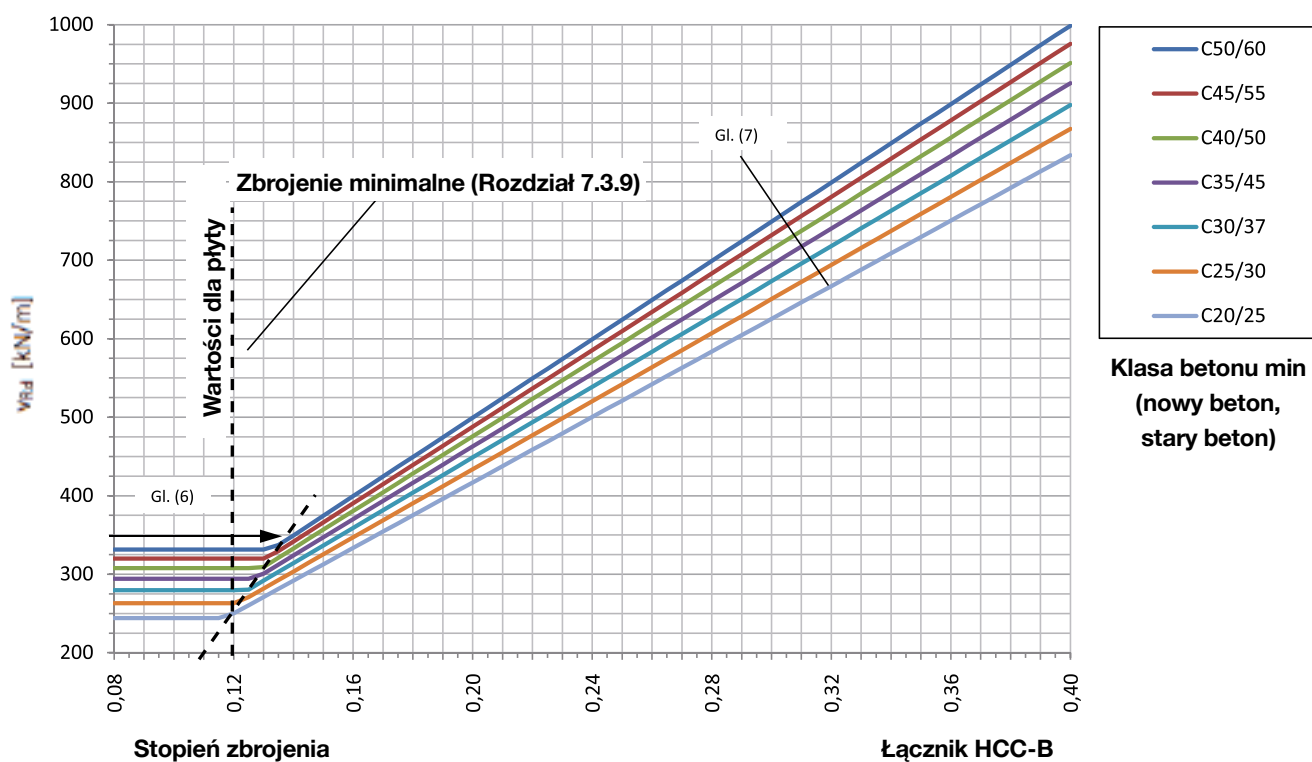


Diagram 4: Powierzchnie piaskowane z łącznikami HCC-K
(średnia głębokość szorstkości > 0,5 mm, tzn. wysokość profilu > ok. 1,0 mm)



7.4.10 Wymiarowanie łączników do konstrukcji zespolonych za pomocą tablic do wymiarowania

Efektywny stopień zbrojenia w styku zespolenia

Z reguły rozstawy i odległości od krawędzi, a także głębokości osadzenia łączników dobierane są tak, że oddziałująca siła rozciągająca N_{Ed} (Równanie 12) ewentualnie N_{ed} (Równanie 5), w betonie starym i nadbetonie może być przeniesiona przy wykorzystaniu pełnej nośności łączników na rozciąganie. W przy-

padku zmniejszenia głębokości osadzenia lub/i rozstawów i odległości od krawędzi poniżej wartości charakterystycznych z tablic do wymiarowania następuje obniżenie nośności przekroju łączników.

Postępowanie w toku wymiarowania

Równanie 20:

$$A_{s, \text{wirk}} = A_s \cdot \frac{N_{Rd}}{N_{Ed, \text{max}}} \leq A_s \text{ [mm}^2\text{]}$$

$A_{s, \text{wirk}}$ = efektywne pole przekroju powierzchni

A_s = pole powierzchni przekroju łącznika w [mm²];
Tabela 9 i 10

N_{Rd} = miarodajna nośność na rozciąganie łącznika w nadbetonie; Tabela 9 i 10

$N_{Ed, \text{max}}$ = oddziałująca siła rozciągająca [kN] zgodnie z Równaniem 12

A) Określenie liczby łączników do przeniesienia przekazywanych sił ścinających od oddziaływań zewnętrznych

1. Przekazywane siły ścinające v_{Ed} od oddziaływań zewnętrznych (Równanie 2).
2. ρ_{erf} w zależności od szorstkości powierzchni z diagramu 1–3.
3. $A_{s, \text{erf}} = l_j \cdot b_j \cdot \rho_{\text{erf}}$
4. Ustalenie głębokości osadzenia $h_{\text{ef, neu}}$ w nadbetonie: $h_{\text{ef, neu}} \leq h_{\text{neu}} - c_{\text{neu}} - h_{k1}$
5. N_{Rd} , $A_{s, \text{wirk}}$, $h_{\text{ef, alt}}$, $c_{\text{cr, scr}}$ oraz $h_{\text{alt, min}}$ z Tabeli 9, ewentualnie 10.
6. Liczba niezbędnych łączników:

$$n_{\text{erf}} = \frac{A_{s, \text{erf}}}{A_{s, \text{wirk}}} = \frac{l_j \cdot b_j \cdot \rho_{\text{erf}}}{A_{s, \text{wirk}}}$$

B) Określenie liczby łączników do przeniesienia przekazywanych sił ścinających od utwierdzenia przy krawędziach oraz przerwach roboczych (należy kontrolować minimalne zakotwienie przy krawędzi)

Siłę ścinającą w płaszczyźnie zespolenia V_{ed} należy rozłożyć na całą długość przekazywania l_e (patrz Rysunek 7).

1. Siła ścinająca w płaszczyźnie zespolenia V_{ed} (Równanie 4).
2. Długość przekazywania l_e , rozdział 10.3.4.
3. Przekazywane siły ścinające v_{ed} od utwierdzenia przy krawędziach i przerwach roboczych – rozdział 10.3.4.
4. ρ_{erf} w zależności od szorstkości powierzchni z diagramu 1–3.
5. $A_{s, \text{erf}} = l_e \cdot b_j \cdot \rho_{\text{erf}}$
6. Ustalić głębokość osadzenia $h_{\text{ef, neu}}$ w nadbetonie: $h_{\text{ef, neu}} \leq h_{\text{neu}} - c_{\text{neu}} - h_{k1}$.
7. N_{Rd} , $A_{s, \text{wirk}}$, $h_{\text{ef, alt, calc}}$, c_{cr} , s_{cr} oraz $h_{\text{alt, min}}$ z Tabeli 9 lub 10.
8. Liczba niezbędnych łączników:

$$n_{\text{erf}} = \frac{A_{s, \text{erf}}}{A_{s, \text{wirk}}} = \frac{l_e \cdot b_j \cdot \rho_{\text{erf}}}{A_{s, \text{wirk}}}$$

C) Kontrola siły rozciągającej przy krawędzi

$$N_{Rd, \text{vorh}} = n_{\text{vorh}} \cdot N_{Rd} \geq N_{ed}$$

Siła rozciągająca N_{ed} musi zostać przejęta przez skrajny rząd łączników do konstrukcji zespolonych i przekazana przy maksymalnej odległości od krawędzi $c = 1,5 \cdot h_{\text{neu}}$ (patrz Rysunek 7).

Tablica do wymiarowania łączników do konstrukcji zespolonych HCC-B stosowanych w nadbetonach klas od C 20/25 do C 50/60 przy użyciu systemu iniekcji HIT-RE 500 V3

Podstawą tej tablicy do wymiarowania jest założenie, iż spełniono warunki przedstawione w rozdziale „Rozłupanie”. Jeżeli warunki te nie zostały spełnione, należy dodatkowo przeprowadzić sprawdzenie na rozłupanie w betonie starym i nadbetonie.

Ponadto charakterystyczne rozstawy i odległości od krawędzi mogą być ograniczone do c_{min} ew. s_{min} , przy jednoczesnym zmniejszeniu nośności na rozciąganie łącznika do konstrukcji zespolonych HCC-B.

Tabela 9: Wartości obliczeniowe dla łączników HCC-B do wymiarowania w nadbetonach klas od C 20/25 do C 50/60

HCC-B												
	Średnica łącznika do konstrukcji zespolonych	d	[mm]	14								
	Długość łącznika	l	[mm]	180								
	Średnica wiercenia	d ₀	[mm]	16								
	Pole przekroju czynnego	A _s	[mm²]	83								
	Oddziałująca siła rozciągająca	N _{Ed}	[kN]	11,1								
	Wysokość obrzeża łba	h _{k1}	[mm]	5								
	Wysokość całkowita w nadbetonie = h _{ef,neu} + h _{k1}	h _n	[mm]	55	60	65	70	75	80	85	90	
	Efektywna głębokość osadzenia w nadbetonie	h _{ef,neu}	[mm]	50	55	60	65	70	75	80	85	
	Osadzenie w betonie starym	h _{ef,alt}	[mm]	125	120	115	110	105	100	95	90	
Nadbeton klasy C 20/25 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-B	N _{Rd}	[kN]	10,0	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	
	Efektywne pole powierzchni przekroju	A _{s,wirk}	[mm²]	75	83	83	83	83	83	83	83	
	Krytyczna odległość od krawędzi	c _{cr}	[mm]	95	101	101	101	101	101	101	101	
	Krytyczny rozstaw osiowy	s _{cr}	[mm]	189	202	202	202	202	202	202	202	
	Minimalna grubość elementu z betonu starego	h _{alt,min}	[mm]	157	152	147	142	137	132	127	122	
	Obliczeniowa głębokość osadzenia w betonie starym	h _{ef,alt,calc}	[mm]	63	67	67	67	67	67	67	67	
	Efektywny stopień zbrojenia	ρ _{wirk}	[%]	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
Nadbeton klasy C 25/30 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-B	N _{Rd}	[kN]	11,0	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	
	Efektywne pole powierzchni przekroju	A _{s,wirk}	[mm²]	82	83	83	83	83	83	83	83	
	Krytyczna odległość od krawędzi	c _{cr}	[mm]	101	101	101	101	101	101	101	101	
	Krytyczny rozstaw osiowy	s _{cr}	[mm]	201	201	201	201	201	201	201	201	
	Minimalna grubość elementu z betonu starego	h _{alt,min}	[mm]	157	152	147	142	137	132	127	122	
	Obliczeniowa głębokość osadzenia w betonie starym	h _{ef,alt,calc}	[mm]	67	67	67	67	67	67	67	67	
	Efektywny stopień zbrojenia	ρ _{wirk}	[%]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
Nadbeton klasy C 30/37 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-B	N _{Rd}	[kN]	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	
	Efektywne pole powierzchni przekroju	A _{s,wirk}	[mm²]	83	83	83	83	83	83	83	83	
	Krytyczna odległość od krawędzi	c _{cr}	[mm]	98	98	98	98	98	98	98	98	
	Krytyczny rozstaw osiowy	s _{cr}	[mm]	197	197	197	197	197	197	197	197	
	Minimalna grubość elementu z betonu starego	h _{alt,min}	[mm]	157	152	147	142	137	132	127	122	
	Obliczeniowa głębokość osadzenia w betonie starym	h _{ef,alt,calc}	[mm]	66	66	66	66	66	66	66	66	
	Efektywny stopień zbrojenia	ρ _{wirk}	[%]	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	
Nadbeton klasy C 35/45 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-B	N _{Rd}	[kN]	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	
	Efektywne pole powierzchni przekroju	A _{s,wirk}	[mm²]	83	83	83	83	83	83	83	83	
	Krytyczna odległość od krawędzi	c _{cr}	[mm]	98	98	98	98	98	98	98	98	
	Krytyczny rozstaw osiowy	s _{cr}	[mm]	197	197	197	197	197	197	197	197	
	Minimalna grubość elementu z betonu starego	h _{ef,alt,calc}	[mm]	66	66	66	66	66	66	66	66	
	Obliczeniowa głębokość osadzenia w betonie starym	h _{alt,min}	[mm]	157	152	147	142	137	132	127	122	
	Efektywny stopień zbrojenia	ρ _{wirk}	[%]	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	
Nadbeton klasy C 40/50 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-B	N _{Rd}	[kN]	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	
	Efektywne pole powierzchni przekroju	A _{s,wirk}	[mm²]	83	83	83	83	83	83	83	83	
	Krytyczna odległość od krawędzi	c _{cr}	[mm]	97	97	97	97	97	97	97	97	
	Krytyczny rozstaw osiowy	s _{cr}	[mm]	193	193	193	193	193	193	193	193	
	Minimalna grubość elementu z betonu starego	h _{ef,alt,calc}	[mm]	64	64	64	64	64	64	64	64	
	Obliczeniowa głębokość osadzenia w betonie starym	h _{alt,min}	[mm]	157	152	147	142	137	132	127	122	
	Efektywny stopień zbrojenia	ρ _{wirk}	[%]	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
Nadbeton klasy C 45/55 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-B	N _{Rd}	[kN]	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	
	Efektywne pole powierzchni przekroju	A _{s,wirk}	[mm²]	83	83	83	83	83	83	83	83	
	Krytyczna odległość od krawędzi	c _{cr}	[mm]	97	97	97	97	97	97	97	97	
	Krytyczny rozstaw osiowy	s _{cr}	[mm]	193	193	193	193	193	193	193	193	
	Minimalna grubość elementu z betonu starego	h _{ef,alt,calc}	[mm]	64	64	64	64	64	64	64	64	
	Obliczeniowa głębokość osadzenia w betonie starym	h _{alt,min}	[mm]	157	152	147	142	137	132	127	122	
	Efektywny stopień zbrojenia	ρ _{wirk}	[%]	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
Nadbeton klasy C 50/60 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-B	N _{Rd}	[kN]	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	
	Efektywne pole powierzchni przekroju	A _{s,wirk}	[mm²]	83	83	83	83	83	83	83	83	
	Krytyczna odległość od krawędzi	c _{cr}	[mm]	95	95	95	95	95	95	95	95	
	Krytyczny rozstaw osiowy	s _{cr}	[mm]	191	191	191	191	191	191	191	191	
	Minimalna grubość elementu z betonu starego	h _{ef,alt,calc}	[mm]	64	64	64	64	64	64	64	64	
	Obliczeniowa głębokość osadzenia w betonie starym	h _{alt,min}	[mm]	157	152	147	142	137	132	127	122	
	Efektywny stopień zbrojenia	ρ _{wirk}	[%]	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	

1) Klasa wytrzymałości betonu starego ≥ C 20/25

Tablica do wymiarowania łączników do konstrukcji zespolonych HCC-K stosowanych w nadbetonach klas od C 20/25 do C 50/60 przy użyciu systemu iniekcji HIT-RE 500 V3

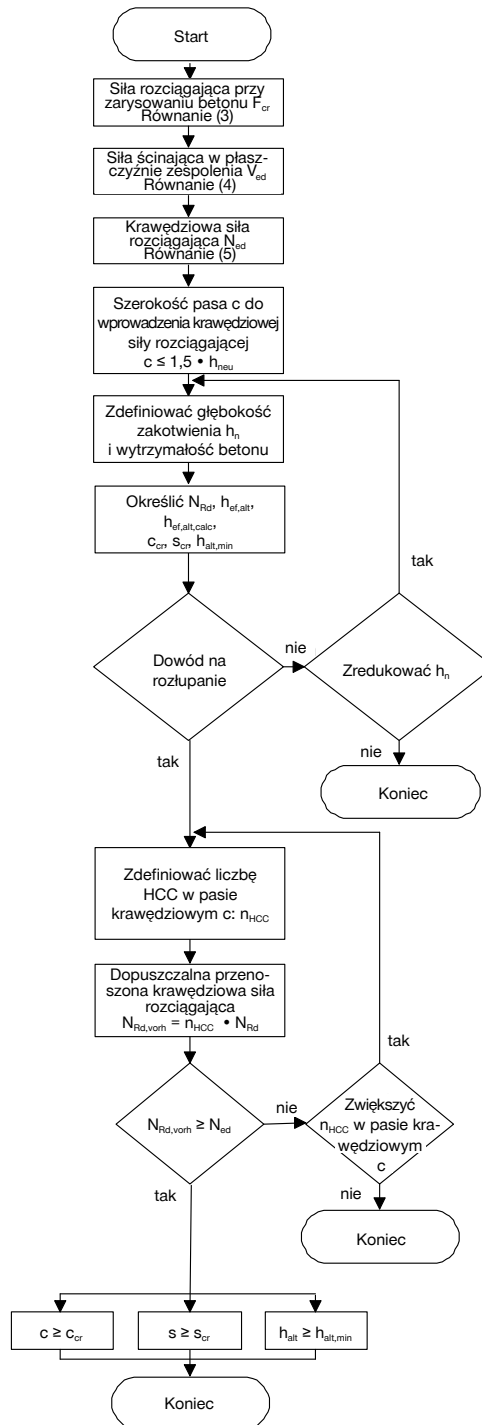
Podstawą tej tablicy do wymiarowania jest założenie, że spełniono warunki przedstawione w rozdziale „Rozłupanie”. Jeżeli warunki te nie zostały spełnione, należy dodatkowo przeprowadzić sprawdzenie na rozłupanie w betonie starym i nadbetonie. Ponadto krytyczne rozstawy i odległości od krawędzi mogą być ograniczone do c_{min} , ewentualnie s_{min} , przy jednoczesnym zmniejszeniu nośności na rozciąganie łącznika do konstrukcji zespolonych HCC-K.

Tabela 10: Wartości obliczeniowe dla łączników HCC-K do wymiarowania w nadbetonach klas od C 20/25 do C 50/60

	HCC-K			Ø10				Ø12		Ø14		Ø16					
	Nominalna średnica wiertła	d ₀	[mm]	14				16		18		20					
	Nominalne pole powierzchni przekroju	A _s	[mm ²]	79				113		154		201					
	Oddziałująca siła rozciągająca	N _{Ed}	[kN]	15,4				22,2		30,4		39,7					
	Wysokość całkowita w nadbetonie	h _n	[mm]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
	Głębokość osadzenia w nadbetonie	h _{ef,neu}	[mm]	37	47	57	67	77	87	96	106	116	126	136	146	156	166
Nadbeton klasy C20/25 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-K	N _{Rd}	[kN]	6,4	9,1	12,2	15,4	19,1	22,2	26,7	30,4	35,4	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7
	Efektywne pole powierzchni przekroju	A _{s,wirk}	[mm ²]	33	47	62	79	98	113	135	154	180	201	201	201	201	201
	Głębokość osadzenia w betonie starym ²⁾	h _{ef,alt}	[mm]	60	65	87	110	122	141	156	177	181	203	203	203	203	203
	Obliczeniowa głębokość osadzenia	h _{ef,alt,calc}	[mm]	47	65	87	110	122	141	156	177	181	203	203	203	203	203
	Krytyczna odległość od krawędzi	c _{cr}	[mm]	70	89	108	126	146	161	182	198	219	237	237	237	237	237
	Krytyczny rozstaw osiowy	s _{cr}	[mm]	140	178	216	251	291	321	363	396	439	473	473	473	473	473
	Minimalna grubość elementu z betonu starego	h _{alt,min}	[mm]	100	100	117	140	154	173	192	213	221	243	243	243	243	243
	Efektywny stopień zbrojenia	ρ _{wirk}	%	0,17	0,15	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
	Nadbeton klasy C25/30 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-K	N _{Rd}	[kN]	7,0	10	13,4	15,4	21,0	22,2	29,2	30,4	38,8	39,7	39,7	39,7	39,7
Efektywne pole powierzchni przekroju		A _{s,wirk}	[mm ²]	36	51	68	79	107	113	148	154	197	201	201	201	201	201
Głębokość osadzenia w betonie starym ²⁾		h _{ef,alt}	[mm]	60	72	96	110	134	141	171	177	198	203	203	203	203	203
Obliczeniowa głębokość osadzenia		h _{ef,alt,calc}	[mm]	50	72	96	110	134	141	171	177	198	203	203	203	203	203
Krytyczna odległość od krawędzi		c _{cr}	[mm]	74	94	115	126	155	161	193	198	233	237	237	237	237	237
Krytyczny rozstaw osiowy		s _{cr}	[mm]	149	189	229	251	310	321	386	396	466	473	473	473	473	473
Minimalna grubość elementu z betonu starego		h _{alt,min}	[mm]	100	102	126	140	166	173	207	213	238	243	243	243	243	243
Efektywny stopień zbrojenia		ρ _{wirk}	%	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Nadbeton klasy C30/37 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-K	N _{Rd}	[kN]	7,8	11,1	14,8	15,4	22,2	27,5	24,6	30,4	37,6	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7
	Efektywne pole powierzchni przekroju	A _{s,wirk}	[mm ²]	40	57	76	79	113	139	154	191	201	201	201	201	201	201
	Głębokość osadzenia w betonie starym ²⁾	h _{ef,alt}	[mm]	60	76	102	106	136	155	171	185	195	195	195	195	195	195
	Obliczeniowa głębokość osadzenia	h _{ef,alt,calc}	[mm]	53	76	102	106	136	155	171	185	195	195	195	195	195	195
	Krytyczna odległość od krawędzi	c _{cr}	[mm]	78	99	120	122	156	181	193	223	231	231	231	231	231	231
	Krytyczny rozstaw osiowy	s _{cr}	[mm]	155	197	239	245	313	361	386	445	461	461	461	461	461	461
	Minimalna grubość elementu z betonu starego	h _{alt,min}	[mm]	100	106	132	136	168	187	207	221	235	235	235	235	235	235
	Efektywny stopień zbrojenia	ρ _{wirk}	%	0,16	0,15	0,13	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Nadbeton klasy C35/45 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-K	N _{Rd}	[kN]	8,6	12,2	15,4	20,8	22,2	30,3	30,4	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7
	Efektywne pole powierzchni przekroju	A _{s,wirk}	[mm ²]	44	63	79	106	113	154	154	201	201	201	201	201	201	201
	Głębokość osadzenia w betonie starym ²⁾	h _{ef,alt}	[mm]	60	84	106	128	136	170	171	195	195	195	195	195	195	195
	Obliczeniowa głębokość osadzenia	h _{ef,alt,calc}	[mm]	59	84	106	128	136	170	171	195	195	195	195	195	195	195
	Krytyczna odległość od krawędzi	c _{cr}	[mm]	83	105	122	150	156	193	193	231	231	231	231	231	231	231
	Krytyczny rozstaw osiowy	s _{cr}	[mm]	166	211	245	300	313	386	386	461	461	461	461	461	461	461
	Minimalna grubość elementu z betonu starego	h _{alt,min}	[mm]	100	114	136	158	168	202	207	231	235	235	235	235	235	235
	Efektywny stopień zbrojenia	ρ _{wirk}	%	0,16	0,14	0,13	0,12	0,12	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Nadbeton klasy C40/50 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-K	N _{Rd}	[kN]	9,0	12,9	15,4	22,0	22,2	30,4	37,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7
	Efektywne pole powierzchni przekroju	A _{s,wirk}	[mm ²]	46	66	79	112	113	154	191	201	201	201	201	201	201	201
	Głębokość osadzenia w betonie starym ²⁾	h _{ef,alt}	[mm]	60	86	103	131	132	166	180	190	190	190	190	190	190	190
	Obliczeniowa głębokość osadzenia	h _{ef,alt,calc}	[mm]	60	86	103	131	132	166	180	190	190	190	190	190	190	190
	Krytyczna odległość od krawędzi	c _{cr}	[mm]	84	107	120	153	153	189	219	226	226	226	226	226	226	226
	Krytyczny rozstaw osiowy	s _{cr}	[mm]	169	214	240	305	307	379	438	453	453	453	453	453	453	453
	Minimalna grubość elementu z betonu starego	h _{alt,min}	[mm]	100	116	133	161	164	198	216	226	230	230	230	230	230	230
	Efektywny stopień zbrojenia	ρ _{wirk}	%	0,16	0,14	0,14	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Nadbeton klasy C45/55 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-K	N _{Rd}	[kN]	9,5	13,5	15,4	22,2	27,8	30,4	39,5	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7
	Efektywne pole powierzchni przekroju	A _{s,wirk}	[mm ²]	48	69	79	113	141	154	200	201	201	201	201	201	201	201
	Głębokość osadzenia w betonie starym ²⁾	h _{ef,alt}	[mm]	63	91	103	132	152	166	189	190	190	190	190	190	190	190
	Obliczeniowa głębokość osadzenia	h _{ef,alt,calc}	[mm]	63	91	103	132	152	166	189	190	190	190	190	190	190	190
	Krytyczna odległość od krawędzi	c _{cr}	[mm]	87	111	120	153	179	189	226	226	226	226	226	226	226	226
	Krytyczny rozstaw osiowy	s _{cr}	[mm]	174	221	240	307	358	379	452	453	453	453	453	453	453	453
	Minimalna grubość elementu z betonu starego	h _{alt,min}	[mm]	100	121	133	162	184	198	225	226	230	230	230	230	230	230
	Efektywny stopień zbrojenia	ρ _{wirk}	%	0,16	0,14	0,14	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Nadbeton klasy C50/60 ¹⁾	Nośność na rozciąganie/HCC-K	N _{Rd}	[kN]	9,9	14,1	15,4	22,2	29,1	30,4	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7
	Efektywne pole powierzchni przekroju	A _{s,wirk}	[mm ²]	51	72	79	113	148	154	201	201	201	201	201	201	201	201
	Głębokość osadzenia w betonie starym ²⁾	h _{ef,alt}	[mm]	65	93	101	129	156	163	186	186	186	186	186	186	186	186
	Obliczeniowa głębokość osadzenia	h _{ef,alt,calc}	[mm]	65	93	101	129	156	163	186	186	186	186	186	186	186	186
	Krytyczna odległość od krawędzi	c _{cr}	[mm]	88	112	119	152	182	187	224	224	224	224	224	224	224	224
	Krytyczny rozstaw osiowy	s _{cr}	[mm]	177	225	237	303	364	374	447	447	447	447	447	447	447	447
	Minimalna grubość elementu z betonu starego	h _{alt,min}	[mm]	100	123	131	159	188	195	222	222	226	226	226	226	226	226
	Efektywny stopień zbrojenia	ρ _{wirk}	%	0,16	0,14	0,14	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

1) Klasa wytrzymałości betonu starego $\geq$ C 20/25; 2) minimalna głębokość osadzenia = $6 \cdot d_1$.

