

**Dopuszczenie
do stosowania
w budownictwie ogólnym**

Instytucja prawa publicznego powołana wspólnie przez kraje
związkowe i rząd federalny

**Organ techniczny udzielający aprobat i zezwoleń
na wyroby budowlane i techniki budowlane**

Data:

Numer ref.:

23.08.2025 r.

I 25-1.15.5-24/24

Numer:

Z-15.5-387

Wnioskodawca:

Hilti Deutschland AG

Hiltistraße 2

86916 Kaufering

Okres obowiązywania

od: **23 kwietnia 2025 r.**

do: **23 kwietnia 2030 r.**

Przedmiot dopuszczenia:

System wzmacniania na przebicie HIT Hilti (HIT-Punching shear strengthening) z HIT-RE 500 V4

Niniejszym zostaje wydane dopuszczenie do stosowania w budownictwie ogólnym dla wyżej
wymienionego przedmiotu.

Niniejszy dokument zawiera osiem stron i 24 załączniki.

/DIBt/

I POSTANOWIENIA OGÓLNE

- 1 Niniejsze dopuszczenie do stosowania w budownictwie ogólnym stanowi potwierdzenie przydatności do zastosowania odnośnego przedmiotu w rozumieniu przepisów budowlanych krajów związkowych (Landesbauordnungen).
- 2 Niniejsze dopuszczenie nie zastępuje pozwoleń, zgód ani zaświadczeń wymaganych prawnie w związku z przeprowadzeniem projektów budowlanych.
- 3 Niniejsze dopuszczenie wydawane jest bez naruszenie praw osób trzecich, w szczególności praw ochronnych.
- 4 Użytkownikowi odnośnego przedmiotu należy udostępnić kopie niniejszego dopuszczenia, niezależnie od dalszych postanowień zawartych w „Postanowieniach szczególnych”. Użytkownika odnośnego przedmiotu należy ponadto poinformować o tym, że niniejsze dopuszczenie musi być dostępne w miejscu zastosowania. Kopie dokumentu należy udostępnić na żądanie właściwych urzędów.
- 5 Powielanie niniejszego dokumentu jest dozwolone wyłącznie w całości. Publikowanie fragmentów dokumentu wymaga zgody Niemieckiego Instytutu Techniki Budowlanej (Deutsches Institut für Bautechnik, DIBt). Teksty i rysunki zawarte w materiałach reklamowych nie mogą być sprzeczne z niniejszym dopuszczeniem, natomiast tłumaczenia muszą zawierać następującą adnotację: „Tłumaczenie oryginalnej wersji w języku niemieckim niesprawdzone przez Niemiecki Instytut Techniki Budowlanej”.
- 6 Niniejsze dopuszczenie udzielane jest z możliwością odwołania. Postanowienia można uzupełnić lub zmienić w późniejszym czasie, w szczególności wówczas, gdy wynika to z nowych osiągnięć technicznych.
- 7 Podstawą niniejszego dopuszczenia są informacje i dokumenty dotyczące odnośnego przedmiotu przedłożone przez wnioskodawcę w postępowaniu dopuszczającym. Zmiany informacji stanowiących podstawę niniejszego dopuszczenia nie są objęte niniejszym dokumentem i należy o nich bezzwłocznie powiadomić DIBt.

II POSTANOWIENIA SZCZEGÓLNE

1 Przedmiot i zakres zastosowania

Przedmiotem niniejszego dokumentu jest system wzmacniania na przebicie Hilti (HIT-Punching shear strengthening) z HIT-RE 500 V4. System wzmacniania na przebicie HIT składa się z żywicy iniekcyjnej Hilti HIT-RE 500 V4, pręta gwintowanego Hilti HAS(-U), zestawu wypełniającego Hilti (podkładka wypełniająca służąca do rozkładu nacisku, podkładka iniekcyjna, nakrętka kontruująca) i nakrętki. Nakrętka kontruująca jest objęta Europejskimi Ocenami Technicznymi ETA-23/0277 z dnia 8 lutego 2024 r. i ETA-18/0974 z dnia 30 listopada 2020 r. Wszystkie pozostałe elementy są objęte Europejską Oceną Techniczną ETA-20/0541 z dnia 9 czerwca 2023 r.

Pręty gwintowane Hilti HAS(-U), zestawy wypełniające Hilti i nakrętki są wykonane ze stali węglowej lub nierdzewnej.

Pręty gwintowane są instalowane w betonie w otworze uprzednio wypełnionym żywicą iniekcyjną. System wzmacniania na przebicie Hilti może być stosowany jako wklejane zbrojenie na przebicie w elementach z betonu zbrojonego i sprężonego.

Przedmiotem niniejszego dopuszczenia jest planowanie, projektowanie i wykonanie wklejanego zbrojenia na przebicie w elementach z betonu zbrojonego i sprężonego.

Zakres zastosowania wklejanego zbrojenia na przebicie jest określony następująco:

- elementy z betonu zbrojonego i sprężonego zgodnie z normą DIN EN 1992-1-1 w połączeniu z DIN EN 1992-1-1/NA wykonane z betonu zwykłego o klasie wytrzymałości od C20/25 do C50/60 zgodnie z DIN EN 206-1;
- minimalna grubość elementu konstrukcyjnego $h_{min} = 200$ mm przy $d_{ef} \geq 160$ mm d_{ef} = (średnia efektywna wysokość użytkowa płyty), maksymalna grubość elementu konstrukcyjnego $h_{max} = 1100$ mm;
- obciążenia statyczne i quasi-statyczne;
- w elementach konstrukcyjnych pracujących w suchych warunkach wewnętrznych (elementy stalowe ze wszystkich rodzajów stali); w elementach konstrukcyjnych pracujących w innych warunkach zgodnie z DIN EN 1993-1-4 odpowiadającym klasie odporności na korozję CRC III (tylko elementy stalowe wykonane ze stali nierdzewnej);
- temperatura w strefie zakotwienia zbrojenia na przebicie: od -40°C do $+40^{\circ}\text{C}$ (maksymalna temperatura krótkotrwała $+40^{\circ}\text{C}$ i maksymalna temperatura długotrwała $+24^{\circ}\text{C}$).

2 Postanowienia dotyczące planowania, projektowania i wykonania

2.1 Planowanie

System wzmacniania na przebicie Hilti z Hilti HIT-RE 500 V4 powinien być zaplanowany przez inżyniera doświadczonego w dziedzinie konstrukcji z betonu zbrojonego i sprężonego.

O ile poniżej nie określono inaczej, do szczegółowego opracowania konstrukcji z betonu zbrojonego i sprężonego należy stosować normę DIN EN 1992-1-1 w połączeniu z DIN EN 1992-1-1/NA lub DIN EN 1992-2 w połączeniu z DIN EN 1992-2/NA.

Wklejane pręty gwintowane należy rozmieścić prostopadle do płaszczyzny płyty jako zbrojenie na przebicie w obszarze płyt z betonu zbrojonego narażonym na przebicie, równomiernie je wzmacniając.

Wklejanych prętów gwintowanych nie należy używać razem z innymi formami zbrojenia na przebicie (np. strzemionami, wygiętymi podłużnymi prętami zbrojeniowymi, kotwami z podwójnym łbem itp.) w celu wyznaczenia nośności ze względu na przebicie. Wymagane zbrojenie na przebicie musi być w całości realizowane przez wklejane pręty gwintowane.

Należy przestrzegać minimalnych i maksymalnych rozstawów poszczególnych prętów gwintowanych, a także ich minimalnych odległości od wolnych krawędzi elementów betonowych zgodnie z normą DIN EN 1992-1-1 w połączeniu z DIN EN 1992-1-1/NA z Załącznikami 12-17.

Należy przestrzegać zasad rozmieszczenia zgodnie z normą DIN EN 1992-1-1 w połączeniu z DIN EN 1992-1-1/NA oraz Załącznikami 13-16.

Należy przestrzegać parametrów montażu (głębokość otworu, minimalna i maksymalna głębokość osadzenia) zgodnie z Załącznikiem 6.

Uznaje się, że pełna nośność wklejanych prętów gwintowanych osiągana jest dopiero po upływie czasów utwardzania określonych w Załączniku 10.

Jeśli konieczne jest spełnienie wymagań w zakresie odporności ogniowej, w obszarze odsłoniętych, wklejanych prętów gwintowanych należy zapewnić odpowiednie środki ochrony, takie jak okładziny lub powłoki ogniochronne, aby zapewnić utrzymanie nośności w warunkach niskich temperatur również w przypadku pożaru.

2.2 Projektowanie

2.2.1 Informacje ogólne

System wzmacniania na przebicie Hilti z Hilti HIT-RE 500 V4 powinien zostać zaprojektowany na podstawie normy DIN EN 1992-1-1 w połączeniu z DIN EN 1992-1-1/NA lub DIN EN 1992-2 w połączeniu z DIN EN 1992-2/NA oraz poniższych postanowień przez inżyniera doświadczonego w dziedzinie konstrukcji z betonu zbrojonego i sprężonego.

O ile poniżej nie określono inaczej, do wyznaczenia sił wewnętrznych i zbrojenia na zginanie elementów z betonu zbrojonego i sprężonego należy zastosować normę DIN EN 1992-1-1 w połączeniu z DIN EN 1992-1-1/NA lub DIN EN 1992-2 w połączeniu z DIN EN 1992-2/NA.

Weryfikacje należy przeprowadzać w stanie granicznym nośności i użyteczności zgodnie z normą DIN EN 1992-1-1 w połączeniu z DIN EN 1992-1-1/NA lub DIN EN 1992-2 w połączeniu z DIN EN 1992-2/NA.

Jeśli obciążenia ścinające (np. ze względu na zginanie dwuosiowe) powstają w strefie zakotwienia wklejanych prętów gwintowanych, strzemiona lub odpowiednio zakotwione zbrojenie poprzeczne powinny być obecne w strefie zakotwienia wklejanych prętów gwintowanych, aby zapobiec rozłupaniu.

W stanie granicznym użyteczności należy sprawdzić, czy szerokość rysy w_k jest ograniczona do 0,3 mm przy kombinacji obciążeń quasi-ciągłych, chyba że pojawi się wymóg bardziej restrykcyjnych wartości granicznych.

Ze względu na osłabioną przez wiercenie konstrukcję stateczność elementów z betonu zbrojonego i sprężonego musi być stale zapewniona.

2.2.2 Weryfikacja nośności na przebicie

Weryfikację nośności na przebicie w stanie granicznym nośności należy przeprowadzić w następujący sposób:

Weryfikację nośności na przebicie w stanie granicznym nośności należy przeprowadzić w krytycznym obwodzie kontrolnym. Należy wykazać, że minimalny moment może zostać przejęty przez zbrojenie na zginanie zgodnie z normą DIN EN 1992-1-1/NA, NCI do 6.4.5. Poza obwodem kontrolnym należy przeprowadzić weryfikację nośności na zginanie i nośności na działanie siły ścinającej w stanie granicznym nośności zgodnie z normą DIN EN 1992-1-1 w połączeniu z normą DIN EN 1992-1-1/NA.

Aby określić nośność na przebicie, przyjmuje się wewnętrzny krytyczny obwód kontrolny u_{crit} , w odległości $2,0 d_{ef}$ (d_{ef} = średnia efektywna wysokość użytkowa płyty), oraz zewnętrzny obwód kontrolny u_{out} , w odległości $1,5 d_{ef}$ od najbardziej zewnętrznej rzędu zbrojenia na przebicie, biegnący wokół słupa prostopadle do płaszczyzny płyty.

W przypadku słupów o obwodzie u_0 mniejszym niż $12 d_{ef}$ i stosunku długiego boku słupa do krótkiego boku słupa mniejszym lub równym $2,0$, krytyczny obwód kontrolny można wyznaczyć w sposób opisany powyżej. Jeśli te wymagania nie są spełnione, siła ścinająca musi być skoncentrowana w narożach słupa, a krytyczny obwód kontrolny zmniejszony.

