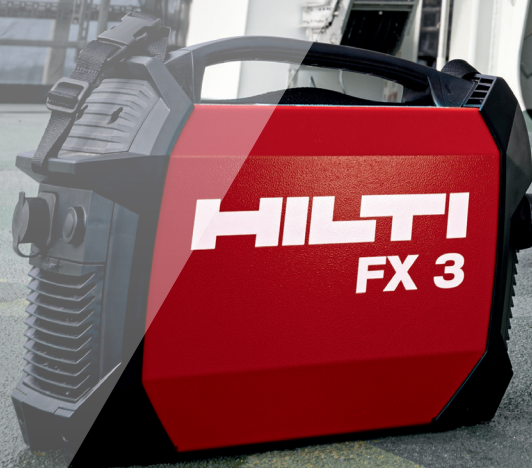




# BEZPRZEWODOWA ZGRZEWARKA KOŁKÓW FIRMY HILTI

Podręcznik techniczny



maj 2023 r.



## SPIS TREŚCI

<b>Przedmowa</b>	<b>4</b>
<b>1 Wprowadzenie</b>	<b>5</b>
<b>2 Informacje o zastosowaniu</b>	<b>6</b>
2.1 Zastosowania	6
<b>3 Technologia bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)</b>	<b>7</b>
3.1 Sprzęt do bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)	7
3.2 Przygotowanie powierzchni do bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)	11
3.3 Proces bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)	13
3.4 Parametry bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)	14
3.5 Regulacja energii w bezprzewodowym zgrzewaniu kołków (CSF)	15
3.6 Sterowanie łukiem magnetycznym podczas bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)	16
3.7 Ochrona bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)	16
3.8 Wskaźnik funkcji zgrzewania (AFI)	17
<b>4 Opis kołka F-BT</b>	<b>18</b>
4.1 Oznaczenie kołka	18
4.2 Zasady projektowania kołków	19
4.3 Rekomendacja kołków	20
4.4 Odporność na korozję i trwałość dzięki uszczelnieniu	22
4.5 Wymagania dotyczące ochrony przed korozją	23
4.6 Rodzaje obciążeń konstrukcyjnych	24
<b>5 Dane techniczne F-BT-MR SN</b>	<b>25</b>
5.1 Specyfikacja kołka	25
5.2 Rekomendacja zastosowania	28
5.2.1 Obszar zastosowania	28
5.2.2 Materiał mocowany	28
5.2.3 Materiał podłoża	29
5.3 Dane dotyczące nośności	30
5.4 Zalecenia dotyczące instalacji	33
5.4.1 Montaż kołków	33
5.4.2 Kontrola montażu podkładki uszczelniającej	33
5.4.3 Moment dokręcający przy montażu	33
<b>6 Dane techniczne F-BT-MR</b>	<b>34</b>
6.1 Specyfikacja kołka	34
6.2 Rekomendacja zastosowania	35
6.2.1 Obszar zastosowania	35
6.2.2 Materiał mocowany	35
6.2.3 Materiał podłoża	36
6.3 Dane dotyczące nośności	37
6.4 Zalecenia dotyczące instalacji	39
6.4.1 Montaż kołków	39
6.4.2 Moment dokręcający przy montażu	39

<b>7</b>	<b>Koncepcja projektowania</b>	<b>40</b>
7.1	Metoda współczynnika częściowego	40
7.2	Koncepcja obciążenia roboczego	40
7.3	Kombinacja obciążeń	41
<b>8</b>	<b>Bezprzewodowe zgrzewanie kołków (CSF) zgodne z normą EN ISO 14555</b>	<b>42</b>
8.1	Kwalifikacja procedury zgrzewania (WPQ - Welding Procedure Qualification)	43
8.1.1	Wstępna specyfikacja procedury zgrzewania (pWPS)	43
8.1.2	Test kwalifikacji procedury zgrzewania (WPQT - Welding procedure qualification test)	44
8.1.3	Dokumentacja kwalifikacji procedury zgrzewania (WPQR - Welding Procedure Qualification Record)	44
8.1.4	Specyfikacja kwalifikowanej procedury zgrzewania (WPS)	44
8.1.5	Warunki związane z materiałem podłoża	45
8.1.6	Warunki związane z materiałem kołka	46
8.1.7	Warunki związane z pozycjami zgrzewania	46
8.2	Kontrola procesu	47
8.2.1	Test produkcyjny	47
8.2.2	Uproszczony test produkcyjny	48
8.2.3	Nadzór produkcji	48
8.3	Personel odpowiedzialny za bezprzewodowe zgrzewanie kołków (CSF)	49
8.3.1	Personel odpowiedzialny za kontrolę	49
8.3.2	Przegląd techniczny	49
8.3.3	Dokumentacja kontroli	49
8.3.4	Operatorzy	50
8.4	Szczegółowe informacje na temat badania wizualnego i fizycznego	50
8.4.1	Badania niszczące (DT) — próba na zginanie	50
8.4.2	Badania niszczące (DT) — próba na wytrzymałość na rozciąganie	51
8.4.3	Badanie nieniszczące (NDT) — próba na wytrzymałość na rozciąganie (HAT 28-FX)	51
8.5	Raporty techniczne	52
8.5.1	WPQR, badania makro i pomiary twardości	52
8.5.2	Próby na wytrzymałość na rozciąganie	52
8.5.3	Badania wytrzymałości na ścinanie	53
8.6	Terminy i definicje	54
8.7	Skróty	55
<b>9</b>	<b>KONKRETNE ASPEKTY NOŚNOŚCI</b>	<b>56</b>
9.1	Ogólne	56
9.2	Wpływ kołków F-BT na wytrzymałość zmęczeniową materiału podłoża	56
<b>10</b>	<b>Program bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)</b>	<b>58</b>
10.1	Sprzęt do przygotowania powierzchni	58
10.2	Sprzęt do zgrzewania kołków	58
10.3	Sprzęt instalacyjny	59
10.4	Kołki	59
10.5	Płyta montażowa	60
10.6	Sprzęt testowy	60
<b>11</b>	<b>Piśmiennictwo</b>	<b>61</b>

## PRZEDMOWA

### PRZEDMOWA

Firma Hilti inwestuje w technologię w celu wspierania i dalszego zwiększania produktywności branży budowlanej. Rozwiązanie do bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF - Cordless Stud Fusion) firmy Hilti to w pełni bezprzewodowy system z wbudowanymi kontrolami procesów, umożliwiający konsekwentne i bezpieczne instalowanie wysokiej jakości kołków zgrzewanych.

Cele niniejszej instrukcji technicznej są następujące:

- Wprowadzenie do systemu i technologii CSF
- Udzielenie wskazówek w celu zapewnienia jakości przygotowania powierzchni
- Przedstawienie wytycznych w celu zapewnienia jakości zgrzewania kołków
- Podanie specyfikacji technicznych i danych dotyczących obciążenia kołków F-BT
- Dostarczenie wskazówek dotyczących wdrażania CSF w miejscach zastosowania

Niniejsza instrukcja techniczna dotyczy zgrzewania metalowych kołków poddanych obciążeniom statycznym. Zawiera wymagania i zalecenia dotyczące zgrzewania kołków, w tym przygotowanie, instalację, specyfikację produktu, specyfikację i kwalifikację procedury zgrzewania, kontrolę procesu i testowanie kwalifikacji operatorów.

Niniejsza instrukcja zawiera wytyczne dotyczące projektowania, kwalifikacji i instalacji specyficzne dla danego projektu, zgodnie z poniższymi normami zgrzewania, jednak zastosowanie metody CSF nie jest ograniczone wyłącznie do tych norm:

- EN ISO 14555 [5]
- AWS D1.6/D1.6M [14]

Materiały podłoża omówione w niniejszym podręczniku technicznym są następującymi znormalizowanymi materiałami:

- 1.1 i 1.2 zgodnie z CEN ISO/TR 15608 [8]
- ASTM A36 i ASTM A752 klasa 50 zgodnie z AWS B2.1 [12]

Materiały podłoża, które nie zostały określone w normie wskazanej powyżej, mogą być wykorzystane pod warunkiem spełnienia jednego z następujących wymogów:

- Testowanie materiałów podłoża w celu określenia zgodności z wymienionymi gatunkami stali.
- Porównywanie certyfikatów z testów materiału podłoża w celu określenia zgodności z gatunkami stali o ustalonej specyfikacji.

Niniejszy podręcznik techniczny jest przeznaczony do stosowania we wszystkich dziedzinach przemysłu wytwórczego.



## 1 WPROWADZENIE

Inżynierowie, producenci, wykonawcy i szereg innych profesjonalistów korzysta ze zgrzewania kołków do mocowania kołków do stali o różnych specyfikacjach i grubościach.

Proces bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF) jest klasyfikowany jako proces zgrzewania łukiem ciągnionym z gazem osłonowym (proces zgrzewania 783 zgodnie z normą EN ISO 14555). Proces zgrzewania kołków łukiem ciągnionym wymaga zastosowania źródła zasilania do zgrzewania w celu utworzenia łuku elektrycznego wzdłuż obwodu utworzonego między kołkiem a materiałem podłoża. Łuk elektryczny przemieszcza się między dwoma materiałami przez szczelinę powietrzną, wytwarzając intensywne, skoncentrowane ciepło wykorzystywane do topienia podstawy kołka i małego obszaru materiału podłoża. Po odpowiednim stopieniu materiałów kołek jest zanurzany w stopionym obszarze i utrzymywany na miejscu, do czasu aż metale scalają się w celu utworzenia połączenia zgrzewanego.

Synchronizacja, napięcie, prąd, zagłębienie i inne aspekty procesu zgrzewania są w pełni kontrolowane przez system CSF, a zasilanie wyłącza się automatycznie, co eliminuje konieczność precyzyjnego dostrojenia przez operatora.

Zalety bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF):

- Kompaktowy i przenośny system, bez konieczności stosowania zewnętrznego źródła zasilania
- Narzędzie ręczne bez regulacji i w pełni zautomatyzowany proces zgrzewania
- Spójny i pozbawiony iskier proces
- Bezpieczny gaz osłonowy
- Łatwy do opanowania proces zgrzewania
- Nie jest wymagane użycie osłony

Kody i standardy zgrzewania odnoszą się do wszystkich aspektów projektowania i wytwarzania elementów zgrzewanych, w tym kwalifikacji procedur zgrzewania, metod testowania, kontroli procesu i kwalifikacji operatora.

Dlatego należy zrozumieć wymagania odpowiednich przepisów i norm w zakresie zgrzewania, aby zapewnić skuteczne i bezpieczne zgrzewanie kołków. Niniejsza instrukcja techniczna zawiera wskazówki dotyczące tych standardów.

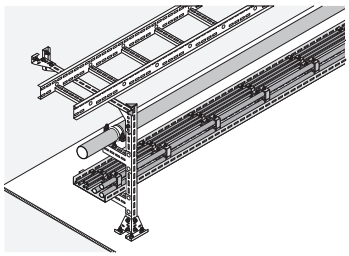
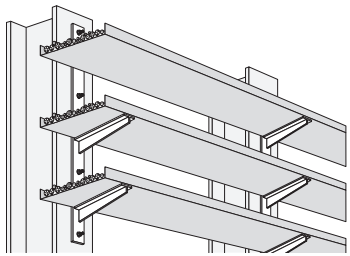
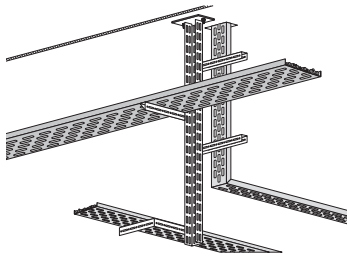
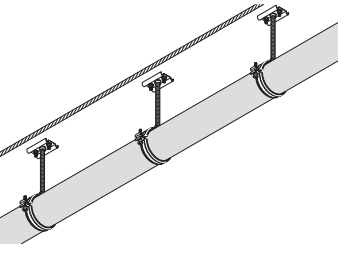
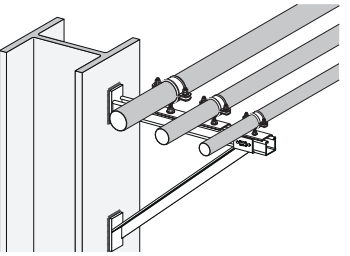
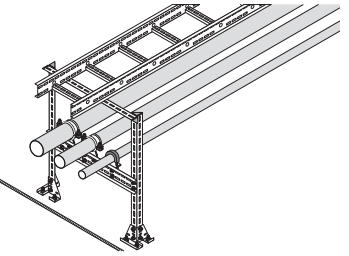
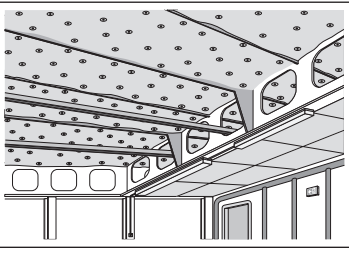
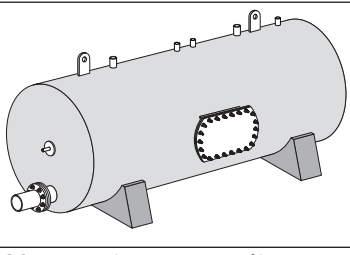
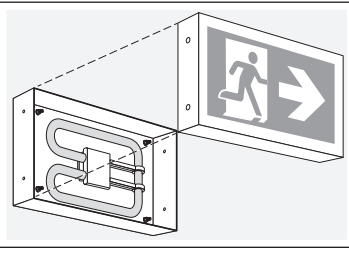
## 2 INFORMACJE O ZASTOSOWANIU

Celem bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF) jest przymocowanie kołków do obrabianych przedmiotów wykonanych ze stali konstrukcyjnej. Nowoczesna technologia mocowania odgrywa coraz większą rolę w budownictwie stoczniowym, na lądzie i morzu, w nowoczesnym przemyśle budowlanym i mechanice konstrukcji na całym świecie. Urządzenie do bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF) jest stosowane między innymi w następujących grupach zastosowań:

- Konstrukcje wsporcze wielobranżowe
- Zgrzewane konsole koryt kablowych
- Modułowe konstrukcje wsporcze koryt kablowych
- Indywidualne konstrukcje wsporcze
- Zgrzewane konstrukcje wsporcze korytek do prowadzenia rur
- Modułowe konstrukcje wsporcze do rur
- Sufity podwieszane
- Mocowanie sprzętu
- Mocowania w przemyśle okrętowym

### 2.1 Zastosowania

Przykładowe typy instalacji w grupach zastosowań to instalacje w zakresie rurociągów i przewodów elektrycznych, instalacje sterowania, instalacje w zakresie urządzeń i instalacje telekomunikacyjne. Mocowania stosowane są w przemyśle okrętowym najczęściej do sufitów podwieszanych, wyposażenia i kratki inspekcyjnych. Rysunek 2.1-1 przedstawia różne przykłady zastosowań.

Zastosowania		
		
Konstrukcje wsporcze wielobranżowe	Zgrzewane konsole koryt kablowych	Modułowe konstrukcje wsporcze koryt kablowych
		
Indywidualne konstrukcje wsporcze	Zgrzewane konstrukcje wsporcze korytek do prowadzenia rur	Modułowe konstrukcje wsporcze do rur
		
Sufity podwieszane	Mocowania w przemyśle okrętowym	Mocowanie sprzętu

Rysunek 2.1-1: Zastosowania



## 3 TECHNOLOGIA BEZPRZEWODOWEGO ZGRZEWANIA KOŁKÓW (CSF)

W tej części przedstawiono przegląd technologii bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF).

### 3.1 Sprzęt do bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)

W tej części przedstawiono przegląd sprzętu do bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF). Została ona podzielona w następujący sposób:

- Sprzęt do przygotowania powierzchni
- Sprzęt do zgrzewania kołków
- Sprzęt instalacyjny
- Sprzęt testowy

Producent powinien zapewnić prawidłowe działanie sprzętu do bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF). Podczas produkcji należy przeprowadzać kontrolę działania w ustalonych odstępach czasu. Przewody, elementy łączące, prowadnice mechaniczne i mocowania oraz uchwyty kołków powinny być regularnie sprawdzane i wymieniane w przypadku nadmiernego zużycia lub uszkodzenia.

#### Sprzęt do przygotowania powierzchni



- Akumulatorowa wkrętarko-wiertarka: SF 8M-22
- Zaleca się trzymanie wiertarki drugą ręką z tyłu obudowy.