Sprawdzenie siły rozciągającej przy krawędzi



Oznaczenia

Małe litery łacińskie

c	odległość łącznika od krawędzi k ; współczynnik uwzględniający nieliniowy rozkład naprężeń własnych
s	przesunięcie zespolenia przy średnim obciążeniu stałym
f	współczynnik zwiększający odkształcenia
s	rozstaw łączników do konstrukcji zespolonych
z	ramię sił wewnętrznych pomiędzy siłą rozciągającą przy zginaniu a siłą ściskającą przy zginaniu

Litery greckie

κ	współczynnik udziału siły rozciągającej w łączniku do konstrukcji zespolonych
μ	współczynnik tarcia
ρ	ilość zbrojenia uwzględniający wszystkie łączniki do konstrukcji zespolonych przypadające na daną powierzchnię

Wielkie litery łacińskie z indeksem

A_s	pole powierzchni przekroju łącznika do konstrukcji zespolonych
F_{cd}	całkowita siła ściskająca w wyniku zginania w analizowanym przekroju
F_{cdj}	siła ściskająca przy zginaniu w styku
F_{cr}	siła rozciągająca przy zarysowaniu betonu
M_{Ed}	oddziałujący moment zginający
N_{Ed}	oddziałująca siła rozciągająca
N_{ed}	siła rozciągająca wynikająca z momentu przekazywania siły rozciągającej przy zarysowaniu
N_{Rd}	dopuszczalna siła rozciągająca w łączniku do konstrukcji zespolonych
R_t	średnia głębokość szorstkości
V_{Ed}	oddziałująca siła poprzeczna
V_{ed}	siła ścinająca w płaszczyźnie zespolenia wynikająca z siły rozciągającej przy zarysowaniu

Litery greckie z indeksem

α_c	współczynnik ściskanego krzyżulca betonowego
α_s	współczynnik działania łącznika
γ_c	częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla betonu
γ_s	częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla łącznika do konstrukcji zespolonych
δ_{Nd}	naprężenie wynikające z zewnętrznej siły podłużnej działającej prostopadle do płaszczyzny styku

Małe litery łacińskie z indeksem

b_l	analizowana szerokość powierzchni styku
c_{cr}	krytyczna odległość łącznika od krawędzi
$c_{cr,N}$	odległość od krawędzi gwarantująca przeniesienie charakterystycznej nośności na rozciąganie pojedynczego łącznika do konstrukcji zespolonych w przypadku zniszczenia przez wyłamanie stożka betonu
d_i	nominalna średnica łącznika do konstrukcji zespolonych
f_{ck}	charakt. wytrzymałość na ściskanie próbki walcowej betonu po 28 dniach
$f_{ct,eff}$	efektywna wytrzymałość na rozciąganie nadbetonu w chwili powstania pierwszego zarysowania
f_{yd}	granica plastyczności łącznika do konstrukcji zespolonych
f_{yk}	charakt. wartość granicy plastyczności łącznika do konstrukcji zespolonych
$h_{ef,alt,calc}$	obliczeniowa głębokość osadzenia w betonie starym
$h_{ef,alt}$	głębokość osadzenia w betonie starym
k_c	współczynnik ząbienia ziaren kruszywa dla styku niezbrojonego
k_T	współczynnik ząbienia ziaren kruszywa dla styku zbrojonego
l_e	długość przekazywania siły rozciągającej przy zarysowaniu
l_j	analizowana długość styku zespolenia
n_{Ed}	dolna wartość obliczeniowa siły normalnej od zewnętrznych oddziaływań, prostopadłej do styku na jednostkę długości
s_{cr}	kryt. rozstaw łączników do konstrukcji zespolonych
$s_{cr,N}$	rozstaw gwarantujący przeniesienie charakt. nośności na rozciąganie pojedynczego łącznika do konstrukcji zespolonych w przypadku zniszczenia przez wyłamanie stożka betonu
h_{neu}	wysokość nadbetonu
V_{Ed}	oddziałująca siła ścinająca w płaszczyźnie zespolenia od oddziaływań zewnętrznych
$V_{Ed,max}$	maksymalna siła ścinająca przy typowej kombinacji oddziaływań
$V_{Ed,min}$	minimalna siła ścinająca przy typowej kombinacji oddziaływań w obszarze $V_{Ed,max}$
V_{ed}	oddziałująca siła ścinająca w płaszczyźnie zespolenia w obszarze krawędzi oraz przerw roboczych wynikająca z utwierdzenia
V_{Rd}	dopuszczalna siła ścinająca w płaszczyźnie zespolenia na jednostkę długości styku zbrojonego
$V_{Rd,ct}$	dopuszczalna siła ścinająca w płaszczyźnie zespolenia bez łącznika do konstrukcji zespolonych
w_{calc}	dodatkowe odkształcenie obliczone dla wzmocnionej konstrukcji nośnej przy założeniu zespolenia nieruchomego
w_{eff}	dodatkowe odkształcenie wzmocnionej konstrukcji nośnej przy uwzględnieniu możliwości przemieszczenia zespolenia



TECHNIKA GŁĘBOKIEGO KOTWIENIA PRĘTÓW ZBROJENIOWYCH

Technika zamocowań



SPIS TREŚCI

8.1	Przykłady zastosowania	8.3
8.2	Podstawy	8.4
8.3	Wymiarowanie prętów zbrojeniowych kotwionych jako uzupełnienie istniejącego zbrojenia	8.9
8.4	Wymiarowanie według ETA/EC2 (model kratownicowy)	8.10
8.4.1	Informacje ogólne o kotwieniu uzupełniającym i połączeniach zbrojenia na zakład	8.10
8.4.2	Kotwienie uzupełniające	8.14
8.4.3	Połączenia zbrojenia uzupełniającego na zakład	8.18
8.4.4	Nośność ogniowa połączeń zbrojenia uzupełniającego	8.24
8.5	Ustalanie ilości zaprawy iniekcyjnej HIT do osadzania zbrojenia uzupełniającego	8.29
8.6	Instrukcja osadzania zbrojenia uzupełniającego	8.30
8.7	Metoda wymiarowania Hilti (model ustroju prętowego, maksymalne naprężenie)	8.42
8.8	Przenoszenie sił rozciągających i ścinających przez zbrojenie uzupełniające wklejane przy użyciu zapraw iniekcyjnych w ujęciu teorii kotwowej	8.47
8.9	Obciążenie zmęczeniowe i oddziaływania dynamiczne na połączenia zbrojenia uzupełniającego	8.48
8.10	Odporność na korozję kotwienia zbrojenia uzupełniającego	8.50
8.11	Dodatkowe właściwości związane ze stosowaniem prętów zbrojeniowych z zaprawą iniekcyjną HIT	8.51

8.1 PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA



Poszerzenie fundamentów



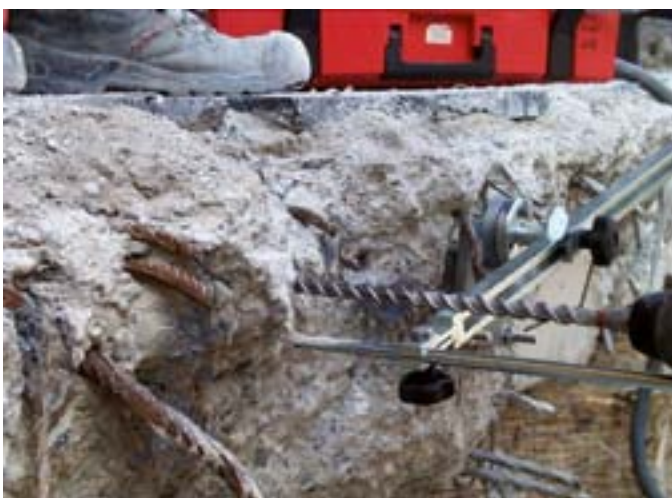
Uzupełnienie konstrukcji stropu



Podwyższenie ściany



Naprawa przyczółka mostowego



Wykonanie otworu wierconego przy użyciu prowadnicy



Uzupełniające łączenie konstrukcji balkonu

8.2 PODSTAWY

Definicja pojęcia „osadzanie zbrojenia uzupełniającego”

Osadzanie zbrojenia uzupełniającego oznacza kotwienie lub łączenie na zakład (z istniejącym już zbrojeniem) prętów zbrojeniowych, które osadzone są w wywierconych otworach wypełnianych zaprawą iniekcyjną Hilti. Wiele przypadków połączeń przy użyciu prętów zbrojeniowych nie wymaga szczegółowego projektowania. Jednakże osadzanie zbrojenia uzupełniającego, mającego być częścią ustroju nośnego, musi być tak samo starannie zaprojektowane jak cała konstrukcja. Jakkolwiek Europejskie Aprobaty Techniczne potwierdzają, że w standardowych przypadkach zbrojenie osadzone uzupełniająco pracuje tak jak zwykle zabetonowane pręty zbrojeniowe, to w szczególnych sytuacjach obliczeniowych, np. podczas oddziaływania pożaru, albo w określonych przypadkach obciążeń musi zostać uwzględnione więcej wymagań niż dla zabetonowywanych wkładek zbrojeniowych.

W następnych rozdziałach przedstawione zostaną informacje niezbędne do bezpiecznego wymiarowania i konstruowania połączeń zbrojenia osadzanego uzupełniająco.

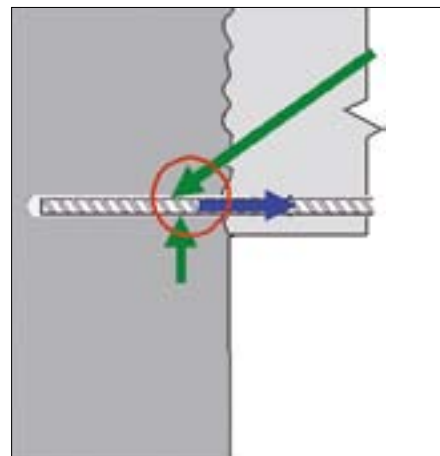
Niniejszy rozdział dotyczy zbrojenia nośnego, które wymiaruje się zgodnie z aktualnymi zasadami wymiarowania konstrukcji żelbetonowych. Pręty zbrojeniowe nośne muszą przejść obciążenia rozciągające, ponieważ sam beton może przejść jedynie niewielkie naprężenia rozciągające i cechuje go krucha postać zniszczenia.

Dlatego też pręty zbrojeniowe nośne mogą występować tylko w następujących dwóch sytuacjach:

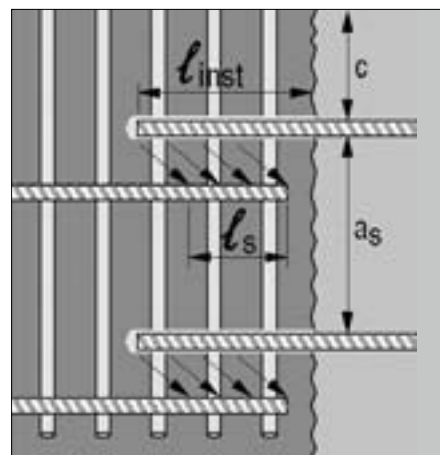
- pręt zbrojeniowy nie jest już potrzebny poza węzłem (węzeł jest w równowadze bez naprężeń rozciągających w betonie).
- zabetonowany wcześniej pręt przejmuje naprężenia rozciągające (połączenie na zakład).

W sytuacjach, w których beton musi przejść od zakotwienia naprężenia rozciągające lub w których pręty zbrojeniowe mają przenosić siły ścinające, zbrojenie uzupełniające musi być traktowane jak zakotwienie przy użyciu prętów zbrojeniowych i wymiarowane oraz konstruowane według zaleceń wymiarowania kotew na podstawie wytycznych EOTA.

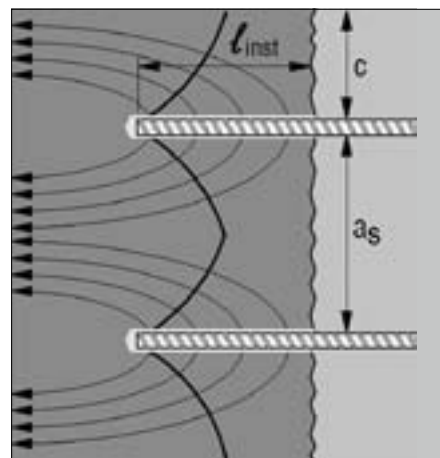
W odróżnieniu od kotew wymiarowanie prętów zbrojeniowych zwykle jest wykonywane z uwzględnieniem granicy plastyczności stali, co koreluje z plastyczną pracą ustroju nośnego. Ugięcie pod wpływem wysokich obciążeń jest niewielkie, a rozwarłość rys ograniczona do ~0,3 mm. Jest to istotny czynnik przy uwzględnieniu wpływów środowiskowych – głównie w aspekcie ochrony prętów zbrojeniowych przed korozją. W przypadku prawidłowego zwymiarowania i montażu zbrojenia uzupełniającego, konstrukcję można traktować jako monolityczną. Głębokość zakotwienia niezbędna do przejścia dużych obciążeń może wynosić nawet $80 \times d$ (d = średnica pręta zbrojeniowego).



Przykład wbudowania:
zakotwienie z węzłem w równowadze



Przykład wbudowania:
połączenie na zakład



Przykład wbudowania:
zakotwienie (analogia do kotew)

Pręt zbrojeniowy w żywicy iniekcyjnej pracujący jak kotwa

Pręty zbrojeniowe pracujące jak kotwy charakteryzują się tym, iż nie ma możliwości wykonania połączenia na zakład z istniejącymi wkładkami zbrojeniowymi (np. ze względu na zbyt małą ilość zbrojenia możliwego do wykorzystania). Przenoszona obciążenia są zwykle mniejsze niż w przypadku połączeń zbrojenia konstrukcyjnego i nieco mniejszy zakres stosowania. W tego typu zastosowaniach muszą być uwzględnione, zgodnie z zasadami wymiarowania standardowych kotew, kruche postacie zniszczenia takie jak wyłamanie stożka betonu albo kombinacje wyłamania stożka betonu i wyrwania pręta.

Zalety techniki głębokiego kotwienia

Zastosowanie systemów z zaprawą iniekcyjną Hilti HIT umożliwia połączenie nowego zbrojenia z istniejącymi konstrukcjami betonowymi, przy czym zapewniony jest optymalny poziom niezawodności i elastyczności rozwiązań.

Najistotniejsze cechy to:

- elastyczne projektowanie
- tak samo bezpieczne i niezawodne jak zbrojenie zabetonowywane
- montaż poziomy i pionowy
- określone dane związane z nośnością
- prosta i niezawodna instalacja

Zakotwienia i połączenia na zakład

Długość zakotwienia

Żelbet wymiarowany jest z reguły w oparciu o model kratownicowy. Siły przedstawione jako krzyżulce i węzły tej kratownicy muszą pozostawać w równowadze, tak jak to przedstawiono na rysunku (rys. 1.):

- betonowy krzyżulec ściskany (szara linia),
- siła podporowa (szara strzałka),
- siła rozciągająca w stali (czarna).

Model kratownicowy zakłada, iż pręt zbrojeniowy doprowadza siłę rozciągającą do węzła, a tam rozdziela się ona na istniejące elementy kratownicy (krzyżulec ściskany + siła podporowa).

Teoretycznie w ten sposób nie byłoby konieczności instalowania po lewej stronie węzła żadnego pręta do przejmowania obciążeń poziomych. Praktycznie jest to jednak niemożliwe – model kratownicowy jest pewną idealizacją – ponieważ naprężenia w stali muszą być przeniesione na lewą stronę węzła.

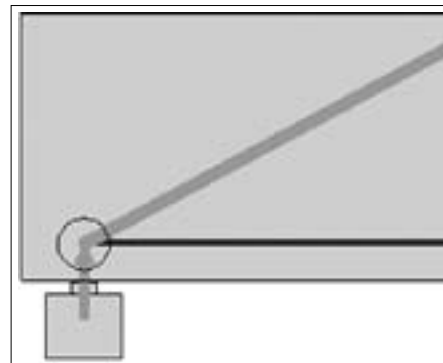
Zapewniane jest to dzięki przyczepności pomiędzy stalą a betonem. Aby pręt mógł przekazać naprężenia, musi być on dalej poprowadzony po lewej stronie węzła. To przedłużenie pręta określane jest jako „długość zakotwienia”.

Obszar po lewej stronie węzła – patrz rysunki – jest często niewystarczający, aby poprzez przyczepność osiągnąć pełne wykorzystanie naprężenia w stali.

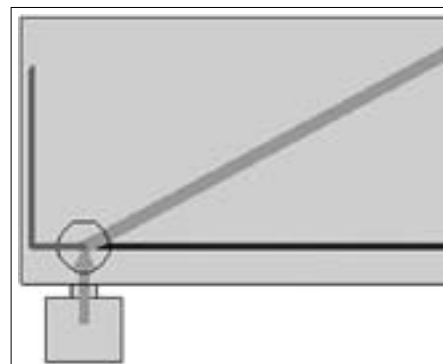
Potencjalne rozwiązania tego problemu pokazują rysunki: albo przedłużenie betonowego elementu poza podporę, albo zmniejszenie długości zakotwienia za pomocą innych metod.

Typowymi rozwiązaniami są haki (rys. 2.), trzpień z łbem spęcznionym (rys. 3.), przyspawane pręty poprzeczne (rys. 4.) albo też zakotwienia zewnętrzne.

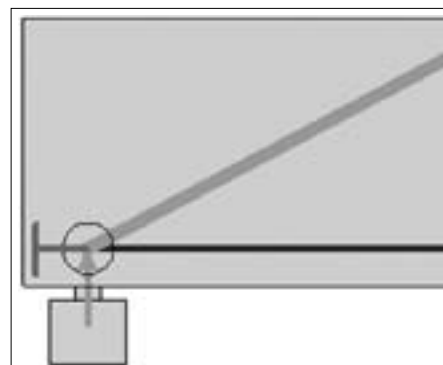
Typowe rozwiązania zakotwienia prętów zbrojeniowych:



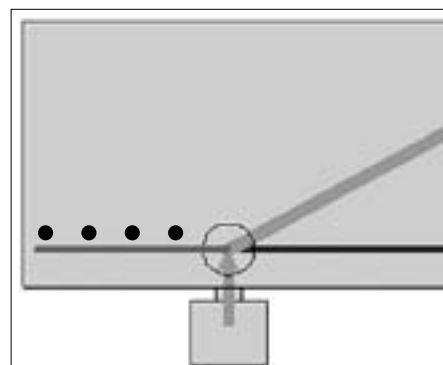
Rys. 1.: Podpora prosta



Rys. 2.: Hak



Rys. 3.: Trzpień z łbem spęcznionym



Rys. 4.: Przyspawane pręty poprzeczne

Połączenia prętów na zakład

W przypadku gdy nie można osiągnąć równowagi węzłów poprzez wykorzystanie możliwości betonu do przenoszenia rozciągania, to siła rozciągająca występująca w jednym pręcie zbrojeniowym czy też w jego końcówce musi zostać przeniesiona na inne pręty. Prosty przykładem są tu pręty słupów i ścian wypuszczane z fundamentu. Ze względów praktycznych posadowienia wykonuje się często przy użyciu dużo krótszych prętów niż są potrzebne dla ostatecznej wysokości słupa, wkładki te wystają z betonowego fundamentu. Zbrojenie słupa jest później łączone ze zbrojeniem początkowym. Obciążenie rozciągające w zbrojeniu słupa powstające w wyniku ugięcia słupa musi być poprzez połączenie na zakład przeniesione na wkładki zbrojenia początkowego.

Połączenie na zakład pomiędzy prętami powinno być ukształtowane w następujący sposób:

- należy zapewnić przeniesienie sił z jednego pręta na drugi,
- nie może dochodzić do odłupania betonu w pobliżu szczelin i krawędzi,
- należy wykluczyć pojawienie się rys o dużej rozwartości oddziałujących na nośność elementu konstrukcyjnego.

Zabetonowywane pręty zbrojeniowe

Zazwyczaj pręty zbrojeniowe w betonie zbrojonym wykorzystywane są tylko do przenoszenia obciążeń od sił rozciągających albo ściskających działających w kierunku osi pręta. W przypadku stalowych prętów żebrowanych przekazywanie tych obciążeń na beton następuje zasadniczo za pośrednictwem żeberek. Siła reakcji w betonie przyjmowana jest w postaci pręta ściskanego nachylonego pod kątem 45° .

W przypadku większych wartości naprężeń przyczepności przenoszone siły skupione na powierzchniach czołowych żeberek powodują powstawanie stożkowatych rys, które rozpoczynają się na wierzchołkach żeberek. Pozostałe między żeberkami kliny betonu przekazują siły do otaczającego betonu, przy czym to działanie klinujące jest ograniczone. Wskutek przemieszczania pręta w betonie (poślizgu) kliny betonu są w tym stadium zginane, a beton przed żeberkami niszczone.

Siły przyłożone ukośnie do osi pręta można rozłożyć na składowe skierowane równolegle i prostopadle do osi pręta. Suma składowych sił równoległych odpowiada naprężeniu przyczepności. Składowe promieniowe wywołują w otaczającym betonie siły rozszczepiające, które mogą powodować rysy równoległe do pręta (rozłupanie lub odłupanie betonu).

Należy uwzględnić dwie postacie zniszczenia.

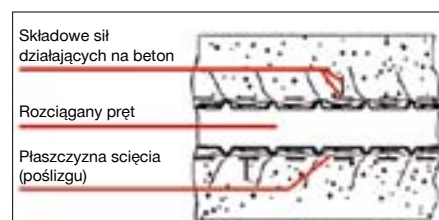
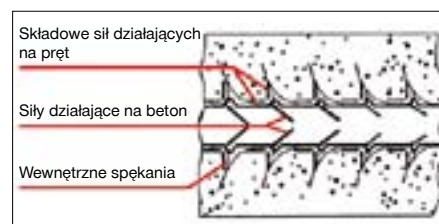
Utrata przyczepności

Jeśli czynniki ograniczające (otulina zbrojenia, zbrojenie poprzeczne) są wystarczające, by zapobiec rozłupaniu otuliny zbrojenia, może dojść do utraty przyczepności poprzez wyciągnięcie pręta. W tym przypadku wokół pręta powstaje powierzchnia poślizgu, a kliny betonu zostają ścięte. Skutkiem tego jest zmiana mechanizmu działania z przekazywania sił przez żeberka zbrojenia na przekazywanie sił za pośrednictwem tarcia.

Nośność klinów betonu na ścinanie może być wykorzystana jako kryterium przenoszenia obciążeń. W trakcie takiej – opisanej wyżej – fazy przejściowej naprężenie przyczepności w efekcie zmniejsza się w znacznym stopniu. Pod wpływem ciągle narastającego obciążenia powierzchnia ścinania wygładza się na skutek ścierania i zginięcia. Prowadzi to do dalszego spadku naprężenia przyczepności do poziomu porównywalnego z wartościami charakterystycznymi dla prętów gładkich.

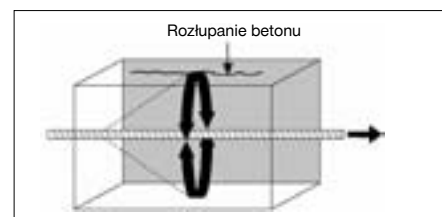


Połączenie prętów na zakład



Zniszczenie przez rozłupanie betonu

Jeśli rysy promieniowe przenikają całą grubość betonowej otuliny pręta, decydujące wówczas jest zniszczenie przez rozłupanie betonu. W tym przypadku maksymalne naprężenie przyczepności jest osiągane, gdy rysy promieniowe przenikają otulinę zbrojenia na około 70% jej grubości. Dalsze rozwieranie rys skutkuje zmniejszaniem się naprężenia przyczepności. Nagły spadek naprężenia przyczepności można zaobserwować, gdy rysy dochodzą do zewnętrznej powierzchni betonu.



Wpływ rozstawu prętów i grubości otuliny na rozłupanie i odlupanie betonu

W większości przypadków pręty zbrojeniowe są umieszczane blisko powierzchni elementu betonowego, by uzyskać korzystny rozkład rys przy równoczesnym wykorzystaniu możliwości przenoszenia zginania. W przypadku dużych rozstawów prętów, na przykład w płytach, nośność betonu zależy od grubości otuliny betonowej. Przy niewielkich rozstawach wkładek zbrojenia, na przykład w belkach, decyduje rozstaw prętów i grubość otuliny. W wytycznych wymiarowania zmniejszenie nośności otuliny jest uwzględniane poprzez zwiększenie długości zakładu w przypadku mniejszych rozstawów prętów oraz ich odległości od krawędzi.



Przekazywanie sił w połączeniach na zakład

Przekazywanie sił z jednego pręta na drugi następuje poprzez powstawanie w betonie krzyżulców ściskanych. Przyjmuje się przy tym model kratownicowy z krzyżulcami pod kątem 45° . Wypadkowe siły prostopadłe do osi pręta działają w sposób podobny do sił rozłupujących. W przypadku prętów łączonych na zakład siły te są zwykle przejmowane przez zbrojenie poprzeczne. Siły rozszczepiające o niewielkich wartościach mogą być przejęte dzięki wytrzymałości betonu na rozciąganie. Wymagana ilość zbrojenia poprzecznego i strzemion jest określona w normach krajowych.



Cechy szczególne prętów zbrojeniowych wklejanych uzupełniająco przy użyciu zapraw iniekcyjnych

Przenoszenie obciążeń w przypadku połączeń zbrojenia uzupełniającego działa podobnie do połączeń zbrojenia zabetonowywanego, jeśli sztywność mechanizmu przekazywania obciążeń jest zbliżona. Efektywność tego mechanizmu zależy od wytrzymałości zaprawy na obciążenia skupione w pobliżu żeber prętów oraz od przenoszenia obciążeń na wewnętrznej powierzchni otworu.