W przypadku słupów o nieregularnych przekrojach poprzecznych dla obwodu u_0 należy przyjąć najkrótszą długość wokół obszaru przyłożenia obciążenia. Krytyczny obwód kontrolny u_{crit} należy wyznaczyć zgodnie z normą DIN EN 1992-1-1, 6.4.2 w połączeniu z normą DIN EN 1992-1-1/NA. Wartość obliczeniową działającej siły ścinającej na jednostkę powierzchni τ_{Ed} wzdłuż krytycznego obwodu kontrolnego u_{crit} należy obliczyć w następujący sposób:

$$\tau_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_{crit} d_{ef}} \quad (1)$$

Gdzie:

τ_{Ed} działająca siła ścinająca na jednostkę powierzchni wzdłuż krytycznego obwodu kontrolnego;
 β współczynnik uwzględniający wpływ mimośrodków obciążenia;
 V_{Ed} wartość obliczeniowa działającej siły ścinającej;
 u_{crit} obwód krytycznego obwodu kontrolnego w odległości $2,0 d_{ef}$ od krawędzi słupa lub obszaru przyłożenia obciążenia.

W przypadku konstrukcji nośnych, których stateczność względem wyboczenia bocznego jest niezależna od oddziaływania ramowego między płytami i słupami i w których rozpiętości sąsiednich przęseł nie różnią się o więcej niż 25%, można zastosować następujące przybliżone wartości dla β :

Słup wewnętrzny	$\beta = 1,10$
Słup krawędziowy	$\beta = 1,40$
Słup narożny	$\beta = 1,50$
Narożnik ściany	$\beta = 1,20$
Koniec ściany	$\beta = 1,35$

Alternatywnie wartość β można obliczyć, stosując dokładniejszą metodę określoną w normie DIN EN 1992-1-1, równanie (6.39) w połączeniu z normą DIN EN 1992-1-1/NA. Jednakże metoda wykorzystująca zredukowany krytyczny obwód kontrolny jest niedopuszczalna.

Zbrojenie na przebicie w płytach jest wymagane, jeżeli działająca siła ścinająca na jednostkę powierzchni τ_{Ed} z równania (1) jest większa niż wartość obliczeniowa nośności na przebicie bez zbrojenia na przebicie $\tau_{Rd,c}$ zgodnie z równaniem (2).

$$\tau_{Rd,c} = \max \left\{ C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3}, \tau_{min} \right\} + k_1 \sigma_{cp} \quad (2)$$

Gdzie:

$C_{Rd,c}$ w przypadku stropów płaskich ogólnie: $C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c$
Dla słupów wewnętrznych w stropach płaskich o $u_0 / d < 4$:
 $C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c (0,1 u_0 / d_{ef} + 0,6) \geq 0,15 / \gamma_c$
 γ_c współczynnik częściowy bezpieczeństwa betonu:
= 1,5 dla sytuacji obliczeniowej trwałej i przejściowej;
= 1,2 dla sytuacji obliczeniowej wyjątkowej;

k współczynnik skali:

$$k = 1,0 + \sqrt{200 / d_{ef}} \leq 2,0 \text{ z } d_{ef} \text{ w [mm]}$$

ρ_l średni stopień zbrojenia w kierunku y i z:

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq \min \left\{ 0,02, 0,5 f_{cd} / f_{yd} \right\}$$

ρ_{ly}, ρ_{lz} stopień zbrojenia zakotwionego zbrojenia na rozciąganie przy zginaniu w kierunku y i z płyty w obszarze szerokości słupa, plus 3 d_{ef} na stronę. Aby uzyskać obliczoną nośność na przebicie, istniejące zbrojenie na zginanie musi spełniać kryteria określone w normie DIN EN 1992-1-1/NA, NCI do 6.4.5;

f_{ck} wartość charakterystyczna wytrzymałości betonu na ściskanie w próbie walcowej w [N/mm²];

f_{cd} wartość obliczeniowa wytrzymałości betonu na ściskanie jednoosiowe [N/mm²];

f_{yd} wartość obliczeniowa granicy plastyczności zbrojenia na zginanie [N/mm²];

k_1 współczynnik do obliczania naprężeń normalnych: $k_1 = 0,1$;

σ_{cp} wartość obliczeniowa średniego naprężenia normalnego w betonie w obrębie obwodu krytycznego kontrolnego (zdefiniowanego jako dodatnie naprężenie ściskające);

τ_{min} minimalna wartość nośności na działanie siły ścinającej zgodnie z normą DIN EN 1992-1-1/NA:

$$\tau_{min} = \begin{cases} (0,0525/c) k^{3/2} \sqrt{f_{ck}} & d_{ef} \leq 600 \text{ mm} \\ (0,0375/c) k^{3/2} \sqrt{f_{ck}} & d_{ef} > 800 \text{ mm} \end{cases} \quad (3)$$

Minimalna wartość nośności na siły ścinające τ_{min} może być interpolowana liniowo dla $600 \text{ mm} < d_{ef} \leq 800 \text{ mm}$.

Jeżeli $\tau_{Ed} > \tau_{Rd,c}$, należy spełnić następujące wymagania dowodu:

$$\tau_{Ed} \leq k_d k_{max} \tau_{Rd,c} \quad (4)$$

Gdzie:

k_{max} = 1,4 zgodnie z normą DIN EN 1992-1-1/NA NDP 6.4.5 (3);

k_d współczynnik uwzględniający efektywną wysokość użytkową płyty oraz średnicę pręta gwintowanego zgodnie z Załącznikiem 11, Tabela 14.

Aby wyznaczyć wymaganą wielkość obszaru zbrojenia na przebicie, wykonuje się krytyczny obwód kontrolny u_{out} poza skrajnym rzędem zbrojenia na przebicie, w odległości maksymalnie 1,5 d_{ef} . Wymaganą długość tego okrągłego cięcia należy określić zgodnie z poniższym równaniem:

$$u_{out} = \frac{\beta V_{Ed}}{\tau_{Rd,c} d_{ef}} \quad (5)$$

Gdzie:

$\tau_{Rd,c}$ nośność na przebicie bez zbrojenia na przebicie poza obszarem zbrojenia na przebicie. Jest ona definiowana identycznie jak nośność na działanie sił ścinających elementów podpartych liniowo bez zbrojenia na ścinanie i obliczana analogicznie do $\tau_{Rd,c}$ z równania (2) przy $C_{Rd,c} = 0,15 / \gamma_c$

Weryfikację nośności na przebicie ze zbrojeniem na przebicie należy przeprowadzić w następujący sposób:

$$V_{Rd,cs} = k_d (0,75 \tau_{Rd,c} u_{crit} d_{ef}) + k_{pi} (1,5 f_{ywd,ef} A_{sw,crit} \frac{d_{ef}}{s_r}) \geq \beta V_{Ed} \quad (6)$$

Gdzie:

- $\tau_{Rd,c}$ nośność na przebicie bez zbrojenia na przebicie zgodnie z równaniem (2);
- $f_{ywd,ef}$ efektywna wartość obliczeniowa wytrzymałości zbrojenia na przebicie zgodnie z:
 $f_{ywd,ef} = 250 + 0,25 d_{ef} \leq f_{ywd}$ [N/mm²];
- f_{ywd} wartość obliczeniowa granicy plastyczności zbrojenia na przebicie zgodnie z Załącznikiem 11, Tabela 13.
- k_{pi} współczynnik późniejszego zbrojenia na przebicie zgodnie z Załącznikiem 11, Tabela 14;
- s_r promieniowy rozstaw między rzędami zbrojenia na przebicie;
- $A_{sw,crit}$ krytyczne zbrojenie na przebicie pojedynczego rzędu zgodnie z równaniem (7):

$$A_{sw,crit} = \frac{\tau_{Ed} - 0,75 k_d \tau_{Rd,c}}{1,5 k_{pi} f_{ywd,ef}} s_r u_{crit} \quad (7)$$

Wymaganą powierzchnię przekroju poprzecznego dla każdego rzędu zbrojenia na przebicie można obliczyć w następujący sposób:

$$A_{sw,i} \geq \kappa_i A_{sw,crit} \quad (8)$$

gdzie dla $i \leq 2$ (i = liczba rzędów zbrojenia na przebicie), κ_i można obliczyć w następujący sposób:

$$\kappa_i = \frac{\beta V_{Ed} - 0,75 k_d \tau_{Rd,c} u_i d_{ef}}{\beta V_{Ed} - 0,75 k_d \tau_{Rd,c} u_{crit} d_{ef}} \quad (9)$$

Alternatywnie wartość κ_i można wybrać zgodnie z Załącznikiem Krajowym DIN EN 1992-1-1/NA NCI do 6.4.5 (1) odpowiednio jako 2,5 dla pierwszego rzędu i 1,4 dla drugiego rzędu.

Dla $i \geq 3$, $\kappa_i = 1,0$.

Obliczenia fundamentów muszą być przeprowadzone na podstawie normy DIN EN 1992-1-1 w połączeniu z normą DIN EN 1992-1-1/NA lub na podstawie normy DIN EN 1992-2 w połączeniu z normą DIN EN 1992-2/NA.

Jednakże w przypadku weryfikacji nośności fundamentów na przebicie równanie (NA.6.52.1) z normy DIN EN 1992-1-1/NA NCI 6.4.5 (1) należy zastąpić równaniem (10):

$$V_{Rd,s} = k_{pi} f_{ywd,ef} A_{sw,1+2} \geq \beta V_{Ed,red} \quad (10)$$

Gdzie:

- $A_{sw,1+2}$ powierzchnia przekroju poprzecznego pierwszych dwóch rzędów zbrojenia do odległości $0,8 d_{ef}$ od krawędzi słupa. Ilość zbrojenia jest równomiernie rozłożona między oba rzędy;
- $V_{Ed,red}$ zredukowana działająca siła ścinająca zgodnie z normą DIN EN 1992-1-1/NA równanie (6.48).

Należy przestrzegać rozmieszczenia zbrojenia na przebicie w fundamentach zgodnie z normą DIN EN 1992-1-1/NA NCI 6.4.5 (1) i Załącznikiem 16.

2.3 Wykonanie

Firma wykonawcza musi dostarczyć deklarację zgodności zgodnie z art. 16a ust. 5 w związku z art. 21 ust. 2 Wzorcowego Kodeksu Budowlanego (MBO) w celu potwierdzenia zgodności typu konstrukcji z dopuszczeniem do stosowania w budownictwie ogólnym zawartym w niniejszym dokumencie.

System wzmacniania na przebicie Hilti w postaci wklejanych prętów gwintowanych może być instalowany wyłącznie przez firmy posiadające świadectwo przydatności do wykonywania połączeń wklejanego zbrojenia (patrz Wzorcowe Przepisy Administracyjne - Techniczne Zasady Budowlane (MVV TB), Załącznik 1). Świadectwo przydatności musi obejmować etapy montażu zgodne z systemem i porównywalne warunki montażu zgodnie z Załącznikami 7-10 i 18-24.

Wklejane pręty gwintowane należy zainstalować zgodnie z rysunkami projektowymi i konstrukcyjnymi.

Należy przestrzegać parametrów montażu (średnica nominalna wiertła, maksymalny moment dokręcający) zgodnie z Załącznikiem 6.

Uznaje się, że pełna nośność wklejanych prętów gwintowanych osiągnięta jest dopiero po upływie czasów utwardzania określonych w Załączniku 10.

Należy przestrzegać instrukcji montażu zawartych w Załącznikach 18-24 oraz wszystkich dodatkowych instrukcji producenta dla użytkowników.

Otwory należy wiercić prostopadle do powierzchni elementu betonowego. Dozwolone są odchylenia do maksymalnej wartości $\Delta\alpha_{\max} = 5^\circ$ od linii prostopadłej do osi podłużnej zgodnie z Załącznikiem 2, Rysunek 3(c).