- Akumulatorowa wkrętarko-wiertarka udarowa: SF 6H-22
- Zaleca się trzymanie wiertarki drugą ręką z tyłu obudowy.



- Narzędzie do przygotowania powierzchni FX 3-ST d14
- Czarna stal ze zgorzeliną
  - Spawalna powłoka o maksymalnej grubości powłoki: 25 µm



- Narzędzie do przygotowania powierzchni FX 3-ST d20
- Niespawalna powłoka gruntowa
  - Powłoka HDG
  - Powłoka wielowarstwowa
  - Maksymalna grubość powłoki: 1000 µm

Rysunek 3.1-1: Sprzęt do przygotowania powierzchni

### Sprzęt do zgrzewania kołków



Bezprzewodowe urządzenie do zgrzewania kołków FX 3-A

- Zasilanie akumulatorowe
- W pełni automatyczne
- Bezprzewodowe urządzenie do zgrzewania kołków z prostym dotykowym panelem sterowania
- Na podstawie wybranego kodu zgrzewania H1, H2, H3 lub H10 ustawiane są wszystkie parametry zgrzewania



Prosty dotykowy panel sterowania

- Parametry elektryczne i mechaniczne procesu są wstępnie ustawiane na podstawie wybranego kodu H
- Wymagany kod H jest wytłoczony na każdym kołku



Pojemnik z gazem FX 3-GC do stosowania w urządzeniu do bezprzewodowego zgrzewania kołków

- Gaz osłonowy (SG): ISO 14175 — M21 — ArC-18:
  - 82% Ar (CAS 7440-37-1)
  - 18% CO<sub>2</sub> (CAS 124-38-9)



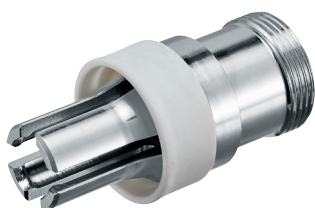
Urządzenie ręczne do zgrzewania kołków FX 3-HT

- Wszystkie kołki można zgrzewać za pomocą tego samego narzędzia ręcznego
- Uchwyt kołka jest zmieniany w celu regulacji średnicy kołka
- Automatyczna regulacja długości kołka



Uchwyt kołka

- X-SH F3 M6-1/4"



Uchwyt kołka

- X-SH F3 M8-5/16"

Rysunek 3.1-2: Sprzęt do zgrzewania kołków — część I



**Sprzęt do zgrzewania kołków**



- Uchwyt kołka
- X-SH F3 M10-3/8"



- Uchwyt kołka
- X-SH F3 M12-1/4"



- Podpora do X-SL F3
- Podpora do zgrzewania prostopadłego



- Ładowarka C 53
- Ładowanie urządzenia do bezprzewodowego zgrzewania kołków
  - Dostępny jest przycisk szybkiego ładowania



- Przewód uziemiający X-GC F3
- Zamknięcie obwodu elektrycznego



- Magnetyczny zacisk uziemiający X-MC F3
- Zamknięcie obwodu elektrycznego



- Narzędzie do wymiany uchwytu kołków X-SHT F3
- Należy go używać do wymiany uchwytu kołka

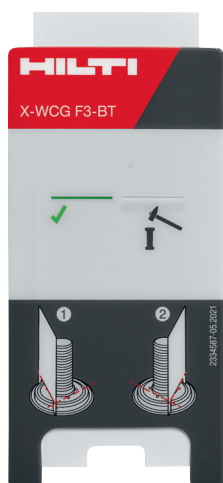
Rysunek 3.1-3: Sprzęt do zgrzewania kołków – część II

### Sprzęt instalacyjny



Narzędzie do osadzania podkładki uszczelniającej X-WST F3-BT

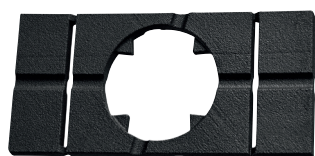
- Narzędzie do osadzania z różnymi adapterami może być używane do kołków metrycznych (M6, M8, M10, M12) i w angielskich jednostkach miary (3/8", 1/2").
  - M6: zielony
  - M8: żółty
  - M10/ 3/8": czerwony
  - M12/ 1/2": niebieski



Karta kontrolna X-WCG F3-BT

Rysunek 3.1-4: Sprzęt instalacyjny

### Płyta montażowa



Płyty montażowe są dostępne jako opcjonalna pomoc w przekazaniu obciążenia z kołków F-BT-MR SN z podkładkami uszczelniającymi. Płyta jest instalowana w podstawie kołka wokół podkładki, aby zapewnić równomierną powierzchnię pod mocowanym elementem. Pomaga to przenieść obciążenia na podstawę lub materiał podłoża.

Rysunek 3.1-5: Płyta montażowa

### Urządzenia pomiarowe i testowe



Opisany produkt to specjalistyczny system do testowania kołków. Składa się z mechanicznego siłownika śrubowego przechodzącego przez hydrauliczny cylinder, które bezpośrednio mierzy obciążenie przyłożone do kołka.

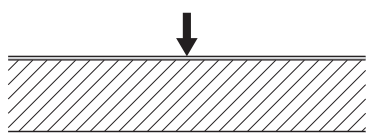
Rysunek 3.1-6: Urządzenia pomiarowe i testowe



### 3.2 Przygotowanie powierzchni do bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)

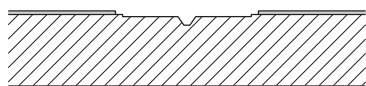
Przygotowanie powierzchni przed połączeniem jest obowiązkowym krokiem w celu zapewnienia integralności połączenia zgrzewanego. Należy się upewnić, że powierzchnia materiału podłoża jest czysta, wolna od kamienia i powłok, sucha i wolna od materiałów organicznych. Proces przygotowania powierzchni nie tylko czyści stal, ale ponadto zapewnia odpowiedni profil powierzchni, aby osiągnąć akceptowalne wyniki zgrzewania. Aby zapewnić niezawodną wydajność zgrzewania w przypadku różnych powłok i powierzchni stalowych, powierzchnia zgrzewania musi być przygotowywana przy użyciu zalecanych narzędzi do przygotowania powierzchni firmy Hilti. W tej części opisano etapy przygotowania powierzchni, wybór narzędzi do przygotowania powierzchni oraz wytyczne dotyczące kontroli powierzchni w przypadku różnych typów powłok materiału podłoża.

#### Przygotowanie powierzchni



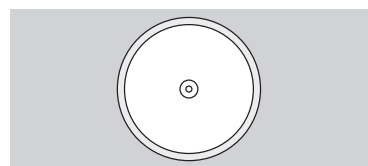
Oznacz lokalizację kołka

- Użyj punktaka, aby oznaczyć położenie kołka






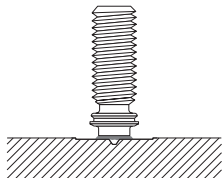
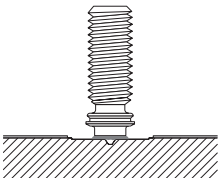
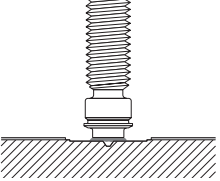
Przygotuj powierzchnię

- Powlekany materiał podłoża: usuń powłokę
- Niepowlekany materiał podłoża: usuń rdzę, brud i zanieczyszczenia
- Użyj narzędzia do wiercenia SF 8M-22 lub SF6(H)-22
- Ustaw wiertarko-wkrętarke bezprzewodową na odpowiednią prędkość
- Wybierz bieg zgodnie z instrukcją użycia / instrukcją obsługi:
  - SF 8M-22: bieg 3 (1440 obr./min)
  - SF 6H-22: bieg 2 (2000 obr./min)
- Włóż zalecane narzędzie do przygotowania powierzchni odpowiednie do materiału podłoża, na podstawie rysunku 3.1-2 poniżej
- Brak kroku — przygotuj powierzchnię zgodnie z instrukcją użycia



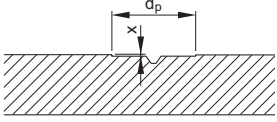
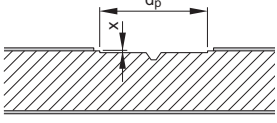
Rysunek 3.2-1: Przygotowanie powierzchni

Rysunek 3.2-2 przedstawia zalecenia dot. narzędzia do przygotowania powierzchni w przypadku różnych materiałów podłoża, typów i grubości powłok z przypisaniem do odpowiednich kołków.

<b>Zalecenia dotyczące narzędzi do przygotowania powierzchni</b>			
Narzędzie do przygotowania powierzchni	FX 3-ST d14 	FX 3-ST d20 	FX 3-ST d20 
Powłoka materiału podłoża	Typ I Spawalna powłoka Czarna stal ze zgorzeliną	Typ II Niespawalna powłoka Powłoka HDG Powłoka duplex Powłoka wielowarstwowa	Typ II Niespawalna powłoka gruntowa Powłoka HDG Powłoka duplex Powłoka wielowarstwowa
Grubość powłoki materiału podłoża	$t_c \leq 25 \mu\text{m}$	$t_c \leq 1000 \mu\text{m}$	$t_c \leq 1000 \mu\text{m}$
			
Typ kołka	F-BT-MR	F-BT-MR	F-BT-MR SN

**Rysunek 3.2-2: Zalecenia dotyczące narzędzi do przygotowania powierzchni**

Oczyszczony obszar zgrzewania należy sprawdzić pod kątem odpowiedniego przygotowania powierzchni. Zalecaną głębokość przygotowania powierzchni podano na rysunku 3.2-3.

<b>Zalecenia dotyczące przygotowania powierzchni</b>					
<b>Powłoka materiału podłoża typu I</b>		Oznaczenie	Średnica przygotowanej powierzchni	Zalecana głębokość przygotowania powierzchni	
			$d_p$	x	
		Rozmiar w systemie metrycznym			
		FX 3-ST d14	14 mm	0,2 mm	
		Rozmiar w systemie angielskim			
FX 3-ST d14	0,551"	0,008"			
<b>Powłoka materiału podłoża typu II</b>		Oznaczenie	Średnica przygotowanej powierzchni	Wysokość połyskującego pierścienia	
			$d_p$	x	
		Rozmiar w systemie metrycznym			
		FX 3-ST d20	20 mm	0,2 mm	
		Rozmiar w systemie angielskim			
FX 3-ST d20	0,787"	0,008"			

**Rysunek 3.2-3: Zalecenia dotyczące przygotowania powierzchni**

Głębokość powierzchni jest o 0,2 mm mniejsza niż połyskujący pierścień. Przygotowana powierzchnia powinna być błyszcząca i wypolerowana. Szczegółowa kontrola została opisana w następujących dokumentach technicznych: Katalog badań wizualnych Hilti F-BT [10] oraz Instrukcje użycia (IFU).

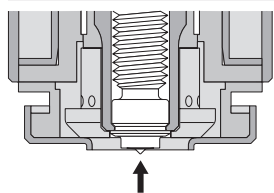


### 3.3 Proces bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)

CFR jest techniką łuku ciągniętego (783), w której kołek jest zgrzewany do stalowego materiału nadrzędnego poprzez ogrzewanie obu części za pomocą łuku. W procesie tym stosowany jest gaz osłonowy.

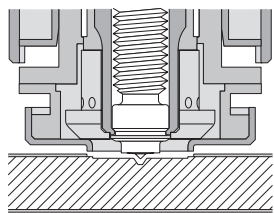
#### Zgrzewarka do kołków

- Łatwa i ergonomiczna obsługa.
- W pełni sterowane komputerowo i zautomatyzowane bezprzewodowe urządzenie do zgrzewania kołków.
- Możliwość wymiany uchwytu kołka pozwala na zastosowanie jednego narzędzia ręcznego do różnych rozmiarów kołków.



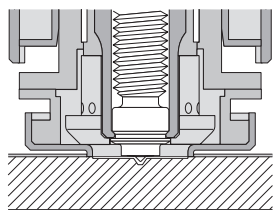
#### Przygotowanie do zgrzewania kołka

- Zidentyfikuj kod H kołka.
- Dostosuj parametry narzędzia, wybierając kod zgrzewania (kod H).
- Wciśnij kołek do przedniej części narzędzia, aż wyraźnie zatrzaśnie się na miejscu.

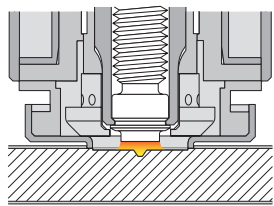


#### Umieszczanie kołka

- Umieść końcówkę kołka nad środkiem przygotowanej powierzchni.

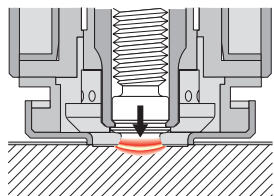


#### Przyciśnij narzędzie ręczne do materiału podłoża.



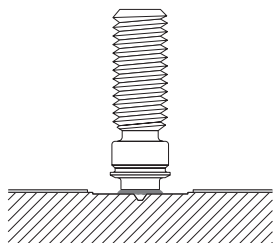
#### Rozpoczynanie procesu zgrzewania kołka

- Włącz narzędzie.
- Proces zgrzewania jest uruchamiany automatycznie.
- Kołek jest automatycznie podnoszony.
- Łuk jest wyzwalany automatycznie
- Łuk topi podstawę kołka i materiał podłoża.
- Kołek jest automatycznie zagłębiany w stopionym materiale.
- Łuk zostaje zgaszony, a metal ochładza się.



#### Sprawdź kołek

- Usuń narzędzie.
- Sprawdź spoinę.



Rysunek 3.3-1: Proces zgrzewania CSF

### 3.4 Parametry bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)

Podstawowe parametry procesu bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF) są następujące:

- Biegunowość
- Prąd zgrzewania
- Czas zgrzewania
- Wysunięcie
- Uniesienie
- Ochrona spawalnicza

Biegunowość wskazuje kierunek przepływu prądu między kołkiem a materiałem podłoża w obwodzie zewnętrznym. Prąd stały (DC) przepływa w jednym kierunku, co skutkuje stałą biegunowością DC. W obwodzie zgrzewania kołek jest naładowany ujemnie, a materiał podłoża dodatnio, co powoduje przepływ elektronów z kołka do materiału podłoża. Prąd zgrzewania i czas zgrzewania są sterowane za pomocą kodu zgrzewania (kodu H) w narzędziu FX 3-A i odpowiadają średnicy kołka. Energia zgrzewania jest stała w całym procesie bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF) w przypadku wszystkich kodów zgrzewania. Więcej informacji na temat regulacji energii można znaleźć w punkcie 3.5. Proces ten jest chroniony przez układ gazu osłonowego, który szczegółowo opisano w punkcie 3.7.

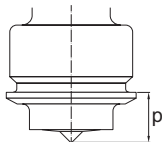
#### Podstawowe parametry procesu zgrzewania CSF

Oznaczenie	Kod H	Prąd zgrzewania	Czas zgrzewania	Wysunięcie	Uniesienie	Ochrona spawalnicza
<b>System metryczny</b>						
F-BT-MR M6x L (6)	H2	Od 250 do 280 A	Od 150 do 180 ms	Od 4,2 do 4,6 mm	Od 2,3 do 2,8 mm	Sterowanie gazem osłonowym i łukiem za pomocą pola magnetycznego
F-BT-MR M8x L (8)	H3		Od 245 do 285 ms	Od 4,4 do 4,8 mm		
F-BT-MR M10x L (10)	H10		Od 390 do 440 ms	Od 4,4 do 4,8 mm		
F-BT-MR M12x L (10)	H10		Od 390 do 440 ms	Od 4,4 do 4,8 mm		
F-BT-MR M6x L SN (4)	H1	Od 250 do 280 A	Od 80 do 110 ms	Od 4,2 do 4,6 mm	Od 2,3 do 2,8 mm	Sterowanie gazem osłonowym i łukiem za pomocą pola magnetycznego
F-BT-MR M8x L SN (4)	H1		Od 80 do 110 ms	Od 4,2 do 4,6 mm		
F-BT-MR M6x L SN (6)	H2		Od 150 do 180 ms	Od 4,2 do 4,6 mm		
F-BT-MR M8x L SN (8)	H3		Od 245 do 285 ms	Od 4,4 do 4,8 mm		
F-BT-MR M10x L SN (10)	H10		Od 390 do 440 ms	Od 4,4 do 4,8 mm		
F-BT-MR M12x L SN (10)	H10		Od 390 do 440 ms	Od 4,4 do 4,8 mm		
<b>System angielski</b>						
F-BT-MR 3/8 x L SN (5/32)	H1	Od 250 do 280 A	Od 80 do 110 ms	Od 4,2 do 4,6 mm	Od 2,3 do 2,8 mm	Sterowanie gazem osłonowym i łukiem za pomocą pola magnetycznego
F-BT-MR 3/8 x L (3/8)	H10		Od 390 do 440 ms	Od 4,4 do 4,8 mm		
F-BT-MR 1/2 x L (3/8)	H10		Od 390 do 440 ms	Od 4,4 do 4,8 mm		
F-BT-MR 3/8 x L SN (3/8)	H10	Od 250 do 280 A	Od 390 do 440 ms	Od 4,4 do 4,8 mm	Od 2,3 do 2,8 mm	Sterowanie gazem osłonowym i łukiem za pomocą pola magnetycznego
F-BT-MR 1/2 x L SN (3/8)	H10		Od 390 do 440 ms	Od 4,4 do 4,8 mm		

Tabela 3.4-1: Parametry podstawowe

Uniesienie to odległość między końcówką kołka a materiałem nadrzędnym w procesie zgrzewania kołków.