W wielu przypadkach, ze względu na wyższą wytrzymałość przyczepności zaprawy, wartości przyczepności dla prętów zbrojeniowych wklejanych uzupełniająco przy użyciu zaprawy iniekcyjnej są wyższe niż dla zabetonowywanych całkowicie prętów zbrojeniowych. Jednak w przypadku niewielkich odległości od krawędzi lub małych rozstawów prętów, z uwagi na niewielką wytrzymałość betonu na rozciąganie, decydujące są siły rozszczepiające, które powodują rozłupanie albo odlupanie betonu.

Aprobaty dotyczące osadzania zbrojenia uzupełniającego

Pręty zbrojeniowe wklejane uzupełniająco przy użyciu zapraw iniekcyjnych są ujęte w Europejskich Aprobatach Technicznych (ETA) lub Europejskich Ocenach Technicznych oraz krajowych aprobatach technicznych (np. ITB). Systemy posiadające takie aprobaty wymiaruje się zgodnie z wytycznymi dokumentu EOTA TR023 (patrz www.eota.eu). Systemy te muszą gwarantować wysoką jakość montażu przy dużych długościach zakotwienia, a także spełniać wymagania dotyczące badań przydatności do stosowania zawarte w dokumencie EOTA TR023. Zasadniczo należy wykazać, iż pręty zbrojeniowe wklejane uzupełniająco przy użyciu zapraw iniekcyjnych funkcjonują identycznie jak pręty zabetonowywane (pod względem przyczepności i przemieszczeń); tym samym wymiarowanie zakotwień i połączeń na zakład prętów zbrojeniowych wklejanych uzupełniająco przy użyciu zapraw iniekcyjnych odbywa się zgodnie z obowiązującymi w Europie normami dotyczącymi konstrukcji żelbetowych z odnośnymi załącznikami do tych norm.

Połączenia zbrojenia uzupełniającego wymagają stosowania wysokiej jakości systemów zapraw iniekcyjnych

Kryteria oceny

Dokument EOTA TR023 wyszczególnia wiele badań kwalifikujących wyroby do stosowania z prętami zbrojeniowymi wklejanymi uzupełniająco przy użyciu zapraw iniekcyjnych:

- przyczepność betonu o różnej wytrzymałości do zbrojenia
- wpływ oczyszczania otworu wierconego
- wpływ betonu mokrego
- zachowanie pod wpływem obciążenia długotrwałego
- wpływ temperatury
- wpływ naprzemiennego zamrażania i rozmrażania
- wpływ kierunku montażu
- zachowanie podczas montażu przy maksymalnej głębokości osadzenia
- prawidłowość prowadzenia iniekcji – unikanie pęcherzy powietrza w czasie iniekcji
- trwałość zaprawy iniekcyjnej (korozja, odporność chemiczna)

Aprobaty z wyjątkami i bez nich

Jeżeli zaprawa iniekcyjna spełnia wszystkie kryteria oceny według EOTA TR023, to połączenie zbrojenia uzupełniającego przy użyciu tego systemu z zaprawą iniekcyjną może być zwymiarowane zgodnie z normą EN 1992-1-1.

Systemy z zaprawą iniekcyjną, które nie spełniają w pełni kryteriów oceny, mogą uzyskać aprobatę z odstępstwami:

- Jeżeli w toku przeprowadzonych badań naprężenie przyczepności nie spełnia ustalonych wymagań, to w rezultacie naprężenie przyczepności jest niższe niż wartości podane w EN 1992-1-1. Wartości te są określone w odnośnej aprobacie ETA.
- Jeżeli w przypadku danego systemu z zaprawą iniekcyjną nie można wykazać, że naprężenie przyczepności dla połączeń zbrojenia uzupełniającego w betonie zarysowanym ($w = 0,3 \text{ mm}$) jest podobne do wartości dla zabetonowywanych prętów zbrojeniowych, to minimalną długość zakotwienia $l_{b,min}$ oraz minimalną długość zakładu $l_{0,min}$ zwiększa się, mnożąc je przez współczynnik 1,5.

Oddziaływania na pręty zbrojeniowe

Model kratownicowy

Modele kratownicowe służą do wyznaczania układu przenoszonych sił w betonie zbrojonym. Wykorzystywane są one m.in. w przypadku nieliniowego rozkładu naprężeń (np. w strefie przypodporowej) EC2: EN 1992-1-1, rozdział 6.5.1(1).

Modele kratownicy zbudowane są z krzyżulców ściskanych (beton), prętów rozciąganych (pręty zbrojeniowe) oraz węzłów połączeń prętów. Siły w tych elementach modelu prętowego służą zachowaniu równowagi z przyłożonymi obciążeniami w stanie granicznym nośności

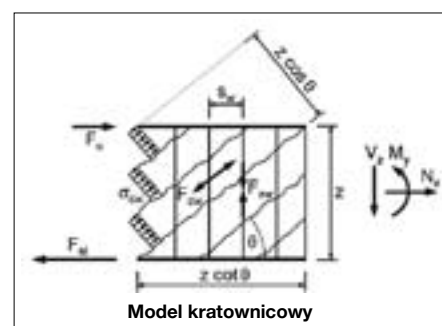
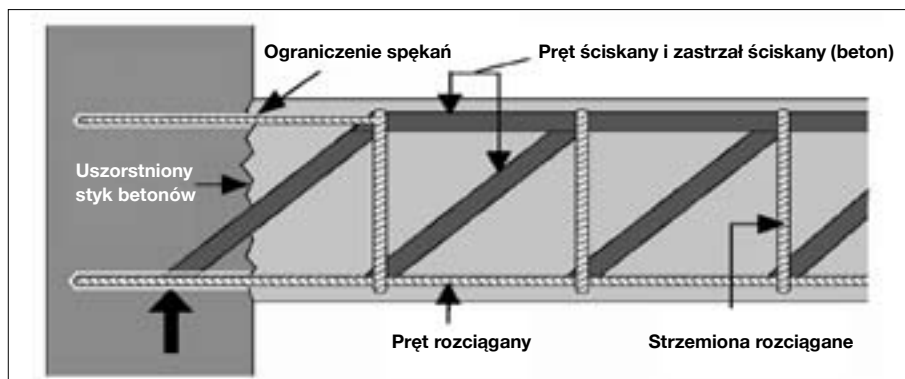
Pręty rozciągane modelu kratowniczego powinny pokrywać się pod względem ich umiejscowienia i orientacji z odpowiadającymi im prętami zbrojeniowymi (EC2: EN 1992-1-1, rozdział 5.6.4. Modele prętowe).

We współczesnych normach dotyczących projektowania konstrukcji żelbetowych kąt nachylenia krzyżulców ściskanych może być wybrany z określonego przedziału, w przybliżeniu między 30° a 60°.

Wiele współczesnych norm dotyczących projektowania konstrukcji żelbetowych zawiera rysunek taki jak przedstawiony obok.

Równanie równowagi pozwala wyznaczyć siłę działającą w zbrojeniu:

$$F_{sd} = \frac{M_y}{z} + \frac{N_x}{2} + \frac{V_z \cdot \cot \theta}{2}$$



8.3 WYMIAROWANIE PRĘTÓW ZBROJENIOWYCH KOTWIONYCH JAKO UZUPEŁNIENIE ISTNIEJĄCEGO ZBROJENIA

Firma Hilti zaleca trzy metody wymiarowania:

1. Wymiarowanie wg ETA i EC2 (model kratownicowy) na podstawie:

- aprobaty ETA dla połączeń zbrojenia uzupełniającego o parametrach charakterystycznych dla danego systemu według EOTA TR023,
- krajowych aprobat technicznych dla połączeń zbrojenia uzupełniającego, jako dodatku do danej aprobaty ETA,
- normy EN 1992-1-1 lub ew. krajowych odpowiedników,
- krajowych załączników do normy EN 1992-1-1 (np. NA-D).

2. Metoda wymiarowania wg Hilti (model kratownicowy) na podstawie:

- wyników prac naukowo-badawczych Hilti,
- charakterystycznego zachowania systemów z zaprawą iniekcijną w połączeniu z prętami zbrojeniowymi wklejanymi przy ich użyciu,
- Eurokodu 2 i publikacji w prasie naukowo-technicznej (amerykańskiej, np. ACI Structural Journal, niemieckiej, np. Bauingenieur) w zakresie wymiarowania długości zakotwienia i połączeń na zakład, uwzględniającego rozłupanie i odlupanie betonu w zależności od grubości otuliny i rozstawu prętów.

3. Przenoszenie sił rozciągających i ścinających przez pręty zbrojeniowe pracujące jako kotwy (teoria kotwowa) na podstawie:

- aprobat ETA dla kotew (prętów zbrojeniowych) o parametrach charakterystycznych dla danego systemu według EOTA TR029

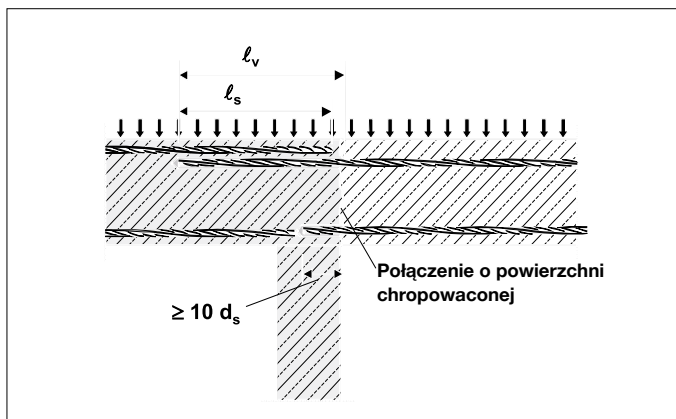
Metody 2. i 3. umożliwiają rozszerzenie spektrum zastosowań dla prętów zbrojeniowych kotwionych uzupełniających poza istniejące normy i przepisy prawno-techniczne przedstawione w punkcie 1. Wszystkie trzy metody zostały opisane poniżej.

8.4 WYMIAROWANIE WEDŁUG ETA I EC2 (MODEL KRATOWNICOWY)

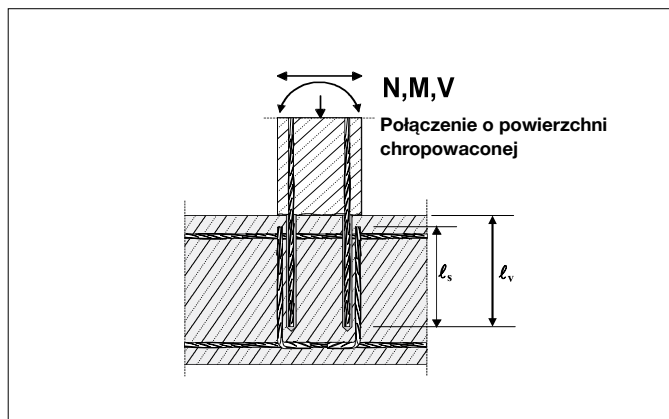
8.4.1 Informacje ogólne o kotwieniu uzupełniającym i połączeniach zbrojenia na zakład

Zakres stosowania

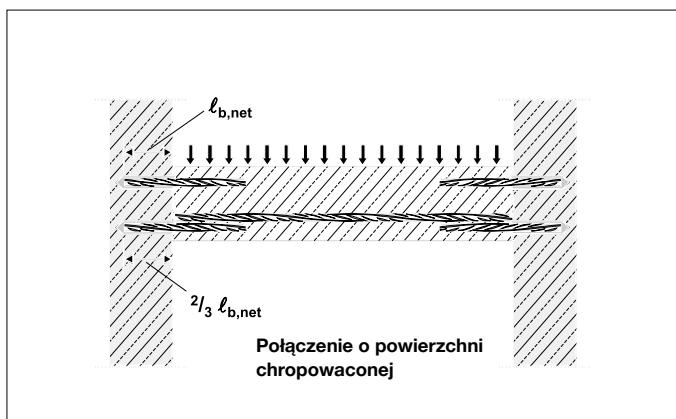
Zasada kotwienia prętów zbrojeniowych tam, gdzie siły rozciągające nie są przyłożone (zakotwienie) lub tam, gdzie siła rozciągająca przejmowana jest przez inny pręt (połączenie na zakład) oraz fakt, iż tylko proste pręty zbrojeniowe mogą być kotwione uzupełniająco, prowadzi do zakresu stosowania zgodnie z EOTA TR023:



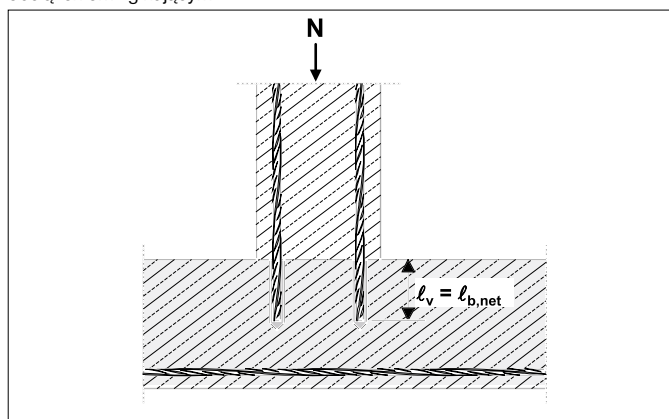
Rys. 1: Połączenie zbrojenia na zakład w płytach i belkach



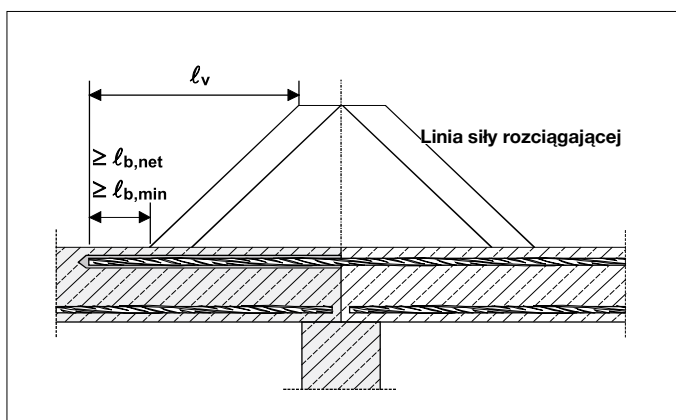
Rys. 2: Połączenie zbrojenia na zakład w słupie lub ścianie poddanej obciążeniom zginającym



Rys. 3: Kotwienie skrajne płyt lub belek podpartych przegubowo



Rys. 4: Połączenie zbrojenia w elementach konstrukcji obciążonych w przeważającym stopniu ściskaniem. Na pręty zbrojeniowe działa obciążenie ściskające



Rys. 5: Kotwienie zbrojenia pokrywającego przebieg sił rozciągających

Uwagi do rys. 1-5

Na rysunkach nie jest przedstawione żadne zbrojenie poprzeczne; wymagane na podstawie EC2 zbrojenie poprzeczne musi zostać umieszczone. Przenoszenie sił ścinających między starym a nowym betonem musi zostać sprawdzone zgodnie z EC2.

Wszystkie pozostałe zastosowania prowadzą do naprężeń rozciągających w betonie. Zasada „pracuje jak zbrojenie zabetonowane” już nie odpowiadałaby rzeczywistości. Takie przypadki należy rozwiązać za pomocą modeli specjalistycznych, wykraczających poza sposoby postępowania bazujące na aprobatkach dla połączeń zbrojenia uzupełniającego – patrz metoda wymiarowania Hilti HIT Rebar albo wymiarowanie prętów zbrojeniowych jako kotew.

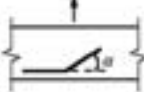
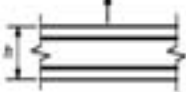
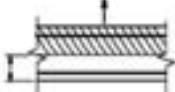
Systemy iniekcyjne Hilti w technice głębokiego kotwienia w oparciu o ETA/EC2

System iniekcyjny HIT	HIT-HY 200				HIT-RE 500 V3				
									
Aprobaty, badania									
	ETA DIBt				ETA, DIBt				
Właściwości technologiczne	zaprawa szybkowiążąca				zaprawa wolnowiążąca				
Beton	C12/15-C50/60, ew. B15-B55, maks. dopuszczalna zawartość chlorków w betonie: ≤ 0,40%								
Obciążenia	statyczne lub quasi-statyczne								
Zakres temperatur pracy	od 40°C do 80°C (temperatura długotrwała ≤ 50°C)								
Stal zbrojeniowa	B500-B (DIN 488), ew. klasa B/C, gdzie fyk = 400-600 N/mm2 (EN 1992-1-1)								
Średnica pręta	Ø 8-32 mm				Ø 8-40 mm				
Głębokość zakotwienia w zależności od średnicy otworu i temperatury betonu	HIT-HY 200		Ø 8-14	Ø 16-25	Ø 28-32	≥ +5 °C		≤ 320 cm	
		Od -10 °C do 0 °C	≤ 70 cm						
		≥ 0 °C	≤ 100 cm						
	≥ +10 °C	≤ 100 cm	≤ 200 cm	≤ 100 cm					
	HIT-CT1	≥ -5 °C	Ø 8-16: 70 cm Ø 20-25: 50 cm						
Stan otworu	beton suchy lub mokry								
Temperatura betonu	-10 °C	+1 °C	+10 °C	Od +11 do +40 °C		+5 °C	+10 °C	+20 °C	Od +30 do +40 °C
Czas utwardzania do momentu montażu zbrojenia	20 h	4 h	2,5 h	1,5 h		18 h	12 h	6 h	4 h
Czas utwardzania do pełnej obciążalności						72 h	48 h	12 h	8 h

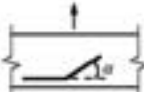
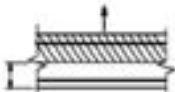
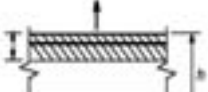
Warunki przyczepności

Pręty zbrojeniowe osadzone uzupełniająco przy użyciu techniki iniekcyjnej Hilti HIT mają zasadniczo dobre warunki przyczepności. Kryterium wyboru warunków przyczepności do wymiarowania uzupełniającego połączenia prętów na zakład jest otoczenie istniejącego już pręta w betonie starym, względnie otoczenie zakotwionego w nowym betonie odcinka pręta zbrojenia uzupełniającego.

EN 1992-1-1 / ÖNORM 1992-1-1 / SN EN 1992-1-1

Dobre warunki przyczepności – strefa niezakreskowana; przeciętne warunki przyczepności – strefa zakreskowana			
$\alpha \geq 45^\circ$	$\alpha < 45^\circ$		
Kierunek betonowania	Kierunek betonowania	Kierunek betonowania	Kierunek betonowania
			
$45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$h \leq 250 \text{ mm}$	$h > 250 \text{ mm}$	$h > 600 \text{ mm}$

DIN EN 1992-1-1 / DIN EN 1992-1-1/NA

Dobre warunki przyczepności – strefa niezakreskowana; przeciętne warunki przyczepności – strefa zakreskowana			
$\alpha \geq 45^\circ$	$\alpha < 45^\circ$		
Kierunek betonowania	Kierunek betonowania	Kierunek betonowania	Kierunek betonowania
			
$45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$h \leq 300 \text{ mm}$	$h > 300 \text{ mm}$	$h > 600 \text{ mm}$
Elementy konstrukcyjne w kształcie pręta wykonywane w pozycji horyzontalnej przy zastosowaniu wibratorów przyczepnych: $h \leq 500 \text{ mm}$			

Klasy ekspozycji według EN 1992-1-1 lub EN 206-1

Klasa	Opis środowiska	Przykłady przyporządkowania klas ekspozycji (informacyjnie)
1. Brak ryzyka korozji lub narażenia na agresję chemiczną		
X0	- W przypadku betonu bez zbrojenia lub wbudowanych elementów metalowych: wszystkie środowiska z wyjątkiem występowania działania mrozu, ścierania lub agresji chemicznej - W przypadku betonu zbrojonego lub zawierającego wbudowane elementy metalowe: bardzo suche	Beton wewnątrz budynków o bardzo niskiej wilgotności powietrza
2. Korozja spowodowana karbonatyzacją		
XC1	Suche lub stale mokre	- Beton wewnątrz budynków o niskiej wilgotności powietrza - Beton stale zanurzony w wodzie
XC2	Mokre, rzadko suche	Powierzchnie betonowe narażone na długotrwały kontakt z wodą; często w przypadku fundamentów
XC3	Umiarkowanie wilgotne	- Beton wewnątrz budynków o umiarkowanej lub wysokiej wilgotności powietrza - Beton na zewnątrz osłonięty przed deszczem
XC4	Naprzemiennie mokre i suche	Powierzchnie betonowe narażone na kontakt z wodą, których nie można przyporządkować do klasy XC2
3. Korozja zbrojenia spowodowana chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej		
XD1	Umiarkowanie wilgotne	Powierzchnie betonowe narażone na działanie mgiełki zawierającej chlorki
XD2	Mokre, rzadko suche	- Baseny pływakie - Powierzchnie betonowe narażone na działanie ścieków przemysłowych zawierających chlorki
XD3	Naprzemiennie mokre i suche	- Elementy mostów narażone na działanie wody rozpryskowej zawierającej chlorki - Nawierzchnie dróg i parkingów
4. Korozja zbrojenia spowodowana chlorkami pochodzącymi z wody morskiej		
XS1	Powietrze zawierające sól, brak kontaktu bezpośredniego z wodą morską	Obiekty budowlane na wybrzeżu lub w jego pobliżu
XS2	Stale zanurzenie	Elementy budowli morskich
XS3	Strefy pływów, wody rozpryskowej i mgiełki	Elementy budowli morskich
5. Agresywne oddziaływanie zamrażania i rozmrażania przy udziale środków odladzających albo bez nich		
XF1	Umiarkowanie nasycone wodą bez środków odladzających	Pionowe powierzchnie betonowe narażone na działanie deszczu i mrozu
XF2	Wysokie nasycenie wodą ze środkami odladzającymi lub wodą morską	Pionowe powierzchnie betonowe obiektów infrastruktury drogowej narażone na działanie mgiełki zawierającej środki odladzające
XF3	Silnie nasycone wodą bez środków odladzających	Poziome powierzchnie betonowe narażone na działanie deszczu i mrozu
XF4	Silnie nasycone wodą ze środkami odladzającymi lub wodą morską	- Powierzchnie dróg i mostów (wraz z płytą pomostową) narażone na działanie środków odladzających - Powierzchnie betonowe narażone na działanie wody rozpryskowej zawierającej środki odladzające i mrozu - Strefy rozbryzgu w budowlach morskich narażone na działanie mrozu
6. Agresja chemiczna		
XA1	Środowisko słabo agresywne chemicznie według EN206-1, tabela 2	Grunty naturalne i wody gruntowe
XA2	Środowisko umiarkowanie agresywne chemicznie oraz budowle morskie według EN 206-1, tabela 2	Grunty naturalne i wody gruntowe
XA3	Środowisko silnie agresywne chemicznie według EN 206-1, tabela 2	Grunty naturalne i wody gruntowe

Ogólne zasady konstruowania połączeń zbrojenia uzupełniającego

Minimalna grubość otuliny

HIT-HY 200/HIT-RE 500 V3

Klasa wytrzymałości betonu	Klasa ekspozycji	Ø pręta d_s	Minimalna grubość otuliny min c			
			Wiercenie udarowe/wiercenie diamentowe ¹⁾		Wiercenie pneumatyczne	
			z prowadnicą	bez prowadnicy	z prowadnicą	bez prowadnicy
C12/15	X0	< 25 mm ≥ 25 mm	30 mm + 0,02 l_v ≥ 2 d_s 40 mm + 0,02 l_v ≥ 2 d_s	30 mm + 0,06 l_v ≥ 2 d_s 40 mm + 0,06 l_v ≥ 2 d_s	50 mm + 0,02 l_v 60 mm + 0,02 l_v	50 mm + 0,08 l_v 60 mm + 0,08 l_v
C16/20	XC1, XC2	< 25 mm ≥ 25 mm	30 mm + 0,02 l_v ≥ 2 d_s 40 mm + 0,02 l_v ≥ 2 d_s	30 mm + 0,06 l_v ≥ 2 d_s 40 mm + 0,06 l_v ≥ 2 d_s	50 mm + 0,02 l_v 60 mm + 0,02 l_{vs}	50 mm + 0,08 l_v 60 mm + 0,08 l_v
C20/25	XC1, XC2, XC3					
≥ C25/30	XC1, XC2, CX3, XC4					
C30/37	XD1, XS1	< 25 mm ≥ 25 mm	40 mm + 0,02 l_v ≥ 2 d_s 40 mm + 0,02 l_v ≥ 2 d_s	40 mm + 0,06 l_v ≥ 2 d_s 40 mm + 0,06 l_v ≥ 2 d_s	50 mm + 0,02 l_v 60 mm + 0,02 l_v	50 mm + 0,08 l_v 60 mm + 0,08 l_v
C35/45	XD1, XD2, XD3 XS1, XS2, XS3					
≥ C40/50	XD1, XS1					
≥ C45/50	XD2, XD3, XS2, XS3	≥ 25 mm	40 mm + 0,02 l_v ≥ 2 d_s	40 mm + 0,06 l_v ≥ 2 d_s	60 mm + 0,02 l_v	60 mm + 0,08 l_v

1) Wiercenie diamentowe tylko przy użyciu HIT-RE 500 V3; statyw do wiertnic działa jak prowadnica. l_v = efektywna głębokość osadzania
 Zalecamy podanie w dokumentacji projektowej $c_{bohr} = c + 0,5 d_s$

Styki pomiędzy istniejącym (starym) i nowym betonem

- Sprawdzenie przenoszenia sił ścinających według EN 1992-1-1 wzgl. regulacji krajowych.
- Powierzchnie styków uszorstnić aż do odsłonięcia kruszywa.
- Występujący skarbonatyzowany beton w miejscu osadzania nowego pręta zbrojeniowego należy usunąć w strefie o średnicy $d_s + 6$ cm na głębokość ≥ min c.
- Zgodnie z aprobatą ETA-11/0493 dla systemu łączników wklejanych iniekcyjnie HIT-HY 200 alternatywnie można także dla pręta zbrojeniowego pracującego pod obciążeniem ścinającym wykonać sprawdzenie obliczeniowe jak dla kotwy.
- Oprogramowanie do wymiarowania kotew Hilti PROFIS Anchor → www.hilti.pl.