Podczas wykonywania otworów należy unikać wiercenia w istniejących zbrojeniach wzmacnianego elementu konstrukcyjnego. Jeśli jednak zbrojenie nośne, takie jak zbrojenie na zginanie, zostanie przewiercone podczas procesu wiercenia, należy sprawdzić pozostałą nośność.

Jeśli zbrojenia zostaną uderzone podczas wiercenia, należy przerwać wiercenie i odpowiednio uszczelnić otwór zaprawą o wysokiej wytrzymałości.

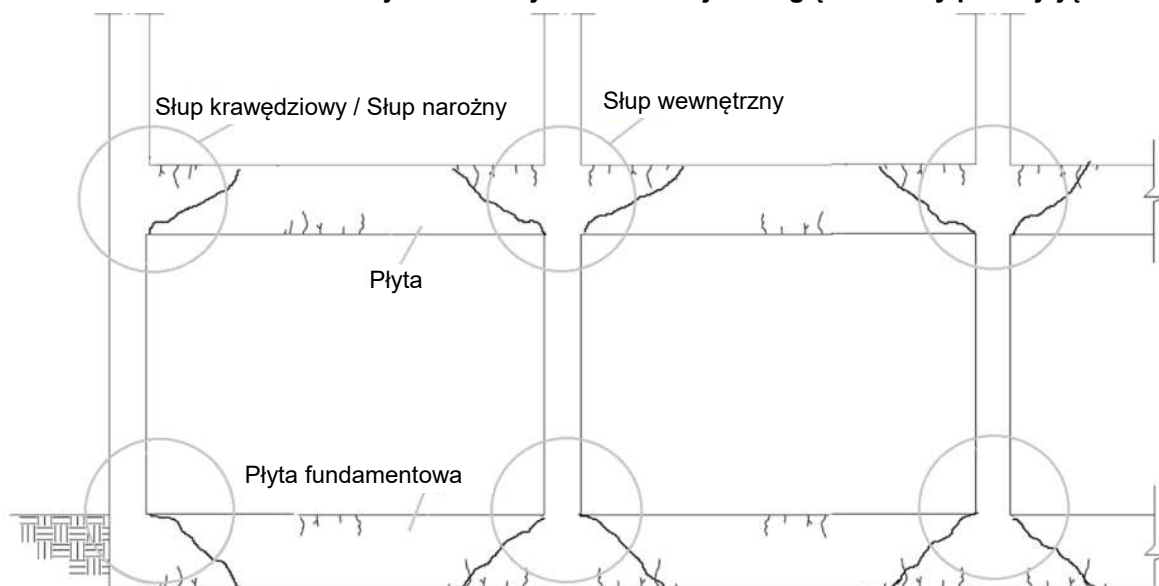
Odniesienia do następujących specyfikacji technicznych:

DIN EN 206-1:2001-07	Beton - Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność, wersja niemiecka EN 206-1:2000
DIN EN 1992-1-1:2011-01 + DIN EN 1992-1-1/A1:2015-03	Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-1: Reguły ogólne oraz reguły dla budynków, mostów i konstrukcji inżynierskich; wersja niemiecka EN 1992-1-1:2004+AC:2010 oraz EN 1992-1-1:2004/A1:2014
DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12	Załącznik krajowy - Parametry określone na poziomie krajowym - Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-1: Reguły ogólne oraz reguły dla budynków, mostów i konstrukcji inżynierskich + Poprawka A1
DIN EN 1992-2:2010-12	Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 2: Mosty z betonu - Obliczanie i reguły konstrukcyjne; wersja niemiecka EN 1992-2:2005 + AC:2008
DIN EN 1992-2/NA:2013-04	Załącznik krajowy - Parametry określone na poziomie krajowym - Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 2: Mosty z betonu - Obliczanie i reguły konstrukcyjne

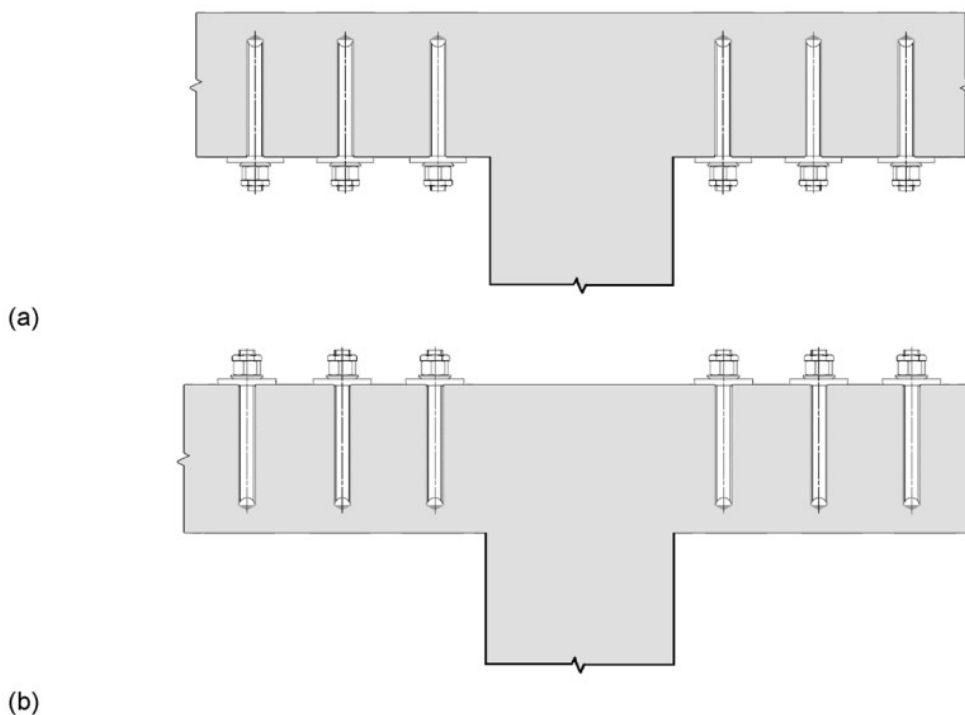
Dipl. Ing. Beatrix Wittstock
Kierownik działu

uwierzytelnione przez:
Tempel

Przedstawienie konstrukcji betonowej wzmacnianej ze względu na siły przebijające



Rysunek 1: Schematyczne przedstawienie miejsc na ramie żelbetowej, w których może być wymagane zbrojenie na przebicie (od góry lub od dołu elementu betonowego).

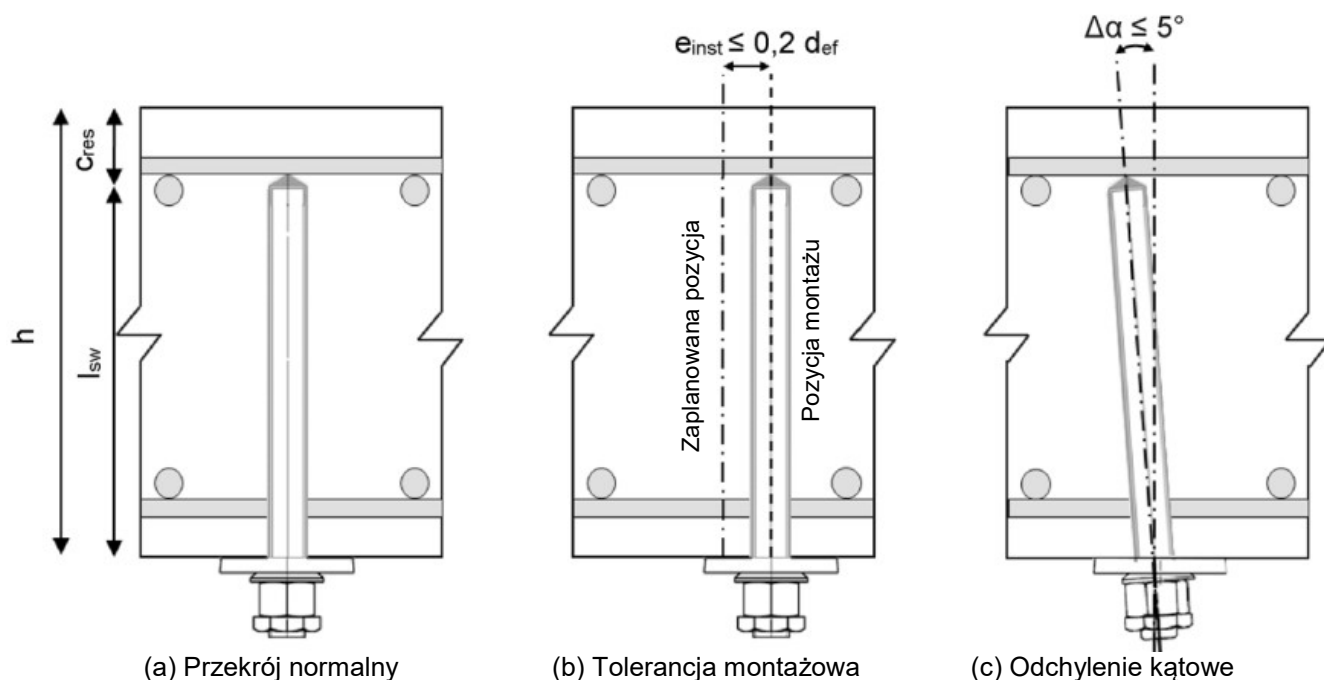


Rysunek 2: Schematyczne przedstawienie warunków montażu, (a) montaż od dołu; (b) montaż od góry.

**System wzmacniania na przebicie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4**

Produkt w warunkach montażu

Załącznik 1



Rysunek 3: Warunki montażu wraz z wymiarami i dopuszczalnymi tolerancjami montażowymi, przy czym:

- h = wysokość wzmacnianego elementu betonowego,
- C_{res} = otulina betonowa pręta gwintowanego w miejscu wierconego otworu,
- l_{sw} = $h - C_{res}$ = głębokość zakotwienia pręta gwintowanego,
- e_{inst} = mimośrodowość pręta gwintowanego,
- $e_{inst,max} = 0,2 d_{ef}$ = maksymalna tolerancja montażowa pręta gwintowanego we wszystkich kierunkach (patrz Załącznik 17),
- $\Delta\alpha_{max}$ = maksymalny dopuszczalny kąt nachylenia pręta gwintowanego względem linii działania siły przebijającej (prostopadłej do osi podłużnej elementu betonowego).

System wzmacniania na przebicie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Produkt w warunkach montażu

Załącznik 2

Element stalowy

Pręty gwintowane Hilti HAS, HAS-U ze stali nierdzewnej A4 i stali ocynkowanej 8.8



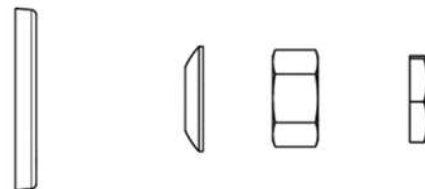
Hilti HAS...:
od M12 do M24

Oznaczenie kodem koloru HAS:

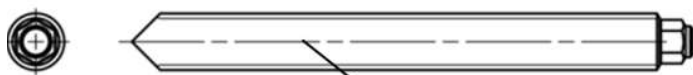
5.8 = RAL 5010 (niebieski)

8.8 = RAL 1023 (żółty)

A4 = RAL 3000 (czerwony)



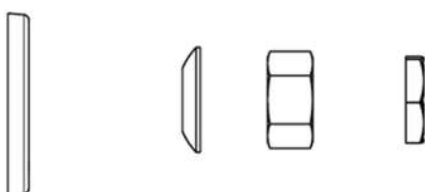
Podkładka iniekcyjna Podkładka sferyczna Nakrętka Nakrętka kontrująca



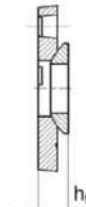
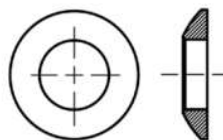
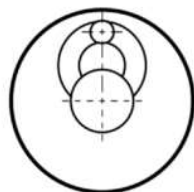
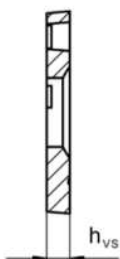
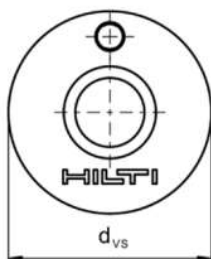
Oznaczenie:

Liczba określająca klasę wytrzymałości i litera identyfikująca długość: np. 8L.