### Wysunięcie



Wysunięcie p

- Odległość między końcówką kołka a strefą przejściową uchwytu kołka

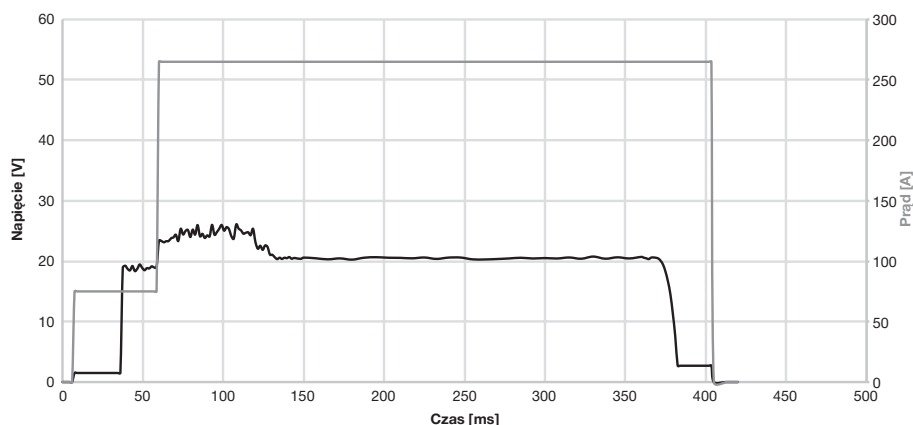
Rysunek 3.4-1: Wysunięcie

## 3.5 Regulacja energii w bezprzewodowym zgrzewaniu kołków (CSF)

Źródło energii FX 3-A zapewnia stałą moc w procesie zgrzewania, aby dostarczyć odpowiednią energię do materiałów. Jest to możliwe poprzez regulację natężenia i napięcia prądu. Poniżej znajduje się przykład regulacji energii poprzez dostosowanie zasilania za pomocą napięcia i natężenia prądu.

W przypadku zmiany rezystancji źródło energii reaguje automatycznie, odpowiednio dostosowując natężenie i napięcie, a tym samym regulując dostarczaną moc.

### Regulacja mocy w czasie w przypadku procesu zgrzewania

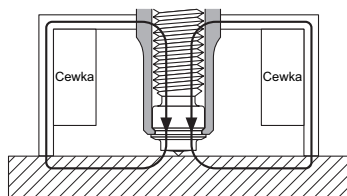


Rysunek 3.5-1: Regulacja mocy w czasie w przypadku procesu zgrzewania

### 3.6 Sterowanie łukiem magnetycznym podczas bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)

Technologia bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF) to zgrzewanie z łukiem ciągnionym (DA), w którym łuk jest sterowany przez pole magnetyczne. Podczas procesu bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF) wokół łuku powstaje pole magnetyczne. Podczas zgrzewania kołków efekty wydmuchu magnetycznego spowodowane nieregularnym rozkładem prądu w materiale podłoża mogą obniżyć jakość zgrzewania. Aby zminimalizować i kontrolować efekty wydmuchu magnetycznego, system CSF umożliwia sterowanie łukiem elektrycznym za pomocą pola magnetycznego. Szczegółowe informacje można znaleźć na rysunku 3.6-1.

#### Sterowanie łukiem za pomocą pola magnetycznego



System bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF) ma wbudowaną kontrolę łuku przez pole magnetyczne, które kieruje łukiem i go kształtuje. Pole magnetyczne jest tworzone wokół łuku w celu jego precyzyjnego ustawienia, oscylacji i stabilizacji. Dzięki temu pole magnetyczne przeciwdziała uginaniu się łuku.

Rysunek 3.6-1: Sterowanie łukiem za pomocą pola magnetycznego

### 3.7 Ochrona bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF)

Zabezpieczenie przy zgrzewaniu zapewnia system gazu osłonowego. Główne elementy systemu gazu osłonowego to sam gaz, rozkład przepływu gazu i pierścień rozdzielczy.

#### Gaz osłonowy

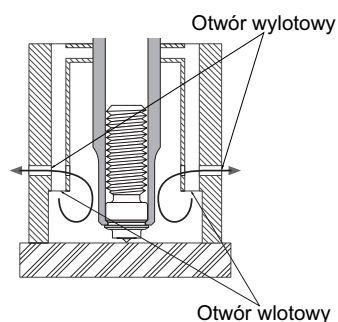
M21-ArC-18  
zgodnie z normą  
EN ISO 14175 [4]

Gaz osłonowy składa się z 18% dwutlenku węgla w argonie. Produkt jest standaryzowany zgodnie z normą EN ISO 14175. M21-ArC-18 jest zintegrowany z grupą M21. Argon to gaz szlachetny o niskiej reaktywności, który pomaga chronić proces zgrzewania przed reakcją z otaczającą atmosferą.

Tabela 3.6-1: Gaz osłonowy

Prędkość przepływu gazu wynosi 3 l/min. Rysunek 3.7-1 przedstawia rozkład przepływu gazu.

#### Rozkład przepływu gazu



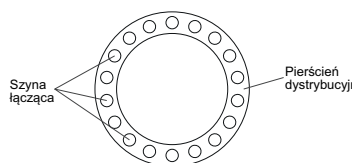
Przepływ gazu jest stały i odbywa się zgodnie z rysunkiem po lewej stronie. Obejmuje strefę zgrzewania przez cały proces zgrzewania. Charakterystyka przepływu gazu w kształcie łuku zapobiega utlenianiu dzięki unikaniu turbulencji gazu.

Rysunek 3.7-1: Rozkład przepływu gazu



Rysunek 3.7-2 przedstawia pierścień dystrybucyjny.

### Pierścień dystrybucyjny

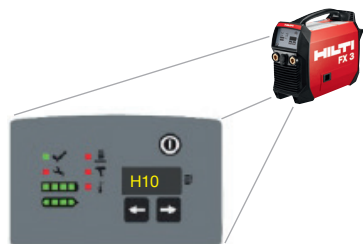


Pierścień dystrybucyjny działa jako dyfuzor gazu, zapewniając równomierny rozkład gazu na elemencie kołka połączonym z materiałem podłoża. Został zaprojektowany z myślą o niższym ciśnieniu, dzięki czemu ochronę gazową można osiągnąć za pomocą pojemnika z gazem FX 3-GC zastosowanego w urządzeniu do bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF) FX 3-A.

Rysunek 3.7-2: Pierścień dystrybucyjny

## 3.8 Wskaźnik funkcji zgrzewania (AFI)

### Wskaźnik funkcji zgrzewania (AFI)

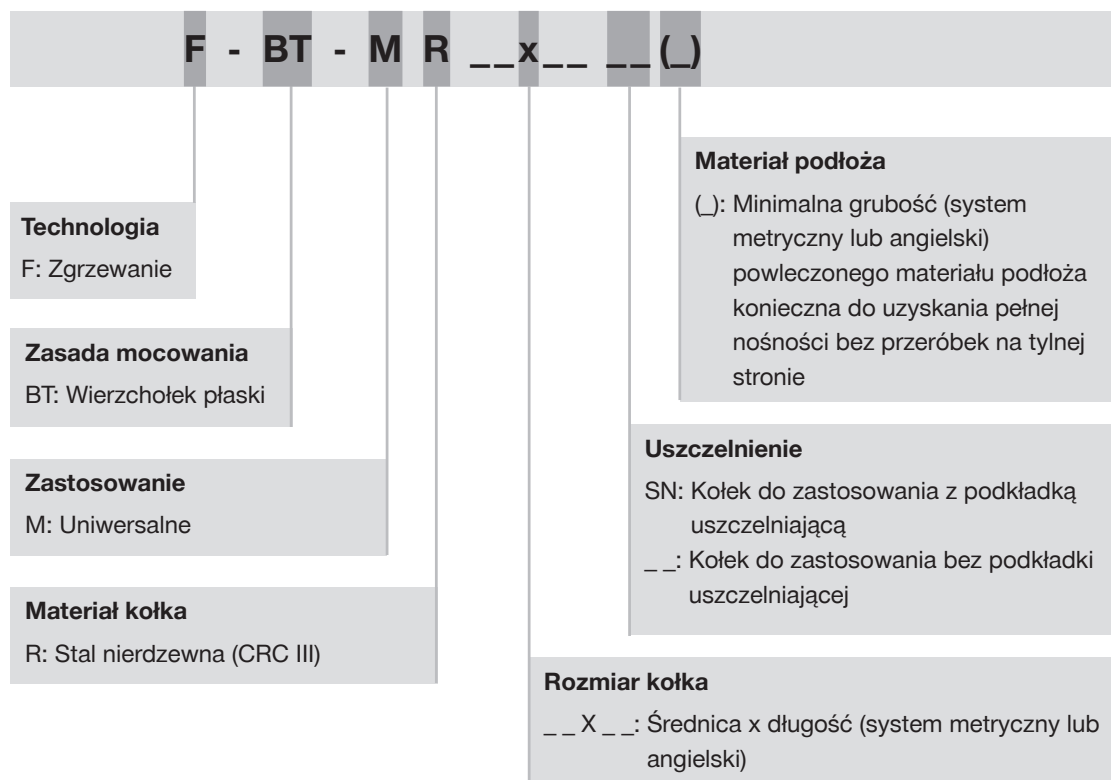


Narzędzie Hilti-FX-3 ma wbudowany system kontroli procesu, pomagający wykrywać awarie przed procesem zgrzewania, w jego trakcie lub po jego zakończeniu. Błąd jest sygnalizowany kodem F na wyświetlaczu narzędzia.

Rysunek 3.8-1: Wskaźnik funkcji zgrzewania (AFI)

## 4 OPIS KOŁKA F-BT

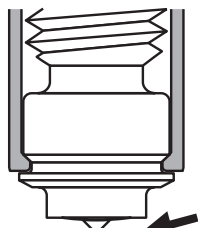
### 4.1 Oznaczenie kołka



## 4.2 Zasady projektowania kołków

Konstrukcja kołka obejmuje końcówkę centrującą i końcówkę inicjującą oraz uchwyt strefy przejściowej, aby zapewnić prawidłowe umieszczenie i zgrzewanie kołka.

### Końcówka centrująca i końcówka inicjująca

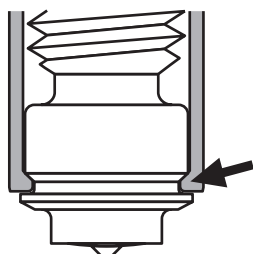


- Do pozycjonowania wymagana jest końcówka centrująca.
- Końcówka inicjująca wymagana jest do inicjacji łuku.

Rysunek 4.2-1: Końcówka centrująca i końcówka inicjująca

System podawania kołków składa się głównie ze specjalistycznej strefy przejściowej uchwytu kołka jako części narzędzia ręcznego. Ta strefa przejściowa zapewnia mechaniczną i elektryczną blokadę. Przednie złącze kołka umożliwia stosowanie różnych długości kołków z tą samą strefą przejściową uchwytu kołka. Rysunek 4.2-2 przedstawia strefę przejściową uchwytu kołka jako część systemu podawania kołków.

### Strefa przejściowa uchwytu kołka

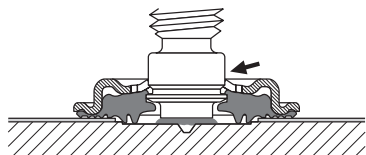


- Zapewnia blokadę mechaniczną i elektryczną
- Złącze przednie umożliwia stosowanie różnych długości kołków
- Strefa przejściowa zintegrowana z narzędziem ręcznym

Rysunek 4.2-2: Strefa przejściowa uchwytu kołka

Podkładka uszczelniająca chroni materiał nadrzędny przed korozją. Podkładka uszczelniająca chwyta kołek w strefie przejściowej podkładki uszczelniającej.

### Strefa przejściowa podkładki uszczelniającej



- Zapewnia blokadę zaciskową między kołkiem a podkładką uszczelniającą

Rysunek 4.2-3: Strefa przejściowa podkładki uszczelniającej

### 4.3 Rekomendacja kołków

Kołek z podkładką uszczelniającą do mocowania na materiale z powłoką	Kołek bez podkładki uszczelniającej do mocowania na materiale z powłoką i bez
F-BT-MR SN	F-BT-MR
Rozmiar w systemie metrycznym: M6, M8, M10, M12	Rozmiar w systemie metrycznym: M6, M8, M10, M12
Rozmiar w systemie angielskim: 3/8"	Rozmiar w systemie angielskim: 3/8", 1/2"
Uszczelnianie z podkładką	Uszczelnianie przez malowanie

Rysunek 4.3-1: Rekomendacja kołków

#### Kołki ze stali nierdzewnej F-BT-MR SN z podkładką uszczelniającą do cienkiego materiału podłoża

Materiał podłoża	Materiał powlekany, zmniejszona grubość materiału podłoża $t_{II} = 4$ mm		
Szkic modelu			
Długość gwintu $L$	25 mm	25 mm	1"
Oznaczenie	F-BT-MR M6x25 SN (4)	F-BT-MR M8x25 SN (4)	F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)

Rysunek 4.3-2: Kołki ze stali nierdzewnej F-BT-MR SN z podkładką uszczelniającą do cienkiego materiału podłoża



**Kołki ze stali nierdzewnej F-BT-MR SN z podkładką uszczelniającą**

Materiał podłoża	Materiał powlekany, standardowa grubość materiału podłoża $t_{II}$				
Szkic modelu					
Długość $L$ gwintu	25 mm	25 mm	25 i 50 mm	1, 1-1/2, 2 i 4"	25 i 50 mm
Oznaczenie	F-BT-MR M6x25 SN (6)	F-BT-MR M8x25 SN (8)	F-BT-MR M10x25 SN (10) F-BT-MR M10x50 SN (10)	F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x1-1/2 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)	F-BT-MR M12x25 SN (10) F-BT-MR M12x50 SN (10)

**Rysunek 4.3-3: Kołki ze stali nierdzewnej F-BT-MR SN z podkładką uszczelniającą**
**Kołki ze stali nierdzewnej F-BT-MR bez podkładki uszczelniającej**

Materiał podłoża	Materiał powlekany i niepowlekany, standardowa grubość materiału podłoża $t_{II}$					
Szkic modelu						
Długość $L$ gwintu	25 mm	25 mm	25 i 50 mm	1, 1-1/2, 2 i 4"	25 i 50 mm	1-1/2 i 2"
Oznaczenie	F-BT-MR M6x25 (6)	F-BT-MR M8x25 (8)	F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M10x50 (10)	F-BT-MR 3/8x1 (3/8) F-BT-MR 3/8x1-1/2 (3/8) F-BT-MR 3/8x2 (3/8) F-BT-MR 3/8x4 (3/8)	F-BT-MR M12x25 (10) F-BT-MR M12x50 (10)	F-BT-MR 1/2x1-1/2 (3/8) F-BT-MR 1/2x2 (3/8)

**Rysunek 4.3-4: Kołki ze stali nierdzewnej F-BT-MR bez podkładki uszczelniającej**

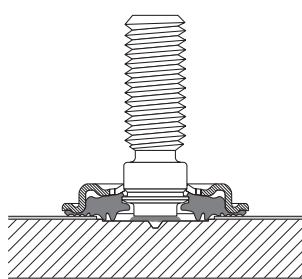
## 4.4 Odporność na korozję i trwałość dzięki uszczelnieniu

W projekcie należy uwzględnić odporność na korozję i trwałość w środowisku o wysokiej korozji. Prawidłowa instalacja podkładek uszczelniających to najlepszy sposób na uniknięcie korozji. W celu zapewnienia niezawodnego połączenia między kołkiem a podkładką uszczelniającą zaprojektowano strefę przejściową podkładki uszczelniającej.