Naprężenia przyczepności

HIT-HY 200, wartości obliczeniowe zgodnie z ETA

Średnica pręta d_s [mm]	Wiercenie udarowe i pneumatyczne na sucho								
	Graniczne naprężenie przyczepności f_{bd} [N/mm ²]								
	Klasa wytrzymałości betonu								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
8-32	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3

HIT-RE 500 V3 Rebar, wartości obliczeniowe zgodnie z ETA

Średnica pręta d_s [mm]	Wiercenie udarowe i pneumatyczne na sucho								
	Graniczne naprężenie przyczepności f_{bd} [N/mm ²]								
	Klasa wytrzymałości betonu								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
8-32	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
40	1,5	1,8	2,1	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0

HIT-RE 500 V3 Rebar, wartości obliczeniowe zgodnie z ETA

Średnica pręta d_s [mm]	Wiercenie udarowe i pneumatyczne na sucho								
	Graniczne naprężenie przyczepności f_{bd} [N/mm ²]								
	Klasa wytrzymałości betonu								
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
8-25	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,0	4,3
26 -32	1,6	2,0	2,3	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
40	1,5	1,8	2,1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

8.4.2 Kotwienie uzupełniające

Wartość podstawowa długości zakotwienia $l_{b,reqd}$

$$l_{b,reqd} = (d_s / 4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd})$$

f_{bd} = graniczne napężenie przyczepności zgodnie z ETA

HIT-HY 200/HIT-RE 500 V3

Pręty zbrojeniowe osadzone uzupełniająco przy użyciu techniki iniekcyjnej Hilti HIT Rebar mają zasadniczo dobre warunki przyczepności. Kryterium wyboru warunków przyczepności do wymiarowania uzupełniającego zakotwienia lub połączenia prętów na zakład jest obszar istniejącego już pręta w betonie starym, wzgl. obszar zakotwionego w nowym betonie odcinka pręta uzupełniającego.

HIT HY-200 – wiercenie udarowe na sucho

				Wartość podstawowa długości zakotwienia $l_{b,reqd}$ [cm] ($\sigma_{sd} = f_{yd}$)								
Klasa wytrzymałości betonu	γ_c	Warunki przyczepności	Gran. napężenie przyczepności f_{bd} [N/mm ²] zgodne z: ETA-12/0083 ETA-11/0492	Średnica pręta d_s [mm]								
				8	10	12	14	16	20	25	28	32
$A_{s,vorh}$ [cm ²]				0,503	0,785	1,13	1,54	2,01	3,14	4,91	6,16	8,04
C12/15	1,5	dobre przeciętne	1,6	54	68	82	95	109	136	170	190	218
			1,1	79	99	119	138	158	198	247 ¹⁾	277	316
C16/20	1,5	dobre przeciętne	2,0	44	54	65	76	87	109	136	152	174
			1,4	62	78	93	109	124	155	194	218	249
C20/25	1,5	dobre przeciętne	2,3	38	47	57	66	76	95	118	132	151
			1,6	54	68	82	95	109	136	170	190	218
C25/30	1,5	dobre przeciętne	2,7	32	40	48	56	64	81	101	113	129
			1,9	46	57	69	80	92	115	143	160	183
C30/37	1,5	dobre przeciętne	3,0	29	36	44	51	58	73	91	102	116
			2,1	41	52	62	73	83	104	130	145	166
C35/45	1,5	dobre przeciętne	3,4	26	32	38	45	51	64	80	90	102
			2,4	36	45	54	63	73	91	113	127	145
C40/50	1,5	dobre przeciętne	3,7	24	29	35	41	47	59	74	82	94
			2,6	34	42	50	59	67	84	105	117	134
C45/55	1,5	dobre przeciętne	4,0	22	27	33	39	44	54	68	76	87
			2,8	31	39	47	54	62	78	97	109	124
C50/60	1,5	dobre przeciętne	4,3	20	25	30	35	41	51	63	71	81
			3,0	29	36	44	51	58	73	91	102	116

HIT-RE 500V3 Rebar - wiercenie udarowe i diamentowe na sucho

				Wartość podstawowa długości zakotwienia $l_{b,rd}$ [cm] ($\sigma_{sd} = f_{yd}$)									
Klasa wytrzymałości betonu	γ_c	Warunki przyczepności	Gran. napężenie przyczepności f_{bd} [N/mm ²] zgodne z: ETA-12/0083 ETA-11/0492	Średnica pręta d_s [mm]									
				8	10	12	14	16	20	25	28	32	40
$A_{s, vorh}$ [cm ²]				0,503	0,785	1,13	1,54	2,01	3,14	4,91	6,16	8,04	12,57
C12/15	1,5	dobrze przeciętne	1,6 / 1,5** 1,1 / 1,0**	54 79	68 99	82 119	95 138	109 158	136 198	170 247	190 277	218 316	290 435 ¹⁾
C16/20	1,5	dobrze przeciętne	2 / 1,8** 1,4 / 1,3**	44 62	54 78	65 93	76 109	87 124	109 155	136 194	152 218	174 249	242 334 ¹⁾
C20/25	1,5	dobrze przeciętne	2,3 / 2,1** 1,6 / 1,5**	38 54	47 68	57 82	66 95	76 109	95 136	118 170	132 190	151 218	207 290
C25/30	1,5	dobrze przeciętne	2,7 / 2,5** 1,9 / 1,8**	32 46	40 57	48 69	56 80	64 92	81 115	101 143	113 160	129 183	174 242
C30/37	1,5	dobrze przeciętne	3 / 2,8** 2,1 / 2**	29 41	36 52	44 62	51 73	58 83	73 104	91 130	102 145	116 166	155 217
C35/45	1,5	dobrze przeciętne	3,4 / 3,1** 2,4 / 2,2**	26 36	32 45	38 54	45 63	51 73	64 91	80 113	90 127	102 145	140 198
C40/50	1,5	dobrze przeciętne	3,7 / 3,4** 2,6 / 2,4**	24 34	29 42	35 50	41 59	47 67	59 84	74 105	82 117	94 134	128 181
C45/55	1,5	dobrze przeciętne	4 / 3,7** 2,8 / 2,6**	22 31	27 39	33 47	38 54	44 62	54 78	68 97	76 109	87 124	118 167
C50/60	1,5	dobrze przeciętne	4,3 / 4** 3 / 2,8**	20 29	25 36	30 44	35 51	41 58	51 73	63 91	71 102	81 116	109 155

** Wartość dla Ø 40 mm.

HIT-RE 500V3 Rebar - wiercenie udarowe i diamentowe na mokro

				Wartość podstawowa długości zakotwienia $l_{b,rd}$ [cm] ($\sigma_{sd} = f_{yd}$)									
Klasa wytrzymałości betonu	γ_c	Warunki przyczepności	Gran. napężenie przyczepności f_{bd} [N/mm ²] zgodne z: ETA-12/0083 ETA-11/0492	Średnica pręta d_s [mm]									
				8	10	12	14	16	20	25	28	32	40
				0,503	0,785	1,13	1,54	2,01	3,14	4,91	6,16	8,04	12,57
C12/15	1,5	dobrze przeciętne	1,6 / 1,5** 1,1 / 1,0**	54 79	68 99	82 119	95 138	109 158	136 198	170 247	190 277	218 316	290 435 ¹⁾
C16/20	1,5	dobrze przeciętne	2 / 1,8** 1,4 / 1,3**	44 62	54 78	65 93	76 109	87 124	109 155	136 194	152 218	174 249	242 334 ¹⁾
C20/25	1,5	dobrze przeciętne	2,3 / 2,1** 1,6 / 1,5**	38 54	47 68	57 82	66 95	76 109	95 136	118 170	132 190	151 218	207 290
C25/30	1,5	dobrze przeciętne	2,7 / 2,5** 1,9 / 1,8**	32 46	40 57	48 69	56 80	64 92	81 115	101 143	113 160	129 183	174 242
C30/37	1,5	dobrze przeciętne	3 / 2,7 / 2,5** 2,1 / 1,9 / 1,8**	29 41	36 52	44 62	51 73	58 83	73 104	91 130	113 160	129 183	174 242
C35/45	1,5	dobrze przeciętne	3,4 / 2,7 / 2,5** 2,4 / 1,9 / 1,8**	26 36	32 45	38 54	45 63	51 73	64 91	80 113	113 160	129 183	174 242
C40/50	1,5	dobrze przeciętne	3,7 / 2,7 / 2,5** 2,6 / 1,9 / 1,8**	24 34	29 42	35 50	41 59	47 67	59 84	74 105	113 160	129 183	174 242
C45/55	1,5	dobrze przeciętne	4 / 2,7 / 2,5** 2,8 / 1,9 / 1,8**	22 31	27 39	33 47	38 54	44 62	54 78	68 97	113 160	129 183	174 242
C50/60	1,5	dobrze przeciętne	4,3 / 2,7 / 2,5** 3 / 1,9 / 1,8**	20 29	25 36	30 44	35 51	41 58	51 73	63 91	113 160	129 183	174 242

** Wartość dla Ø 40 mm.

Wartość obliczeniowa nośności stali

$$N_{Rk,s} = 500 \cdot A \quad N_{Rd,s} = \frac{500 \cdot A_s}{1,15}$$

			Średnica pręta d _s [mm]								
			8	10	12	14	16	20	25	28	32
Nośność charakterystyczna	N _{RK,s}	[kN]	25,15	39,25	56,5	77,0	100,5	157,0	245,5		
Nośność obliczeniowa	N _{Rd,s}	[kN]	21,90	34,10	49,1	67,0	82,4	136,5	213,5		

Minimalna długość zakotwienia $l_{b,min}$
EN 1992-1-1 / ÖNORM 1992-1-1 / SN EN 1992-1-1

Rozciąganie: $l_{b,min} = \max(0,3 \times l_{b,rqd}; 10 d_s; 100 \text{ mm})^{1)}$ $l_{b,rqd} = \frac{d_s}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}}$

Ściskanie: $l_{b,min} = \max(0,6 \times l_{b,rqd}; 10 d_s; 100 \text{ mm})^{1)}$

DIN EN 1992-1-1, DIN EN 1992-1-1/NA

Rozciąganie: $l_{b,min} = \max(0,3 \times l_{b,rqd}; 10 d_s \text{ bzw. direkte Lagerung: } 6,7 d_s)^{1)}$

Ściskanie: $l_{b,min} = \max(0,6 \times l_{b,rqd}; 10 d_s)^{1)}$

HIT HY-200/HIT-RE 500 V3 Rebar

Beton zwykły C20/25, dobre warunki przyczepności, $\alpha = 1,0$			
Minimalna długość zakotwienia $l_{b,min}$ [mm]			
Pręt zbrojeniowy $f_{yk} = 500$ [N/mm ²] $\gamma_M = 1,15$	HIT HY-200	HIT-RE 500V3	HIT-RE 500V3
d_s [mm]	Wiercenie udarowe i pneumatyczne		Wiercenie diamentowe na mokro ¹⁾
8	113	113	170
10	142	142	213
12	170	170	255
14	199	198	298
16	227	227	340
20	284	284	425
25	355	354	532
28	397	397	595
32	454	454	681
40	-	621	932

¹⁾ HIT-RE 500V3 z otworami wierconymi na mokro: $l_{b,min} \times 1,5$

Wartość obliczeniowa długości zakotwienia l_{bd}

$$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

HIT-HY 200/HIT-RE 500 V3 Rebar EN 1992-1-1/ÖNORM 1992-1-1/SN EN 1992-1-1

		Pręt zbrojeniowy	
Współczynnik wpływu		Rozciąganie	Ściskanie
α_1	Kształt pręta	1,0	1,0
α_2	Otulina betonowa	$0,7 \leq 1-0,15 (c_d - d_s) / d_s \leq 1,0$	1,0
α_3	Niespawane zbrojenie poprzeczne	1,0	1,0
α_4	Spawane zbrojenie poprzeczne	1,0	1,0
α_5	Nacisk poprzeczny	$0,7 \leq 1-0,04 p \leq 1,0$	-

DIN EN 1992-1-1, DIN EN 1992-1-1/NA

		Pręt zbrojeniowy	
Współczynnik wpływu		Rozciąganie	Ściskanie
α_1	Kształt pręta	1,0	1,0
α_2	Otulina betonowa	1,0	1,0
α_3	Niespawane zbrojenie poprzeczne	1,0	1,0
α_4	Spawane zbrojenie poprzeczne	1,0	1,0
α_5	Nacisk poprzeczny	$0,7 \leq 1-0,04 p \leq 1,0$ 0,66 przy podparciu bezpośrednim lub gdy otulina jest z każdej strony zabezpieczona zbrojeniem $\geq 10 d_s$ 1,5, gdy siła poprzeczna działa prostopadle do płaszczyzny zbrojenia – przy przeważającym oddziaływaniu statycznym, gdzie $w_k \leq 0,2$ nie ma konieczności zwiększenia do 1,5	-

HIT HY 200 / HIT-RE 500V3 Rebar

d_s [mm]	HIT-HY 200		HIT-RE 500 V3 Rebar
	l_{max} [cm]		l_{max} [cm]
8	70 ¹⁾	100 ²⁾	100
10	70 ¹⁾	100 ²⁾	100
12	70 ¹⁾	100 ²⁾	120
14	70 ¹⁾	100 ²⁾	140
16	70 ¹⁾	100 ²⁾	160
20	70 ¹⁾	100 ²⁾	200
25	70 ¹⁾	100 ²⁾	250
28	70 ¹⁾	100 ²⁾	280
32	70 ¹⁾	100 ²⁾	320
40	-	-	320

Przypadki specjalne o głębokości zakotwienia $> l_{max} \leq 10$ m są możliwe. Prosimy o kontakt z Inżynierem Konsultantem Hilti.

¹⁾ Dla temperatury betonu $\geq -10^\circ\text{C}$.

²⁾ Dla temperatury betonu $> 0^\circ\text{C}$.

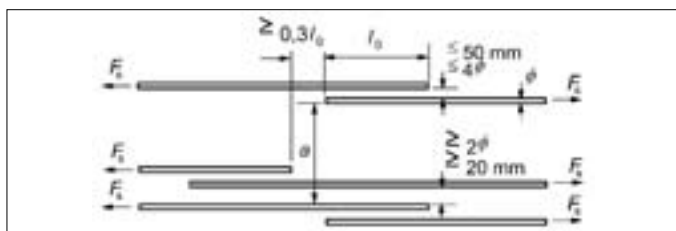
8.4.3 Połączenia zbrojenia uzupełniającego na zakład

Zasady konstruowania połączeń zbrojenia uzupełniającego na zakład

Sąsiadujące ze sobą zakładkowe połączenia zbrojenia uzupełniającego, rozstawy, odległości od krawędzi

EN 1992-1-1/ÖNORM 1992-1-1/SN EN 1992-1-1

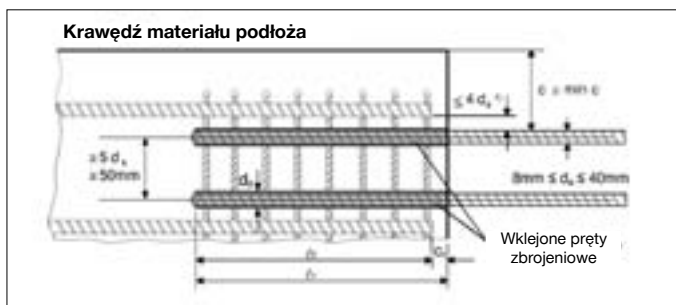
- Połączenia prętów na zakład nie powinny być umieszczane w obszarach silnie wyężonych (np. w przegubach plastycznych); z reguły są rozmieszczane symetrycznie.



DIN EN 1992-1-1, DIN EN 1992-1-1/NA

- Pręty ściskane o $d_s \geq 20$ mm w słupach mogą być łączone przez styk kontaktowy: uwzględnić wskazówkę w DIN EN 1992-1-1/NA 8.7.2 ust. (NA.5).

Ogólne zasady konstruowania dla uzupełniających prętów zbrojeniowych wklejanych przy użyciu zapraw iniekcyjnych

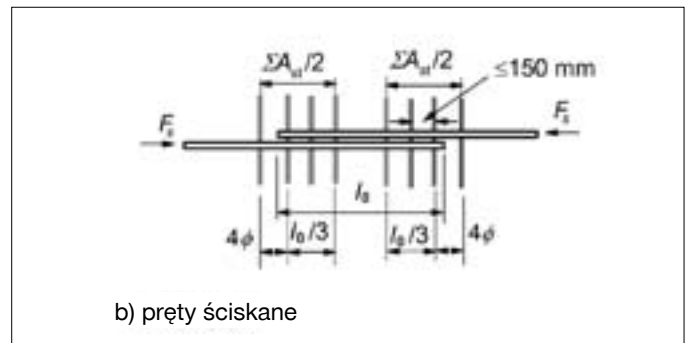
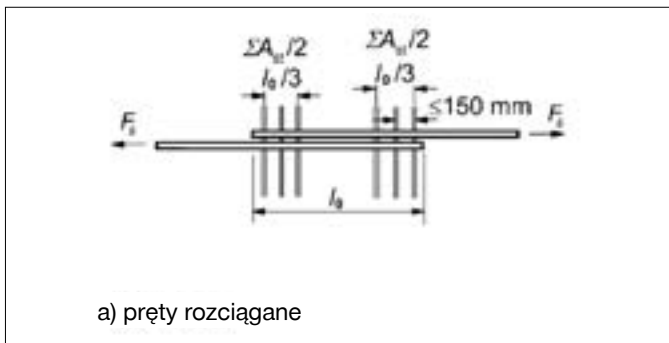


Pręt zbrojeniowy

- Rozstaw w świetle prętów łączonych na zakład $> 4 d_s$: zwiększenie l_0 o różnicę pomiędzy występującym rozstawem w świetle i $4 d_s$.
- Wymagane jest odpowiednie zbrojenie poprzeczne zgodnie z EN 1992-1-1, rozdz. 8.7.4.

Zbrojenie poprzeczne A_{st} połączeń prętów zbrojeniowych na zakład**EN 1992-1-1/ÖNORM 1992-1-1/SN EN 1992-1-1**

- Istniejące zbrojenie poprzeczne jest wystarczające, gdy:
 $d_s < 20$ mm lub udział prętów łączonych na zakład $< 25\%$.
- Wymagane jest zbrojenie poprzeczne, gdy $d_s \geq 20$ mm;
 $\sum A_{st} \geq 1,0 A_s$, gdzie: A_s przekrój jednego pręta łączonego na zakład;
przy czym zbrojenie poprzeczne powinno być zagęszczone w strefie początkowej i końcowej zakładu l_0 .
- Zbrojenie poprzeczne w postaci strzemion zamkniętych lub otwartych zakotwionych w głębi elementu jest niezbędne, gdy:
udział prętów łączonych na zakład w jednym przekroju $> 50\%$ oraz odległość między prętami sąsiednich zakładów jest $a \leq 10 d_s$.
- W przypadku prętów ściskanych: dodatkowy pręt poprzeczny należy umieścić na zewnątrz zakładu w odstępie $\leq 4d_s$.

**DIN EN 1992-1-1, DIN EN 1992-1-1/NA**

- Zbrojenie poprzeczne w postaci strzemion zamkniętych lub otwartych zakotwionych w głębi elementu jest niezbędne w przypadku powierzchniowych elementów konstrukcyjnych:
przy odległości pomiędzy prętami sąsiednich zakładów $a \leq 5 d_s$
(w przeciwnym przypadku w postaci prętów prostych na zwiększonej długości styku do $1,3 l_0$).
- Kilkuwarstwowe zbrojenie o udziale prętów łączonych na zakład $> 50\%$ w jednym przekroju:
wymagane objęcie prętów łączonych na zakład strzemionami o sumarycznym przekroju równym sumarycznemu przekrojowi wszystkich łączonych prętów.
- Elementy konstrukcyjne z betonu klasy wyższej od C70/85 pracujące na zginanie:
wymagane zbrojenie poprzeczne strzemionami o łącznym przekroju: $\sum A_{st} = \sum A_s$.

Minimalna długość zakładu $l_{0, \min}$

EN 1992-1-1/ÖNORM 1992-1-1/SN EN 1992-1-1
HIT-HY 200 / HIT-RE 500 V3 Rebar

DIN EN 1992-1-1, DIN EN 1992-1-1/NA

$$l_{0, \min} = \max (0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b, \text{reqd}} ; 15 d_s ; 200 \text{ mm})^{1)} ; (\alpha_1 \text{ und } \alpha_4 = 1,0)$$

¹⁾ HIT-RE 500 V3 z otworami wierconymi techniką diamentową na mokro: $l_{0, \min} \cdot 1,5$.

Wartość obliczeniowa długości zakładu l_0

$$l_0 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 l_{b, \text{reqd}} \geq l_{0, \min}$$

EN 1992-1-1/ÖNORM 1992-1-1/SN EN 1992-1-1

Współczynnik wpływu		Pręt zbrojeniowy	
		Rozciąganie	Ściskanie
α_1	Kształt prętów	1,0	1,0
α_2	Otulina betonowa	$0,7 \leq 1-0,15 (c_d - d_s) / d_s \leq 1,0$	1,0
α_3	Niespawane zbrojenie poprzeczne	1,0	1,0
α_4	Spawane zbrojenie poprzeczne	1,0	1,0
α_5	Nacisk poprzeczny	$0,7 \leq 1-0,04 p \leq 1,0$	–
α_6	Długość zakładu	udział zbrojenia łączonego > 50%	
		1,5	
		$1,0 \leq \alpha_6 = (p_1 / 25)^{0,5} \leq 1,5$; możliwa interpolacja p_1 = udział procentowy zbrojenia łączonego na zakład w strefie o długości $0,65 l_0$, odmierzanej od środka długości zakładu po każdej jego stronie	

DIN EN 1992-1-1, DIN EN 1992-1-1/NA

		Pręt zbrojeniowy	
Współczynnik wpływu		Rozciąganie	Ściskanie
α_1	Kształt prętów	1,0	1,0
α_2	Otulina betonowa	1,0	1,0
α_3	Niespawane zbrojenie poprzeczne	1,0	1,0
α_4	Spawane zbrojenie poprzeczne	1,0	1,0
α_5	Nacisk poprzeczny	0,7 ≤ 1-0,04 p ≤ 1,0 0,66 przy bezpośrednim podparciu lub otulinie betonowej zabezpieczonej ze wszystkich stron zbrojeniem rzędu ≥ 10 d _s 1,5, gdy siła poprzeczna działa prostopadle do płaszczyzny zbrojenia – przy przeważającym obciążeniu statycznym i w _k ≤0,2 nie ma konieczności zwiększania do 1,5	
α_6	Długość zakładu	Średnica pręta	Udział zbrojenia łączonego > 33%
		< 16 mm	1,4 ¹⁾
		≥ 16 mm	2,0 ²⁾
		gdy a ≥ 8d _s und c ₁ ≥ 4d _s : ¹⁾ α ₆ = 1,0 ²⁾ α ₆ = 1,4	
		1,0	

HIT-HY 200/HIT-RE 500 V3 Rebar

Beton zwykły C20/25, dobre warunki przyczepności, $\alpha_6 = 1,0$			
Minimalna długość zakładu $l_{0,min}$ [mm]			
Pręt zbrojeniowy $f_{yk} = 500$ [N/mm ²] $\gamma_M = 1,15$	HIT-HY 200	HIT-RE 500 V3 Rebar	HIT-RE 500 V3 Rebar
d_s [mm]	Wiercenie udarowe i pneumatyczne		Wiercenie diamentowe na mokro ¹⁾
8	200	200	300
10	200	200	300
12	200	200	300
14	210	210	315
16	240	240	360
20	300	300	450
25	375	375	563
28	420	420	630
32	480	480	720
40	-	621	932

¹⁾ HIT-RE 500 V3 z otworami wierconymi techniką diamentową na mokro: $l_{0,min} \times 1,5$

Głębokość osadzenia prętów przy połączeniach na zakład $l_{e,ges}$ **HIT-HY 200/HIT-RE 500 V3 Rebar**

Pręt zbrojeniowy: $l_{e,ges} \geq l_o + c$; l_o = wymagana długość zakładu, c = otulina betonowa od strony przerwy roboczej

Maksymalna długość montażowa prętów zbrojeniowych łączonych na zakład**HIT-HY 200/HIT-RE 500 V3 Rebar**

d_s [mm]	HIT-HY 200		HIT-RE 500 V3 Rebar
	l_{max} [cm]		l_{max} [cm]
8	70 ¹⁾	100 ²⁾	100
10	70 ¹⁾	100 ²⁾	100
12	70 ¹⁾	100 ²⁾	120
14	70 ¹⁾	100 ²⁾	140
16	70 ¹⁾	100 ²⁾	160
20	70 ¹⁾	100 ²⁾	200
25	70 ¹⁾	100 ²⁾	250
28	70 ¹⁾	100 ²⁾	280
32	70 ¹⁾	100 ²⁾	320
40	-	-	320

Możliwe są przypadki szczególne o głębokości kotwienia $> l_{max} \leq 10$ m. Prosimy o kontakt z Inżynierem Konsultantem Hilti.