Hilti HAS-U...:
od M12 do M24



Podkładka iniekcyjna Podkładka sferyczna Nakrętka Nakrętka kontrująca



Podkładka iniekcyjna

Podkładka sferyczna

Zestaw wypełniający

Zestaw wypełniający Hilti

Tabela 1: Wymiary zestawu wypełniającego Hilti

Zestaw wypełniający Hilti			M12	M16	M20	M24
Średnica podkładki iniekcyjnej	d_{vs}	[mm]	44	52	60	70
Wysokość podkładki iniekcyjnej	h_{vs}	[mm]	5	6		
Wysokość zestawu wypełniającego	h_{fs}	[mm]	10	11	13	15

System wzmacniania na przebicie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Elementy stalowe i zestaw wypełniający

Załącznik 3

Żywica iniekcyjna Hilti HIT-RE 500 V4: system żywicy epoksydowej z dodatkiem wypełniacza
330 ml, 500 ml i 1400 ml

Oznaczenie:
HILTI-HIT
Numer partii oraz linia
produkcyjna
Data przydatności
mm/rrrr



Nazwa wyrobu: "Hilti HIT-RE 500 V4"

Mieszacz statyczny Hilti HIT-RE-M



System wzmacniania na przebicie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Żywica iniekcyjna i mieszacz statyczny

Załącznik 4

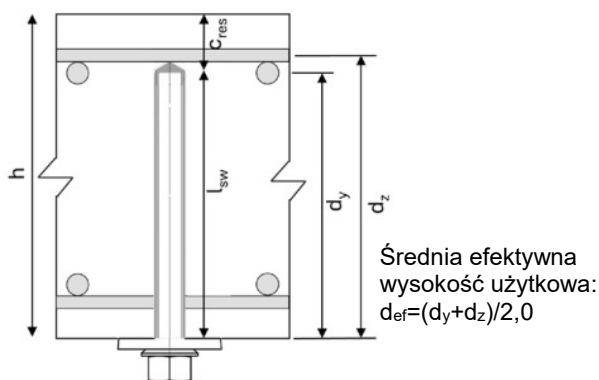
Tabela 2: Materiały

Nazwa elementu	Materiał
Elementy stalowe ze stali ocynkowanej	
HAS 8.8, HAS-U 8.8	Klasa wytrzymałości 8.8, $f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 640 \text{ N/mm}^2$, Wydłużenie przy zerwaniu ($l_0=5d$) > 12% ciągliwości Ocynk galwaniczny $\geq 5 \mu\text{m}$
Nakrętka	Klasa wytrzymałości 8.8, $f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 640 \text{ N/mm}^2$, Ocynk galwaniczny $\geq 5 \mu\text{m}$
Zestaw wypełniający Hilti	Podkładka iniekcyjna: ocynk galwaniczny $\geq 5 \mu\text{m}$ Podkładka sferyczna: ocynk galwaniczny $\geq 5 \mu\text{m}$ Nakrętka kontrująca: ocynk galwaniczny $\geq 5 \mu\text{m}$
Elementy stalowe ze stali nierdzewnej o klasie odporności na korozję (CRC) III zgodnie z DIN EN 1993-1-4:2015-10	
HAS A4, HAS-U A4	Klasa wytrzymałości 70, $f_{uk} = 700 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ Wydłużenie przy zerwaniu ($l_0=5d$) > 12% ciągliwości Stal nierdzewna zgodnie z DIN EN 10088-1:2024-04
Nakrętka	Klasa wytrzymałości 70, $f_{uk} = 700 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ Stal nierdzewna 1.4401, 1.4404, 1.4578, 1.4571, 1.4439, 1.4362 zgodnie z DIN EN 10088-1:2024-04
Zestaw wypełniający Hilti A4	Podkładka iniekcyjna: stal nierdzewna zgodnie z DIN EN 10088-1:2024-04 Podkładka sferyczna: stal nierdzewna zgodnie z DIN EN 10088-1:2024-04 Nakrętka kontrująca: stal nierdzewna zgodnie z DIN EN 10088-1:2024-04

**System wzmacniania na przebicie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4**

Materiały

Załącznik 5



Rysunek 4: Uproszczony schemat parametrów montażu

Tabela 3: Parametry montażu prętów gwintowanych

Parametry montażu			M12	M16	M20	M24
Średnica elementu	d	[mm]	12	16	20	24
Średnica nominalna wiertła	d ₀	[mm]	14	18	22	28
Minimalna efektywna wysokość użytkowa płyty ¹⁾	d _{ef,min}	[mm]	160	160	350	420
Maksymalna wysokość przekroju betonu ²⁾	h _{max}	[mm]	1100			
Długość zakotwienia	l _{sw}	[mm]	h - c _{res}			
Otulina betonowa w miejscu wierconego otworu	c _{res}	[mm]	35	40	45 ³⁾	60 ³⁾
Maksymalny moment dokręcający	T _{inst} ≤	[Nm]	40	80	150	200

¹⁾ Grubość płyty h jest określana na podstawie średniej efektywnej wysokości użytkowej płyty d_{ef} (patrz Rysunek 4).

²⁾ Ponadto należy spełnić warunki dotyczące maksymalnej długości zakotwienia l_{sw,max} zgodnie z Tabelami 4, 5, 6 i 8.

³⁾ Ponadto głębokość zakotwienia musi sięgać co najmniej do środka ciężkości istniejącej warstwy zbrojenia.

Tabela 4: Maksymalna długość zakotwienia l_{sw,max} w zależności od średnicy pręta gwintowanego i dozownika żywicy

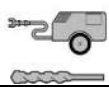
Średnica elementu	Dozownik żywicy iniekcyjnej		
	HDM 330, HDM 500	HDE 500	HIT-P8000D
	l _{sw,max} [mm]	l _{sw,max} [mm]	l _{sw,max} [mm]
M12	1000	1000	1000
M16		1060	1060
M20	700	1055	1055
M24	500	1040	1040

System wzmacniania na przebiecie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Parametry montażu i maksymalna wysokość elementu konstrukcyjnego

Załącznik 6

Tabela 5: Parametry narzędzi do wiercenia otworów, czyszczenia i osadzania - wiercenie udarowe (HD)

Element wzmacniający	Wiercenie i czyszczenie					Montaż		
	Wiercenie udarowe (HD)	Wiercenie pneumatyczne (CA)	Szczotka HIT-RB	Dysza powietrzna HIT-DL	Przedłużka dyszy powietrznej	Końcówka iniekcyjna HIT-SZ	Przedłużka końcówki iniekcyjnej	Maksymalna głębokość osadzania
								-
Rozmiar	d ₀ [mm]	d ₀ [mm]	Rozmiar	Rozmiar	[-]	Rozmiar	[-]	l _{sw,max} [mm]
M12	14	-	14	14	HIT-DL 10/0,8 lub HIT-DLV10/1	14	HIT-VL 11/1,0	1000
M16	18	-	18	18		18		1060
M20	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	22	HIT-VL 16/0,7 i/lub HIT-VL 16	1055
M24	28	28	28	28		28		1040

¹⁾ Dla otworów o większej głębokości użyć przedłużki HIT-VL 16/0,7 ze złączem HIT-VL K.

Tabela 6: Parametry narzędzi do wiercenia i osadzania - wiercenie udarowe wiertłem rurowym Hilti (HDB)

Element wzmacniający	Wiercenie (bez konieczności czyszczenia)				Montaż		
	Wiercenie udarowa, wiertło rurowe ¹⁾ (HDB)	Szczotka HIT-RB	Dysza powietrzna HIT-DL	Przedłużka dyszy powietrznej	Końcówka iniekcyjna HIT-SZ	Przedłużka końcówki iniekcyjnej	Maksymalna głębokość osadzania
							-
Rozmiar	d ₀ [mm]	Rozmiar	Rozmiar	[-]	Rozmiar	[-]	l _{sw,max} [mm]
M12	14	-			14	HIT-VL	400
M16	18				18	11/1,0	1000
M20	22				22	HIT-VL 16/0,7	1000
M24	28				28	i/lub HIT-VL 16	1000

¹⁾ Z odkurzaczem Hilti VC 10/20/40 (z włączoną funkcją automatycznego czyszczenia filtra, tryb eco wyłączony) lub odkurzaczem o równoważnej wydajności czyszczenia w połączeniu z określonymi wiertłami rurowymi TE-CD lub TE-YD.

²⁾ Dla otworów o większej głębokości użyć przedłużki HIT-VL 16/0,7 ze złączem HIT-VL K.

**System wzmacniania na przebicie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4**

Narzędzia do czyszczenia i osadzania / metody czyszczenia otworów

Załącznik 7

Tabela 7: Metody czyszczenia otworów

Czyszczenie sprężonym powietrzem (CAC): Dysza sprężonego powietrza o średnicy co najmniej 3,5 mm do przedmuchiwania sprężonym powietrzem.	
Czyszczenie automatyczne (AC): Czyszczenie podczas wiercenia przeprowadza się z użyciem systemu wiertel HILTI TE-CD i TE-YD podłączonych do odkurzacza.	

Tabela 8: Parametry narzędzi do wiercenia i osadzania - wiercenie diamentowe (rdzeniowe) z narzędziem do szorstkowania (RT)

Element wzmacniający	Wiercenie i czyszczenie					Montaż		
	Wiercenie diamentowe (rdzeniowe)	Szorstkowanie (RT)	Szczotka HIT-RB	Dysza powietrzna HIT-DL	Przedłużka dyszy powietrznej	Końcówka iniekcyjna HIT-SZ	Przedłużka końcówki iniekcyjnej	Maksymalna głębokość osadzania
							 ¹⁾	-
Rozmiar	d ₀ [mm]	d ₀ [mm]	Rozmiar	Rozmiar	[-]	Rozmiar	[-]	l _{sw,max} [mm]
M12	-	-	-	-	-	-	-	-
M16	18	18	18	18	HIT-DL 10/0,8 lub HIT-DL V10/1	18	HIT-VL 11/1,0	900
M20	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	22	HIT-VL 16/0,7 i/lub HIT-VL 16	1055
M24	28	28	28	28		28		1040

¹⁾ Dla otworów o większej głębokości użyć przedłużki HIT-VL 16/0,7 ze złączem HIT-VL K.

System wzmacniania na przebicie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Narzędzia do czyszczenia i osadzania / metody czyszczenia otworów

Załącznik 8

Tabela 9: Parametry narzędzia do szorstkowania Hilti TE-YRT

Elementy powiązane			
Wiertło rdzeniowe diamentowe		Narzędzie do szorstkowania TE-YRT	Miernik zużycia RTG...
			
d ₀ [mm]		d ₀ [mm]	Rozmiar
nominalna	zmierzona		
14	-	-	-
18	od 7,9 do 18,2	18	18
22	od 21,9 do 22,2	22	22
28	od 27,9 do 28,2	28	28

Tabela 10: Informacje dotyczące czasu szorstkowania

Długość zakotwienia	Czas szorstkowania t _{roughen}
l _{sw} [mm]	t _{roughen} [sek.] = l _{sw} [mm] / 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

Tabela 11: Narzędzie do szorstkowania Hilti TE-YRT oraz miernik zużycia RTG

Narzędzie do szorstkowania TE-YRT	
Miernik zużycia RTG	

System wzmacniania na przebicie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Parametry narzędzia do szorstkowania Hilti TE-YRT

Załącznik 9

Tabela 12: Maksymalny czas roboczy oraz minimalny czas utwardzania ^{(1) (2)}

Temperatura materiału podłoża T	Maksymalny czas roboczy t _{work}	Minimalny czas utwardzania t _{cure}
od -5 °C do -1°C	2 h	168 h
od 0 °C do 4°C	2 h	48 h
od 5 °C do 9°C	2 h	24 h
od 10°C do 14°C	1,5 h	16 h
od 15°C do 19°C	1 h	12 h
od 20°C do 24°C	30 min	7 h
od 25°C do 29 °C	20 min	6 h
od 30°C do 34°C	15 min	5 h
od 35 °C do 39°C	12 min	4,5 h
40°C	10 min	4 h

- 1) Podane czasy utwardzania obowiązują wyłącznie dla suchego materiału podłoża. W przypadku mokrego materiału podłoża, czasy utwardzania należy podwoić.
- 2) Temperatura ładunku foliowego nie może być niższa niż 5°C.