Odporność na korozję definiuje się jako zdolność do ochrony podłoża przed korozją. Aby zapewnić odporność na korozję, zastosowano następujące metody:

- Uszczelnianie przez podkładkę uszczelniającą
- Uszczelnianie przez malowanie

### Uszczelnianie przez podkładkę uszczelniającą



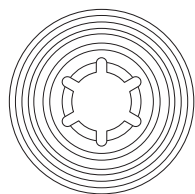
Podkładka uszczelniająca pomaga chronić materiał podłoża i zgrzewany obszar przed korozją. Składa się z kauczuku chloroprenowego połączonego ze specjalnie uformowaną podkładką ze stali nierdzewnej. Podkładka uszczelniająca tworzy wytrzymałe i trwałe rozwiązanie uszczelniające odpowiednie w przypadku kołków.

Zakres temperatury podczas eksploatacji	Od $-40^{\circ}\text{C}$ do $+60^{\circ}\text{C}$
---	---

Wodoszczelność podkładki uszczelniającej	Test 56d w mgle solnej zgodnie z normą EN ISO 9227
--	--

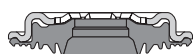
Podkładka uszczelniająca odporna na:	UV, słona woda, ozon w wodzie, oleje itp.
--------------------------------------	---

Na podstawie kompleksowych testów korozji i trwałości przeprowadzonych w laboratorium można przyjąć minimalny okres eksploatacji wynoszący 20 lat.



Kapturek podkładki

- Stal nierdzewna
- Metalowy nośnik materiału elastomerowego
- Zaciska elastomer do kołka
- Zapewnia prawidłowe umieszczenie podkładki uszczelniającej
- Odporność na ściskanie



Materiał uszczelniający

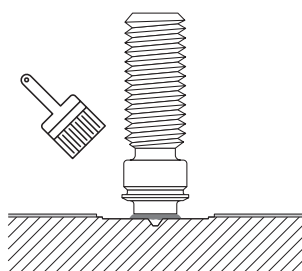
- Kauczuk chloroprenowy (CR)



- Aby uzyskać więcej informacji, należy zapoznać się z instrukcją użycia (IFU).

Rysunek 4.4-1: Uszczelnianie przez podkładkę uszczelniającą

### Uszczelnianie przez malowanie



- Malowanie jest alternatywą dla podkładek uszczelniających.
- Odporność na korozję i trwałość zapewniane przez malowanie nie są przedmiotem niniejszego dokumentu.
- Uszczelnianie przez malowanie dostarczone przez producenta.







Rysunek 4.4-2: Uszczelnianie przez malowanie

## 4.5 Wymagania dotyczące ochrony przed korozją

Aby spełnić odpowiednie wymagania dotyczące ochrony przed korozją, należy wcześniej sprawdzić oczekiwany poziom narażenia na korozję w punkcie mocowania. Na przykład ekspozycja na korozję jest znacznie większa w środowiskach, w których występuje woda morska, niż w innych obszarach. Rysunek 4.5-1 przedstawia wybór kołków do różnych warunków środowiskowych.


Zarówno elementy mocujące F-BT-MR SN, jak i F-BT-MR są wykonane ze stali nierdzewnej 1.4571 (A5, 316Ti), materiału odpornego na korozję klasy 3 (CRC III), który zapewnia odpowiedni poziom ochrony elementów mocujących przed korozją. Ze względu na unikalną instalację polegającą na przygotowaniu powierzchni i zgrzewaniu ważne jest zapewnienie dodatkowej metody uszczelniania w celu ochrony antykorozyjnej przygotowanej powierzchni i obszarów zgrzewania.

Rysunek 4.5-1 przedstawia wybór kołków i odpowiadające im metody uszczelniania w różnych warunkach środowiskowych.

Warunki środowiskowe	Zamocowana część	Kołek z podkładką uszczelniającą do mocowania na podłożu malowanym	Kołek bez podkładki uszczelniającej do mocowania na podłożu malowanym
		Uszczelnianie przez podkładkę	Uszczelnianie przez malowanie
		F-BT-MR SN	F-BT-MR
 Suche, wewnątrz	stal powlekana cynkiem, stal malowana, aluminium, stal nierdzewna	■	■
 Zastosowania wewnętrzne przy czasowej kondensacji wody		■	■
 Na zewnątrz, przy małym stężeniu zanieczyszczeń		■	■
 Na zewnątrz, przy umiarkowanym stężeniu zanieczyszczeń 1-10 km		■	■
 Obszary przybrzeżne 0-1 km		■	■
 Na zewnątrz, obszary o dużym stężeniu zanieczyszczeń przemysłowych		■	■

■ Zalecane rozwiązanie do ochrony przed korozją po zainstalowaniu zgodnie z instrukcją użycia.

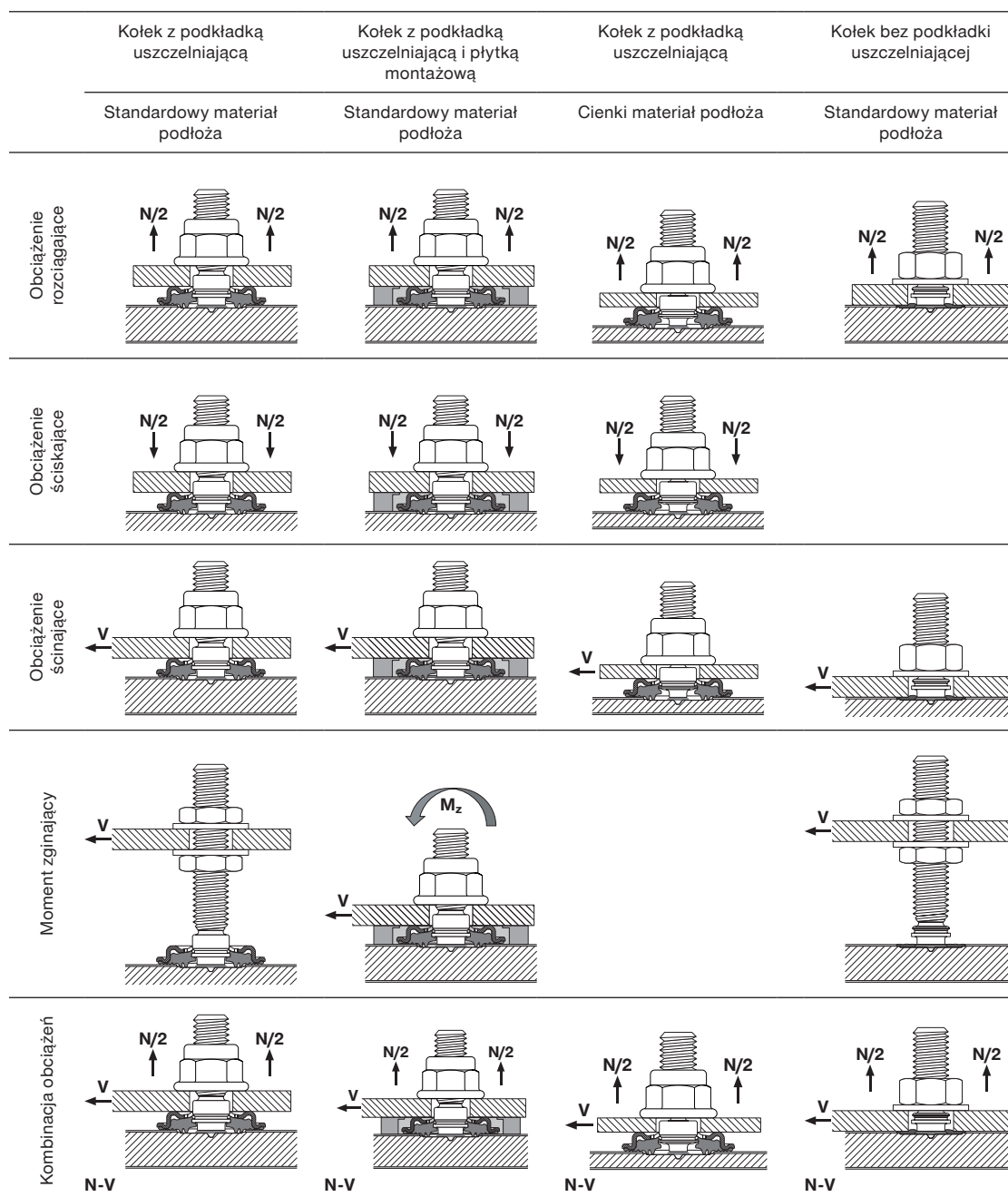
■ Może być odpowiedni do ochrony antykorozyjnej z odpowiednią powłoką i uszczelnieniem strefy zgrzewania. System malarski dostarczony przez inny podmiot.

 Więcej informacji można znaleźć w następującym dokumencie technicznym: Podręcznik firmy Hilti dotyczący korozji.

Rysunek 4.5-1: Wybór kołków do różnych warunków środowiskowych

## 4.6 Rodzaje obciążeń konstrukcyjnych

Typy kierunku obciążenia można podzielić na pięć grup: obciążenie rozciągające, obciążenie ściskające, obciążenie ścinające, moment zginający i kombinacja obciążeń. Te rodzaje obciążeń przedstawiono na rysunku 4.6.1.



Rysunek 4.6-1: Typy kierunku obciążenia



## 5 DANE TECHNICZNE F-BT-MR SN

### 5.1 Specyfikacja kołka

#### Wymiary kołka

	L	L <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>h1</sub>	d <sub>h2</sub>	d <sub>n</sub>
	Długość kołka Nominalna długość kołka Średnica nominalna, średnica gwintu Średnica obszaru zgrzewania Średnica strefy przejściowej podkładki uszczelniającej Średnica strefy przejściowej uchwytu kołka Średnica obszaru przewężenia kołka						

Oznaczenie	L	L <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>h1</sub>	d <sub>h2</sub>	d <sub>n</sub>
------------	---	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	----------------

#### Rozmiar w systemie metrycznym

F-BT-MR M6x25 SN (4)	25 mm	34 mm	M6	5 mm	7 mm	7,6 mm	4 mm
F-BT-MR M8x25 SN (4)	25 mm	34 mm	M8	5 mm	8,6 mm	9,2 mm	4 mm
F-BT-MR M6x25 SN (6)	25 mm	34 mm	M6	5 mm	7 mm	7,6 mm	4,4 mm
F-BT-MR M8x25 SN (8)	25 mm	34 mm	M8	6 mm	8,6 mm	9,2 mm	6 mm
F-BT-MR M10x25 SN (10)	25 mm	34 mm	M10	7,2 mm	10,6 mm	11,2 mm	6,8 mm
F-BT-MR M10x50 SN (10)	50 mm	59 mm	M10	7,2 mm	10,6 mm	11,2 mm	6,8 mm
F-BT-MR M12x25 SN (10)	25 mm	34 mm	M12	7,2 mm	13,4 mm	14 mm	6,8 mm
F-BT-MR M12x50 SN (10)	50 mm	59 mm	M12	7,2 mm	13,4 mm	14 mm	6,8 mm

#### Rozmiar w systemie angielskim

F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	1"	1,323"/ 34 mm	3/8"	0,197"/ 5 mm	0,417"/ 10,6 mm	0,441"/ 11,2 mm	0,157"/ 4 mm
F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8)	1"	1,323"/ 34 mm	3/8"	0,283"/ 7,2 mm	0,417"/ 10,6 mm	0,441"/ 11,2 mm	0,268"/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8)	1 1/2"	1,838"/ 47 mm	3/8"	0,283"/ 7,2 mm	0,417"/ 10,6 mm	0,441"/ 11,2 mm	0,268"/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8)	2"	2,339"/ 59 mm	3/8"	0,283"/ 7,2 mm	0,417"/ 10,6 mm	0,441"/ 11,2 mm	0,268"/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)	4"	4,213"/ 107 mm	3/8"	0,283"/ 7,2 mm	0,417"/ 10,6 mm	0,441"/ 11,2 mm	0,268"/ 6,8 mm

Tabela 5.1-1: Wymiary kołka

#### Specyfikacja materiału kołka i właściwości materiału w przypadku części ze stali nierdzewnej

Oznaczenie	Element	Materiał	Klasa stali	Standardowe	Klasa odporności na korozję	Standard odporności na korozję
F-BT-MR SN	Kołek	Stal nierdzewna	1,4571 (A5)	EN 10088-3	CRC III	EN 1993-1-4
			316Ti	ASTM A240/A276	-	-

Tabela 5.1-2: Specyfikacja materiału kołka i właściwości materiału w przypadku części ze stali nierdzewnej

### Wymiary podkładki uszczelniającej

	Średnica zewnętrzna podkładki uszczelniającej D	Średnica wewnętrzna podkładki uszczelniającej d	Kompatybilność	
			Kołek	Rozmiar narzędzia do osadzania / adaptera podkładki uszczelniającej
	Rozmiar w systemie metrycznym			
	31,5 mm	6,1 mm	F-BT-MR M6xL SN	X-WST F3-BT (M6-1/4")
	31,5 mm	7,4 mm	F-BT-MR M8xL SN	X-WST F3-BT (M8-5/16")
	31,5 mm	9,2 mm	F-BT-MR M10xL SN	X-WST F3-BT (M10-3/8")
	35,1 mm	12,2 mm	F-BT-MR M12xL SN	X-WST F3-BT (M12-1/2")
	Rozmiar w systemie angielskim			
	1,24"/31,5 mm	0,362"/9,2 mm	F-BT-MR 3/8"xL SN	X-WST F3-BT (M10-3/8")

Rysunek 5.1-3: Wymiary podkładki uszczelniającej

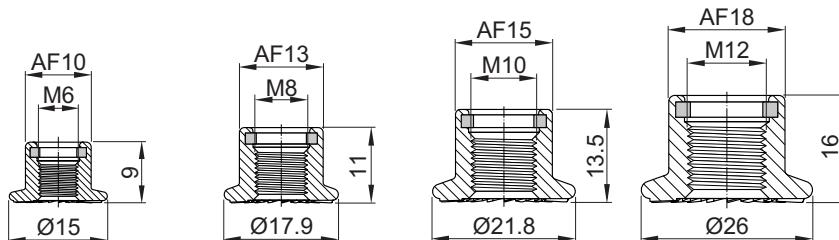
### Specyfikacja i właściwości materiału podkładki uszczelniającej

Oznaczenie	Element	Materiał	Klasa stali	Standardowe	Klasa odporności na korozję	Standard odporności na korozję
Uszczelka	Metalowy kapturek	Stal nierdzewna	1,4404 (A4)	EN 10088-2	CRC III	EN 1993-1-4
		Stal nierdzewna	316L	ASTM A240	-	-
Uszczelka	Elastomer uszczelniający	Kauczuk chloroprenowy (CR)				

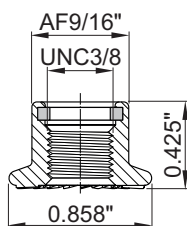
Tabela 5.1-4: Specyfikacja i właściwości materiału podkładki uszczelniającej

### Wymiary nakrętki zabezpieczającej kołnierza

Rozmiar w systemie metrycznym



Rozmiar w systemie angielskim



**i** • F-BT-MR SN należy stosować wyłącznie z dołączoną nakrętką zabezpieczającą kołnierza.

Rysunek 5.1-5: Wymiary nakrętki samokontrującej z kołnierzem

### Wymiary płytki montażowej

	Oznaczenie	Długość l	Szerokość w	Grubość t
	FX 3-SP S	100 mm	44 mm	5,5 mm
FX 3-SP L	100 mm	47 mm	5,5 mm	

Rysunek 5.1-6: Wymiary płytki montażowej

### Specyfikacja materiału płytki montażowej

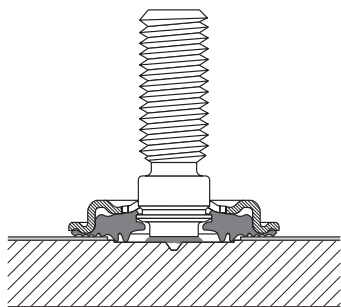
Oznaczenie	Element	Materiał
FX 3-SP S	Płytki montażowa	PA66-GF50
FX 3-SP L	Płytki montażowa	PA66-GF50

Tabela 5.1-7: Specyfikacja materiału płytki montażowej

## 5.2 Rekomendacja zastosowania

### 5.2.1 Obszar zastosowania

#### Przeznaczenie



- Do uniwersalnego mocowania elementów niekonstrukcyjnych
- Do mocowania na powlekanej niestopowej stali węglowej do użytku w obszarach morskich
- Warunki podczas instalacji:
  - zgrzewana powierzchnia powinna być sucha i wolna od kondensacji
  - temperatura kołka i temperatura materiału podłoża:  $> 0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ )
- Temperatury robocze od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $60^{\circ}\text{C}$  (od  $-40^{\circ}\text{F}$  do  $140^{\circ}\text{F}$ )
- Klasa odporności na korozję CRC III zgodnie z EN 1993-1-4
- Wodoszczelność została potwierdzona za pomocą 56-dniowego testu w mgie solnej zgodnie z normą EN ISO 9227.
- Na podstawie kompleksowych testów korozji i trwałości przeprowadzonych w laboratorium można przyjąć minimalny okres eksploatacji wynoszący 20 lat.