¹⁾ Dla temperatury betonu ≥ -10 °C

²⁾ Dla temperatury betonu > 0 °C

HIT-HY 200: Wartości do wstępnego obliczania długości zakotwienia i długości zakładu

- Beton C20/25
- Dobre warunki przyczepności – dla innych warunków należy wartość pomnożyć przez współczynnik 0,7
- Granica plastyczności stali zbrojeniowej 500 N/mm²
- Wiercenie udarowe
- Wiercenie techniką diamentową na mokro nie jest uwzględnione

Średnica pręta	Długość zakotwienia		Długość zakładu			
	Obowiązuje dla Niemiec, Austrii, Szwajcarii DIN EN 1992-1-1/NA; EN 1992-1-1		Obowiązuje tylko w Niemczech DIN EN 1992-1-1/NA		Obowiązuje w Austrii i Szwajcarii EN 1992-1-1; ÖNORM 1992-1-1; SN EN 1992-1-1	
	$\alpha 1 = \alpha 2 = \alpha 3 = \alpha 4 = \alpha 5 = 1,0$		$\alpha 1 = \alpha 2 = \alpha 3 = \alpha 4 = \alpha 5 = 1,0$		$\alpha 1 = \alpha 2 = \alpha 3 = \alpha 4 = \alpha 5 = 1,0$	
	Długość zakotwienia	Wartość projektowa	Długość zakładu	Wartość obliczeniowa	Długość zakładu	Wartość projektowa
	l_{bd}	N_{Rd}	l_0	N_{Rd}	l_0	N_{Rd}
[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]
8	113	6,56	200	8,26	200	7,71
	202	11,66	310	12,79	322	12,42
	290	16,76	420	17,32	445	17,14
	378	21,85	529	21,85	567	21,85
10	142	10,24	200	10,32	213	10,24
	252	18,21	354	18,26	378	18,21
	362	26,18	508	26,21	543	26,18
	473	34,15	662	34,15	709	34,15
12	170	14,75	238	14,75	255	14,75
	302	26,23	423	26,23	454	26,23
	435	37,70	609	37,70	652	37,70
	567	49,17	794	49,17	851	49,17
14	198	20,08	278	20,08	298	20,08
	353	35,70	494	35,70	529	35,70
	507	51,31	710	51,31	761	51,31
	662	66,93	926	66,93	992	66,93
16	227	26,23	454	26,23	340	26,23
	403	46,62	636	36,75	560	43,17
	580	67,02	818	47,28	780	60,12
	756	87,42	1000	57,81	1000	77,07
18	255	33,19	510	33,19	383	33,19
	454	59,01	674	43,80	589	51,03
	652	84,82	837	54,42	794	68,87
	851	110,64	1000	65,03	1000	86,71
20	284	40,98	567	40,98	425	40,98
	504	72,85	711	51,40	617	59,43
	725	104,72	856	61,83	808	77,89
	945	136,59	1000	72,26	1000	96,34
22	312	49,58	624	49,58	468	49,58
	541	86,04	749	59,55	645	68,38
	771	122,50	875	69,52	823	87,18
	1000	158,96	1000	79,48	1000	105,98
24	340	59,01	681	59,01	510	59,01
	560	97,14	787	68,24	674	77,88
	780	135,28	894	77,47	837	96,74
	1000	173,42	1000	86,71	1000	115,61
25	354	64,03	709	64,03	532	64,03
	570	102,90	806	72,79	688	82,83
	785	141,77	903	81,56	844	101,63
	1000	180,64	1000	90,32	1000	120,43
26	369	69,25	737	69,25	553	69,25
	579	108,79	825	77,48	702	87,92
	790	148,33	912	85,71	851	106,58
	1000	187,87	1000	93,93	1000	125,24
28	397	80,32	794	80,32	595	80,32
	598	120,98	863	87,26	730	98,50
	799	161,65	931	94,21	865	116,69
	1000	202,32	1000	101,16	1000	134,88
30	425	92,20	851	92,20	638	92,20
	617	133,72	900	97,59	759	109,64
	808	175,25	950	102,99	879	127,08
	1000	216,77	1000	108,38	1000	144,51
32	454	104,90	907	104,90	681	104,90
	636	147,01	938	108,47	787	121,32
	818	189,11	969	112,04	894	137,73
	1000	231,22	1000	115,61	1000	154,15

HIT-RE 500 V3: Wartości do wstępnego obliczania długości zakotwienia i długości zakładu (pręty Ø 8-30 mm)

- Beton C20/25
- Dobre warunki przyczepności – dla innych warunków należy wartość pomnożyć przez współczynnik 0,7
- Granica plastyczności stali zbrojeniowej 500 N/mm²
- Wiercenie udarowe
- Wiercenie techniką diamentową na mokro nie jest uwzględnione

Średnica pręta	Długość zakotwienia		Długość zakładu			
	Obowiązuje dla Niemiec, Austrii, Szwajcarii DIN EN 1992-1-1/NA; EN 1992-1-1		Obowiązuje tylko w Niemczech DIN EN 1992-1-1/NA		Obowiązuje w Austrii i Szwajcarii EN 1992-1-1; ÖNORM 1992-1-1; SN EN 1992-1-1	
	$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1,0$		$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1,0$		$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1,0$	
			$\alpha_6 = 1,4$ (ds < 16mm) $2,0$ (ds ≥ 16mm)		$\alpha_6 = 1,5$	
	Długość zakotwienia	Wartość projektowa	Długość zakładu	Wartość obliczeniowa	Długość zakładu	Wartość projektowa
	l_{bd}	N_{Rd}	l_0	N_{Rd}	l_0	N_{Rd}
[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]
8	113,42	6,56	200	8,26	200	7,71
	201,64	11,66	310	12,8	322	14,63
	289,86	16,76	420	17,3	445	18,24
	378,07	21,85	529	21,9	567	21,85
10	141,78	10,24	200	10,3	213	14,63
	252,05	18,21	354	18,3	378	21,14
	362,32	26,18	508	26,2	543	27,64
	472,59	34,15	662	34,1	709	34,15
12	170,13	14,75	238	14,8	255	21,07
	302,46	26,23	423	26,2	454	30,44
	434,78	37,70	609	37,7	652	39,81
	567,11	49,17	794	49,2	851	49,17
14	198,49	20,08	278	20,1	298	28,68
	352,87	35,70	494	35,7	529	41,43
	507,25	51,31	710	51,3	761	54,18
	661,63	66,93	926	66,9	992	66,93
16	226,84	26,23	454	26,2	340	37,46
	403,28	46,62	807	46,6	605	54,12
	579,71	67,02	1159	67,0	870	70,77
	756,14	87,42	1512	87,4	1134	87,42
18	255,20	33,19	510	33,2	383	47,42
	453,69	59,01	907	59,0	681	68,49
	652,17	84,82	1304	84,8	978	89,56
	850,66	110,64	1701	110,6	1276	110,64
20	283,55	40,98	567	41,0	425	58,54
	504,10	72,85	1008	72,8	756	84,56
	724,64	104,72	1449	104,7	1087	110,57
	945,18	136,59	1890	136,6	1418	136,59
22	311,91	49,58	624	49,6	468	70,83
	554,51	88,15	1109	88,1	832	102,31
	797,10	126,71	1594	126,7	1196	133,79
	1039,70	165,28	2079	165,3	1560	165,28
24	340,26	59,01	681	59,0	510	84,30
	604,91	104,90	1210	104,9	907	121,76
	869,57	150,80	1739	150,8	1304	159,23
	1134,22	196,69	2268	196,7	1701	196,69
25	354,44	64,03	709	64,0	532	91,47
	630,12	113,83	1260	113,8	945	132,12
	905,80	163,62	1812	163,6	1359	172,77
	1181,47	213,42	2363	213,4	1772	213,42
26	368,62	69,25	737	69,3	553	98,93
	655,32	123,11	1311	123,1	983	142,90
	942,03	176,98	1884	177,0	1413	186,87
	1228,73	230,84	2457	230,8	1843	230,84
28	396,98	80,32	794	80,3	595	114,74
	705,73	142,78	1411	142,8	1059	165,73
	1014,49	205,25	2029	205,3	1522	216,72
	1323,25	267,72	2647	267,7	1985	267,72
30	425,33	92,20	851	92,2	638	131,71
	756,14	163,91	1512	163,9	1134	190,25
	1086,96	235,62	2174	235,6	1630	248,80
	1417,77	307,33	2836	307,3	2127	307,33

HIT-RE 500 V3: Wartości do wstępnego obliczania długości zakotwienia i długości zakładu (pręty Ø 32-40 mm)

- Beton C20/25
- Dobre warunki przyczepności – dla innych warunków należy wartość pomnożyć przez współczynnik 0,7
- Granica plastyczności stali zbrojeniowej 500 N/mm²
- Wiercenie udarowe
- Wiercenie techniką diamentową na mokro nie jest uwzględnione

Długość zakotwienia			Długość zakładu			
Obowiązuje dla Niemiec, Austrii, Szwajcarii DIN EN 1992-1-1/NA; EN 1992-1-1			Obowiązuje tylko w Niemczech DIN EN 1992-1-1/NA		Obowiązuje w Austrii i Szwajcarii EN 1992-1-1; ÖNORM 1992-1-1; SN EN 1992-1	
$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1,0$			$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1,0$		$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 1,0$	
			$\alpha_6 = 1,4$ (ds < 16mm)		$\alpha_6 = 1,5$	
			2,0 (ds ≥ 16mm)			
Średnica pręta	Długość zakotwienia	Wartość obliczeniowa	Długość zakładu	Wartość obliczeniowa	Długość zakładu	Wartość obliczeniowa
	l_{bd}	N_{Rd}	l_o	N_{Rd}	l_o	N_{Rd}
[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[kN]
32	453,69	104,90	907	104,9	681	149,86
	806,55	186,49	1613	186,5	1210	216,46
	1159,42	268,08	2319	268,1	1739	283,07
	1512,29	349,67	3025	349,7	2268	349,67
34	482,04	118,42	964	118,4	723	169,18
	856,96	210,53	1709	210,0	1285	244,37
	1231,88	302,64	2455	301,5	1848	319,56
	1606,81	394,75	3200	393,1	2410	394,75
36	533,60	132,77	1067	132,8	800	189,67
	948,62	236,03	1778	221,2	1423	273,96
	1363,64	339,29	2489	309,7	2045	358,26
	1778,66	442,55	3200	398,1	2668	442,55
40	621,12	163,91	1242	163,9	932	234,16
	1104,21	291,39	1895	250,0	1656	338,23
	1587,30	418,88	2547	336,1	2381	442,29
	2070,39	546,36	3200	422,2	3106	546,36

8.4.4 Nośność ogniowa połączeń zbrojenia uzupełniającego

Informacje ogólne

$l_{bd, max}$ i $l_{o, max}$: max (80 d_s ; l_{max})

przy $c \geq 50$ mm należy w razie potrzeby wprowadzić zbrojenie zabezpieczające według DIN 4102-4:1994-03, rozdział 3.1.5.2.

Wymagania z zakresu ochrony przeciwpożarowej mogą być spełnione także przez wyprawy tynkarskie według DIN 4102-4:1994-03 lub inne okładziny, jeżeli ich przydatność jest potwierdzona ogólnym certyfikatem nadzoru budowlanego badań kontrolnych lub ogólną aprobatą budowlaną (np. płyty izolacyjne z wełny mineralnej klasy palności A o temperaturze topnienia $\geq 1000^\circ\text{C}$ oraz gęstości objętościowej ≥ 150 kg/m³, a także płyty silikatowe lub wermikulitowe).

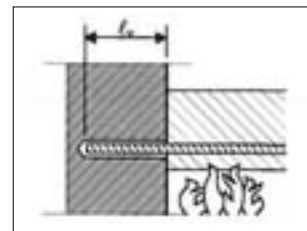
W przypadku wyżej wymienionych okładzin 20 mm otuliny betonowej może być zastąpione 10-milimetrową warstwą okładziny. Mocowanie okładziny musi również spełniać wymagania przeciwpożarowe i należy to wykazać osobno.

Łączniki do mocowania płyt okładzin ognioochronnych

Kotwa	Minimalna grubość elementu konstrukcyjnego h_{min} [mm]	Maks. dopuszczalne obciążenie F90 $F_{zul, F90}$ [kN]
Gwóźdź klinowy DBZ Hilti	80	0,30
Kotwa sufitowa HK Hilti	80	0,35
Kotwa wkręcana HUS 6 Hilti	100	0,50

Połączenie zbrojenia prostopadłe względem powierzchni obciążonej ogniowo w płytach i ścianach

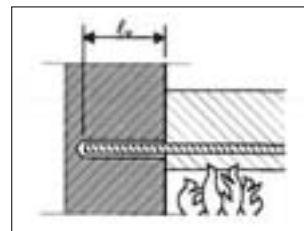
- Nośność obliczeniowa na rozciąganie w sytuacji pożaru
 $N_{Rd,fi}$ dla poszczególnych klas odporności ogniowej.
 - Wartości pośrednie mogą być interpolowane liniowo. Ekstrapolacja jest niedozwolona.
- Sprawdzenie obliczeniowe: $N_{Sd,fi} \leq N_{Rd,fi}$

**HIT-HY 200**

Średnica pręta	Głębokość osadzenia	Klasa odporności ogniowej				
		R30	R60	R90	R120	R180
d_s	ℓ_s	$N_{Rd,fi(30)}$	$N_{Rd,fi(60)}$	$N_{Rd,fi(90)}$	$N_{Rd,fi(120)}$	$N_{Rd,fi(180)}$
mm	cm	kN	kN	kN	kN	kN
8	8	3,0	0,7	0,2	0,0	0,0
	12	7,0	2,2	1,3	0,7	0,2
	17	16,2	10,2	9,2	4,0	1,7
	21		16,2	16,2	11,0	7,5
	23				14,5	10,9
	25				16,2	14,5
10	30					16,2
	10	6,1	2,0	1,0	0,4	0,0
	15	19,3	9,3	7,1	2,2	1,0
	19	25,3	18,0	15,9	9,3	4,9
	23		25,3	24,7	18,1	13,7
	26			25,3	24,7	20,3
12	28				25,3	24,7
	32					25,3
	12	15,3	6,0	1,9	1,1	0,3
	18	31,0	19,0	17,8	8,5	7,0
	22	36,4	29,6	27,0	19,1	13,8
	26		36,4	36,4	29,7	24,4
14	28				35,0	29,6
	30				36,4	34,9
	34					36,4
	14	24,0	9,9	6,9	2,6	1,0
	21	45,0	31,4	28,5	25,7	13,0
	24	49,6	40,6	37,7	32,8	22,3
16	28		49,6	49,6	40,7	34,6
	30				44,7	40,7
	33				49,6	48,1
	36					49,6
	16	34,5	18,4	14,9	4,4	2,3
	24	62,6	46,4	43,0	37,7	25,5
20	26	64,8	53,5	50,0	44,7	32,5
	30		64,8	57,0	51,7	49,6
	33			64,8	61,3	57,2
	36				64,8	62,7
	40					64,8
	20	60,7	40,0	36,3	29,3	14,3
25	25	78,3	62,5	58,3	51,3	36,3
	31	101,2	88,9	84,6	77,6	62,6
	35		101,2	101,2	94,2	80,2
	37				101,2	83,5
	39					97,8
	43					101,2
32	25	97,9	78,1	72,6	64,7	45,3
	28	126,5	94,6	89,4	81,2	61,8
	37	158,1	144,0	127,9	119,7	111,2
	41		158,1	150,0	141,8	123,2
	43			158,1	150,0	144,2
	45				158,1	155,2
50	50					158,1

Połączenie zbrojenia prostopadłe względem powierzchni obciążonej ogniowo w płytach i ścianach

- Nośność obliczeniowa na rozciąganie w sytuacji pożaru
 $N_{Rd,fi}$ dla poszczególnych klas odporności ogniowej.
 - Wartości pośrednie mogą być interpolowane liniowo. Ekstrapolacja jest niedozwolona.
- Sprawdzenie obliczeniowe: $N_{Sd,fi} \leq N_{Rd,fi}$



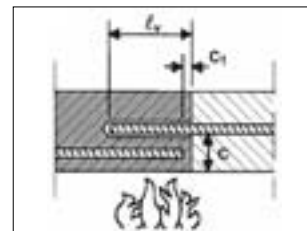
HIT-RE 500 V3

Średnica pręta	Głębokość osadzenia	Klasa odporności ogniowej				
		R30	R60	R90	R120	R180
d_s	l_v	$N_{Rd,fi(30)}$	$N_{Rd,fi(60)}$	$N_{Rd,fi(90)}$	$N_{Rd,fi(120)}$	$N_{Rd,fi(180)}$
mm	cm	kN	kN	kN	kN	kN
8	8,0	2,4	1,0	0,5	0,3	0,0
	9,5	3,9	1,7	0,9	0,6	0,1
	11,5	7,3	3,1	1,7	1,1	0,4
	15,0	16,2	8,2	4,6	3,1	1,4
	18,0		16,2	10,0	6,7	2,9
	20,5			16,2	12,4	5,1
	22,0				16,2	7,0
	26,5					16,2
10	10,0	5,7	2,5	1,3	0,8	0,2
	12,0	10,7	4,4	2,5	1,7	0,7
	14,0	17,6	7,8	4,4	3,0	1,3
	16,5	25,3	15,1	8,5	5,8	2,6
	19,5		25,3	17,6	12,2	5,1
	22,0			25,3	20,7	8,7
	23,5				25,3	11,8
	28,0					25,3
12	12,0	12,8	5,3	3,0	2,0	0,8
	15,0	25,2	12,2	6,9	4,7	2,1
	18,0	36,4	24,3	15,0	10,1	4,4
	21,0		36,4	27,4	20,6	8,5
	23,5			36,4	31,0	14,2
	25,0				36,4	19,1
	29,5					36,4
14	14,0	24,6	10,9	6,1	4,2	1,9
	17,0	39,1	23,5	13,5	9,2	4,1
	19,5	49,6	35,6	24,7	17,1	7,2
	22,5		49,6	39,2	31,3	13,5
	25,0			49,6	43,4	22,3
	26,5				49,6	29,5
	31,0					49,6
16	16,0	39,2	21,3	11,9	8,1	3,6
	19,0	55,8	37,9	25,5	17,3	7,3
	21,0	64,8	49,0	36,5	27,5	11,3
	24,0		64,8	53,1	44,1	20,9
	26,5			64,8	57,9	33,7
	28,0				64,8	42,0
	32,5					64,8

Średnica pręta	Głębokość osadzenia	Klasa odporności ogniowej				
		R30	R60	R90	R120	R180
d_s	l_v	$N_{Rd,fi(30)}$	$N_{Rd,fi(60)}$	$N_{Rd,fi(90)}$	$N_{Rd,fi(120)}$	$N_{Rd,fi(180)}$
mm	cm	kN	kN	kN	kN	kN
20	20,0	766	54,3	38,7	27,5	11,4
	24,0	101,2	82,0	66,4	55,1	26,1
	27,0		101,2	87,1	75,9	45,6
	29,5			101,2	93,2	62,9
	31,0				101,2	73,2
	35,5					101,2
	39,0					158,1
25	25,0	139,0	111,1	91,6	77,6	39,9
	27,5	158,1	132,7	113,2	99,2	61,3
	30,5		158,1	139,1	125,1	87,2
	33,0			158,1	146,7	108,8
	34,5				158,1	121,8
28	28,0	184,7	153,4	131,6	115,9	73,5
	29,5	198,3	168,0	146,1	130,4	88,0
	33,0		198,3	180,0	164,3	121,9
	35,0			198,3	183,6	141,2
	37,0				198,3	160,6
	41,0					198,3
	44,0					259,0
32	32,0	255,3	219,6	194,7	176,7	128,2
	32,5	259,0	225,1	200,2	182,2	133,8
	36,0		259,0	238,9	220,9	172,5
	38,0			259,0	243,1	194,6
	39,5				259,0	211,2
	44,0					259,0
	49,0					404,7
40	40,0	404,7	385,1	353,9	331,5	270,9
	41,5		404,7	374,6	352,2	291,6
	44,0			404,7	386,8	326,2
	45,5				404,7	346,9
	50,0					404,7

Połączenie zbrojenia równoległe względem powierzchni obciążonej ogniowo w płytach i ścianach

- Wartość obliczeniowa granicznego naprężenia przyczepności w sytuacji pożaru $f_{bd,fi}$ w zależności od istniejącej otuliny betonowej dla poszczególnych klas odporności ogniowej.

**HIT-HY 200**

Klasa odporności ogniowej					Otulina betonowa wkładanego zbrojenia c
R30	R60	R90	R120	R180	
Wartość obliczeniowa granicznego naprężenia przyczepności $f_{bd,fi}$					
N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	mm
0,6	0,3				30
0,7	0,3	0			35
0,9	0,4	0,2			40
1,0	0,4	0,2			45
1,2	0,5	0,3	0		50
1,5	0,6	0,3	0,2		55
1,8	0,8	0,4	0,3		60
2,2	0,9	0,5	0,3		65
	1,0	0,5	0,3	0	70
	1,2	0,6	0,4	0,2	75
	1,5	0,7	0,5	0,3	80
	1,7	0,8	0,5	0,3	85
	2,0	1,0	0,6	0,3	90
	2,2	1,1	0,7	0,4	95
		1,3	0,8	0,4	100
		1,5	0,9	0,5	105
		1,7	1,1	0,5	110
		2,0	1,2	0,6	115
		2,2	1,4	0,6	120
			1,6	0,7	125
			1,9	0,8	130
			2,1	0,9	135
				2,3	200

Sprawdzenie obliczeniowe: $N_{sd,fi} \leq (l_v - c_1) \cdot d_s \cdot \pi \cdot f_{bd,fi}$ **gdzie** $(l_v - c_1) \geq l_s$
 $\leq 80 \cdot d_s$

$N_{sd,fi}$ = nośność obliczeniowa na rozciąganie w sytuacji pożaru

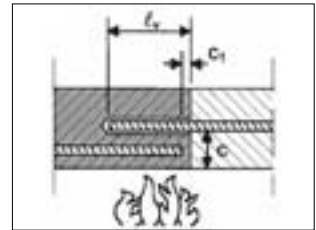
l_s = długość zakładu

d_s = średnica nominalna pręta zbrojeniowego

$(l_v - c_1)$ = wybrana długość zakładu; musi przynajmniej odpowiadać l_s ,
jednakże może być przyjęta maksymalnie w wysokości $80 \cdot d_s$

Połączenie zbrojenia równoległe względem powierzchni obciążonej ogniowo w płytach i ścianach

- Wartość obliczeniowa granicznego naprężenia przyczepności w sytuacji pożaru $f_{bd,fi}$ w zależności od istniejącej otuliny betonowej dla poszczególnych klas odporności ogniowej.



HIT-RE 500 V3

Klasa odporności ogniowej					Otulina betonowa wklejonego zbrojenia c
R30	R60	R90	R120	R180	
Wartość obliczeniowa granicznego naprężenia przyczepności $f_{bd,fi}$					mm
N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
0,7	0				30
0,8	0,4				35
0,9	0,5				40
1,0	0,5				45
1,2	0,6	0			50
1,4	0,7	0,5			55
1,6	0,8	0,5	0		60
1,9	0,9	0,6	0,4		65
2,2	1,0	0,7	0,5		70
	1,2	0,7	0,5		75
	1,4	0,8	0,6		80
	1,5	0,9	0,7	0	85
	1,7	1,1	0,8	0,5	90
	2,0	1,2	0,9	0,5	95
	2,2	1,4	1,0	0,6	100
		1,5	1,1	0,6	105
		1,7	1,2	0,7	110
		2,0	1,4	0,7	115
		2,2	1,6	0,8	120
			1,7	0,9	125
			2,0	1,0	130
			2,2	1,1	135
				1,2	140
				1,3	145
				1,4	150
				1,6	155
				1,7	160
				1,9	165
				2,1	170
				2,2	175

Sprawdzenie obliczeniowe: $N_{Sd,fi} \leq (l_v - c_1) \cdot d_s \cdot \pi \cdot f_{bd,fi}$ **gdzie** $(l_v - c_1) \geq l_s$
 $\leq 80 \cdot d_s$

$N_{Sd,fi}$ = nośność obliczeniowa na rozciąganie w sytuacji pożaru
 l_s = długość zakładu
 d_s = średnica nominalna pręta zbrojeniowego
 $(l_v - c_1)$ = wybrana długość zakładu; musi przynajmniej odpowiadać l_s ,
jednakże może być przyjęta maksymalnie w wysokości $80 \cdot d_s$

8.5 USTALENIE ILOŚCI ZAPRAWY INIEKCYJNEJ HIT DO OSADZANIA ZBROJENIA UZUPEŁNIAJĄCEGO

Ilość Hilti HIT na każdy pręt zbrojeniowy [ml]										
Głębokość osadzania l_v ew. $l_{e,ges}$ [cm]	Średnica pręta d_s [mm]									
	8	10	12	14	16	20	25	28	32	40
	Średnica otworu wierconego d_0 [mm]									
	12	14	16	18	20	25	32	35	40	55
10	8	9	11	12	14	21	38	42		
20	15	18	21	24	27	42	75	83	109	268
30	23	27	32	36	41	64	113	125	163	403
40	30	36	42	48	54	85	150	166	217	537
50	38	45	53	60	68	106	188	208	271	671
60	45	54	63	72	81	127	226	249	326	805
70	53	63	74	84	95	148	263	291	380	940
80	60	72	84	96	109	170	301	332	434	1074
90	68	81	95	109	122	191	338	374	488	1208
100	75	90	106	121	136	212	376	415	543	1342
110			116	133	149	233	413	457	597	1477
120			127	145	163	254	451	499	651	1611
130				157	176	276	489	540	705	1745
140				169	190	297	526	582	760	1879
150					203	318	564	623	814	2014
160					217	339	601	665	868	2148
170						360	639	706	922	2282
180						382	677	748	977	2416
190						403	714	789	1031	2550
200						424	752	831	1085	2685
210							789	872	1139	2819
220							827	914	1194	2953
230							864	955	1248	3087
240							902	997	1302	3222
250							940	1039	1356	3356
260								1080	1176	2908
270								1122	1221	3020
280								1163	1519	3759
290									1574	3893
300									1628	4027
310									1682	4161
320									1736	4296

8.6 INSTRUKCJA HILTI DOTYCZĄCA OSADZANIA ZBROJENIA UZUPEŁNIAJĄCEGO

HIT-HY 200



Produkt posiada Europejską Aprobatę Techniczną



SAFESET

Zasady bezpieczeństwa

- Przed zastosowaniem należy zapoznać się z instrukcją użycia i Kartą Bezpieczeństwa Produktu.
- Nosić stosowne okulary ochronne, rękawice ochronne i odzież ochronną. Unikać bezpośredniego kontaktu ze skórą i oczami.
- Nie używać noża do rozpakowywania pojemnika.
- Nie stosować uszkodzonego pojemnika, mieszalników lub kaset.
- Zabezpieczyć przedłużacze mieszalnika przed zsunięciem.
- Osoby bez zabezpieczenia nie powinny znajdować się w pobliżu prowadzonych prac montażowych.
- Nie stosować produktu po upływie terminu przydatności.



Uwaga!