System wzmacniania na przebicie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Maksymalny czas roboczy oraz minimalny czas utwardzania

Załącznik 10

Parametry do określania nośności zgodnie z punktem 2.2.2

Tabela 13: Parametry geometryczne i materiałowe dla równań projektowych od 6 do 10

Materiał	Rozmiar	Obliczeniowa granica plastyczności f_{ywd} [MPa]	Powierzchnia przekroju poprzecznego pręta A_{sw} [mm ²]
HAS 8.8, HAS-U 8.8, HAS A4, HAS-U A4	M12	390	84,3
	M16		157,0
	M20		245,0
	M24		353,0

Tabela 14: Parametry użytkowe dla równań projektowych od 6 do 10

Zbrojenie na przebicie Hilti	Rozmiar	Efektywna wysokość użytkowa płyty [mm]	Montaż od góry lub od dołu ⁽¹⁾
Współczynnik dla wklejanego zbrojenia na przebicie k_{pi} [-]	M12	≥ 160	0,82
	M16	$160 \leq d_{ef} < 280$	0,59
		≥ 280	0,82
	M20	≥ 350	
	M24	≥ 420	
Współczynnik uwzględniający efektywną wysokość użytkową płyty oraz średnicę pręta gwintowanego k_d [-]	M12	≥ 160	1,0
	M16	$160 \leq d_{ef} < 280$	0,95
		≥ 280	1,0
	M20	≥ 350	
	M24	≥ 420	

⁽¹⁾ Patrz Rysunek 2 w Załączniku 1.

**System wzmacniania na przebicie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4**

Parametry projektowe

Załącznik 11

Tabela 15: Rozstaw prętów gwintowanych (przedstawienie w Załącznikach od 13 do 16)

Średnica elementu	Rozstaw minimalny s_{min} [mm]	Rozstaw maksymalny $s_{t,max}$ [mm]	
		W obrębie ($\leq$) $2,0 d_{ef}$ od krawędzi słupa	Poza ($>$) $2,0 d_{ef}$ od krawędzi słupa
M12	72	1,5 d_{ef}	2,0 d_{ef}
M16	96		
M20	120		
M24	144		

W przypadku płyt stropowych maksymalna odległość $s_{r,max}$ między sąsiednimi rzędami wynosi 0,75 d_{ef} (patrz Rysunki 5-7, Załączniki 13-15).

W przypadku fundamentów maksymalna odległość $s_{r,max}$ między sąsiednimi rzędami wynosi 0,75 d_{ef} lub 0,5 d_{ef} w zależności od stosunku a_{λ} / d_{ef} (patrz Rysunek 8, Załącznik 16).

Tabela 16: Minimalne odległości od krawędzi do wolnych krawędzi płyt w zależności od metody wiercenia i związanej z nią tolerancji wiercenia

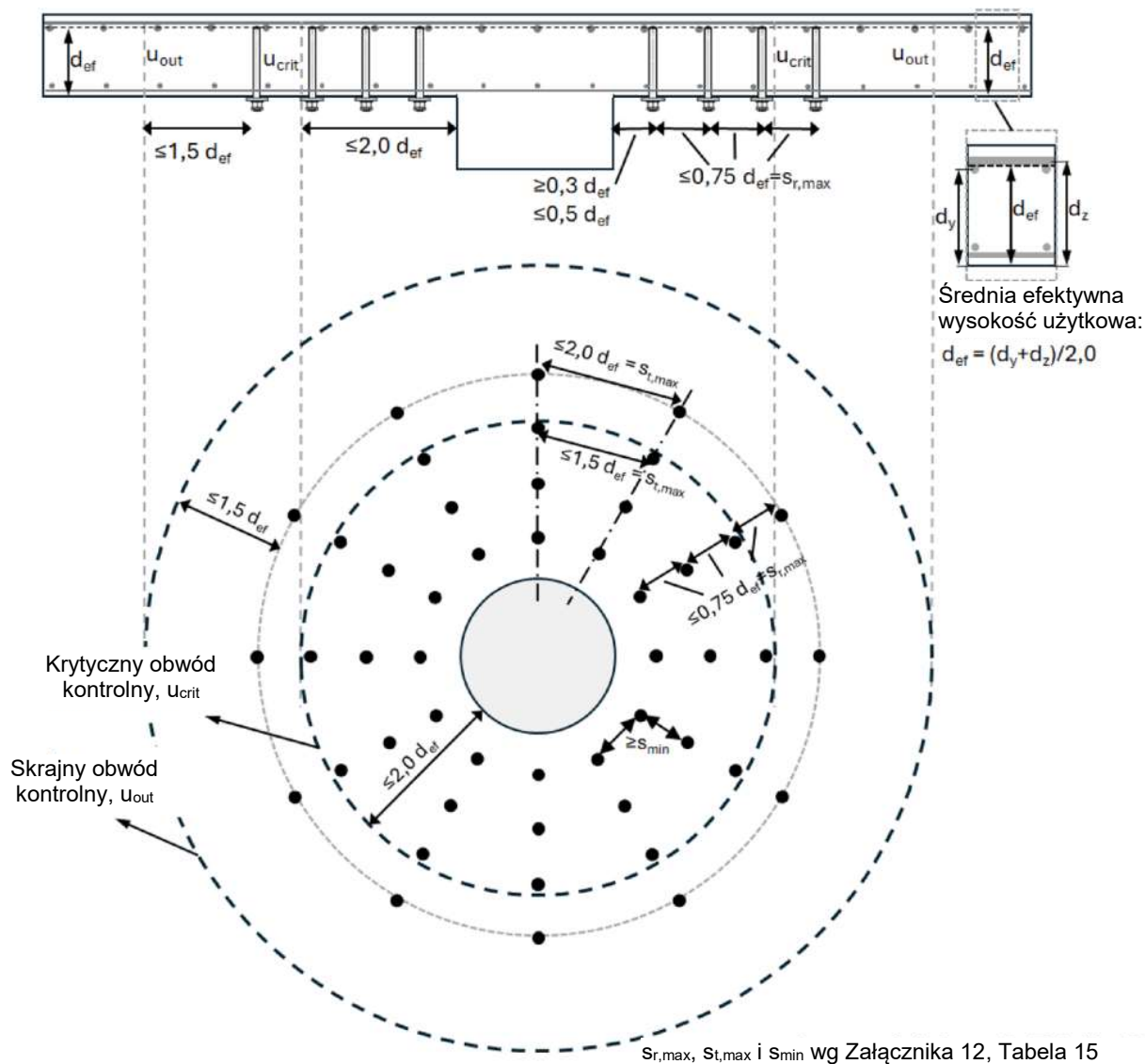
Metoda wiercenia	Rozmiar	Minimalna odległość od krawędzi c_{min}	
		Bez elementów wspomagających wiercenie	Z elementami wspomagającymi wiercenie
Wiercenie udarowe (HD), wiercenie udarowe wiertłami rurowymi Hilti (HDB) ⁽¹⁾ i wiercenie diamentowe (rdzeniowe) (DD) z narzędziem do szorstkowania (RT)	M12	45 mm + 0,06 l_{sw}	45 mm + 0,02 l_{sw}
	M16	50 mm + 0,06 l_{sw}	50 mm + 0,02 l_{sw}
	M20	55 mm + 0,06 l_{sw}	55 mm + 0,02 l_{sw}
	M24	60 mm + 0,06 l_{sw}	60 mm + 0,02 l_{sw}
Wiercenie pneumatyczne (CA)	M12	50 mm + 0,08 l_{sw}	50 mm + 0,02 l_{sw}
	M16		
	M20	55 mm + 0,08 l_{sw}	55 mm + 0,02 l_{sw}
	M24	60 mm + 0,08 l_{sw}	60 mm + 0,02 l_{sw}

⁽¹⁾ HDB = wiercenie udarowe wiertłem rurowym TE-CD oraz TE-YD

Uwaga: Należy zachować minimalną otulinę betonową zgodnie z normą EN 1992-1-1.

System wzmacniania na przebicie Hilti (HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4	Załącznik 12
Parametry montażu	

Przykład: Rozmieszczenie zbrojenia na przebiecie w przypadku słupa okrągłego



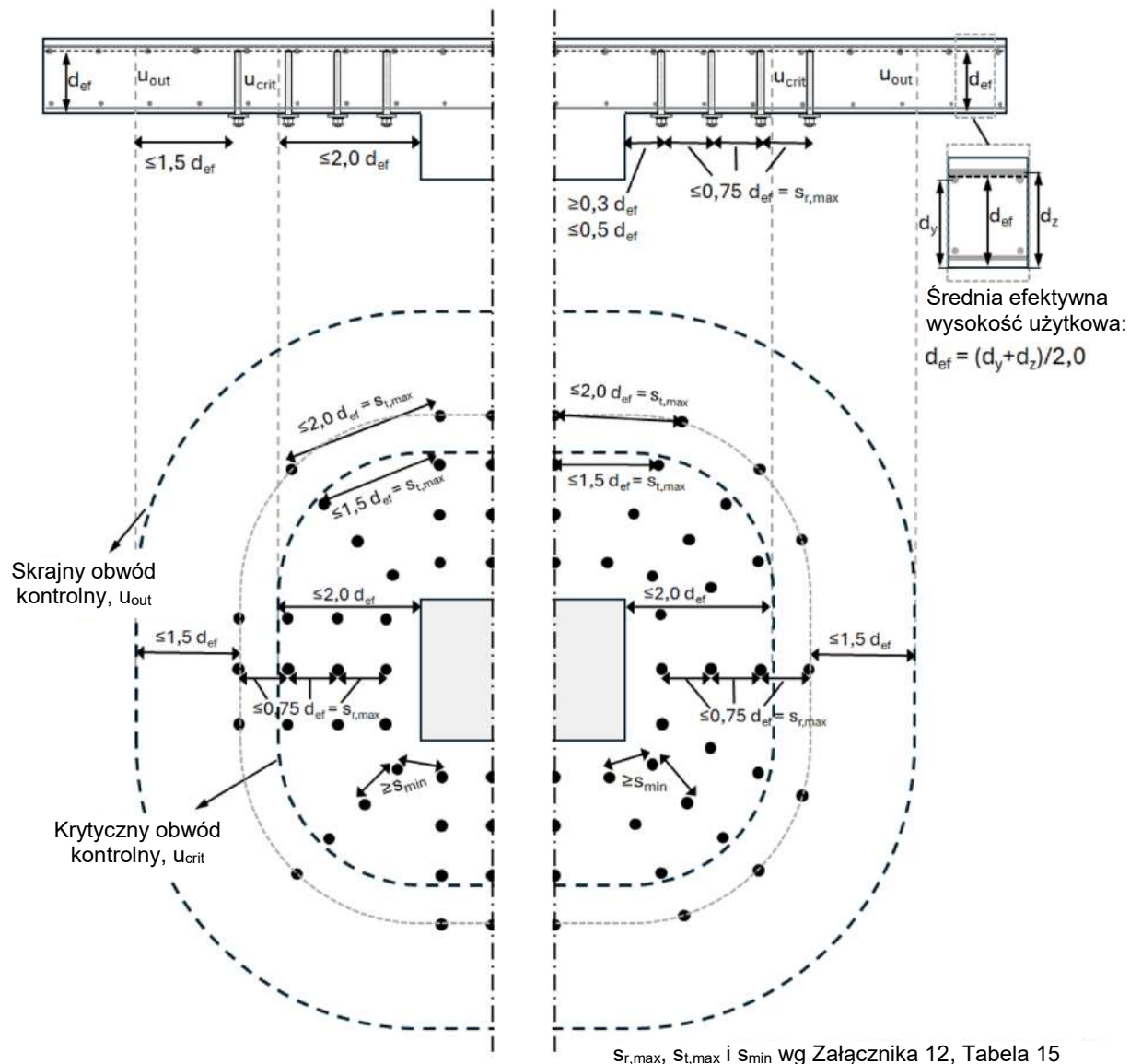
Rysunek 5: Rozmieszczenie zbrojenia na przebiecie ze wskazaniem zasad dotyczących rozstawu zgodnie z DIN EN 1992-1-1 w połączeniu z DIN EN 1992-1-1/NA.