Rysunek 5.2.1-1: Przeznaczenie

### 5.2.2 Materiał mocowany

#### Właściwości materiału mocowanego

Oznaczenie	Grubość materiału mocowanego		Tolerancja otworu	
	$t_{l,min}$	$t_{l,max}$	$d_{f,min}$	$d_{f,max}$
Rozmiar w systemie metrycznym				
F-BT-MR M6x25 SN (4)	3,5 mm	10 mm	8 mm	9,5 mm
F-BT-MR M8x25 SN (4)		10 mm	9,5 mm	12 mm
F-BT-MR M6x25 SN (6)		10 mm	8 mm	9,5 mm
F-BT-MR M8x25 SN (8)		10 mm	9,5 mm	12 mm
F-BT-MR M10x25 SN (10)		10 mm	12 mm	15 mm
F-BT-MR M10x50 SN (10)		20 mm	12 mm	15 mm
F-BT-MR M12x25 SN (10)		10 mm	15 mm	18,5 mm
F-BT-MR M12x50 SN (10)		20 mm	15 mm	18,5 mm
Rozmiar w systemie angielskim				
F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	1/8"/ 3,5 mm	3/8" / 10 mm	0,472"/ 12 mm	0,571"/ 14,5 mm
F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8)		3/8" / 10 mm		
F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8)		3/4" / 20 mm		
F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8)		3/4" / 20 mm		
F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)		3/4" / 20 mm		



Minimalną grubość materiału mocowanego  $t_{l,min}$  można osiągnąć za pomocą wielu warstw.

Tabela 5.2.2-2: Właściwości materiału mocowanego



### 5.2.3 Materiał podłoża

#### Specyfikacja materiału podłoża Podgrupa 1.1, 1.2 zgodnie z CEN ISO/TR 15608

Obszar standardowy/zastosowania	Klasa stali
EN 10025-2	Od S235JR +N (lub +AR) do S355K2 +N (lub +AR)
EN 10025-3	Od S275N/NL do S355N/NL
ASTM	ASTM A36, ASTM 572 klasa 50
Stal stoczniowa	A, B, D, E, AH 32, DH 32, AH 36, DH 36, EH 36
Wartość ekwiwalentu węgla: CEV ≤ 0,45	$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$

Tabela 5.2.3-1. Specyfikacja materiału podłoża

#### Właściwości materiału podłoża

	$t_{l,min}$	$t_{l,max}$
Rozmiar w systemie metrycznym		
F-BT-MR M6xL SN (4)	4 mm	30 mm
F-BT-MR M8xL SN (4)		
F-BT-MR M6xL SN (6)	6 mm	30 mm
F-BT-MR M8xL SN (8)	8 mm	30 mm
F-BT-MR M10xL SN (10)	10 mm	30 mm
F-BT-MR M12xL SN (10)		
Rozmiar w systemie angielskim		
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	5/32" / 4 mm	1 1/8" / 30 mm
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	3/8" / 10 mm	1 1/8" / 30 mm

Tabela 5.2.3-2: Właściwości materiału podłoża

#### Kształt materiału podłoża

Dopuszczalne kształty materiału podłoża	Stal płaska, stal gięta o $R \geq 600$ mm
---	---

Tabela 5.2.3-3: Kształt materiału podłoża

**Pozycjonowanie kołka w materiale podłoża**

Oznaczenie	Odstęp między kołkami $s_{min}$	Odległość od krawędzi $c_{min}$
Rozmiar w systemie metrycznym		
F-BT-MR M6xL SN (4)	35 mm	38 mm
F-BT-MR M8xL SN (4)		
F-BT-MR M6xL SN (6)		
F-BT-MR M8xL SN (8)		
F-BT-MR M10xL SN (10)		
F-BT-MR M12xL SN (10)		
Rozmiar w systemie angielskim		
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	1 3/8" / 35 mm	1 1/2" / 38 mm
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)		

**Tabela 5.2.3-4: Pozycjonowanie kołka w materiale podłoża**
**5.3 Dane dotyczące nośności**

Przy projektowaniu konstrukcji stalowych lub statków stosuje się współczynniki bezpieczeństwa, które uwzględniają niepewność w działających obciążeniach i zapewniają margines bezpieczeństwa chroniący przed awariami oraz utrzymują deformacje w dopuszczalnych granicach. Większość projektów opiera się na metodzie częściowego współczynnika lub koncepcji obciążenia roboczego.

W związku z tym w tej części skupimy się na prezentacji wytrzymałości projektowej (metoda współczynnika częściowego) i zalecanych obciążeń (koncepcja obciążenia roboczego).

**Wytrzymałość projektowa przy obciążeniu rozciągającym, obciążeniu ścinającym i momencie zginającym w oparciu o metodę częściowego współczynnika**

Oznaczenie	Grubość materiału podłoża $t_{II}$	Obciążenie rozciągające $N_{Rd}$	Obciążenie ściskające $N_{Rd}$	Obciążenie ścinające $V_{Rd}$	Moment zginający $M_{Rd}$
Rozmiar w systemie metrycznym					
F-BT-MR M6xL SN (4)	$4 \leq t_{II} < 30$ mm	2,5 kN	11,2 kN	1,4 kN	nd.
F-BT-MR M8xL SN (4)	$4 \leq t_{II} < 30$ mm	2,5 kN	11,2 kN	1,4 kN	
F-BT-MR M6xL SN (6)	$6 \leq t_{II} < 30$ mm	4,3 kN	11,2 kN	1,9 kN	
F-BT-MR M8xL SN (8)	$8 \leq t_{II} < 30$ mm	6,3 kN	11,2 kN	2,8 kN	
F-BT-MR M10xL SN (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	11,2 kN	11,2 kN	5 kN	28 Nm
F-BT-MR M12xL SN (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	11,2 kN	11,2 kN	5 kN	28 Nm
Rozmiar w systemie angielskim					
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	$5/32" \leq t_{II} < 1 1/8"$ $4 \leq t_{II} < 30$ mm	560 lb/ 2,5 kN	2520 lb/ 11,2 kN	315 lb/ 1,4 kN	20,6 lb-ft/ 28 Nm
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	$3/8" \leq t_{II} < 1 1/8"$ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	2520 lb/ 11,2 kN	2520 lb/ 11,2 kN	1125 lb/ 5 kN	20,6 lb-ft/ 28 Nm

**Tabela 5.3-1: Wytrzymałość projektowa przy obciążeniu rozciągającym, obciążeniu ścinającym i momencie zginającym w oparciu o metodę częściowego współczynnika**

### Zalecane obciążenie rozciągające, obciążenie ścinające i moment zginający w oparciu o koncepcję obciążenia roboczego

Oznaczenie	Grubość materiału podłoża $t_{II}$	Obciążenie rozciągające $N_{rec}$	Obciążenie ściskające $N_{rec}$	Obciążenie ścinające $V_{rec}$	Moment zginający $M_{rec,z}$
Rozmiar w systemie metrycznym					
F-BT-MR M6xL SN (4)	$4 \leq t_{II} < 30$ mm	1,8 kN	8,0 kN	1,0 kN	nd.
F-BT-MR M8xL SN (4)	$4 \leq t_{II} < 30$ mm	1,8 kN	8,0 kN	1,0 kN	
F-BT-MR M6xL SN (6)	$6 \leq t_{II} < 30$ mm	3,1 kN	8,0 kN	1,4 kN	
F-BT-MR M8xL SN (8)	$8 \leq t_{II} < 30$ mm	4,5 kN	8,0 kN	2,0 kN	
F-BT-MR M10xL SN (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	8,0 kN	8,0 kN	3,6 kN	20 Nm
F-BT-MR M12xL SN (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	8,0 kN	8,0 kN	3,6 kN	20 Nm
Rozmiar w systemie angielskim					
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	$5/32" \leq t_{II} < 1 1/8" / 4 \leq t_{II} < 30$ mm	405 lb / 1,8 kN	1800 lb / 8,0 kN	225 lb / 1,0 kN	14,7 lb-ft / 20 Nm
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	$3/8" \leq t_{II} < 1 1/8" / 10 \leq t_{II} < 30$ mm	1800 lb / 8,0 kN	1800 lb / 8,0 kN	810 lb / 3,6 kN	14,7 lb-ft / 20 Nm

**Tabela 5.3-2: Zalecane obciążenie rozciągające, obciążenie ścinające i moment zginający w oparciu o koncepcję obciążenia roboczego**

### Mocowania grupowe

Na zachowanie grupy wpływa plastyczność kołka i rzeczywisty luz pomiędzy kołkiem a mocowanym elementem. W celu niwelowania niekorzystnego położenia kołków w rzędach lub prostokątnych płytach obowiązują następująca zasada:

	<p>Kołki w rzędach:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aby ustalić całkowite obciążenie ścinające w rzędzie, bierze się pod uwagę jeden kołek w rzędzie <math>n</math> (tu: <math>n = 4</math>).</li> </ul>
	<p>Kołki w prostokątnych płytach:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prostokątna płyta z 4 kołkami w narożnikach i wprowadzaniem obciążenia ścinającego na środku płyty.</li> <li>W celu obliczenia całkowitego obciążenia ścinającego grupy brane są pod uwagę dwa kołki grupy składającej się z czterech kołków.</li> </ul>

**Rysunek 5.3-3: Mocowania grupowe**

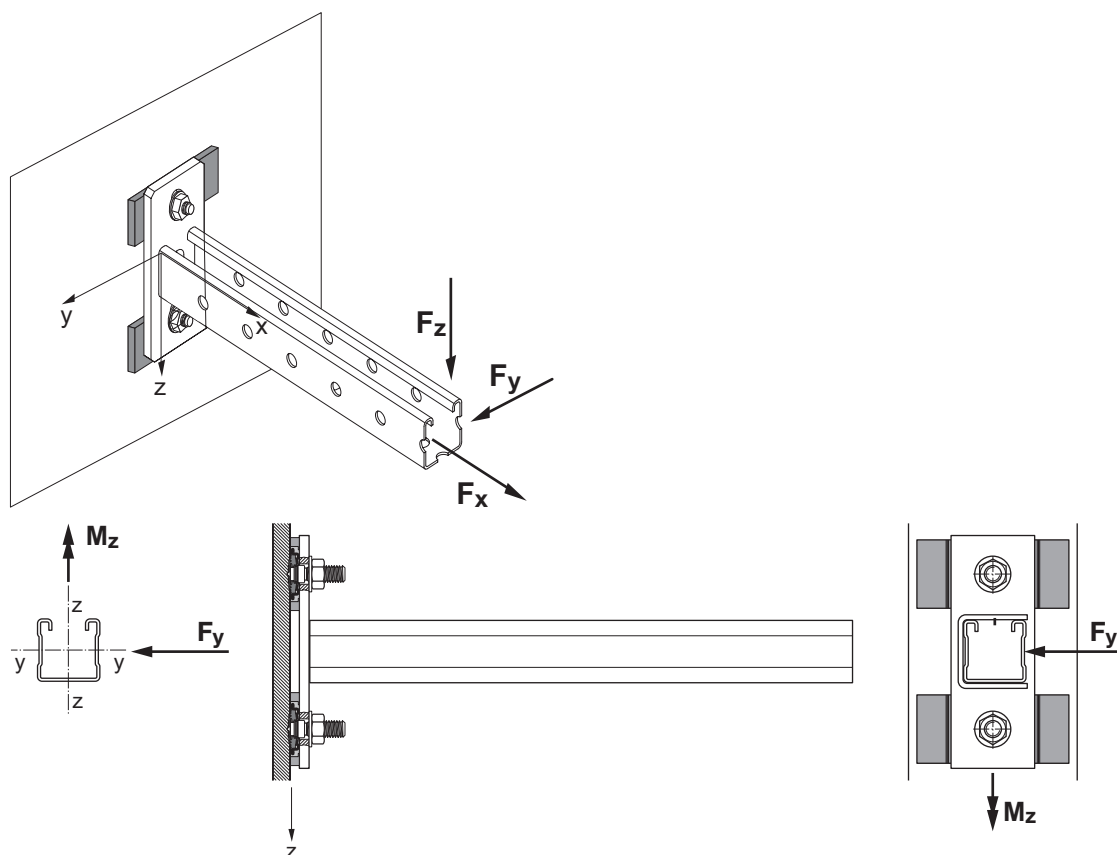
### Moment zginający dla systemu instalacyjnego (MT)

System instalacyjny (MT)	MT-B-T MT-B-T OC	MT-B-02 MT-B-02-OC	MT-B-02B MT-B-02B OC	MT-BR-40 MT-BR-40 OC
	2-otworowa płyta podstawy			Wspornik
Szerokość systemu szyn instal.	42 mm	83 mm	100 mm	60 mm
Płytki montażowa	FX 3-SP S	FX 3-SP S	FX 3-SP S	FX 3-SP S
Kolek	F-BT-MR M10xL SN (10)	F-BT-MR M10xL SN (10)	F-BT-MR M10xL SN (10)	F-BT-MR M10xL SN (10)
Projektowy moment zginający $M_{z,Rd}$	52,8 Nm	232,8 Nm	357,6 Nm	790,0 Nm
Zalecany moment zginający $M_{z,rec}$	37,7 Nm	166,3 Nm	255,4 Nm	565,0 Nm

- Płyta podstawy z 2 otworami i wspornik są przeznaczone do stosowania z płytką montażową.
- Do konstrukcji kołka zastosowanie ma interakcja liniowa N-V- $M_z$  (przy  $M_z$  odnoszącej się do wykorzystania 2-otworowej płyty podstawy).
- Konstrukcja i zalecane momenty zginające mające zastosowanie do ogólnych przypadków 2-otworowych płyt podstawy, różnych rozmiarów kołków, szerokości i grubości płyty zostaną opublikowane w nadchodzącym wydaniu niniejszej instrukcji.

Rysunek 5.3-4: Moment zginający przy montażu systemu instalacyjnego (MT)

Rysunek 5.3-5 przedstawia przykład instalacji w przypadku 2-otworowej płyty podstawy.



Rysunek 5.3-5: Przykład instalacji 2-otworowej płyty podstawy

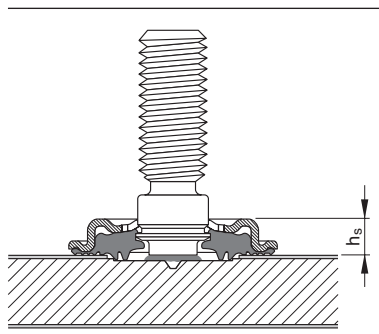
## 5.4 Zalecenia dotyczące instalacji

### 5.4.1 Montaż kołków

Poniższe wytyczne zawierają specyfikacje dotyczące montażu kołków za pomocą urządzenia CSF. Zazwyczaj instalacja jest wykonywana zgodnie z kodem/normą spawalniczą, taką jak EN ISO 14555 lub AWS D1.6, które zawierają dodatkowe wymagania dotyczące instalacji. Więcej informacji na temat procesów zgodnych z normą EN ISO 14555 można znaleźć w punkcie 8.