I. Wykonanie otworu: Wiercenie udarowe za pomocą wiertła standardowego lub rurowego TE-CD i TE-YD (SAFEset) (inne metody wiercenia, patrz ETA)

Tabela 1: Nominalna średnica wiertła do wiercenia udarowego

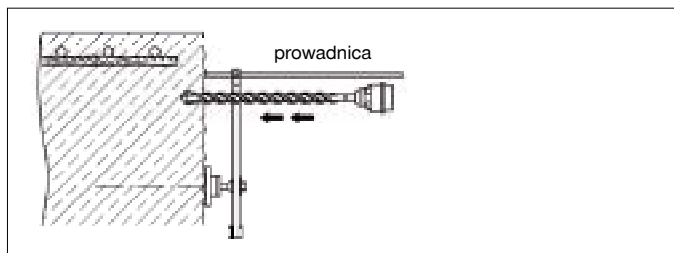
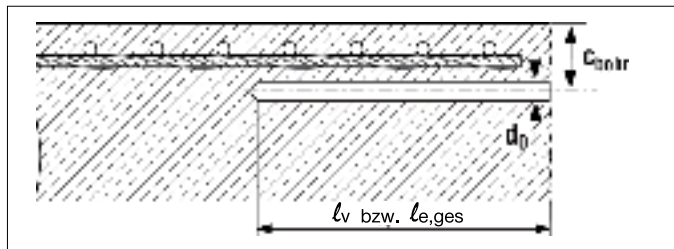
Średnica pręta	d_s [mm]	8	10	12	14	16	20	25	28	32
Nominalna średnica wiertła	d_o [mm]	12/10*	14/12*	16/14*	18	20	25	32	35	40

Przy głębokościach otworu wierconego >20 cm należy wykonać wiercenie wstępne krótkim wiertłem.

* Przy głębokości osadzania $l_v \leq 250$ mm

Tabela 2: Minimalna grubość otuliny min c wklejanego pręta zbrojeniowego dla metody wiercenia udarowego zgodnie z tolerancją wiercenia

Średnica pręta d_s	Bez prowadnicy	Z prowadnicą
< 25 mm	30 mm + 0,06 $l_v \geq 2 d_s$	30 mm + 0,02 $l_v \geq 2 d_s$
≥ 25 mm	40 mm + 0,06 $l_v \geq 2 d_s$	40 mm + 0,02 $l_v \geq 2 d_s$

HIT-HY 200**Etapy wykonywania otworu wierconego**

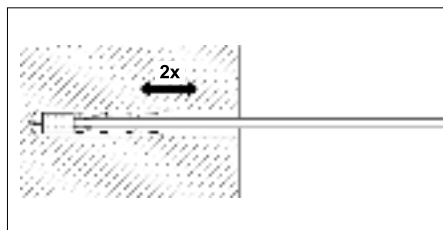
- Ustalić położenie istniejącego zbrojenia.
- Zachować otulinę betonową: $c_{bohr} = c + d_s / 2$ (względem osi nowego pręta)
- Wykonać wiercenie równoległe do istniejącego zbrojenia, w razie potrzeby użyć prowadnicy.
- Zachować głębokość otworu wierconego zgodnie z wytycznymi.
- Usunąć skarbonatyzowany beton.
- Uszorstnić powierzchnię styku.
- Wierząc w niewielkiej odległości od krawędzi oraz w elementach wąskich, należy stosować prowadnicę.

II. Oczyszczanie otworu wierconego: Wiercenie udarowe
 (inne metody wiercenia, patrz ETA)

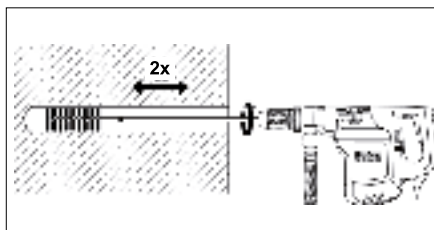
a) Oczyszczanie otworu wierconego – wiercenie udarowe wiertłem rurowym TE-CD i TE-YD; Technologia SAFESet
**SAFESet**

Działanie: zwierciny odsysane są nieprzerwanie w toku wiercenia przez trzon wiertła do podłączonego odkurzacza.

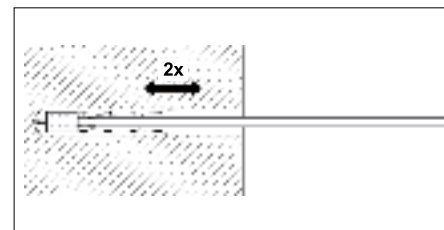
- Przy stosowaniu wiertła rurowego z odpowiednim odkurzaczem nie ma konieczności dodatkowego czyszczenia otworu wierconego!

b) Oczyszczanie otworu wierconego – wiercenie udarowe wiertłem standardowym
**Przedmuchać otwór min. 2x**

- lancą powietrzną skierowaną od dołu otworu wierconego
- bezolejowym powietrzem sprężonym pod ciśnieniem ≥ 6 bar

**Wyszczotkować otwór min. 2x**

- szczotką okrągłą HIT-RB
- ew. szczotką okrągłą z przedłużaczem HIT-RBS

**Przedmuchać kontrolnie min. 2x**

- lancą powietrzną skierowaną od dołu otworu wierconego
- bezolejowym powietrzem sprężonym pod ciśnieniem ≥ 6 bar

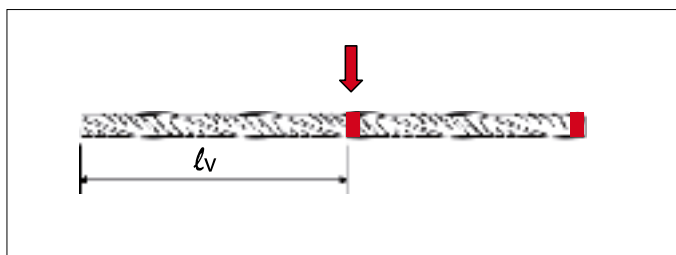
- Kompresor musi mieć wydajność > 100 l/min.
- Podczas przedmuchiwania zaleca się stosowanie nasadki z głowicą odciągu pyłu HIT-DRS podłączanej do odkurzacza.

HIT-HY 200

Tabela 3: Dobór osprzętu (dyszy powietrznej, szczotki okrągłej, końcówki iniekcyjnej) w zależności od średnicy prętów

Średnica pręta d_s [mm]	Nominalna średnica d_n [mm]	Dysza powietrzna	Szczotka okrągła	Końcówka iniekcyjna
				
8	12	HIT-DL 12	HIT-RB 12	HIT-SZ 12
10	14	HIT-DL 14	HIT-RB 14	HIT-SZ 14
12	16	HIT-DL 16	HIT-RB 16	HIT-SZ 16
14	18	HIT-DL 18	HIT-RB 18	HIT-SZ 18
16	20	HIT-DL 20	HIT-RB 20	HIT-SZ 20
20	25	HIT-DL 25	HIT-RB 25	HIT-SZ 25
25	32	HIT-DL 32	HIT-RB 32	HIT-SZ 32
28	35	HIT-DL 32	HIT-RB 35	HIT-SZ 35
32	40	HIT-DL 32	HIT-RB 40	HIT-SZ 40

Przygotowanie pręta zbrojeniowego

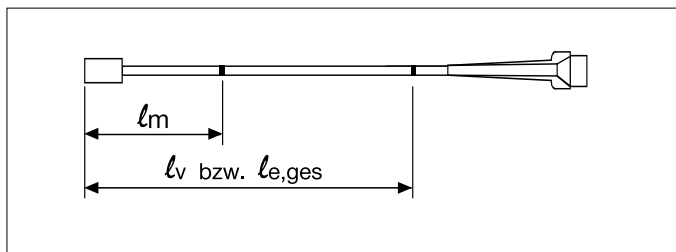


- Oznaczenie długości zakotwienia zgodnie z wytycznymi projektanta konstrukcji nośnej.
- Oznaczenie wolnej końcówki pręta zbrojeniowego.

- Do przygotowanego oczyszczonego otworu wprowadzić pręt lub kotwę celem sprawdzenia drożności i głębokości otworu.

III. Iniekcja zaprawy

a) Przygotowanie przedłużacza mieszalnika



1. Wybrać z tabeli 3. końcówkę iniekcyjną w zależności od średnicy wywierconego otworu.
2. Nałożyć końcówkę iniekcyjną na przedłużacz mieszalnika.
3. Zaznaczyć głębokość osadzenia na przedłużaczu mieszalnika.
4. Określić na podstawie tabeli 4. wymagany poziom wypełnienia zaprawą iniekcyjną l_m i również zaznaczyć go na przedłużaczu mieszalnika.

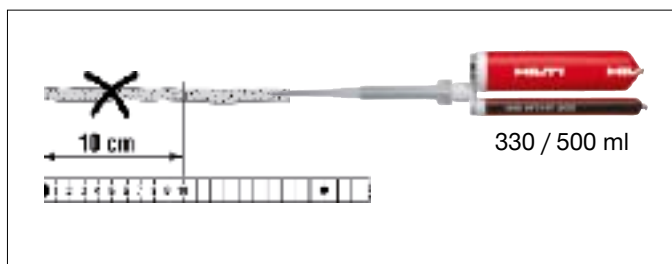
HIT-HY 200**Tabela 4:** Oznaczenie poziomu wypełnienia zaprawą iniekcyjną ℓ_m

Średnica pręta d_s [mm]	8	10	12	14	16	20	25	28
Nominalna średnica wiertła d_0 [mm]	12	14	16	18	20	25	32	35
Głębokość osadzania ℓ_v ew. $\ell_{e,ges}$ [cm]	ℓ_m [cm]							
10	3,0	4,0						
15	5,0	6,0	7,0	7,5				
20	6,5	8,0	9,5	10,5	11,0	11,0		
25	8,0	10,0	11,5	13,0	14,0	14,0	13,0	
30	10,0	12,0	14,0	15,5	17,0	17,0	16,0	17,0
35	11,5	14,0	16,5	18,0	19,5	19,5	18,5	19,5
40	13,0	16,0	19,0	21,0	22,5	22,5	21,0	22,5
45	15,0	18,5	21,0	23,5	25,5	25,5	24,0	25,5
50	16,5	20,5	23,5	26,0	28,0	28,0	26,5	28,0
55	18,0	22,5	26,0	28,5	31,0	31,0	29,0	31,0
60	20,0	24,5	28,5	31,5	34,0	34,0	31,5	34,0
65	21,5	26,5	30,5	34,0	36,5	36,5	34,5	36,5
70	23,0	28,5	33,0	36,5	39,5	39,5	37,0	39,5
75	25,0	30,5	35,5	39,0	42,5	42,5	39,5	42,5
80	26,5	33,0	38,0	42,0	45,0	45,0	42,5	45,0
85		35,0	40,0	44,5	48,0	48,0	45,0	48,0
90		37,0	42,5	47,0	51,0	51,0	47,5	51,0
95		39,0	45,0	50,0	54,0	54,0	50,5	54,0
100		41,0	47,5	52,5	56,5	56,5	53,0	56,5
110					62,5	62,5	58,5	
120					68,0	68,0	63,5	
130					73,5	73,5	69,0	
140					79,5	79,5	74,5	
150					85,0	85,0	79,5	
160					90,5	90,5	85,0	
170						96,5	90,5	
180						102,0	95,5	
190						107,5	101,0	
200						113,5	106,5	

Przy większych średnicach pręta określić wymagany poziom wypełnienia otworu ℓ_m za pomocą wzoru zawartego w ETA, Załącznik 16.

Wzór szacunkowy: $\ell_m = 1/3 \cdot \ell_v$ ew. $\ell_{e,ges}$

Wzór dokładny: $\ell_m = \ell_v$ ew. $\ell_{e,ges} \cdot (1,2 \cdot d_s^2 / d_0^2 - 0,2)$ [mm]

b) Przygotowanie pojemnika

- Początkowa partia zaprawy z mieszalnika (330 ml lub 500 ml):**

Przy każdym nowym pojemniku foliowym lub też dalszym korzystaniu z już rozpoczętego pojemnika należy odrzucić początkową partię zaprawy wyciskanej z mieszalnika. Ilość odrzucanej zaprawy zależy od wielkości pojemnika i wynosi: 330 ml = 2 suwy dozownika, 500 ml = 3 suwy dozownika

- Stosować wyłącznie mieszalnik HIT-RE-M, dostarczany razem z zaprawą do iniekcji.
- Wyciskać zaprawę tylko przy użyciu mieszacza nakręconego na pojemnik.
- Otwarte pojemniki z nakręconym, używanym mieszaczem można przechowywać w kasce maks. 4 tygodnie.

HIT-HY 200

c) Dozowniki



Dozownik ręczny HDM 330 [330 ml]



Dozownik ręczny HDM 500 [330 albo 500 ml]



Dozownik akumulatorowy HDE 500-A22 [330 albo 500 ml]

- Zaprawę iniekcyjną HIT-HY 200 należy stosować wyłącznie w połączeniu z czerwoną kasetą.

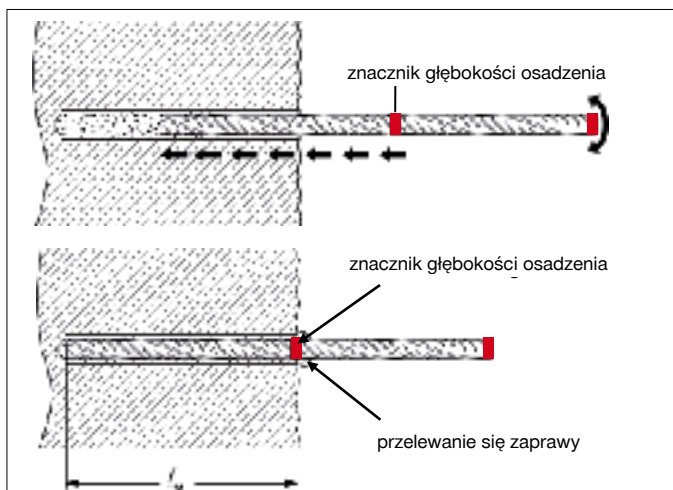
Tabela 5: Dobór dozowników w zależności od średnicy pręta i głębokości osadzania

Średnica pręta d_s [mm]	Nominalna średnica wiertła d_o [mm]	Maksymalna głębokość osadzania l_v ew. $l_{o,ges}$ według aprobaty [cm]	
		Dozowniki	
	Wiercenie udarowe	HDM 330 / HDM 500	HDE 500-A22
8	12	70	100 70 ¹⁾
10	14		
12	16		
14	18		
16	20		
20	25		
25	32		
28	35		
32	40		

¹⁾ Dla temperatury betonu < 0°C

- d) Wykonanie iniekcji bez pęcherzy powietrza przy użyciu odpowiednio dobranej końcówki iniekcyjnej i przedłużacza mieszalnika rozpoczynane od dna otworu wierconego

IV. Osadzenie prętów zbrojeniowych



- **Osadzić pręt zbrojeniowy**
Pręt zbrojeniowy wprowadzić ruchem obrotowym do wypełnionego otworu na zaznaczoną głębokość osadzenia.
- **Kontrola osadzenia:**
 - pojawienie się wycieku zaprawy u wylotu otworu,
 - zrównanie się oznakowania głębokości osadzenia z krawędzią otworu.
- **Montaż „nad głową”**
Zabezpieczyć pręt zbrojeniowy przed wypadnięciem z otworu, np. klinami HIT-OHW, do momentu rozpoczęcia utwardzania zaprawy

HIT-HY 200**V. Czasy osadzania i utwardzania, temperatura składowania**

- Temperatura składowania: od 5°C do 25°C
- Temperatura podłoża podczas prac montażowych: od -10°C do 40°C

Tabela 6: Maksymalne czasy osadzania i minimalne czasy utwardzania

	Maksymalne czasy osadzania	Minimalne czasy utwardzania
Temperatura podłoża	HIT-HY 200	HIT-HY 200
Od -10 °C do -5 °C	1,5 h	7 h
Od -4 °C do 0 °C	50 min	4 h
Od +1 °C do +5 °C	25 min	2 h
Od +6 °C do +10 °C	15 min	1 h
Od +11 °C do +20 °C	7 min	30 min
Od +21 °C do +30 °C	4 min	30 min
Od +31 °C do +40 °C	3 min	30 min

HIT-RE 500 V3



Produkt posiada Europejską Aprobatę Techniczną



SAFE-SET

Zasady bezpieczeństwa

- **Zagrożenia:**
Zawiera związki epoksydowe.
Może wywoływać reakcje alergiczne. (A)
- Środek żrący - powoduje ciężkie poparzenia skóry i poważne urazy oczu (B)
- Może powodować alergiczne reakcje skórne. (A,B)
- Trujący dla organizmów wodnych, o długotrwałym działaniu. (A)
- Nie wdychać oparów.
- Nosić rękawice ochronne, okulary ochronne, osłonę twarzy.
- **W przypadku kontaktu ze skórą (lub włosami):**
Natychmiast zdjąć całą zanieczyszczoną, nasiąkniętą odzież. Spłukać skórę pod strumieniem wody lub prysznicem.
- **W przypadku kontaktu z oczami:**
Płukać delikatnie wodą przez kilka minut. Usunąć w miarę możliwości soczewki kontaktowe. Kontynuować płukanie.
- W przypadku podrażnień skóry lub uczulenia: zasięgnąć opinii lekarza.
- W przypadku utrzymującego się podrażnienia oczu: Zasięgnąć opinii lekarza



- Przed zastosowaniem należy zapoznać się z instrukcją użycia i Kartą Bezpieczeństwa Produktu.
- Zalecenia dotyczące środków ochrony osobistej

Ochrona oczu: okulary ochronne ściśle dopasowane np.:

- okulary ochronne PP EY-CA NCH przejrzyste (# 2065449)
- okulary ochronne PP EY-HA R HC/AF przejrzyste (# 2065591)
- przy stosowaniu pojemników 1400 ml zaleca się stosowanie wyłącznie okularów ochronnych PF EY-HA R HC/AF przejrzystych (# 2065591).

Ochrona dłoni: rękawice ochronne EN 374; kauczuk nitylowy, zalecana grubość materiału 0,4 mm.
Należy unikać bezpośredniego kontaktu z produktem poprzez zastosowanie odpowiednich działań organizacyjnych. Ostateczny wybór właściwych środków ochronnych leży w gestii użytkownika

I. Wykonanie otworu: wiercenie udarowe za pomocą wiertła standardowego albo wiertłem rurowym, wiercenie diamentowe na mokro (inne metody wiercenia patrz ETA-08/0105)

Tabela 1: Nominalna średnica wiertła do wiercenia udarowego oraz wiercenia diamentowego na mokro

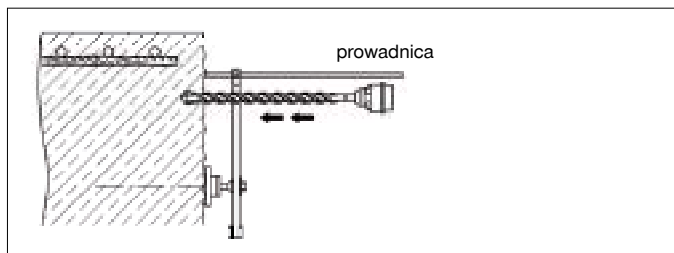
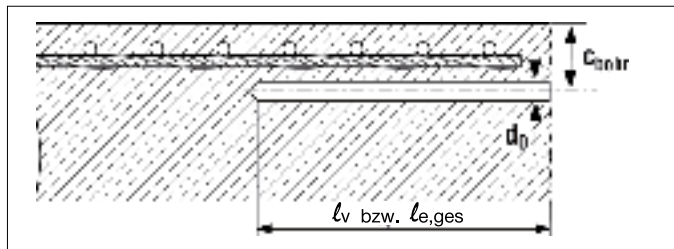
Średnica pręta	d _s [mm]	8	10	12	14	16	20	25	28	32	40
Nominalna średnica wiertła	d ₀ [mm]	12	14	16	18	20	25	32	35	40	55 ¹⁾

¹⁾ Metoda wiercenia diamentowego na mokro: d₀ = 52 mm.

Przy głębokościach otworu wierconego > 20 cm należy wykonać wiercenie wstępne krótkim wiertłem.

Tabela 2: Minimalna grubość otuliny min c wklejanego pręta zbrojeniowego dla metody wiercenia udarowego, zgodnie z tolerancją wiercenia

Średnica pręta d _s	Bez prowadnicy	Z prowadnicą
< 25 mm	30 mm + 0,06 l _v ≥ 2 d _s	30 mm + 0,02 l _v ≥ 2 d _s
≥ 25 mm	40 mm + 0,06 l _v ≥ 2 d _s	40 mm + 0,02 l _v ≥ 2 d _s

HIT-RE 500 V3**Etapy wykonywania otworu wierconego**

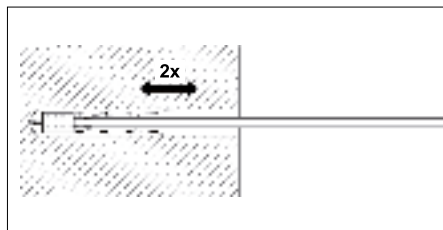
- Ustalić położenie istniejącego zbrojenia.
- Zachować otulinę betonową: $c_{bohr} = c + d_s / 2$ (względem osi nowego pręta).
- Wykonać wiercenie równoległe do istniejącego zbrojenia, w razie potrzeby użyć prowadnicy.
- Zachować głębokość otworu wierconego zgodnie z wytycznymi.
- Usunąć skarbonatyzowany beton.
- Uszorstnić powierzchnię styku.
- Wierząc w niewielkiej odległości od krawędzi oraz w elementach wąskich, należy stosować prowadnicę.

II. Oczyszczanie otworu wierconego: Wiercenie udarowe i wiercenie diamentowe na mokro
 (inne metody wiercenia – patrz ETA)

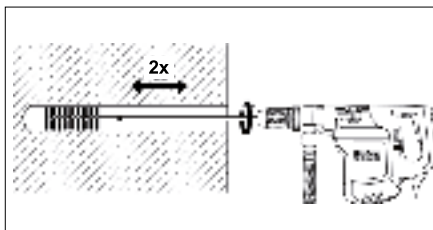
a) Oczyszczanie otworu wierconego – wiercenie udarowe wiertłem z pustką do odsysania zwierzcin
TE-CD i TE-YD – Technologia SAFEset
**SAFEset**

Działanie: zwierzcinysą wsysane są nieprzerwanie w toku wiercenia przez pustą przestrzeń w trzonie wiertła do podłączonego odkurzacza.

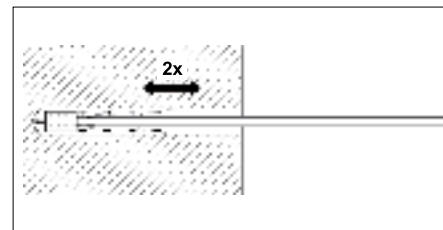
- Przy stosowaniu wiertła rurowego z odpowiednim odkurzaczem, nie ma konieczności dodatkowego czyszczenia otworu wierconego!

b) Oczyszczanie otworu wierconego – wiercenie udarowe wiertłem standardowym
**Przedmuchać otwór min. 2x**

- łancą powietrzną skierowaną od dołu otworu wierconego
- bezolejowym powietrzem sprężonym pod ciśnieniem ≥ 6 bar

**Wyszczotkować otwór min. 2x**

- szczotką okrągłą HIT-RB
- ew. szczotką okrągłą z przedłużaczem HIT-RBS

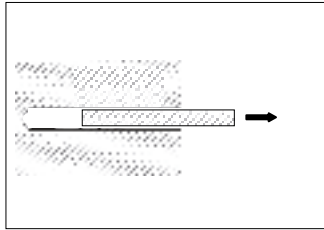
**Przedmuchać kontrolnie min. 2x**

- łancą powietrzną skierowaną od dołu otworu wierconego
- bezolejowym powietrzem sprężonym pod ciśnieniem ≥ 6 bar

- Kompresor musi mieć wydajność > 100 l/min.
- Podczas przedmuchiwania zaleca się stosowanie nasadki z głowicą odciągu pyłu HIT-DRS podłączanej do odkurzacza.

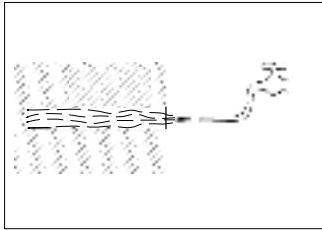
HIT-RE 500 V3

b) Oczyszczanie otworu wierconego - wiercenie diamentowe na mokro (część 1)



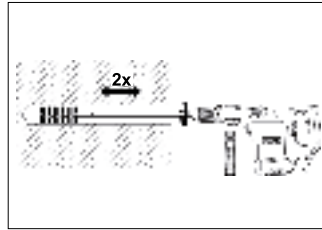
Złamać rdzeń i usunąć

– skontrolować głębokość wiercenia



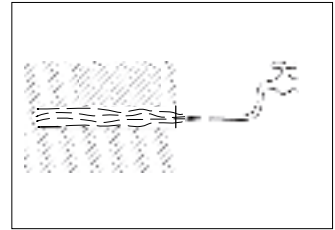
Wypłukać otwór

– wodą wodociągową, od dna otworu, aż do momentu, gdy z otworu zacznie wypływać czysta woda



Wyszczotkować otwór 2x

– szczotką okrągłą RB
– ew. szczotką okrągłą z przedłużaczem RBS



Wypłukać otwór wiercony

– wodą wodociągową, od dna otworu, aż do momentu, gdy z otworu zacznie wypływać czysta woda

b) Oczyszczanie otworu wierconego - wiercenie diamentowe na mokro (część 2)

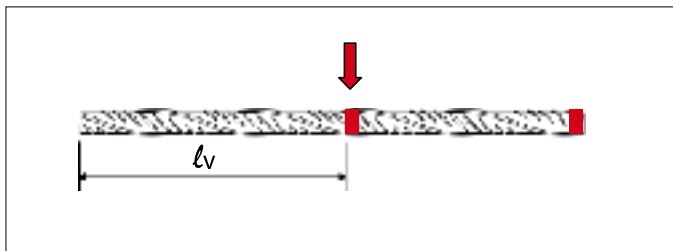
Etapy wykonywania prac takie same, jak w przypadku oczyszczania otworu wywierconego metodą udarową (2x przedmuchać, 2x wyszczotkować, 2x przedmuchać)

Tabela 3: Dobór osprzętu (dyszy powietrznej, szczotki okrągłej, nasadki tamującej) w zależności od średnicy prętów

Średnica pręta d_s [mm]	Nominalna średnica wiertła d_o [mm]	Dysza powietrzna	Szczotka okrągła	Końcówka iniekcyjna
				
8	12	HIT-DL 12	HIT-RB 12	HIT-SZ 12
10	14	HIT-DL 14	HIT-RB 14	HIT-SZ 14
12	16	HIT-DL 16	HIT-RB 16	HIT-SZ 16
14	18	HIT-DL 18	HIT-RB 18	HIT-SZ 18
16	20	HIT-DL 20	HIT-RB 20	HIT-SZ 20
20	25	HIT-DL 25	HIT-RB 25	HIT-SZ 25
25	32	HIT-DL 32	HIT-RB 32	HIT-SZ 32
28	35	HIT-DL 32	HIT-RB 35	HIT-SZ 35
32	40	HIT-DL 32	HIT-RB 40	HIT-SZ 40
40	52 ¹⁾	HIT-DL 32	HIT-RB 52 ¹⁾	HIT-SZ 52 ¹⁾
40	55	HIT-DL 32	HIT-RB 55	HIT-SZ 55

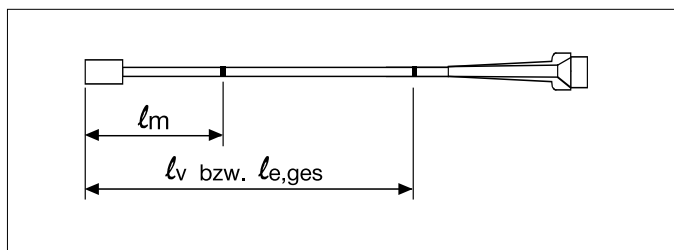
¹⁾ Metoda wiercenia diamentowego na mokro.