System wzmacniania na przebiecie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Przykład: Słup okrągły

Załącznik 13

Przykład: Rozmieszczenie zbrojenia na przebiecie w przypadku słupa prostokątnego



(a) Alternatywa 1

(b) Alternatywa 2

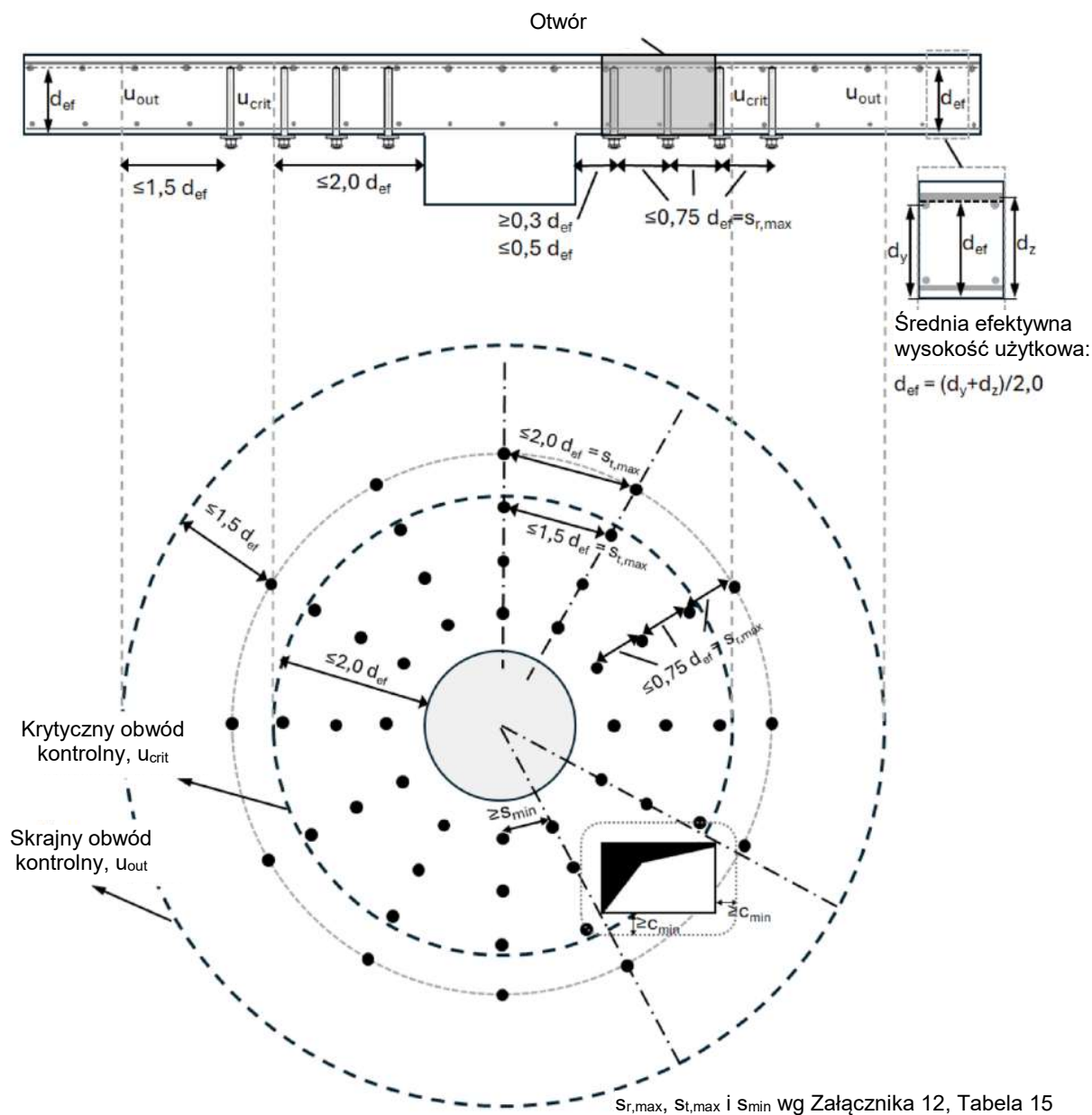
Rysunek 6: Rozmieszczenie zbrojenia na przebiecie ze wskazaniem zasad dotyczących rozstawu zgodnie z DIN EN 1992-1-1 w połączeniu z DIN EN 1992-1-1/NA: (a) Alternatywa 1, i (b) Alternatywa 2.

**System wzmacniania na przebiecie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4**

Przykład: Słup prostokątny

Załącznik 14

Przykład: Rozmieszczenie zbrojenia na przebiecie w przypadku słupa okrągłego z otworem



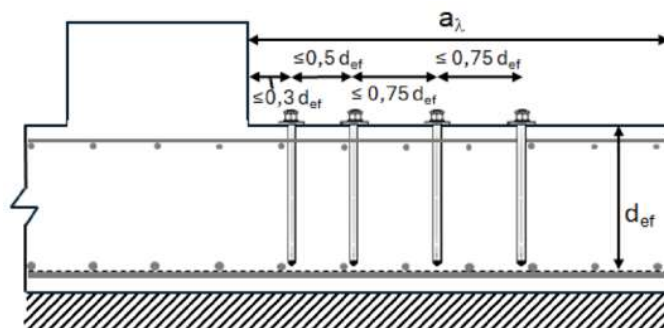
Rysunek 7: Rozmieszczenie zbrojenia na przebiecie z otworem ze wskazaniem zasad dotyczących rozstawu zgodnie z DIN EN 1992-1-1 w połączeniu z DIN EN 1992-1-1/NA.

System wzmacniania na przebiecie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

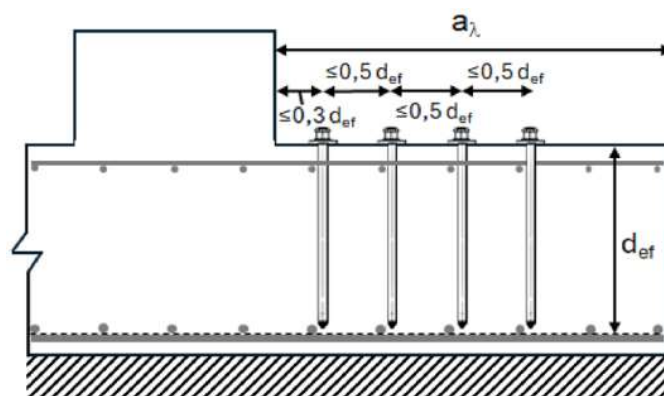
Przykład: Słup okrągły z otworem

Załącznik 15

Przykład: Rozmieszczenie zbrojenia na przebiecie w przypadku fundamentów



(a) Fundament przy $a_\lambda / d_{ef} > 2,0$



(b) Fundament przy $a_\lambda / d_{ef} \leq 2,0$

Rysunek 8: Rozmieszczenie zbrojenia na przebiecie w przypadku fundamentów:

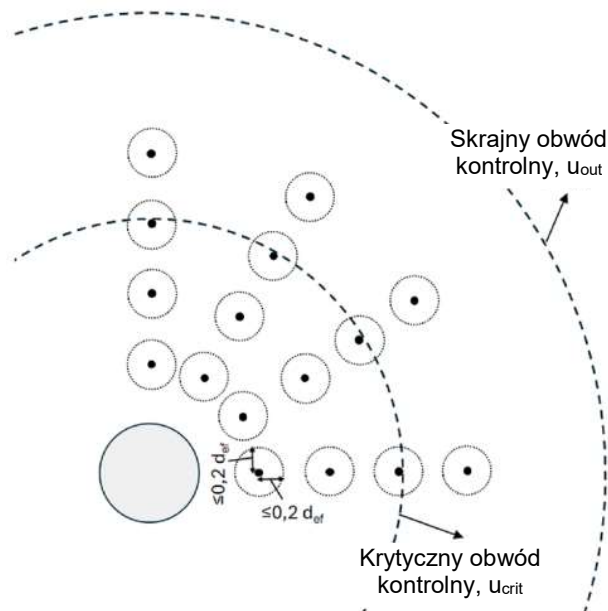
(a) Fundament przy $a_\lambda / d_{ef} > 2,0$, oraz (b) Fundament przy $a_\lambda / d_{ef} \leq 2,0$

System wzmacniania na przebiecie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

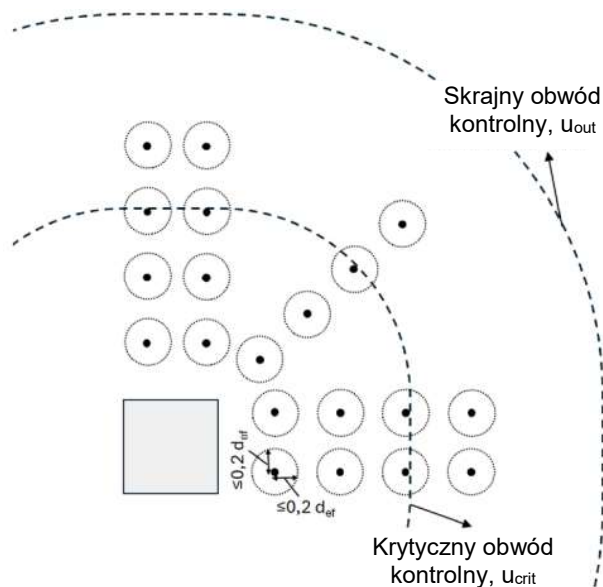
Przykład: Fundament

Załącznik 16

Dopuszczalna tolerancja montażowa w przypadku uderzeń zbrojenia



(a) Słup okrągły



(b) Słup prostokątny

Rysunek 9: Dopuszczalna tolerancja montażowa w przypadku uderzeń zbrojenia: (a) słup okrągły i (b) słup prostokątny.

Uwaga 1: Okręgi kropkowane pokazują tolerancję montażową w stosunku do zaplanowanej pozycji.

Uwaga 2: W docelowych pozycjach montażowych należy przestrzegać wszystkich zasad dotyczących rozstawu zgodnie z Załącznikami 12-16.

System wzmacniania na przebiecie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Tolerancja montażowa

Załącznik 17

Instrukcja montażu

Przepisy dotyczące bezpieczeństwa



Przed użyciem zapoznać się z kartą charakterystyki w celu zagwarantowania właściwego i bezpiecznego postępowania!

Podczas pracy z Hilti HIT-RE 500 V4 nosić odpowiednią odzież ochronną, okulary ochronne i rękawice ochronne.

Ważne: Przestrzegać instrukcji montażu producenta dołączonej do każdego opakowania.