### 5.4.2 Kontrola montażu podkładki uszczelniającej

#### Kontrola podkładki uszczelniającej



Wysokość między powierzchnią podkładki a powierzchnią powłoki  $h_s$  należy sprawdzić za pomocą karty kontrolnej X-WCG F3-BT.



- Aby uzyskać więcej informacji, zapoznaj się z następującym dokumentem technicznym: instrukcja użycia (IFU).

Rysunek 5.4.2-1: Kontrola podkładki uszczelniającej

### 5.4.3 Moment dokręcający przy montażu

#### Moment dokręcający przy montażu

Oznaczenie	Moment dokręcający $T_{inst}$	Typ nakrętki, którą należy użyć	Narzędzie do dokręcania
Rozmiar w systemie metrycznym			
F-BT-MR M8xL SN (4)	6 Nm	Nakrętka samokontrolująca z kołnierzem	Narzędzia do dokręcania z funkcją sterowania momentem dokręcającym
F-BT-MR M8xL SN (4)	6 Nm	Nakrętka samokontrolująca z kołnierzem	
F-BT-MR M6xL SN (6)	8 Nm	Nakrętka samokontrolująca z kołnierzem	
F-BT-MR M8xL SN (8)	20 Nm	Nakrętka samokontrolująca z kołnierzem	
F-BT-MR M10xL SN (10)	30 Nm	Nakrętka samokontrolująca z kołnierzem	
F-BT-MR M12xL SN (10)	30 Nm	Nakrętka samokontrolująca z kołnierzem	
Rozmiar w systemie angielskim			
F-BT-MR 3/8xL SN (5/32)	4,4 lb-ft/6 Nm	Nakrętka samokontrolująca z kołnierzem	Narzędzia do dokręcania z funkcją sterowania momentem dokręcającym
F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	22,1 lb-ft/30 Nm	Nakrętka samokontrolująca z kołnierzem	



- F-BT-MR SN należy stosować wyłącznie z dołączoną nakrętką samokontrolującą z kołnierzem.
- Aby uzyskać więcej informacji, należy zapoznać się z instrukcją użycia (IFU).
- Nie należy używać narzędzia do dokręcania zasilanego akumulatorowo.

Tabela 5.4.3-1: Moment dokręcający przy montażu

## 6 DANE TECHNICZNE F-BT-MR

### 6.1 Specyfikacja kołka

#### Wymiary kołka

	L	Długość kołka					
	L <sub>1</sub>	Nominalna długość kołka					
d <sub>1</sub>	Średnica nominalna, średnica gwintu						
d <sub>2</sub>	Średnica obszaru zgrzewania						
d <sub>h1</sub>	Średnica obszaru kołka						
d <sub>h2</sub>	Średnica strefy przejściowej uchwytu kołka						
d <sub>n</sub>	Średnica obszaru przewężenia kołka						

Oznaczenie	L	L <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>h1</sub>	d <sub>h2</sub>	d <sub>n</sub>
------------	---	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	----------------

#### Rozmiar w systemie metrycznym

F-BT-MR M6x25 (6)	25 mm	30 mm	M6	5 mm	7 mm	7,6 mm	4,4 mm
F-BT-MR M8x25 (8)	25 mm	30 mm	M8	6 mm	8,6 mm	9,2 mm	6 mm
F-BT-MR M10x25 (10)	25 mm	30 mm	M10	7,2 mm	10,6 mm	11,2 mm	6,8 mm
F-BT-MR M10x50 (10)	50 mm	55 mm	M10	7,2 mm	10,6 mm	11,2 mm	6,8 mm
F-BT-MR M12x25 (10)	25 mm	30 mm	M12	7,2 mm	13,4 mm	14 mm	6,8 mm
F-BT-MR M12x50 (10)	50 mm	55 mm	M12	7,2 mm	13,4 mm	14 mm	6,8 mm

#### Rozmiar w systemie angielskim

F-BT-MR 3/8x1 (3/8)	1"	1,220"/ 31 mm	3/8"	0,283"/ 7,2 mm	0,417"/ 10,6 mm	0,441"/ 11,2 mm	0,268"/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8x1 1/2 (3/8)	1 1/2"	1,693"/ 43 mm	3/8"	0,283"/ 7,2 mm	0,417"/ 10,6 mm	0,441"/ 11,2 mm	0,268"/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8"x2 (3/8)	2"	2,205"/ 56 mm	3/8"	0,283"/ 7,2 mm	0,417"/ 10,6 mm	0,441"/ 11,2 mm	0,268"/ 6,8 mm
F-BT-MR 3/8"x4 (3/8)	4"	4,213"/ 107 mm	3/8"	0,283"/ 7,2 mm	0,417"/ 10,6 mm	0,441"/ 11,2 mm	0,268"/ 6,8 mm
F-BT-MR 1/2x1 1/2 (3/8)	1 1/2"	1,693"/ 43 mm	1/2"	0,283"/ 7,2 mm	0,528"/ 13,4 mm	0,441"/ 14 mm	0,268"/ 6,8 mm
F-BT-MR 1/2x2 (3/8)	2"	2,205"/ 56 mm	1/2"	0,283"/ 7,2 mm	0,528"/ 13,4 mm	0,441"/ 14 mm	0,268"/ 6,8 mm

Tabela 6.1-1. Wymiary kołków

#### Specyfikacja materiału kołka

Oznaczenie	Element	Materiał	Klasa stali	Standardowe	Klasa odporności na korozję	Standard odporności na korozję
F-BT-MR	Kołek	Stal nierdzewna	1,4571 (A5)	EN 10088-3	CRC III	EN 1993-1-4
			316Ti	ASTM A240/A276	-	-

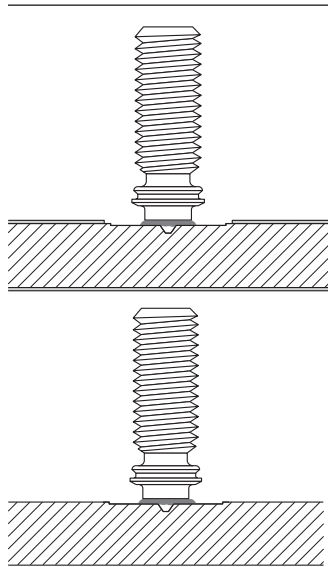
Tabela 6.1-2. Specyfikacja materiału kołka



## 6.2 Rekomendacja zastosowania

### 6.2.1 Obszar zastosowania

#### Przeznaczenie



- Do uniwersalnego mocowania elementów niekonstrukcyjnych
- Do mocowania na powlekanej i niepowlekanej niestopowej stali węglowej do użytku w obszarach morskich
- Warunki podczas instalacji:
  - Zgrzewana powierzchnia powinna być sucha i wolna od kondensacji
  - Temperatura kołka i temperatura materiału podłoża:  $> 0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ )
- Temperatury robocze od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $60^{\circ}\text{C}$  (od  $-40^{\circ}\text{F}$  do  $140^{\circ}\text{F}$ )

Rysunek 6.2.1-1. Przeznaczenie

### 6.2.2 Materiał mocowany

#### Właściwości materiału mocowanego

Oznaczenie	Grubość materiału mocowanego		Tolerancja otworu	
	$t_{i,min}$	$t_{i,max}$	$d_{f,min}$	$d_{f,max}$
Rozmiar w systemie metrycznym				
F-BT-MR M6x25 (6)	4,5 mm	10 mm	8,5 mm	10 mm
F-BT-MR M8x25 (8)		10 mm	10 mm	12,5 mm
F-BT-MR M10x25 (10)		10 mm	12,5 mm	15,5 mm
F-BT-MR M10x50 (10)		20 mm	12,5 mm	15,5 mm
F-BT-MR M12x25 (10)		10 mm	15,5 mm	19 mm
F-BT-MR M12x50 (10)		20 mm	15,5 mm	19 mm
Rozmiar w systemie angielskim				
F-BT-MR 3/8x1 (3/8)	3/16" / 4,5 mm	3/8" / 10 mm	0,492" / 12,5 mm	0,591" / 15 mm
F-BT-MR 3/8x1 1/2 (3/8)		3/4" / 20 mm		
F-BT-MR 3/8x2 (3/8)		3/4" / 20 mm		
F-BT-MR 3/8x4 (3/8)		3/4" / 20 mm	0,591" / 15 mm	0,768" / 19,5 mm
F-BT-MR 1/2x1 1/2 (3/8)		3/4" / 20 mm		
F-BT-MR 1/2x2 (3/8)		3/4" / 20 mm		



• Minimalną grubość materiału mocowanego  $t_{i,min}$  można osiągnąć za pomocą wielu warstw.

Tabela 6.2.2-1: Właściwości materiału mocowanego

## 6.2.3 Materiał podłoża

### Specyfikacja materiału podłoża: podgrupa 1.1, 1.2 zgodnie z CEN ISO/TR 15608

Obszar standardowy/zastosowania	Klasa stali
EN 10025-2	Od S235JR +N (lub +AR) do S355K2 +N (lub +AR)
EN 10025-3	Od S275N/NL do S355N/NL
ASTM	ASTM A36, ASTM 572 klasa 50
Stal stoczniowa	A, B, D, E, AH 32, DH 32, AH 36, DH 36, EH 36
Wartość ekwiwalentu węgla: CEV ≤ 0,45	$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$

Tabela 6.2.3-1: Specyfikacja materiału podłoża

### Właściwości materiału podłoża

Oznaczenie	Grubość materiału podłoża			
	$t_{II,min}$	$t_{II,max}$	$t_{II,min}$	$t_{II,max}$
	(do niepowlekanej stali podłoża)		(do powlekanej stali podłoża)	
Rozmiar w systemie metrycznym				
F-BT-MR M6xL (6)	2 mm	30 mm	6 mm	30 mm
F-BT-MR M8xL (8)	2 mm	30 mm	8 mm	30 mm
F-BT-MR M10xL (10)	2 mm	30 mm	10 mm	30 mm
F-BT-MR M12xL (10)	2 mm	30 mm	10 mm	30 mm
Rozmiar w systemie angielskim				
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	0,0787"/ 2 mm	1 1/8"/ 30 mm	3/8"/ 10 mm	1 1/8"/ 30 mm
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	0,0787"/ 2 mm	1 1/8"/ 30 mm	3/8"/ 10 mm	1 1/8"/ 30 mm

Tabela 6.2.3-2: Właściwości materiału podłoża

### Kształt materiału podłoża

Dopuszczalne kształty materiału podłoża	Stal płaska, stal gięta o R ≥ 600 mm
---	--------------------------------------

Tabela 6.2.3-3: Kształt materiału podłoża

### Pozycjonowanie kołka w materiale podłoża

Oznaczenie	Odstęp między kołkami $S_{min}$	Odległość od krawędzi $C_{min}$
Rozmiar w systemie metrycznym		
F-BT-MR M6xL (6)	35 mm	38 mm
F-BT-MR M8xL (8)		
F-BT-MR M10xL (10)		
F-BT-MR M12xL (10)		
Rozmiar w systemie angielskim		
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	1 3/8"/ 35 mm	1 1/2"/ 38 mm
F-BT-MR 1/2xL (3/8)		

Tabela 6.2.3-4: Pozycjonowanie kołka w materiale podłoża

### 6.3 Dane dotyczące nośności

Przy projektowaniu konstrukcji stalowych lub statków stosuje się współczynniki bezpieczeństwa, które uwzględniają niepewność w działających obciążeniach i zapewniają margines bezpieczeństwa chroniący przed awariami oraz utrzymują deformacje w dopuszczalnych granicach. Większość projektów opiera się na metodzie częściowego współczynnika lub koncepcji obciążenia roboczego.

W związku z tym w tej części skupimy się na prezentacji wytrzymałości projektowej (metoda współczynnika częściowego) i zalecanych obciążeń (koncepcja obciążenia roboczego).

#### Wytrzymałość projektowa przy obciążeniu rozciągającym, obciążeniu ścinającym i momencie zginającym w oparciu o metodę częściowego współczynnika

Oznaczenie	Grubość materiału podłoża $t_{II}$	Obciążenie rozciągające $N_{Rd}$	Obciążenie ścinające $V_{Rd}$	Moment zginający $M_{Rd}$
Rozmiar w systemie metrycznym				
F-BT-MR M6xL (6)	$6 \leq t_{II} < 30$ mm	4,3 kN	2,5 kN	nd.
F-BT-MR M8xL (8)	$8 \leq t_{II} < 30$ mm	6,3 kN	3,6 kN	
F-BT-MR M10xL (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	11,2 kN	6,3 kN	28 Nm
F-BT-MR M12xL (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	11,2 kN	6,3 kN	28 Nm
Rozmiar w systemie angielskim				
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	$3/8" \leq t_{II} < 1 1/8"$ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	2520 lb/ 11,2 kN	1415 lb/ 6,3 kN	20,6 lb-ft/ 28 Nm
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	$3/8" \leq t_{II} < 1 1/8"$ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	2520 lb/ 11,2 kN	1415 lb/ 6,3 kN	20,6 lb-ft/ 28 Nm

**Tabela 6.3-1: Wytrzymałość projektowa przy obciążeniu rozciągającym, obciążeniu ścinającym i momencie zginającym w oparciu o metodę częściowego współczynnika**

#### Zalecane obciążenie rozciągające, obciążenie ścinające i moment zginający w oparciu o koncepcję obciążenia roboczego

Oznaczenie	Grubość materiału podłoża $t_{II}$	Obciążenie rozciągające $N_{rec}$	Obciążenie ścinające $V_{rec}$	Moment zginający $M_{rec}$
Rozmiar w systemie metrycznym				
F-BT-MR M6xL (6)	$6 \leq t_{II} < 30$ mm	3,1 kN	1,8 kN	nd.
F-BT-MR M8xL (8)	$8 \leq t_{II} < 30$ mm	4,5 kN	2,6 kN	
F-BT-MR M10xL (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	8,0 kN	4,5 kN	20 Nm
F-BT-MR M12xL (10)	$10 \leq t_{II} < 30$ mm	8,0 kN	4,5 kN	20 Nm
Rozmiar w systemie angielskim				
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	$3/8" \leq t_{II} < 1 1/8"$ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	1800 lb/ 8,0 kN	1010 lb/ 4,5 kN	14,7 lb-ft/ 20 Nm
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	$3/8" \leq t_{II} < 1 1/8"$ $10 \leq t_{II} < 30$ mm	1800 lb/ 8,0 kN	1010 lb/ 4,5 kN	14,7 lb-ft/ 20 Nm

**Tabela 6.3-2: Zalecane obciążenie rozciągające, obciążenie ścinające i moment zginający w oparciu o koncepcję obciążenia roboczego**

### Mocowania grupowe

Na zachowanie grupy wpływa plastyczność kołka i rzeczywisty luz pomiędzy kołkiem a mocowanym elementem. W celu niwelowania niekorzystnego położenia kołków w rzędach lub prostokątnych płytach obowiązuje następująca zasada:

	<b>Kołki w rzędach:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aby ustalić całkowite obciążenie ścinające w rzędzie, bierze się pod uwagę jeden kołek w rzędzie <math>n</math> (tu: <math>n = 4</math>).</li> </ul>
	<b>Kołki w prostokątnych płytach:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prostokątna płyta z 4 kołkami w narożnikach i wprowadzaniem obciążenia ścinającego na środku płyty.</li> <li>W celu obliczenia całkowitego obciążenia ścinającego grupy brane są pod uwagę dwa kołki grupy składającej się z czterech kołków.</li> </ul>

**i** Uwagi dotyczące konstrukcji i zalecanych wartości obciążeń ścinających: na zachowanie grupy wpływa plastyczność kołka i rzeczywisty luz pomiędzy kołkiem a mocowanym elementem.