Przygotowanie pręta zbrojeniowego



- Oznaczenie długości zakotwienia zgodnie z wytycznymi projektanta konstrukcji nośnej.
- Oznaczenie wolnej końcówki pręta zbrojeniowego.

- Do przygotowanego oczyszczonego otworu wprowadzić pręt wzgl. kotwę celem sprawdzenia drożności i głębokości otworu.

HIT-RE 500 V3**III. Iniekcja zaprawy****a) Przygotowanie przedłużacza mieszalnika**

1. Wybrać z tabeli 3 końcówkę iniekcyjną w zależności od średnicy wywierconego otworu
2. Nałożyć końcówkę iniekcyjną na przedłużacz mieszalnika
3. Zaznaczyć głębokość osadzenia na przedłużaczu mieszalnika.
4. Określić na podstawie tabeli 4 wymagany poziom wypełnienia zaprawą iniekcyjną l_m i również zaznaczyć go na przedłużaczu mieszalnika.

Tabela 4: Oznaczenie poziomu wypełnienia zaprawą iniekcyjną l_m

Średnica pręta	d_s [mm]	8	10	12	14	16	20	25	28
Nominalna średnica wiertła	d_0 [mm]	12	14	16	18	20	25	32	35
Głębokość osadzania l_v ew. $l_{e,ges}$ [cm]									
	l_m [cm]								
10		3,0	4,0						
15		5,0	6,0	7,0	7,5				
20		6,5	8,0	9,5	10,5	11,0	11,0		
25		8,0	10,0	11,5	13,0	14,0	14,0	13,0	
30		10,0	12,0	14,0	15,5	17,0	17,0	16,0	17,0
35		11,5	14,0	16,5	18,0	19,5	19,5	18,5	19,5
40		13,0	16,0	19,0	21,0	22,5	22,5	21,0	22,5
45		15,0	18,5	21,0	23,5	25,5	25,5	24,0	25,5
50		16,5	20,5	23,5	26,0	28,0	28,0	26,5	28,0
55		18,0	22,5	26,0	28,5	31,0	31,0	29,0	31,0
60		20,0	24,5	28,5	31,5	34,0	34,0	31,5	34,0
65		21,5	26,5	30,5	34,0	36,5	36,5	34,5	36,5
70		23,0	28,5	33,0	36,5	39,5	39,5	37,0	39,5
75		25,0	30,5	35,5	39,0	42,5	42,5	39,5	42,5
80		26,5	33,0	38,0	42,0	45,0	45,0	42,5	45,0
85			35,0	40,0	44,5	48,0	48,0	45,0	48,0
90			37,0	42,5	47,0	51,0	51,0	47,5	51,0
95			39,0	45,0	50,0	54,0	54,0	50,5	54,0
100			41,0	47,5	52,5	56,5	56,5	53,0	56,5
110				52,0	57,5	62,5	62,5	58,5	62,5
120				57,0	63,0	68,0	68,0	63,5	68,0
130					68,0	73,5	73,5	69,0	73,5
140					73,5	79,5	79,5	74,5	79,5
150						85,0	85,0	79,5	85,0
160						90,5	90,5	85,0	90,5
170							96,5	90,5	96,5
180							102,0	95,5	102,0
190							107,5	101,0	107,5
200							113,5	106,5	113,5

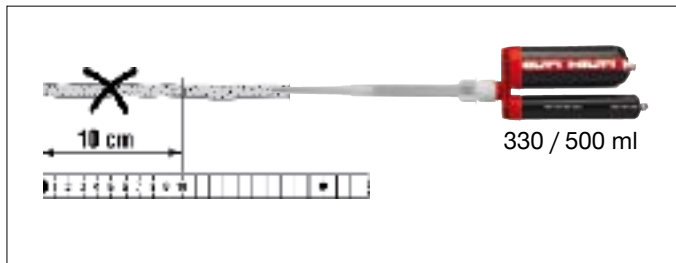
Przy większych głębokościach osadzania lub większych średnicach pręta określić wymagany poziom wypełnienia otworu l_m za pomocą wzoru zawartego w ETA

Wzór szacunkowy: $l_m = 1/3 \cdot l_v$ ew. $l_{e,ges}$

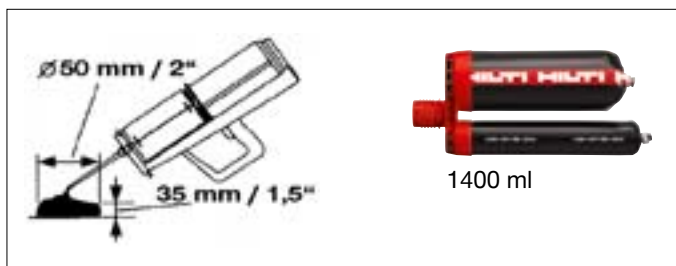
Wzór dokładny: $l_m = l_v$ ew. $l_{e,ges} \cdot (1,2 \cdot d_s^2 / d_0^2 - 0,2)$ [mm]

HIT-RE 500 V3

b) Przygotowanie pojemnika



- **Początkowa partia zaprawy z mieszalnika (330 ml lub 500 ml):**
Przy każdym nowym pojemniku foliowym lub też dalszym korzystaniu z już rozpoczętego pojemnika należy odrzucić początkową partię zaprawy wyciskanej z mieszacza. Ilość odrzucanej zaprawy zależy od wielkości pojemnika i wynosi:
330 ml = 3 suwy 500 ml = 4 suwy
- Stosować wyłącznie mieszacz HIT-RE-M dostarczany razem z zaprawą iniekcijną.
- Wyciskać zaprawę tylko przy użyciu mieszacza nakręconego na pojemnik.
- Otwarte pojemniki z nakręconym, używanym mieszalnikiem można przechowywać w kasce maks. 4 tygodnie.



- **Początkowa partia zaprawy z mieszalnika (1400 ml):**
Przy każdym nowym pojemniku foliowym lub też dalszym korzystaniu z już rozpoczętego pojemnika należy odrzucić początkową partię zaprawy wyciskanej z mieszacza. Ilość odrzucanej zaprawy przedstawiono na szkicu (≈ 65 ml).

c) Dozowniki



Dozownik ręczny
HDM 330 [330 ml]
HDM 500 [330/500 ml]



Dozownik akumulatorowy
HDE 500-A22 [330/500 ml]



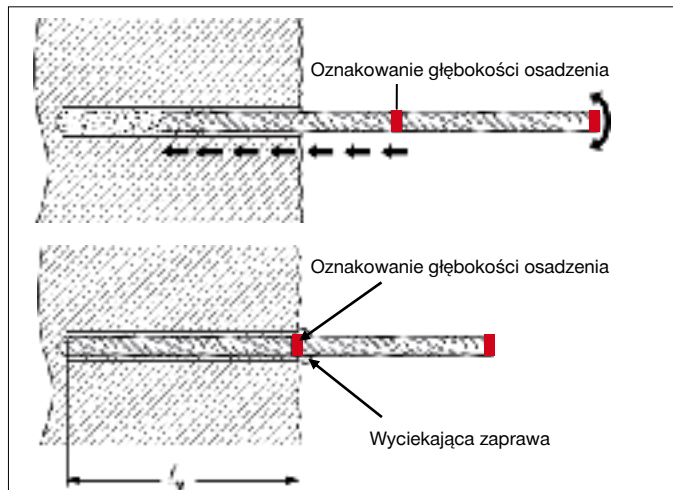
Dozownik pneumatyczny
P 3000 F [330 ml]
P 3500 F [330/500 ml]



Dozownik pneumatyczny
P 8000 D [1400 ml]

Tabela 5: Dobór dozowników w zależności od średnicy pręta i głębokości osadzania

Średnica pręta d_s [mm]	Kotwa HZA-R	Nominalna śred- nica wiertła d_0 [mm]	Maksymalna głębokość osadzenia l_v ew. $l_{e,ges}$ według aprobaty [cm]			
			Wiercenie udarowe	Wiercenie diamen- towe na mokro	Dozowniki	
					HDM 330 HDM 500	HDE 500-A22 P 3000 F / P 3500 F
8		12		12	100	100
10		14		14		
12	M12	16		16		
14		18		18		
16	M16	20		20		
20	M20	25		25	70	130
25	M24	32		32		100
28		35		35	50	70
32		40		40	-	

HIT-RE 500 V3**IV. Osadzenie pręta zbrojeniowego**

- **Osadzić pręt zbrojeniowy**

Pręt zbrojeniowy wprowadzić ruchem obrotowym do wypełnionego otworu na zaznaczoną głębokość osadzenia.

- **Kontrola osadzenia**

- pojawienie się wycieku zaprawy u wylotu otworu.
- zrównanie się oznakowania głębokości osadzenia z krawędzią otworu

- **Montaż stropowy**

Zabezpieczyć pręt zbrojeniowy przed wypadnięciem z otworu, np. klinami HIT-OHW, do momentu rozpoczęcia utwardzania zaprawy.

V. Czasy osadzania i utwardzania, temperatura składowania

- Temperatura składowania: od +5°C do +25°C
- Temperatura podłoża podczas prac montażowych: od +5°C do +40°C

Tabela 6: Maksymalne czasy osadzania (korekty) i minimalne czasy utwardzania

Temperatura podłoża	Maksymalny czas osadzania t_{gel}	Czas wstępnego utwardzania $t_{cure,ini}$	Minimalny czas utwardzania t_{cure}
Od +5°C do +9°C	120 min	18 h	72 h
Od +10°C do +14°C	90 min	12 h	48 h
Od +15°C do +19°C	30 min	9 h	24 h
Od +20°C do +24°C	20 min	6 h	12 h
Od +25°C do +29°C	20 min	5 h	12 h
Od +30°C do +39°C	12 min	4 h	8 h
+40°C	12 min	4 h	4 h

Uwagi: Temperatura pojemnika foliowego podczas prac montażowych nie może być niższa niż +5°C i wyższa niż +25°C. Temperatura zaprawy pomiędzy +20°C a +25°C powoduje zmniejszenie siły potrzebnej do wyciskania oraz przyspieszenie samej iniekcji.

Po upływie czasu wstępnego utwardzania $t_{cure,ini}$ można kontynuować prace (np. wiązanie zbrojenia wypuszczonego, montaż deskowań itd.).

Dodatkowe pręty zbrojeniowe wklejane uzupełniająco przy użyciu zaprawy do iniekcji mogą być w pełni obciążane dopiero po upływie minimalnego czasu utwardzania t_{cure} .

8.7 METODA WYMIAROWANIA HILTI (MODEL PRĘTOWY, MAKSYMALNE NAPRĘŻENIE PRZYZCZEPNOŚCI)

Choć procedury wymiarowania w oparciu o EC2 i ETA są racjonalne i proste, to mają one jednak dwie istotne słabe strony:

- Połączenie (dobudowa) płyt swobodnie podpartych na istniejących ścianach jest możliwe tylko wtedy, gdy grubość ściany jest wystarczająco duża dla niezbędnej długości zakotwienia. Ponieważ w przypadku połączeń zbrojenia uzupełniającego nie ma możliwości zredukowania długości zakotwienia za pomocą haków czy też przyspawanego zbrojenia poprzecznego, często okazuje się, że grubość ściany jest niewystarczająca. Jednakże gdy osadzenie pręta w zaprawie iniekcyjnej jest dostatecznie duże, można jak najbardziej wykorzystać całkowite naprężenie przyczepności zaprawy do zbrojenia, zamiast przyjmować naprężenie przyczepności podane w Eurokodzie 2. To tak zwane „wymiarowanie na rozłupanie” pozwala na wymiarowanie z wykorzystaniem pełnego naprężenia przyczepności zaprawy do zbrojenia.
- Według konwencjonalnych zasad projektowania konstrukcji żelbetowych, do wykonania sztywnych (na zginanie) połączeń elementów w węzłach ram, niezbędne są pręty zagiwane. Zgodnie tym rozumowaniem, nie jest możliwe zastosowanie prostych prętów zbrojeniowych wklejanych uzupełniająco przy użyciu zaprawy iniekcyjnej. Model węzłów ramowych jest modelem prętowym do wymiarowania sztywnych połączeń elementów w węzłach ram z prętami prostymi.

Wymiarowanie na rozłupanie

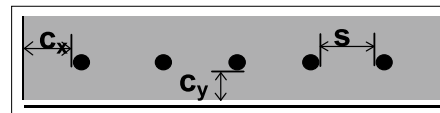
Współczynnik α_2 według EC2 uwzględnia jednoznacznie rozłupanie betonu jako funkcję grubości otuliny betonowej i rozstawu prętów. Procedura ta zalecana jest także w aprobatkach połączeń zbrojenia w postaci prętów zbrojeniowych wklejanych uzupełniająco przy użyciu zapraw iniekcyjnych:

$$l_{bd, spl} = \frac{d_s}{4} \cdot \frac{f_{sd}}{f_{bd}} \cdot \alpha_2$$

f_{bd} = właściwe dane dostępne w ETA

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \cdot \frac{c_d - d_s}{\emptyset}$$

$$c_d = \min(c_x; c_y; s/2) - d_s/2$$



Funkcja ta została wykorzystana i rozwinięta w teorii wymiarowania Hilti HIT-Rebar do wymiarowania połączeń zbrojenia uzupełniającego.

Eurokod 2 ogranicza wartość współczynnika $\alpha_2 \geq 0,7$. Można to interpretować w następujący sposób: dopóki $\alpha_2 > 0,7$, dopóty zniszczenie będzie występować wskutek rozłupania betonu albo rozłupania pomiędzy prętami zbrojeniowymi. Gdy wartość α_2 jest mniejsza niż 0,7, odpowiada to otulinie betonowej rzędu $c_d / \emptyset > 3$. Tym samym otulina betonowa jest wystarczająco duża, by nie dochodziło już do rozłupania, a miarodajną postacią zniszczenia staje się wyrwanie pręta. Jeśli założy się nieskończenie dużą wytrzymałość przyczepności (tzn. przyjmie się, że pręt nie może zostać wyrwany), to nie jest potrzebna żadna dolna granica dla α_2 , a naprężenie przyczepności, przy którym dochodzi do rozłupania, można wyrazić w następujący sposób:

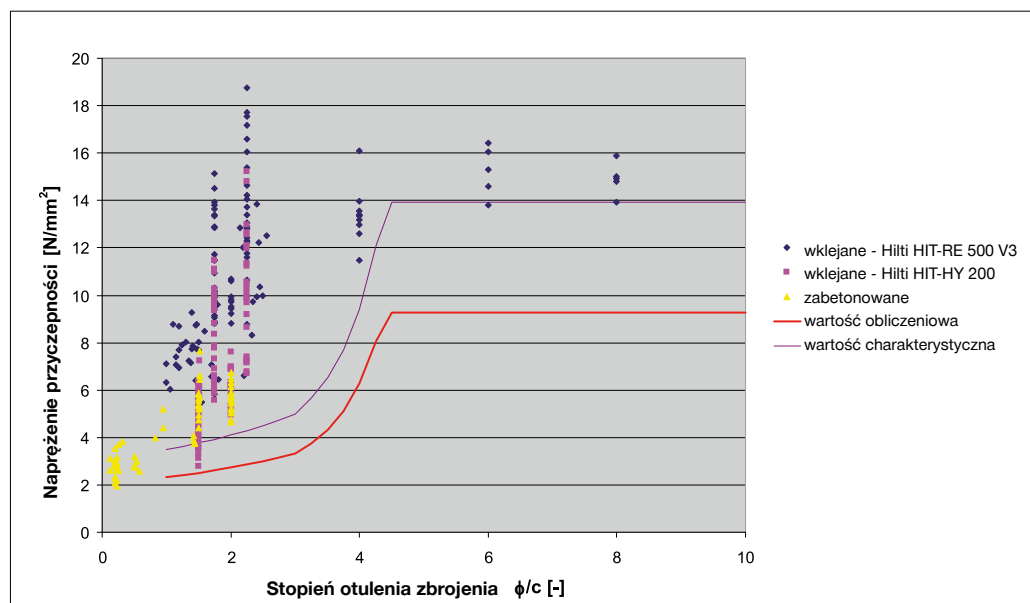
$$f_{bd, spl1} = \frac{f_{bd}}{1 - 1,5 \cdot \frac{c_d - d_s}{d_s}}$$

Skoro przy użyciu zapraw żywicznych uzyskuje się z całą pewnością większe wytrzymałości przyczepności niż ma to miejsce w przypadku prętów zabetonowywanych, to dla prętów wklejanych przy użyciu zapraw iniekcyjnych przy wystarczającej otulinie betonowej można również się spodziewać większych wytrzymałości przyczepności niż w przypadku prętów zabetonowanych. Inaczej mówiąc, wartość α_2 może być także mniejsza niż 0,7. Dla otulin betonowych poza zakresem Eurokodu 2, to znaczy dla $c_d / d_s > 3$ (tylko pręty zbrojeniowe wklejane uzupełniająco przy użyciu zapraw iniekcyjnych), wprowadza się, bazując na badaniach naukowo-technicznych, skalibrowany współczynnik rozłupania α_2' :

$$\alpha_2' = \frac{1}{\frac{1}{0,7} + \delta \cdot \frac{c_d - 3 d_s}{d_s}}$$

$$f_{bd, spl2} = \frac{f_{bd}}{\max[\alpha_2'; 0,25]}$$

Współczynnik δ określa przyrost osiągalnego naprężenia przyczepności w obszarze $c_d / d_s > 3$; został on określony na podstawie szczegółowych badań. Aby uniknąć absurdalnie niskich wartości α_2' , wartość minimalna została ustalona na poziomie $\alpha_{2,min} = 0,25$.



Powyżej przedstawiono typowy przebieg obliczeniowego naprężenia przyczepności f_{bd} jako funkcji minimalnej odległości od krawędzi lub rozstawu prętów c_d dla betonu klasy C20/25 i średnicy prętów zbrojeniowych do maksymalnie 32 mm. Na rysunku przedstawiono równoważne obliczeniowe naprężenie przyczepności, wynikające z wyżej opisanej definicji α_2 . Obliczeniowe naprężenie przyczepności charakteryzuje ukośna linia, rosnąca wraz ze zwiększającą się wartością c_d . Wykres pokazuje także charakterystyczną wartość naprężenia przyczepności ($f_{bd,yc}$ gdzie $\gamma_c = 1,5$).

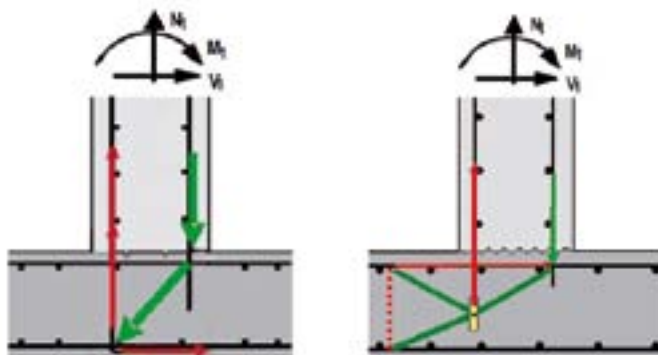
Przyrost obliczeniowego naprężenia przyczepności jest ograniczony przez maksymalne naprężenie przyczepności z uwagi na wyrwanie pręta, które jest podane w normach dla zbrojenia zabetonowywanego. Dla prętów zbrojeniowych uzupełniająco wklejanych przy użyciu zapraw iniekcyjnych, maksymalne obliczeniowe naprężenie przyczepności jest funkcją właściwości zaprawy żywicznej i niekoniecznie jest równe analogicznemu naprężeniu dla prętów zabetonowywanych – należy je przyjąć ze stosownej aprobaty dla danego systemu iniekcyjnego. Dlatego też w koncepcji wymiarowania Hilti HIT-Rebar ograniczenie dla zniszczenia przyczepności zastąpiono obliczeniowym naprężeniem przyczepności systemu z zaprawą iniekcyjną specyficznym dla danych warunków zastosowania i dopasowano funkcję rozłupania na podstawie przeprowadzonych badań.

Teoria węzłów ramowych

Kiedy mówi się o węźle rami, chodzi zawsze o zastosowanie wymagające użycia haków, tzn. beton zazwyczaj jest poddawany rozciąganiu, a grubość elementu betonowego nie jest wystarczająca do zakotwienia prostego pręta zbrojeniowego.

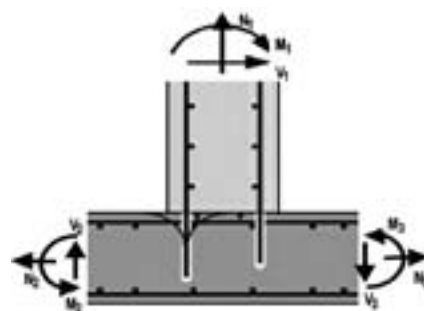
Typowym przykładem mogą być fundamenty, na których wznoszone będą ściany. W publikacji Kupfera i in. (patrz spis literatury na końcu rozdziału) zdołano określić szczególny schemat pracy statycznej prętów prostych wklejanych przy użyciu zapraw iniekcyjnych w przypadku tego typu połączeń elementów. Na podstawie tych badań można było opracować niezawodną metodę wymiarowania, bazującą na istniejących normach projektowych.

Ryciny przedstawiają model kratownicowy węzła rami z wypuszczonym prostym zbrojeniem łącznikowym.



Równowaga sił w węźle

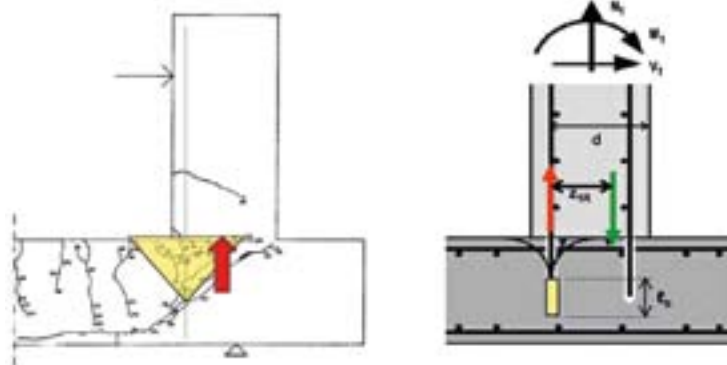
Aby sprawdzić obliczeniowo krzyżulce i pasy w obrębie węzła, należy określić siły reakcji N_2 , V_2 , M_2 , N_3 , V_3 , M_3 . Wynikają one z ustroju nośnego poza strefą węzła i muszą być określone przez inżyniera konstruktora. Oprogramowanie do wymiarowania Profis Rebar przyjmuje uproszczone założenia: uwzględnia tylko siły reakcji N_2 , V_2 , M_2 i przypisuje reakcje do tej strony płyty fundamentowej, która została obrana jako dłuższa. Jeżeli obie strony płyty fundamentowej mają taką samą długość, to siły reakcji są rozkładane równomiernie na obie strony.



Siły rozciągające w zbrojeniu łącznikowym, wypuszczonym do połączenia z nowym elementem

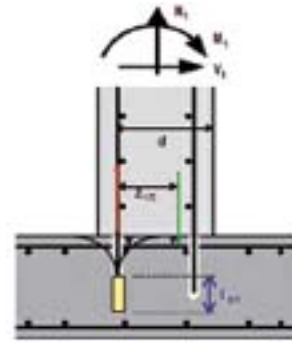
Obciążenie ściany pokazane na rysunku powoduje obciążenie rozciągające w zbrojeniu po lewej stronie i siłę ściskającą po prawej stronie. Badania i symulacje komputerowe pozwoliły stwierdzić, iż prosty pręt zbrojeniowy wykazuje tendencję do przesuwania strefy betonu ku powierzchni ściany. W wyniku tego, naprężenie ściskające koncentrowane jest wewnątrz ściany, jednakże rozkłada się na dużą część powierzchni, co prowadzi do zmniejszenia ramienia sił wewnętrznych w obszarze ściany.

Zalecany współczynnik redukcji wynosi 0,85 dla momentu rozwierającego (dodatniego) oraz 1,0 dla momentu zamykającego (ujemnego) tak, że pierwsze oszacowanie ramienia sił wewnętrznych w obrębie ściany wynosi: $z_{1R} = 0,9 \cdot 0,85 \cdot d$, gdzie 0,9 to szacunkowa wartość standardowego ramienia sił ($z = 0,9 \cdot d$) oraz d to efektywna odległość powierzchni ściskanej ściany od środka pionowych prętów rozciąganych.