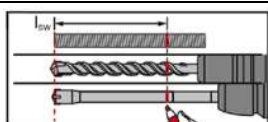
Określić położenie istniejącego zbrojenia (np. za pomocą Hilti System PS 300/ PS 1000) i oznaczyć pozycję otworów.

W przypadku wiercenia diamentowego rdzeniowego element konstrukcyjny musi być sprawdzony ze wszystkich dostępnych stron.

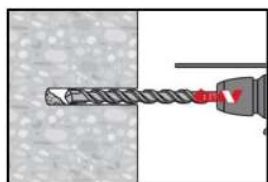
Wiercenie otworów

Niewykorzystane (błędnie wykonane) otwory należy wypełnić żywicą. Wszystkie wymiary podane w tej sekcji należy rozumieć jako odnoszące się do kierunku pionowego – w górę lub w dół.

a) Wiercenie udarowe



Na wiertle należy wykonać oznaczenie głębokości osadzenia (np. przy użyciu taśmy klejącej) → l_{sw} .

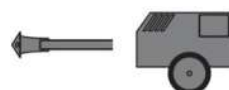


Wywiercić otwór o wymaganej głębokości osadzenia młotowiertarką lub wiertarką pneumatyczną z użyciem wiertła o odpowiedniej średnicy.

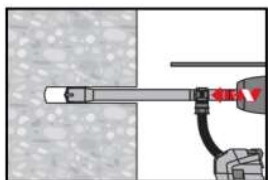
Wiertarka udarowa (HD)



Wiertarka pneumatyczna (CA)



b) Wiercenie udarowe wiertłem rurowym Hilti TE-CD, TE-YD



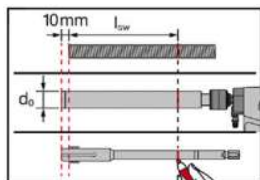
Wywiercić otwór o wymaganej głębokości osadzenia z użyciem wiertła rurowego Hilti TE-CD lub TE-YD podłączonego do odkurzacza zgodnie z wymaganiami podanymi w Tabeli 6 w Załączniku 7. Podczas użycia zgodnie z instrukcją obsługi, system usuwa zwierniny oraz oczyszcza otwór podczas wiercenia. Po zakończeniu wiercenia można przejść do iniekcji żywicy zgodnie z instrukcją montażu.

System wzmacniania na przebiecie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

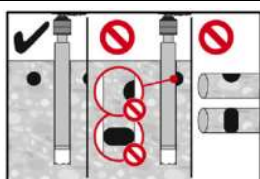
Instrukcja montażu

Załącznik 18

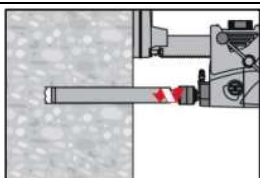
c) Wiercenie diamentowe rdzeniowe z szorstkowaniem przy użyciu narzędzia do szorstkowania Hilti TE-YRT



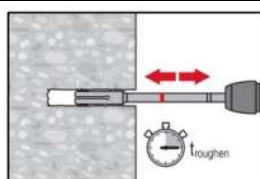
Na wiertle koronowym diamentowym należy wykonać oznaczenie głębokości osadzenia plus 10 mm (np. przy użyciu taśmy klejącej) → $l_{sw} + 10 \text{ mm}$.



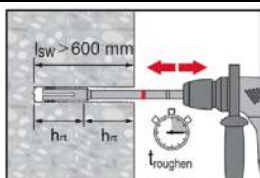
Należy unikać uszkodzenia prętów zbrojeniowych konstrukcji, zwłaszcza podczas wiercenia diamentowego rdzeniowego. Określić położenie istniejących prętów zbrojeniowych na podstawie dokumentów projektowych i sprawdzić dane miejsce za pomocą detektora.
Sprawdzić rdzeń wiertniczy pod kątem obecności zwiercin pochodzących z prętów zbrojeniowych i w razie potrzeby poinformować inżyniera odpowiedzialnego za prace.



Wiercenie techniką diamentową rdzeniową jest dozwolone w przypadku użycia odpowiednich wiertnic diamentowych oraz dopasowanych wiertel koronowych. W przypadku stosowania w połączeniu z narzędziem do szorstkowania Hilti TE-YRT - patrz parametry podane w Tabeli 8 w Załączniku 8 i Tabeli 9 w Załączniku 9.



Przed przystąpieniem do szorstkowania należy usunąć wodę z otworu. Należy zastosować miernik zużycia RTG w celu sprawdzenia, czy narzędzie do szorstkowania nadaje się do użytku. Uszorstnić powierzchnię wywierconego otworu na całej głębokości, biorąc pod uwagę wymaganą głębokość osadzenia l_{sw} . Czas szorstkowania $t_{troughen}$ - patrz Tabela 10 w Załączniku 9.



W przypadku $l_{sw} > 600 \text{ mm}$:

- Aby uniknąć gromadzenia się pyłu w wierconym otworze, szorstkowanie należy wykonywać stopniowo, przy czym maksymalna długość odcinka wynosi 600 mm.
- Pomiędzy poszczególnymi etapami należy przepłukać i przedmuchać zszorstkowany odcinek otworu zgodnie z opisem w Załączniku 21.

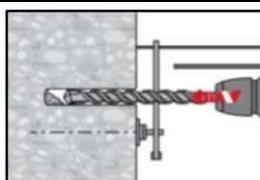
Prowadnica do wiercenia otworów

W przypadku otworów o głębokości $> 20 \text{ cm}$ należy użyć prowadnicy do wiercenia otworów.



Upewnić się, że otwór jest prostopadły do osi podłużnej wzmacnianego elementu betonowego.
Dostępne są różne opcje, np.:

- Prowadnica do wiercenia Hilti HIT-BH
- Listwa lub poziomica
- Kontrola wizualna

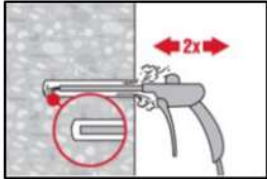
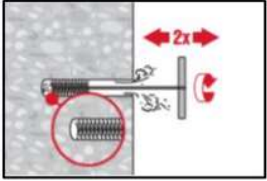
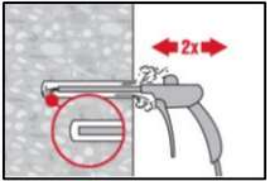
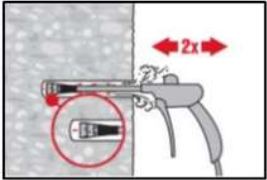
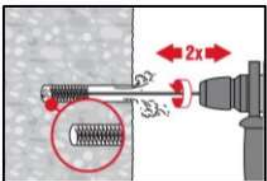
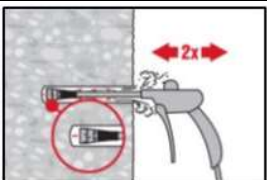


Wiercenie otworu z użyciem prowadnicy do wiercenia Hilti HIT-BH.

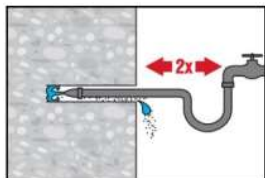
System wzmacniania na przebicie Hilti (HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Instrukcja montażu

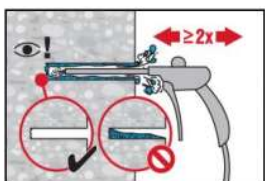
Załącznik 19

Czyszczenie otworów	Bezpośrednio przed osadzeniem pręta wiercony otwór musi być oczyszczony z pyłu i zwiercin. Niewłaściwe oczyszczenie otworu = słaba nośność połączenia.
Czyszczenie sprężonym powietrzem (CAC)	Dla średnicy otworu $d = 12 \text{ mm}$ i głębokości otworu $\leq 250 \text{ mm}$, lub średnicy otworu $d > 12 \text{ mm}$ i głębokości otworu $\leq 20 \cdot d$.
	Przedmuchać dwukrotnie od dna otworu na całej długości przy użyciu bezolejowego sprężonego powietrza (min. 6 bar przy $6 \text{ m}^3/\text{h}$, użyć przedłużki dyszy, jeśli to konieczne) do momentu, gdy wylatujący strumień powietrza nie zawiera pyłu. Wskazówka dotycząca bezpieczeństwa: Nie należy wdychać pyłu betonowego.
	Wyszczotkować dwukrotnie otwór przy użyciu stalowej szczotki Hilti HIT-RB o określonym rozmiarze (patrz Tabela 5 w Załączniku 7) poprzez jej wprowadzenie ruchem okrężnym do dna otworu (użyć przedłużki, jeśli to konieczne) i wyciągnięcie. Szczotka powinna napotykać opór podczas wkładania do otworu ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) - w przeciwnym razie szczotkę o zbyt małej średnicy należy wymienić na szczotkę o większej średnicy.
	Ponownie przedmuchać dwukrotnie od dna otworu na całej długości przy użyciu sprężonego powietrza do momentu, gdy wylatujący strumień powietrza nie zawiera pyłu.
Czyszczenie sprężonym powietrzem (CAC)	Dla średnicy otworu $d = 12 \text{ mm}$ i głębokości otworu $> 250 \text{ mm}$, lub średnicy otworu $d > 12 \text{ mm}$ i głębokości otworu $> 20 \cdot d$.
	Użyć odpowiedniej dyszy powietrznej Hilti HIT-DL (patrz Tabela 5 w Załączniku 7). Przedmuchać dwukrotnie od dna otworu na całej długości przy użyciu bezolejowego sprężonego powietrza do momentu, gdy wylatujący strumień powietrza nie zawiera pyłu. Wskazówka dotycząca bezpieczeństwa: Nie należy wdychać pyłu betonowego.
	Przykręcić okrągłą szczotkę HIT-RB na jednym końcu przedłużki HIT-RBS, tak aby całkowita długość szczotki była wystarczająca do osiągnięcia dna otworu. Drugi koniec przedłużki należy umocować w uchwycie TE-C/TE-Y. Wyszczotkować dwukrotnie otwór przy użyciu stalowej szczotki Hilti HIT-RB o określonym rozmiarze (patrz Tabela 5 w Załączniku 7) poprzez jej wprowadzenie ruchem okrężnym do dna otworu (użyć przedłużki, jeśli to konieczne) i wyciągnięcie. Wskazówka dotycząca bezpieczeństwa: Proces szczotkowania należy rozpocząć ostrożnie. Szczotkowanie należy rozpocząć dopiero po wprowadzeniu szczotki do otworu.
	Użyć odpowiedniej dyszy powietrznej Hilti HIT-DL (patrz Tabela 5 w Załączniku 7). Przedmuchać dwukrotnie od dna otworu na całej długości przy użyciu bezolejowego sprężonego powietrza do momentu, gdy wylatujący strumień powietrza nie zawiera pyłu.
System wzmacniania na przebiecie Hilti (HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4	
Instrukcja montażu	Załącznik 20

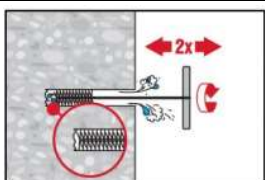
Czyszczenie otworów wywieronych techniką diamentową rdzeniową z szorstkowaniem przy użyciu narzędzia do szorstkowania Hilti TE-YRT.



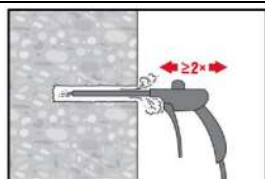
Przepłukać dwukrotnie wywierony otwór poprzez wprowadzenie aż do dna otworu węża z wodą i płukanie do momentu, gdy woda wypływająca z otworu będzie czysta. Normalne ciśnienie z instalacji wodociągowej jest wystarczające. W przypadku $l_{sw} > 600$ mm, etap ten należy powtórzyć dla każdego szorstkowanego odcinka, aż do osiągnięcia l_{sw} .