**Rysunek 6.3-3: Mocowania grupowe**

### Współczynnik redukcji obciążenia w przypadku cienkiego materiału podłoża

Oznaczenie	Grubość cienkiego materiału podłoża $t_{II}$	Współczynnik redukcji obciążenia dot.		
		Obciążenie rozciągające	Obciążenie ścinające	Zginanie
Rozmiar w systemie metrycznym				
F-BT-MR M6xL (6)	$2 \leq t_{II} < 4$ mm	$\alpha = (t_{II} + 4)/8$		nd.
F-BT-MR M8xL (8)	$2 \leq t_{II} < 4$ mm	$\alpha = (t_{II} + 1)/5$		
F-BT-MR M10xL (10)	$2 \leq t_{II} < 6$ mm	$\alpha = (t_{II} + 1.5)/7.5$		
F-BT-MR M12xL (10)	$2 \leq t_{II} < 6$ mm			
Rozmiar w systemie angielskim				
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	$0,0787" \leq t_{II} < 0,236"$	$\alpha = (t_{II} + 0,059)/0,295$		

**i** W przypadku rozmiarów w systemie metrycznym  $t_{II}$  w mm, a w przypadku rozmiarów w systemie angielskim w calach.

Podczas zgrzewania do materiału podłoża o minimalnej zdefiniowanej grubości przewężenia kołka jest najsłabszym punktem, a tym samym określa wartość obciążenia prowadzącego do awarii.

Podczas zgrzewania do cieńszego materiału podłoża najsłabszym punktem jest jednak materiał podłoża, a nie przewężenie. W związku z tym wartości obciążenia są zmniejszone.

W konsekwencji podczas zgrzewania na cienkim materiale podłoża należy wziąć pod uwagę współczynnik redukcji obciążenia przy obliczaniu konstrukcji lub zalecanych wartości obciążenia.

Przykład:

- $N_{rec, red}$  = zmniejszone obciążenie zalecane
- $\alpha$  = współczynnik redukcji obciążenia
- $N_{rec}$  = obciążenie zalecane (w przypadku określonej grubości materiału podłoża)

Na podstawie danych testowych zgromadzonych w formie oddzielnych grubości materiału podłoża w odniesieniu do każdego typu kołka wyprowadzono wzór współczynnika redukcji obciążenia  $\alpha$ .

**Rysunek 6.3-4: Współczynnik redukcji obciążenia w przypadku cienkiego materiału podłoża**

## 6.4 Zalecenia dotyczące instalacji

### 6.4.1 Montaż kołków

Poniższe wytyczne zawierają specyfikacje dotyczące montażu kołków za pomocą urządzenia CSF. Zazwyczaj instalacja jest wykonywana zgodnie z kodem/normą spawalniczą, taką jak EN ISO 14555 lub AWS D1.6, które zawierają dodatkowe wymagania dotyczące instalacji. Więcej informacji na temat procesów zgodnych z normą EN ISO 14555 można znaleźć w punkcie 8.

### 6.4.2 Moment dokręcający przy montażu

#### Montażowy moment dokręcania z nakrętką samokontrującą z kołnierzem

Oznaczenie	Moment dokręcający $T_{inst}$	Zalecany typ nakrętki	Narzędzie do dokręcania
Rozmiar w systemie metrycznym			
F-BT-MR M6xL (6)	8 Nm	Nakrętka samokontrująca z kołnierzem zgodnie z normą EN 1663	Narzędzia do dokręcania z funkcją kontroli momentu dokręcającego
F-BT-MR M8xL (8)	20 Nm		
F-BT-MR M10xL (10)	30 Nm		
F-BT-MR M12xL (10)	30 Nm		
Rozmiar w systemie angielskim			
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	22 lb-ft/30 Nm	Nakrętka samokontrująca z kołnierzem i z mechanizmem blokującym zgodnie z ASME B 18.16.4	Narzędzia do dokręcania z funkcją kontroli momentu dokręcającego
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	22 lb-ft/30 Nm		



- Aby uzyskać więcej informacji, należy zapoznać się z instrukcją użycia (IFU).
- Nie należy używać narzędzia do dokręcania zasilanego akumulatorowo.

**Tabela 6.4.2-1: Montażowy moment dokręcający z nakrętką samokontrującą z kołnierzem**

#### Montażowy moment dokręcający z nakrętką w ocynku ogniowym (HDG)

Oznaczenie	Moment dokręcający $T_{inst}$	Możliwy typ nakrętki	Narzędzie do dokręcania
Rozmiar w systemie metrycznym			
F-BT-MR M6xL (6)	8 Nm	Nakrętka HDG	Narzędzia do dokręcania z funkcją kontroli momentu dokręcającego
F-BT-MR M8xL (8)	20 Nm		
F-BT-MR M10xL (10)	27 Nm		
F-BT-MR M12xL (10)	27 Nm		
Rozmiar w systemie angielskim			
F-BT-MR 3/8xL (3/8)	20 lbft/ 27 Nm	Nakrętka HDG	Narzędzia do dokręcania z funkcją sterowania momentem obrotowym
F-BT-MR 1/2xL (3/8)	20 lbft/ 27 Nm		



- Aby uzyskać więcej informacji, należy zapoznać się z instrukcją użycia (IFU).
- Nie należy używać narzędzia do dokręcania zasilanego akumulatorowo.

**Tabela 6.4.2-2: Montażowy moment dokręcający z nakrętką w ocynku ogniowym (HDG)**

## 7 KONCEPCJA PROJEKTOWANIA

### 7.1 Metoda współczynnika częściowego

EN 1993-1-1: określa zastosowanie częściowych współczynników bezpieczeństwa, które powinny zostać uwzględnione w projekcie. Metoda częściowego współczynnika bezpieczeństwa jest metodą projektową, przy użyciu której współczynniki bezpieczeństwa są stosowane w odniesieniu do wytrzymałości na obciążenia i wytrzymałości materiału.

Typ obciążenia: Obciążenie quasistatyczne

$$S_d \leq R_d$$

$$S_d = \gamma_F \cdot S_k \leq R_d = R_k / \gamma_{M, F-BT}$$

Z:

$S_d$  = obciążenia projektowe działające na kołek ( $N_{Sd}$ ,  $V_{Sd}$  lub  $m_{sd}$ )

$S_k$  = obciążenia charakterystyczne działające na kołek ( $N_{Sk}$ ,  $V_{Sk}$  lub  $m_{sk}$ )

$\gamma_F$  = częściowy współczynnik bezpieczeństwa w przypadku oddziaływań

$R_d$  = wytrzymałość projektowa kołka ( $N_{Rd}$ ,  $V_{Rd}$  lub  $M_{Rd}$ )

$R_k$  = wytrzymałość charakterystyczna kołka ( $N_{Rk}$ ,  $V_{Rk}$  lub  $M_{Rk}$ )

$\gamma_{M, F-BT}$  = częściowy współczynnik bezpieczeństwa wytrzymałości

$$\gamma_F = 1,40$$

$$\gamma_{M, F-BT} = 2,00$$

### 7.2 Koncepcja obciążenia roboczego

Koncepcja obciążenia roboczego jest metodą projektową, przy użyciu której używane jest obciążenie rzeczywiste. Bezpieczeństwo konstrukcji można opisać przy użyciu globalnego współczynnika bezpieczeństwa odnoszącego się do obciążenia i materiału.

Typ obciążenia: Obciążenie quasistatyczne

$$S_k \leq R_{rec}$$

$$R_{rec} = R_k / \gamma_{tot} = R_k / (\gamma_{M, F-BT} \cdot \gamma_F) = R_k / (2,0 \cdot 1,4) = R_k / 2,8$$

Z:

$S_k$  = obciążenia charakterystyczne działające na kołek ( $N_{Sk}$ ,  $V_{Sk}$  lub  $m_{sk}$ )

$\gamma_{tot}$  = całkowity (globalny) współczynnik bezpieczeństwa

$R_{rec}$  = obciążenia zalecane ( $N_{rec}$ ,  $V_{rec}$  lub  $M_{rec}$ )

$R_k$  = wytrzymałość charakterystyczna ( $N_{Rk}$ ,  $V_{Rk}$  lub  $M_{Rk}$ )

$\gamma_{M, F-BT}$  = częściowy współczynnik bezpieczeństwa wytrzymałości

$$\gamma_F = 1,40$$

$$\gamma_{M, F-BT} = 2,00$$



### 7.3 Kombinacja obciążeń

Tabele 7.3-1 i 7.3-2 przedstawiają równania kombinacji, w których kołki są jednocześnie obciążone rozciąganiem, ścinaniem i/lub momentami.

Kombinacja obciążeń	Kombinacja obciążeń
Ścinanie — rozciąganie	$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} + \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \leq 1,2$ z $\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1,0$ i $\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \leq 1,0$
Ścinanie — moment zginający	$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} + \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1,0$
Rozciąganie — moment zginający	$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} + \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \leq 1,0$
Ścinanie — rozciąganie — moment zginający	$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} + \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} + \frac{m_{sd}}{M_{Rd}} \leq 1,0$

**Tabela 7.3-1: Kombinacja obciążeń — obciążenia projektowe**

Kombinacja obciążeń	Kombinacja obciążeń
Ścinanie — rozciąganie	$\frac{V_{Sk}}{V_{rec}} + \frac{N_{Sk}}{N_{rec}} \leq 1,2$ z $\frac{V_{Sk}}{V_{rec}} \leq 1,0$ i $\frac{N_{Sk}}{N_{rec}} \leq 1,0$
Ścinanie — moment zginający	$\frac{V_{Sk}}{V_{rec}} + \frac{M_{Sk}}{M_{rec}} \leq 1,0$
Rozciąganie — moment zginający	$\frac{N_{Sk}}{N_{rec}} + \frac{M_{Sk}}{M_{rec}} \leq 1,0$
Ścinanie — rozciąganie — moment zginający	$\frac{V_{Sk}}{V_{rec}} + \frac{N_{Sk}}{N_{rec}} + \frac{m_{sk}}{M_{rec}} \leq 1,0$

**Tabela 7.3-2: Kombinacja obciążeń — obciążenia zalecane**

## 8 BEZPRZEWODOWE ZGRZEWANIE KOŁKÓW (CSF) ZGODNE Z NORMĄ EN ISO 14555

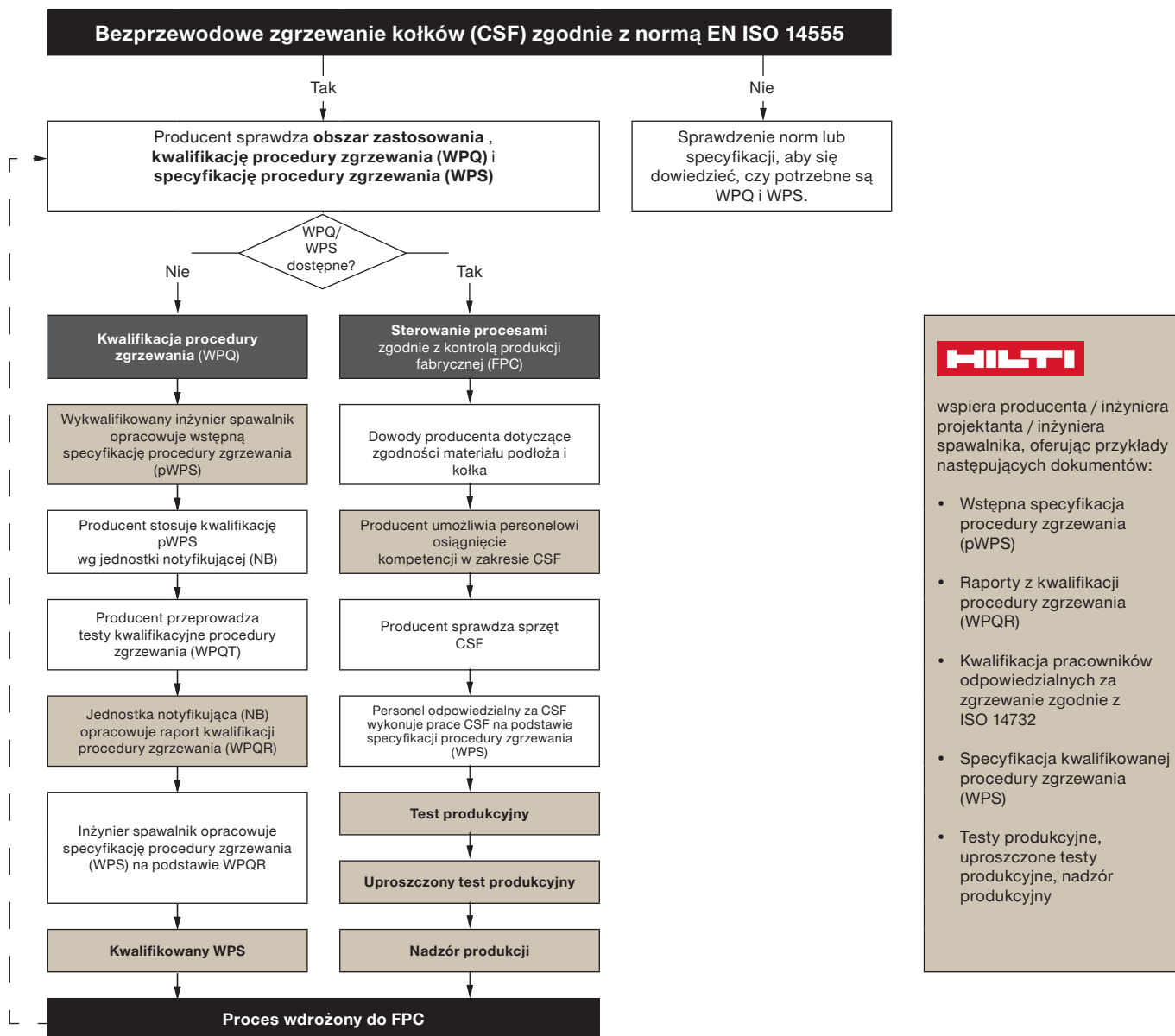
Celem tej części jest pomoc producentowi w kwalifikacji procedury zgrzewania (WPQ) i specyfikacji procedury zgrzewania (WPS), a także w kontroli procesu w ramach kontroli produkcji fabrycznej (FPC) zgodnie z normą EN ISO 14555 [5].

### Dopuszczalny obszar zastosowania

Ω. Urządzenie CSF może być stosowane we wszystkich dziedzinach obróbki metali.

Konstrukcje podlegające określonym obciążeniom statycznym

- Standardowe wymagania w zakresie jakości zgodnie z normą ISO 3834-3
- Temperatura stosowania w trakcie eksploatacji:  $-40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 60^{\circ}\text{C}$



**i** WPQ i kontrola procesu muszą zostać zatwierdzone przez jednostkę notyfikującą (NB).

Rysunek 8-1: Wdrożenie procesu bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF) do FPC

## 8.1 Kwalifikacja procedury zgrzewania (WPQ - Welding Procedure Qualification)

Zazwyczaj kwalifikacja procedury zgrzewania skutkuje kwalifikowaną procedurą zgrzewania (WPS - Welding Procedure Specifications). WPQ jest potrzebna, gdy wymaga tego norma lub specyfikacja. Metoda powinna zostać uzgodniona pomiędzy stronami umowy. Dozwolone są następujące metody kwalifikacji, ale wymagania specyfikacji lub normy zastosowania mogą ograniczać wybór metody:

- Kwalifikacja poprzez test procedury zgrzewania
- Kwalifikacja poprzez testy przedprodukcyjne

### 8.1.1 Wstępna specyfikacja procedury zgrzewania (pWPS)

Wstępna specyfikacja procedury zgrzewania zawiera wymagane zmienne, które mają zostać zakwalifikowane, w tym następujące informacje:

- Identyfikacja producenta
- Identyfikacja pWPS
- Proces zgrzewania
- Warunki środowiskowe
- Przygotowanie powierzchni
- Warunki związane z materiałem podłoża
- Warunki związane z materiałem kołka
- Warunki związane z pozycjami zgrzewania

W przypadku niektórych zastosowań może być konieczne uzupełnienie lub zmniejszenie tej listy.