Długość zakotwienia

Równowaga węzła zakotwienia w przypadku zabetonowanych prętów zagiętych osiągnięta jest przy udziale krzyżulca ściskanego oraz sił rozciągających w pręcie po obu stronach węzła. Z kolei w przypadku prętów zbrojeniowych prostych zakłada się, iż strefa zakotwienia znajduje się na końcu pręta, a krzyżulec ściskany podpierany jest pośrodku tej strefy zakotwienia. Ponieważ można się tu spodziewać wystąpienia, powodowanego zginaniem, rysy wzdłuż pręta po górnej stronie płyty fundamentowej, to zakotwienie powinno odbywać się możliwie jak najgłębiej w istniejącym elemencie konstrukcyjnym, tzn. głębokość otworu powinna w miarę możliwości wykorzystywać całą grubość płyty.



$$l_b = \frac{f_{yd} \cdot d_s}{4 \cdot f_{bd}}$$

gdzie:

f_{yd} = granica plastyczności pionowego pręta zbrojeniowego [MPa]

d_s = średnica pręta [mm]

f_{bd} = obliczeniowe naprężenie przyczepności zabetonowanego pręta albo zaprawy żywicznej [MPa]

Wartości obliczeniowe naprężenia przyczepności τ_{Rd} [N/mm²], zakotwienie stali zbrojeniowej (teoria kotew)

Hilti HIT-RE 500 V3

Wiercenie udarowe lub pneumatyczne; beton suchy lub mokry, otwór wiercony niewypełniony wodą																												
Zakres temperatur	Beton niezarysowany klasy C20/25													Beton zarysowany klasy C20/25														
	Średnica pręta																											
	8	10	12	14	16	20	22	24	25	26	28	30	32	8	10	12	14	16	20	22	24	25	26	28	30	32		
I: 40 °C/24 °C	8,3			7,8	6,7		6,2						4,4		4,2	3,9	3,3				3,1		2,9					
II: 58 °C/35 °C	6,7				5,2						4,8			3,6		3,3		2,9	2,6			2,4						
III: 70 °C/43 °C	3,9				3,3	3,1				2,9			2,2	1,9			1,7	1,4										

Maksymalna głębokość otworu: 1000 mm ≤ 100 · d_s ≤ 3200

Minimalna długość zakotwienia i zakładu: zgodnie z EC2

Współczynnik redukcji dla rozłupania przy grubej otulinie betonowej: δ = 0,33 (Dane Techniczne Hilti)

Hilti HIT-HY 200

Wiercenie udarowe lub pneumatyczne, otwór wiercony suchy																													
Zakres temperatur	Beton niezarysowany klasy C20/25													Beton zarysowany klasy C20/25															
	Średnica pręta																												
	8	10	12	14	16	20	22	24	25	26	28	30	32	8	10	12	14	16	20	22	24	25	26	28	30	32			
I: 40 °C/24 °C	8,0													-	3,3	4,7													
II: 58 °C/35 °C	6,7													-	2,7	3,7													
III: 70 °C/43 °C	5,7													-	2,3	3,3													

Maksymalna głębokość otworu: 8 mm ≤ d_s ≤ 14 mm: l_{max} = 1000 mm

16 mm ≤ d_s ≤ 25 mm: l_{max} = 2000 mm

Minimalna długość zakotwienia i zakładu: zgodnie z EC2

Współczynnik redukcji dla rozłupania przy grubej otulinie betonowej: δ=0,33 (Dane Techniczne Hilti)

Hilti HIT-RE 500 V3

Wiercenie udarowe standardowe / wiercenie udarowe wiertłem otworowym; beton niezarysowany C20/25													
Zakres temperatur	Średnica pręta, dane techniczne Hilti												
	8	10	12	14	16	20	22	24	25	26	28	30	32
I: 40 °C/24 °C	8,3/ 7,1*			7,8 / 6,7*	6,7		6,2						
II: 58 °C/35 °C	6,7 / 5,7*			6,7 / 5,7*	5,2						4,8		
III: 70 °C/43 °C	3,9 / 3,3*				3,3	3,1					2,9		

* wiertło z pustką / standardowe

Wiercenie techniką diamentową; beton niezarysowany C20/25													
Zakres temperatur	Średnica pręta, dane techniczne Hilti												
	8	10	12	14	16	20	22	24	25	26	28	30	32
I: 40 °C/24 °C	6,7			6,1	5,2	4,8	4,0				3,8	3,6	3,3
II: 58 °C/35 °C	5,3			5,0	4,0	3,8	3,3			3,1		2,9	2,6
III: 70 °C/43 °C	3,3			3,1	2,4	2,1	1,9				1,7		

Maksymalna głębokość otworu: 1000 mm ≤ 100 · d_s ≤ 3200 mm

Minimalna długość zakotwienia i zakładu: w przypadku wiercenia diamentowego na mokro należy podwyższyć wartości podane w EC2 o współczynnik 1,5.

Współczynnik redukcji dla rozłupania przy grubej otulinie betonowej: δ = 0,33 (Dane Techniczne Hilti).

8.8 PRZENOSZENIE SIŁ ROZCIĄGAJĄCYCH I ŚCINAJĄCYCH PRZES PRĘTY ZBROJENIOWE, WKLEJANE PRZY UŻYCIU ZAPRAW ŻYWICZNYCH, PRACUJĄCE JAK KOTWY (TEORIA KOTWOWA)

Dopuszczalne obciążenia i nośności obliczeniowe BSt 500 S (B) dla HIT-HY 200 i HIT-RE 500 V3

EOTA Raport techniczny TR 029

HIT-HY 200 / HIT-RE 500 V3

Beton zwykły zarysowany $\geq C20/25$; zakotwienie z dala od krawędzi, bez gęstego zbrojenia, zakres temperatury I: 40°C / 24°C												
Średnica d_s [mm]	Głębokość zakotwienia h_{ef} [mm]	Min. grubość elementu konstrukcyjnego h_{min} [mm]	Gran. odległość od krawędzi c_{cr} [mm]	Gran. rozstaw s_{cr} [mm]	HIT-HY 200				HIT-RE 500 V3			
					Dopuszczalne obciążenie ¹⁾ [kN]		Obciążenie obliczeniowe [kN]		Dopuszczalne obciążenie ¹⁾ [kN]		Obciążenie obliczeniowe [kN]	
					N_{zul}	V_{zul}	N_{Rd}	V_{Rd}	N_{zul}	V_{zul}	N_{Rd}	V_{Rd}
8	60	100	90	180	–	–	–	–	4,8	6,6	6,7	9,3
	100	130	150	300	–	–	–	–	8	6,6	11,2	9,3
	130	160	195	390	–	–	–	–	10,4	6,6	14,5	9,3
	160	190	240	480	–	–	–	–	12,8	6,6	17,9	9,3
10	60	100	90	180	4,4	8,9	6,2	12,5	6	10,5	8,4	14,7
	100	130	150	300	7,4	10,4	10,4	14,6	10	10,5	14	14,7
	150	180	225	450	11,2	10,4	15,7	14,6	15	10,5	21	14,7
	200	230	300	600	14,9	10,4	20,9	14,6	19,9	10,5	27,9	14,7
12	70	100	105	210	8,8	14,7	12,3	20,6	7,9	14,8	11	20,7
	100	130	150	300	12,5	14,7	17,5	20,6	11,2	14,8	15,7	20,7
	160	190	240	480	20,0	14,7	28,0	20,6	17,9	14,8	25,1	20,7
	240	270	360	720	30,1	14,7	42,2	20,6	26,9	14,8	37,7	20,7
14	75	111	113	225	10,9	20,0	15,3	28,0	9,1	20	12,8	28
	120	156	180	360	17,6	20,0	24,6	28,0	14,6	20	20,5	28
	200	236	300	600	29,3	20,0	41,0	28,0	24,4	20	34,2	28
	280	316	420	840	41,0	20,0	57,7	28,0	34,2	20	47,9	28
16	80	120	120	240	12,2	24,5	17,1	34,3	8,8	24,5	12,3	34,3
	150	190	225	450	25,1	26,1	35,1	36,6	17,9	26,2	25,1	36,7
	230	270	345	690	38,5	26,1	53,9	36,6	27,5	26,2	38,5	36,7
	320	360	480	960	53,6	26,1	75,0	36,6	38,3	26,2	53,6	36,7
20	90	140	135	270	14,6	29,2	20,4	40,9	10,4	29,3	14,6	41
	150	200	225	450	31,4	40,9	43,9	57,3	22,4	40,9	31,4	57,3
	250	300	375	750	52,4	40,9	73,3	57,3	37,4	40,9	52,4	57,3
	400	450	600	1200	83,7	40,9	117,2	57,3	59,9	40,9	83,8	57,3
25	100	164	150	300	17,1	34,3	24,0	48,0	12,2	34,3	17,1	48
	200	264	300	600	48,4	64,3	67,8	90,0	34,6	64,3	48,5	90
	350	416	525	1050	91,6	64,3	128,2	90,0	65,4	64,3	91,6	90
	500	564	750	1500	130,9	64,3	183,2	90,0	93,5	64,3	130,9	90
28	112	182	168	336	20,3	40,6	28,4	56,8	14,5	40,6	20,3	56,9
	200	270	300	600	48,4	80,4	67,8	112,6	34,6	80,5	48,5	112,7
	370	440	555	1110	108,4	80,4	151,8	112,6	71,9	80,5	100,7	112,7
	560	630	840	1680	164,1	80,4	229,8	112,6	108,9	80,5	152,5	112,7
32	128	208	192	384	24,8	49,6	34,7	69,5	17,7	49,6	24,8	69,5
	200	280	300	600	48,4	96,6	67,8	135,7	34,6	97	48,5	135,8
	400	480	600	1200	134,0	105,2	187,6	147,3	82,1	105,2	114,9	147,3
	640	720	960	1920	214,4	105,2	300,2	147,3	131,3	105,2	183,8	147,3

¹⁾ Współczynnik bezpieczeństwa oddziaływania $\gamma_F = 1,4$. Częściowe współczynniki bezpieczeństwa są zależne od rodzaju obciążenia i należy je przyjąć na podstawie przepisów krajowych.

8.9 OBCIĄŻENIA ZMĘCZENIOWE I ODDZIAŁYWANIA DYNAMICZNE NA POŁĄCZENIA ZBROJENIA UZUPEŁNIAJĄCEGO

Normy i aprobaty

W przypadku elementów nośnych, poddawanych znacznym zmianom naprężeń, zakotwienie połączeń zbrojenia uzupełniającego należy wymiarować na obciążenia zmęczeniowe. Niemieckie świadectwa dopuszczenia do stosowania dla HIT-HY 200 Rebar oraz HIT-RE 500 V3 Rebar obowiązują, w uzupełnieniu do stosownych aprobat ETA oraz w powiązaniu z normą EN 1992-1 [Eurokod 2], dla obciążeń statycznych i obciążeń nie będących w przeważającym stopniu statycznymi, a więc także dla obciążeń zmęczeniowych i oddziaływań dynamicznych, z wykluczeniem jednakże oddziaływań sejsmicznych.

Ponieważ aprobaty ETA dla systemów wymienionych powyżej nie regulują kwestii obciążeń zmęczeniowych i oddziaływań dynamicznych, np. w powiązaniu z EC2, poniżej przedstawiono możliwy sposób postępowania przy wymiarowaniu uwzględniającym oba te rodzaje oddziaływań.

Sprawdzenia obliczeniowe wytrzymałości na zmęczenie należy przeprowadzać osobno dla prętów zbrojeniowych, betonu i przyczepności. W prostych przypadkach wystarczy zastosowanie, zapewniających bezpieczną rezerwę, metod uproszczonych. Częściowe współczynniki bezpieczeństwa dla obciążeń podane są w stosownych normach.

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa dla materiałów określone są w następujący sposób:

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa dla materiałów poddanych obciążeniom cyklicznym

Sprawdzenie dla:	betonu	przyczepności	prętów zbrojeniowych (stali)
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	1,5	1,8	1,15

Zmęczenie stali zbrojeniowej

Zagadnienie wytrzymałości prętów zbrojeniowych na zmęczenie zostało uwzględnione w aktualnej normie dotyczącej projektowania konstrukcji żelbetowych. Praca stali prętów zbrojeniowych wklejanych uzupełniająco przy użyciu zapraw żywicznych Hilti HIT jest przynajmniej tak samo dobra, jak w przypadku zbrojenia zabetonowywanego.

Zmęczenie przyczepności i betonu (podejście uproszczone)

Dla uproszczonego, dającego bezpieczną rezerwę, wymiarowania na obciążenia zmęczeniowe obowiązuje następujące równanie: $F_{sd,fat} \leq N_{Rd} \cdot f_{fat}$

gdzie:

$F_{sd,fat}$ = wartość obliczeniowa siły zakotwienia według przyjętego modelu obciążeń zmęczeniowych. Suma obciążeń stałych i zmiennych

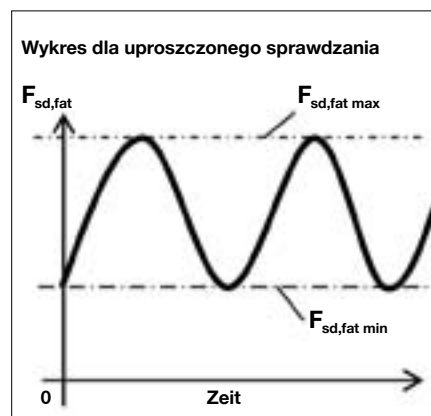
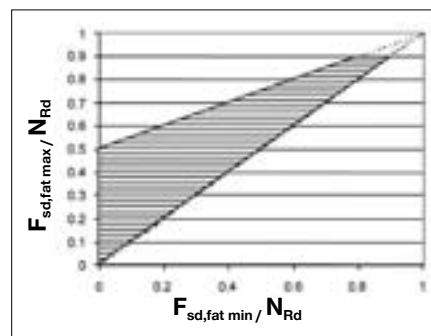
N_{Rd} = wartość obliczeniowa nośności zakotwienia dla obciążeń statycznych (przyczepność i beton)

f_{fat} = współczynnik redukcyjny uwzględniający zmęczenie przyczepności i betonu: $f_{fat} = 0,5$. Jeśli znana jest wartość maks./min. cyklu obciążeń, można zastosować współczynniki redukcyjne podane na rysunku.

Współczynniki redukcji dla zmęczenia przyczepności i betonu

Jeśli uproszczona metoda projektowania nie jest wystarczająca, to mogą być zastosowane dodatkowe informacje bazujące na krzywych Woehlera.

Wytyczna Hilti: TWU-TPF 06a/02 Hilti HIT-Rebar: Obciążenia zmęczeniowe – dostępna jest za pośrednictwem Hilti Engineering.



Podstawy wymiarowania

Nośność stali

Nośność stali pod obciążeniem zmęczeniowym oblicza się na podstawie części obciążenia, oddziałującego w sposób stały, a także dopuszczalnej zmienności obciążenia oraz granicy plastyczności dla stali. Współczynniki bezpieczeństwa są takie same, jak w przypadku wymiarowania z uwzględnieniem obciążeń statycznych (patrz ENV 1992-2-2:1996, rozdział 4.3.7.2).

$\Delta\delta_{s,max}$ = maksymalna dopuszczalna zmienność obciążenia, zwykle określana w normach, np. ENV 1992-2-2:1996, rozdział 4.3.7.5: $\Delta\delta_{s,max} = 70 \text{ N/mm}^2$

P = część stałe oddziałującego obciążenia w procentach: $0 \leq P \leq 100$

Współczynnik redukcji nośności stali z uwagi na obciążenie dynamiczne wynosi:

$$f_{red,s,dyn} = \frac{\min(f_{yk}, \frac{70}{1 - P/100})}{f_{yk}}$$

Wytrzymałość stali uwzględniana przy działaniu obciążenia zmęczeniowego wynosi:

$$\delta_{s,max,dyn} = f_{red,s,dyn} \cdot f_{yk}$$

Nośność betonu

Nośność betonu obliczona dla obciążenia statycznego zmniejszana jest przez współczynnik redukcji dla obciążenia zmęczeniowego $f_{red,c,dyn}$, który obowiązuje dla wszystkich postaci zniszczenia betonu, tzn. rozłupania, ścinania w betonie zarysowanym lub niezarysowanym. Współczynnik ten obliczany jest z wykresu Weyraucha, zgodnie z Eurokodem 2.

(ENV 1992-2-2:1996, rozdział 4.3.7.4):

$$f_{red,c,dyn} = 0,5 + 0,45 \cdot \frac{P}{100} \leq 0,9$$

dla $P = 100$ (tylko dla obciążeń stałych) wynosi $f_{red,c,dyn} = 1,0$

ale $P < 100$, $f_{red,c,dyn} \leq 0,9$

Wytrzymałość przyczepności

Wytrzymałość przyczepności obliczona dla obciążenia statycznego zmniejszana jest przez współczynnik redukcji dla obciążenia zmęczeniowego, $f_{red,b,dyn}$. Współczynnik ten obliczany jest z wykresu Weyraucha, bazującego na badaniach przeprowadzonych przez Hilti oraz istniejącej literaturze [17]. W zależności od sytuacji należy wybierać jeden z poniższych dwóch wzorów.

a) w przypadkach ogólnych:

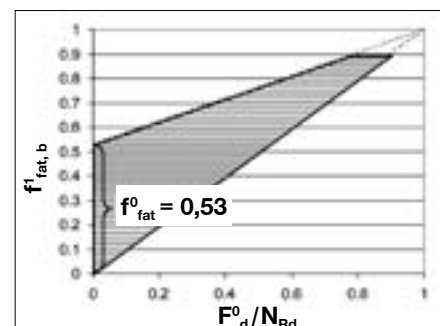
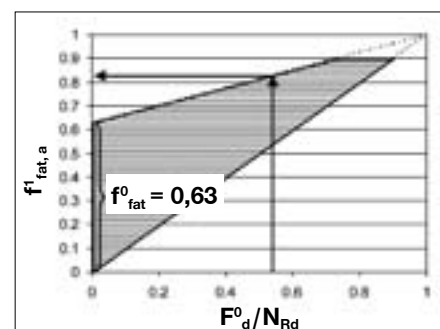
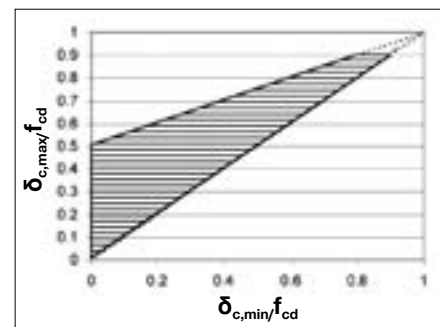
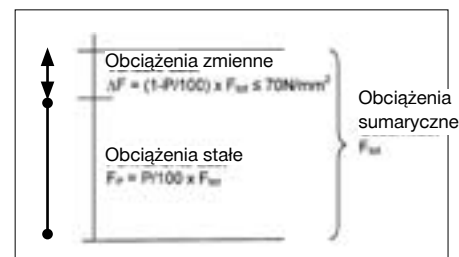
$$f_{red,b,dyn} = 0,63 + 0,37 \cdot \frac{P}{100} \leq 0,9$$

b) HIT-RE 500 V3 w otworach wierconych metodą diamentową, nasączonych wodą:

$$f_{red,b,dyn} = 0,53 + 0,47 \cdot \frac{P}{100} \leq 0,9$$

dla $P = 100$ (tylko dla obciążeń stałych) jest $f_{red,c,dyn} = 1,0$

ale $P < 100$, $f_{red,c,dyn} \leq 0,9$



8.10 OCHRONA PRZED KOROZJĄ POŁĄCZEŃ PRĘTÓW ZBROJENIOWYCH

Hilti HIT-HY 200

- Systemy Hilti HIT-HY 200 w połączeniu ze stalą zbrojeniową można uznać za odporne na korozję, kiedy są stosowane w znajdującym się w dobrym stanie betonie o odczynie alkalicznym. Alkaliczność zaprawy zapewnia wstępną pasywację stali. Dzięki porowatości zaprawy następuje wymiana z alkalicznym roztworem w porach betonu.
- Jeśli pręty zbrojeniowe są wklejone przy użyciu tego systemu zapraw żywicznych do betonu nie zawierającego chlorków, to w przypadku późniejszego narażenia na działanie chlorków szybkość korozji jest w przybliżeniu o połowę mniejsza w porównaniu do korozji prętów zbrojeniowych zabetonowywanych.
- W betonie, w którym już występuje agresywne działanie chlorków odporność systemu na korozję odpowiada odporności prętów zabetonowywanych. Z tego powodu stosowanie niezabezpieczonej stali zbrojeniowej w betonie, w którym już występuje agresywne działanie chlorków lub który jest narażony na taką agresję nie jest zalecane, ponieważ już po krótkim czasie ekspozycji należy się spodziewać korozji.

Hilti HIT-RE 500 V3

- Jeśli system Hilti HIT-RE 500V3 Rebar zostanie zastosowany w środowisku o działaniu korozyjnym, odpowiednio gruba powłoka zaprawy żywicznej wokół prętów zbrojeniowych w znaczący sposób wydłuży czas do chwili rozpoczęcia korozji, w porównaniu do prętów zabetonowywanych.
- System HIT-RE 500V3 może być uznany za odporny na korozję nawet przy jego zastosowaniu w betonie skarbonatyzowanym i zawierającym chlorki pod warunkiem, że zapewniona została powłoka zaprawy żywicznej o grubości co najmniej 1 mm. W tym wypadku o odporności połączenia decyduje niezabezpieczona stal znajdująca się w przerwie roboczej oraz w nowym betonie.
- Jeśli odpowiednia grubość powłoki zaprawy żywicznej nie jest zapewniona, system HIT-RE 500V3 może być stosowany wyłącznie w betonie w dobrym stanie. W takim przypadku pręt zbrojeniowy może się również stykać ze ścianką wywierconego otworu. W takich miejscach stal zachowuje się tak, jakby była powleczona cienką warstwą żywicy epoksydowej.
- W żadnym z badanych przypadków zardzewiała wcześniej stal zbrojeniowa (bez agresji chlorków) nie wykazywała oznak korozji, nawet w betonie zawierającym chlorki.
- Ani podczas prowadzenia tych badań, ani w literaturze nie stwierdzono przyspieszenia procesów korozji w miejscach występowania ubytków zaprawy żywicznej. Nawet w przypadku powstawania makroelementów, lokalne uszkodzenia korozyjne powstrzymywane są przez dużą rezystancję uziemienia.
- Informacje zwrotne z realizacji referencyjnych potwierdzają wyniki przeprowadzonych badań i analiz.

8.11 DODATKOWE WŁAŚCIWOŚCI ZWIĄZANE Z UŻYTKOWALNOŚCIĄ SYSTEMÓW ZAPRAWY INIEKCYJNEJ HIT

Hilti HIT-RE 500 V3

Zjawisko pełzania

Przeprowadzone zostały badania pełzania połączeń zgodnie z wytycznymi ETAG 001, część 5 i EOTA TR 023. Badania przeprowadzono w następujących warunkach: w środowisku suchym i temperaturze 50°C, w okresie 90 dni. Badania te wykazały bardzo dobre właściwości połączeń zbrojenia uzupełniającego wykonanych przy użyciu HIT-RE 500 / HIT-RE 500-SD; niskie wartości przemieszczeń wykazujące długotrwałą stabilność, zniszczenie po przekroczeniu odnośnych obciążeń.

Odporność zaprawy na działanie substancji chemicznych

Kategorie	Substancje chemiczne	Odporne	Nieodporne
Produkty o odczynie zasadowym	Pył (zwierciny) w postaci szlamu o pH = 12,6	■	
	Roztwór wodorotlenku potasu (10%) o pH = 14	■	
Kwasy	Kwas octowy (10%)		■
	Kwas azotowy (10%)		■
	Kwas solny (10%)		■
	Kwas siarkowy (10%)		■
Rozpuszczalniki	Alkohol benzylowy		■
	Alkohol etylowy		■
	Octan etylu		■
	Keton metylo-etylowy (MEK)		■
	Trójchloroetylen		■
	Ksylen (mieszanina)	■	
Produkty występujące na placach budów	Plastyfikator do betonu	■	
	Olej napędowy	■	
	Olej silnikowy	■	
	Benzyna	■	
	Olej do deskowań	■	
Czynniki środowiskowe	Woda zawierająca sól	■	
	Woda zdemineralizowana	■	
	Atmosfera zawierająca siarkę (80 cykli)	■	

Przewodność elektryczna Hilti HIT-RE 500 V3

Zaprawy żywiczne HIT-RE 500 V3 w stanie utwardzonym nie wykazują przewodności elektrycznej. Ich rezystywność (oporność właściwa) wynosi $66 \cdot 10^{12} \Omega \cdot m$ (DIN IEC 93 – 12.93). Zaprawa iniekcyjna nadaje się dobrze do wykonywania zakotwień izolowanych elektrycznie. W tym celu zalecamy zastosowanie pierścieni centrujących Hilti HIT-CR lub kotwy do separacji galwanicznej HIT-BAR. Specjalne badania w zakresie właściwości izolacyjnych dla zapraw żywicznych Hilti HIT-RE 500 V3 można uzyskać za pośrednictwem Hilti Engineering.

Hilti HIT-HY 200

Zjawisko pełzania

Przeprowadzone zostały badania pełzania połączeń zgodnie z wytycznymi ETAG 001, część 5 i EOTA TR 023. Badania przeprowadzono w następujących warunkach: w środowisku suchym i temperaturze 50°C, w okresie 90 dni. Badania te wykazały bardzo dobre właściwości pracy połączeń zbrojenia uzupełniającego wykonanych przy użyciu HIT-HY 200: niskie wartości przemieszczeń wykazujące długotrwałą stabilność, zniszczenie po przekroczeniu odnośnych obciążeń.

Literatura

- BS EN 1992-1-1:2004 Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau (Eurocode 2); Dezember 2004.
- EOTA: Technical Report TR 023, Beurteilung von nachträglich eingemörtelten Bewehrungsanschlüssen, Ausgabe Nov. 2006.
- EOTA: Technical Report TR 029, Bemessung von Dübeln, Ausgabe Sept. 2010.
- Kunz, J., Muenger F.: Splitting and Bond Failure of Post-Installed Rebar Splices and Anchorings. Bond in Concrete. fib, Budapest, 20 to 22 November 2002.
- EOTA: Technical Report TR 029, Bemessung von Verbunddübeln, Ausgabe Juni 2007.
- Hamad, B.S., Al-Hammoud, R., Kunz, J.: Evaluation of Bond Strength of Bonded-In or Post-Installed Reinforcement. ACI Structural Journal, V. 103, No. 2, March – April 2006..
- Kupfer, H., Münger, F., Kunz, J., Jähring, A.: Nachträglich verankerte gerade Bewehrungsstäbe bei Rahmenknoten. Bauingenieur: Sonderdruck, Springer Verlag.
- Reuter, M.; Greppmeir, T.; Münger, F.: REBAR ANCHORAGE IN CONCRETE WITH INJECTIONS ADHESIVE. International Symposium on Connections between Steel and Concrete, Stuttgart 10-12 September 2001 RILEM Publications, p. 433-441



Hilti (Poland) Sp. z o.o.
Puławska 491, 02-844 Warszawa

T (22) 320 56 00
F (22) 320 56 01

www.hilti.pl
[klient@hilti.pl](mailto: klient@hilti.pl)