Przedmuchać dwukrotnie od dna otworu na całej długości przy użyciu bezolejowego sprężonego powietrza (min. 6 bar przy 6 m³/h, użyć przedłużki dyszy, jeśli to konieczne) do momentu, gdy wylatujący strumień powietrza nie zawiera pyłu, a otwór jest suchy. Przed iniekcją żywicy należy całkowicie usunąć wodę z otworu, aż do jego całkowitego wyschnięcia. W przypadku $l_{sw} > 600$ mm, etap ten należy powtórzyć dla każdego szorstkowanego odcinka, aż do osiągnięcia l_{sw} .



Wyszczotkować dwukrotnie otwór przy użyciu stalowej szczotki Hilti HIT-RB o określonym rozmiarze (patrz Tabela 8 w Załączniku 8) poprzez jej wprowadzenie ruchem okrężnym do dna otworu (użyć przedłużki, jeśli to konieczne) i wyciągnięcie. Szczotka powinna napotykać opór podczas wkładania do otworu ($\varnothing$ szczotki $\geq \varnothing$ otworu) - w przeciwnym razie szczotkę o zbyt małej średnicy należy wymienić na szczotkę o większej średnicy.



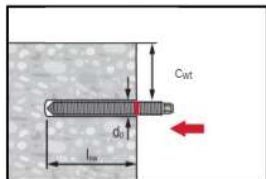
Przedmuchać dwukrotnie od dna otworu na całej długości przy użyciu bezolejowego sprężonego powietrza (min. 6 bar przy 6 m³/h, użyć przedłużki dyszy, jeśli to konieczne) do momentu, gdy wylatujący strumień powietrza nie zawiera pyłu, a otwór jest suchy.

System wzmacniania na przebicie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Instrukcja montażu

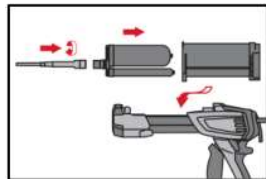
Załącznik 21

Przygotowanie pręta gwintowanego

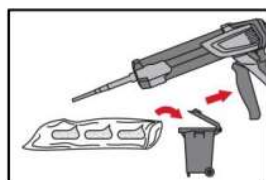


Przed montażem należy upewnić się, że pręt gwintowany jest suchy i wolny od oleju lub innych zanieczyszczeń.
Na pręcie gwintowanym należy wykonać oznaczenie głębokości osadzenia (np. przy użyciu taśmy klejącej) → l_{sw} .
Włożyć pręt gwintowany do otworu, aby zapewnić płynność ruchu i dokładną głębokość osadzenia l_{sw} .

Przygotowanie iniekcji żywicy



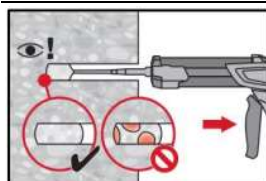
Należy dokładnie zamocować mieszacz statyczny Hilti HIT-RE-M do ładunku foliowego. Nie wprowadzać żadnych zmian w mieszaczu.
Przestrzegać instrukcji obsługi dozownika.
Sprawdzić, czy kasetka na ładunek foliowy i ładunek foliowy działają prawidłowo.
Wprowadzić ładunek foliowy do kasety oraz umieścić kasetę w dozowniku.



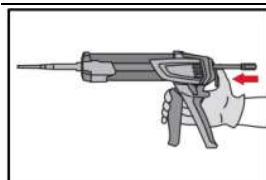
Ładunek foliowy otwiera się automatycznie po rozpoczęciu dozowania. Nie stosować do montażu początkowej porcji żywicy. Ilości początkowej porcji żywicy, jakie należy odrzucić w zależności od objętości ładunku foliowego:
3 naciśnięcia spustu dozownika dla ładunku foliowego 330 ml,
4 naciśnięcia spustu dozownika dla ładunku foliowego 500 ml,
65 ml dla ładunku foliowego 1400 ml.
Minimalna temperatura ładunku foliowego wynosi 5°C.

Dozować żywicę od dna otworu w sposób pozwalający uniknąć tworzenia się pęcherzyków powietrza.

Metoda iniekcji dla otworów o głębokości ≤ 250 mm (nie dotyczy zastosowań „nad głową”)



Należy dozować żywicę rozpoczynając od dna otworu, powoli wycofując mieszacz po każdym naciśnięciu spustu dozownika.
Wypełnić około 2/3 otworu. Po osadzeniu elementu mocującego pierścieniowa szczelina musi być w całości wypełniona żywicą.



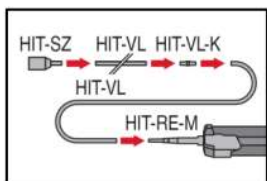
Po zakończeniu iniekcji należy zwolnić nacisk tłoka dozownika poprzez naciśnięcie spustu dźwigni. Zapobiegnie to dalszemu wypływowi żywicy z mieszacza.

System wzmacniania na przebicie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Instrukcja montażu

Załącznik 22

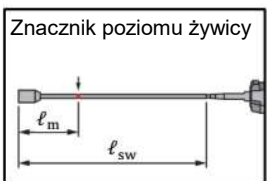
Metoda iniekcji dla otworów o głębokości > 250 mm lub przy zastosowaniach „nad głową”



Zmontować mieszacz HIT-RE-M, przedłużkę (przedłużki) oraz końcówki iniekcyjne HIT-SZ (patrz Tabela 5 i Tabela 6 w Załączniku 7).

W celu połączenia kilku przedłużek należy zastosować złączkę typu HIT-VL-K. Dozwolone jest zastępcze zastosowanie elastycznych rurek lub połączenie obu elementów.

Połączenie końcówek iniekcyjnych HIT-SZ z przedłużką HIT-VL 16 oraz z rurką HIT-YL 16 ułatwia właściwą iniekcję.



Znacznik poziomu żywicy

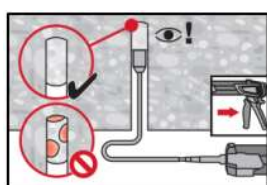
Należy wykonać oznaczenie wymaganego poziomu żywicy l_m oraz głębokości osadzenia l_{sw} , np. przy użyciu taśmy klejącej lub ołówka.

Szacunkowy poziom:

$$l_m = l_{sw} / 3$$

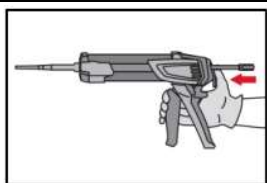
Dokładny wzór na wyznaczenie optymalnej objętości żywicy:

$$l_m = l_{sw} (1,2 (d^2 / d_o^2) - 0,2)$$



Dla montażu „nad głową” iniekcja żywicy jest możliwa wyłącznie przy użyciu przedłużek oraz końcówek iniekcyjnych.

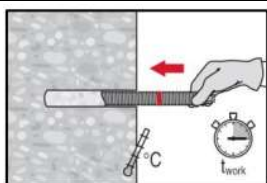
Użyć mieszacza HIT-RE-M, przedłużek oraz końcówek iniekcyjnych Hilti HIT-SZ o odpowiednim rozmiarze (patrz Tabela 5 i Tabela 6 w Załączniku 7). Wprowadzić końcówkę iniekcyjną do dna otworu i rozpocząć dozowanie żywicy. W trakcie iniekcji końcówka iniekcyjna będzie w naturalny sposób wypychana z otworu przez ciśnienie dozowanej żywicy.



Po zakończeniu iniekcji należy zwolnić nacisk tłoka dozownika poprzez naciśnięcie spustu dźwigni. Zapobiegnie to dalszemu wypływowi żywicy z mieszacza.

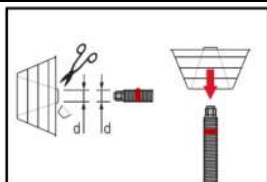
Osadzanie pręta gwintowanego

Przed montażem należy upewnić się, że pręt gwintowany jest suchy i wolny od oleju lub innych zanieczyszczeń.

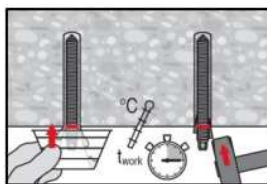


Aby ułatwić montaż, należy włożyć pręt gwintowany w wypełniony otwór obracając go aż do momentu, gdy znacznik głębokości osadzenia zrówna się z poziomem powierzchni betonu.

Przestrzegać czasu roboczego t_{work} (patrz Tabela 12 w Załączniku 10), który różni się w zależności od temperatury materiału podłoża. W trakcie upływu czasu roboczego można dokonać nieznacznych korekt położenia pręta gwintowanego.



W trakcie osadzania pręta gwintowanego żywica może wyciekać z otworu. Do zebrania nadmiaru żywicy może posłużyć podkładka chroniąca przed ociekaniem HIT-OHC.



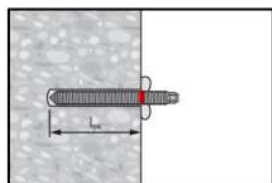
Należy podeprzeć pręt gwintowany i zabezpieczyć go przed wypadnięciem do czasu aż żywica zacznie twardnieć, np. przy użyciu klinów HIT-OHW.

Przestrzegać czasu roboczego t_{work} (patrz Tabela 12 w Załączniku 10), który różni się w zależności od temperatury materiału podłoża. W trakcie upływu czasu roboczego można dokonać nieznacznych korekt położenia pręta gwintowanego.

System wzmacniania na przebicie Hilti (HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Instrukcja montażu

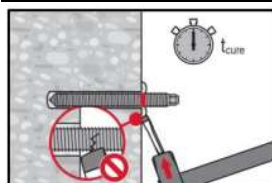
Załącznik 23



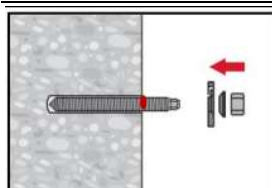
Po montażu pręta gwintowanego przestrzeń pierścieniowa musi być całkowicie wypełniona żywicą.

Cechy prawidłowego montażu:

- Wymagana głębokość osadzenia l_{sw} jest osiągana, gdy znacznik głębokości osadzenia zrówna się z poziomem powierzchni betonu.
- Nadmiar żywicy wypływa z otworu po całkowitym osadzeniu pręta gwintowanego, gdy znacznik głębokości osadzenia zrówna się z poziomem powierzchni betonu.

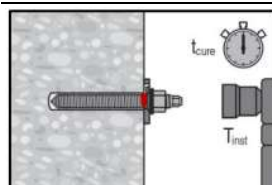


Po upływie czasu utwardzania t_{cure} (patrz Tabela 12 w Załączniku 10) usunąć nadmiar żywicy.



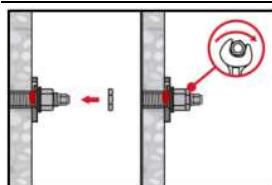
Upewnić się, że powierzchnia betonu jest równa, aby zapewnić równomierne przenoszenie siły między płytą kotwiącą a betonem.

Użyć zestawu wypełniającego Hilti z nakrętką standardową. Należy pamiętać o prawidłowym ustawieniu podkładki iniekcyjnej i podkładki sferycznej.

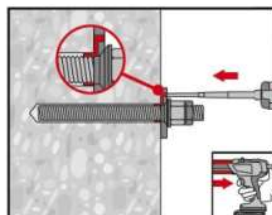


Po upływie wymaganego czasu utwardzania t_{cure} (patrz Tabela 12 w Załączniku 10), wklejane zbrojenie na przebicie wpływa na nośność elementu konstrukcyjnego na ścinanie z wydajnością podaną w Załączniku 11.

Stosowany moment dokręcający nie może przekraczać maksymalnych wartości T_{inst} podanych w Tabeli 3 w Załączniku 6.



Montaż nakrętki kontrolującej. Dokręcić o $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{2}$ obrotu.



Opcjonalnie: Wypełnić przestrzeń pierścieniową przy użyciu 1-3 porcji żywicy iniekcyjnej Hilti HIT.

System wzmacniania na przebicie Hilti
(HIT- Punching shear strengthening) z HIT- RE 500 V4

Instrukcja montażu

Załącznik 24