Preliminary Welding Procedure Specification (pWPS) No. pWPS_F-BT-MR SN (EU) Version: 03/2022-11-04	
Stud welding fastener type designation	F-BT-MR SN
Studs	
F-BT-MR M6x25 SN (8), F-BT-MR M6x25 SN (4)	
F-BT-MR M8x25 SN (8), F-BT-MR M8x25 SN (4)	
F-BT-MR M10x25 SN (10), F-BT-MR M10x50 SN (10)	
F-BT-MR M12x25 SN (10), F-BT-MR M12x50 SN (10)	
F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8), F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8), F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8), F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8), F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	
Base material	
Base material specification	Subgroups 1.1 and 1.2 according to CEN ISO/TR 15608, CEV ≤ 0.45 %
Base material shape	Flat steel
Base material coating	Non-weldable primer HDG coating Duplex coating Multi-layer coating
Visualization	
Maximum coating thickness	1000 µm
Surface tool	FX 3-ST d20
Surface preparation method	Surface preparation with appropriate tool. Prepared surface shall be free of any visible dirt, rust and coating. Surface to be welded shall be maintained dry and free from condensation. Maximum time permitted between surface preparation and welding: 2 hours Consideration of: F-BT Visual Examination Catalogue, 2022-10-28, OTR/5724148/01
Magnetic clamp and base clamp positioning	PA, PE, PC: Minimum distance to stud welding position $s_{min}$ = 100 mm PC: Clamp positioning below stud welding position
Positioning in base material	
Edge distance	$c_{min}$ = 40 mm
Spacing between studs	$s_{min}$ = 35 mm
Stud material	
Material number	1.4571
EN material designation	X6CrNiMoTi17-12-2
AISI/SAE	316Ti
UNS	S 31635

Preliminary Welding Procedure Specification (pWPS) No. pWPS_F-BT-MR SN (EU) Version: 03/2022-11-04					
Stud welding equipment					
Cordless stud fusion unit	FX 3-A				
Cordless stud fusion hand tool	FX 3-HT				
Stud holder	X-SH F3 M6-1/4", X-SH F3 M8-5/16", X-SH F3 M10-3/8", X-SH F3 M12-1/2"				
Stud welding technology					
	Drawn-arc welding with shielding gas (783) Welding current, welding time, lift and protrusion are automatically adjusted. Gas can FX 3-CC, Shielding gas (SG) according to ISO 14175: M21-Arc-18 Gas flow rate: 3 l/min Preheat base material: 0°C				
Stud designation	Stud holder	Weld Code	Welding position	Base material Thickness	Recommended surface tool for base material coating
		ISO 8947		$t_{min}$ $t_{max}$	Non-weldable primer HDG coating Duplex coating Multi-layer coating
Metric and Imperial sizes					
F-BT-MR M6x25 SN (8)	X-SH F3 M6-1/4	H1		4 mm 30 mm	
F-BT-MR M8x25 SN (8)	X-SH F3 M8-5/16	H1		4 mm 30 mm	
F-BT-MR M8x25 SN (4)	X-SH F3 M8-1/4	H2		6 mm 30 mm	
F-BT-MR M8x25 SN (8)	X-SH F3 M8-5/16	H2		8 mm 30 mm	
F-BT-MR M10x25 SN (10)	X-SH F3 M10-3/8	H10		10 mm 30 mm	
F-BT-MR M10x50 SN (10)	X-SH F3 M10-3/8	H10		10 mm 30 mm	
F-BT-MR M12x25 SN (10)	X-SH F3 M12-1/2	H10	PA, PE, PC	10 mm 30 mm	FX 3-ST d20
F-BT-MR M12x50 SN (10)	X-SH F3 M12-1/2	H10		10 mm 30 mm	
F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	X-SH F3 M10-3/8	H1		4 mm 30 mm	
F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8)	X-SH F3 M10-3/8	H10		10 mm 30 mm	
F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8)	X-SH F3 M10-3/8	H10		10 mm 30 mm	
F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8)	X-SH F3 M10-3/8	H10		10 mm 30 mm	
F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)	X-SH F3 M10-3/8	H10		10 mm 30 mm	
Stud welding examination					
Observation of <b>Hilti F-BT Visual Examination Catalogue, 2022-10-28, OTR/5724148/01</b>					
Stud welding parameters					
Weld Code	Welding current [A]	Welding time [ms]	Protrusion [mm]	Lift [mm]	Remarks
H10	250 - 280	390 - 440	4.40 - 4.80	2.30 - 2.80	with magnet field
H3	250 - 280	245 - 285	4.40 - 4.80	2.30 - 2.80	with magnet field
H2	250 - 280	150 - 180	4.20 - 4.60	2.30 - 2.80	with magnet field
H1	250 - 280	80 - 110	4.20 - 4.60	2.30 - 2.80	with magnet field

Rysunek 8.1.1-1. Przykład wstępnej specyfikacji procedury zgrzewania (pWPS)

Firma Hilti dostarcza kompletny zestaw przykładów pWPS, które mogą stanowić podstawę do pWPS sporządzonej przez inżyniera spawalnika.

### 8.1.2 Test kwalifikacji procedury zgrzewania (WPQT - Welding procedure qualification test)

Jeśli wymagana jest kwalifikacja procedury zgrzewania, należy przeprowadzić testy. Testy powinny zostać uzgodnione pomiędzy stronami umowy.

**Testy kwalifikacyjne procedury zgrzewania zgodnie z normą EN ISO 14555**

Typ testu	Kategoria testu	Próbka testowa	Kryteria akceptacji testu
Badanie wizualne	Badanie nieniszczące (NDT) — badanie powierzchni	10 kołków	Katalog badań wizualnych Hilti F-BT [10]
	Badanie nieniszczące (NDT) — badanie kołka		
	Wskaźnik funkcji zgrzewania (AFI) — badanie kołka		
Badanie fizyczne	Badania niszczące (DT) — próba na zginanie	10 kołków	zgodnie z punktem 8.4.1
	lub		
	Badania niszczące (DT) — próba na wytrzymałość na rozciąganie	5 kołków	zgodnie z punktem 8.4.2
Ponowny test	Jeśli jeden test nie spełni wymagań, można przeprowadzić dwa podobne testy. Jeśli więcej niż jeden test lub jeden z dwóch testów zastępczych nie spełnia kryteriów akceptacji, test nie powiódł się.		

**Tabela 8.1.2-1: Test kwalifikacji procedury zgrzewania**



- Jeżeli zastosowanie ma materiał powlekany, należy wykonać testy WPQT na materiale powlekanym.
- Ze względu na geometrię kołka zalecane jest badanie fizyczne F-BT-MR M12 i F-BT-MR M12 SN.

### 8.1.3 Dokumentacja kwalifikacji procedury zgrzewania (WPQR - Welding Procedure Qualification Record)

WPQR to formalnie wydany dokument zawierający szczegóły procedury zgrzewania i wyniki badań, który jest sporządzany i podpisywany przez jednostkę notyfikującą (NB). Raport jest wymagany do zmiany pWPS na WPS. Firma Hilti wspiera producenta, dostarczając kompletny zestaw przykładów WPQR (patrz punkt 8.5).

### 8.1.4 Specyfikacja kwalifikowanej procedury zgrzewania (WPS)

Specyfikacja procedury zgrzewania (WPS) to kwalifikowana pWPS, która określa wszystkie istotne parametry i spełnia wymagania kwalifikacyjne oparte na testach kwalifikacji zgrzewania.

Firma Hilti przedstawia przykłady kwalifikowanych WPS zgodnie z EN ISO 14555: CSF-WPS F-BT-MR (UE), wersja: 01/2022-11-02 [11].

### 8.1.5 Warunki związane z materiałem podłoża

Aby materiał podłoża mógł zostać użyty, powinien być dostępny dowód zgodności z wymogami. W przypadku braku dowodu zgodności materiał podłoża przed zgrzewaniem powinien zostać poddany dodatkowym testom materiału. W tym celu należy zagwarantować dostępność wystarczającej ilości materiału podłoża z tego samego wytopu, co stosowany w badaniu.

Metoda bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF) obejmuje grupy materiałowe 1.1 lub 1.2 zgodnie z normą ISO/TR 15608 [8]. Szczegółowe informacje podano w tabeli 8.1.5-1.

#### Warunki dotyczące materiału podłoża

Grupy materiałowe według	Test kwalifikacji procedury zgrzewania przeprowadzony z:	Test kwalifikacji procedury zgrzewania obejmuje:
ISO/TR 15608 [8]	1.1	1.1
	1.2	1.1 i 1.2

Tabela 8.1.5-1: Warunki dotyczące materiału podłoża

Tabela 9.1.5-2 przedstawia zalecane minimalne grubości materiału podłoża, które zostały zbadane w ramach testów procedur zgrzewania przez firmę Hilti.

#### Zalecana minimalna grubość materiału podłoża

Proces zgrzewania	Oznaczenie	Oznaczenie grubości materiału podłoża bez uszkodzenia tylnej powłoki
Zgrzewanie kołków techniką łuku ciągnionego z gazem osłonowym (783)	F-BT-MR M6x25 SN (4)	4 mm
	F-BT-MR M8x25 SN (4)	4 mm
	F-BT-MR M6x25 SN (6) F-BT-MR M6x25 (6)	6 mm
	F-BT-MR M8x25 SN (8) F-BT-MR M8x25 (8)	8 mm
	F-BT-MR M10x25 SN (10) F-BT-MR M10x50 SN (10) F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M10x50 (10) F-BT-MR M12x25 SN (10) F-BT-MR M12x50 SN (10) F-BT-MR M12x25 (10) F-BT-MR M12x50 (10)	10 mm
	F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	5/32"/4 mm
	F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8) F-BT-MR 3/8x1 (3/8) F-BT-MR 3/8x1 1/2 (3/8) F-BT-MR 3/8x2 (3/8) F-BT-MR 3/8x4 (3/8) F-BT-MR 1/2x1 1/2 (3/8) F-BT-MR 1/2x2 (3/8)	3/8"/10 mm

Tabela 8.1.5-2: Zalecana minimalna grubość materiału podłoża

### 8.1.6 Warunki związane z materiałem kołka

W przypadku materiału kołka dowód zgodności zostanie dostarczony przez firmę Hilti na żądanie.

Pojedynczy test procedury zgrzewania może obejmować wiele różnych oznaczeń kołków, ale test kwalifikacyjny procedury zgrzewania musi uwzględniać te o różnych przekrojach spawalniczych. W związku z tym dwa testy procedury zgrzewania z wykorzystaniem dwóch typów kołków z dwoma różnymi przekrojami spawalniczymi obejmują wszystkie oznaczenia kołków z przekrojem spawalniczym w zakresie dwóch badanych typów kołków.

### 8.1.7 Warunki związane z pozycjami zgrzewania

Proces bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF), w tym przygotowanie powierzchni i sam proces bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF) można przeprowadzić w następujących orientacjach:

- Pozycja od góry
- Pozycja pozioma
- Pozycja ponad głową

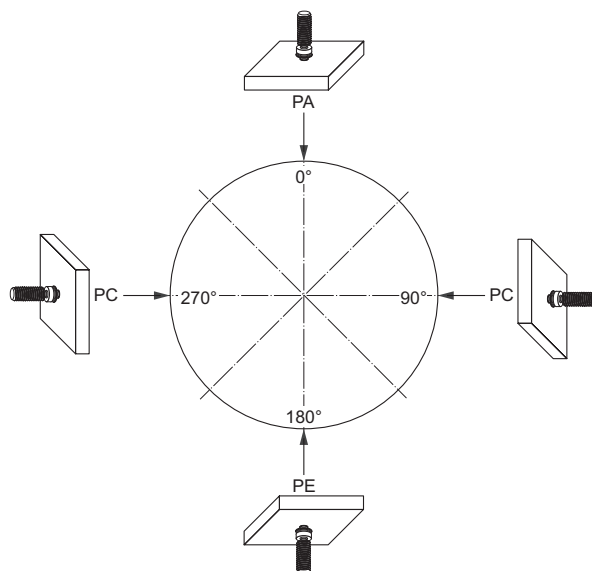
Tabela 8.1.7-1: zawiera przegląd pozycji zgrzewania i testowania.

Pozycje zgrzewania i testowania zgodnie z normą EN ISO 6947 [2]		
Pozycje zgrzewania	Pozycja od góry	PA
	Pozycja pozioma	PC
	Pozycja ponad głową	PE
Pozycje testowe	Warunki	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PC obejmuje PE i PA, ale nie odwrotnie</li> <li>• PE obejmuje PA, ale nie odwrotnie</li> </ul>

**Tabela 8.1.7-1: Pozycje zgrzewania i testowe**

Pozycje zgrzewania oznaczają orientację zgrzewanej części i narzędzia i odnoszą się do rzeczywistego położenia zgrzewu w miejscu pracy.

Pozycja testowa oznacza pozycję zgrzewania używaną do kwalifikacji procedury zgrzewania i kwalifikacji operatora.



**Rysunek 8.1.7-1: Pozycje zgrzewania i testowe**

## 8.2 Kontrola procesu

W celu zapewnienia jakości należy spełnić różne wymagania jakościowe, w zależności od obszaru zastosowania. Tabela 8.2-1 zawiera przegląd testów kontrolnych procesu.

Obszar zastosowań	Test kontrolny procesu
Kontrola procesu zgodnie z normą EN ISO 14555	Test produkcyjny
	Uproszczony test produkcyjny
	Nadzór produkcji

**Tabela 8.2-1: Kontrola procesu**

Testy te można przeprowadzić przy użyciu rzeczywistych elementów produkcyjnych lub przy użyciu próbek testowych.

Próbki testowe powinny odpowiadać warunkom produkcji. Naprawione kołki powinny być ponownie sprawdzane w ten sam sposób, jak określono pierwotnie. Badanie wizualne i badanie fizyczne w ramach kontroli procesu obejmuje badanie nieniszczące (NDT) i badanie niszczące (DT).

W ramach kontroli procesu należy stosować kategorię testu i liczbę próbek testowych podane w następujących punktach, chyba że określono inaczej.

### 8.2.1 Test produkcyjny

Test produkcyjny powinien zostać przeprowadzony przez producenta na konstrukcji lub grupie podobnych konstrukcji przed zgrzewaniem i/lub po określonej liczbie zgrzewów. Liczbę tę podano w odpowiednim standardzie zastosowania lub specyfikacji. Test produkcyjny jest ograniczony do średnicy zużytego kołka, materiału kołka i materiału podłoża. Należy zgrzać co najmniej 10 kołków. W celu ponownego przetestowania dodatkowe kołki powinny być zgrzewane w tych samych warunkach.

Tabela 9.2.1-1 przedstawia badania i testy, które należy wykonać, chyba że określono inaczej.

Typ testu	Kategoria testu	Próbka testowa	Kryteria akceptacji testu
Badanie wizualne	Badanie nieniszczące (NDT) — badanie powierzchni	10 kołków	patrz katalog badań wizualnych Hilti F-BT [10]
	Badanie nieniszczące (NDT) — badanie kołka		
	Wskaźnik funkcji zgrzewania (AFI) — badanie kołka		
Badanie fizyczne	Badania niszczące (DT) — próba na zginanie	5 kołków	zgodnie z punktem 8.4.1
	lub		
	Testy nieniszczące (NDT) — próba na wytrzymałość na rozciąganie z użyciem HAT 28-FX	5 kołków	zgodnie z punktem 8.4.3
Ponowny test	Jeśli jeden test nie spełni wymagań, można przeprowadzić dwa podobne testy (zastępcze). Jeśli więcej niż jeden test lub jeden z dwóch testów zastępczych nie spełnia kryteriów akceptacji, test nie powiódł się. Należy podjąć działania naprawcze. Test należy powtórzyć.		
Dokumentacja	Wyniki należy udokumentować.		

**Tabela 8.2.1-1: Test produkcyjny**



## 8.2.2 Uproszczony test produkcyjny

Producent powinien przeprowadzić uproszczone testy produkcyjne przed rozpoczęciem każdej zmiany. Mogą zostać ustalone dodatkowe testy.

Typ testu	Kategoria testu	Próbka testowa	Kryteria akceptacji testu
Badanie wizualne	Badanie nieniszczące (NDT) — badanie powierzchni	3 kołki	patrz katalog badań wizualnych Hilti F-BT [10]
	Badanie nieniszczące (NDT) — badanie kołka		
	Wskaźnik funkcji zgrzewania (AFI) — badanie kołka		
Badanie fizyczne	Badania niszczące (DT) — próba na zginanie	3 kołki	zgodnie z punktem 8.4.1
	lub		
	Testy nieniszczące (NDT) — próba na wytrzymałość na rozciąganie z użyciem HAT 28-FX	3 kołki	zgodnie z punktem 8.4.3
Ponowny test	Jeśli jeden test nie spełni wymagań, można przeprowadzić dwa podobne testy. Jeśli więcej niż jeden test lub jeden z dwóch testów zastępczych nie spełnia kryteriów akceptacji, test nie powiódł się. Należy podjąć działania naprawcze. Test należy powtórzyć.		
Dokumentacja	Wyniki należy udokumentować.		

**Tabela 8.2.2-1: Uproszczony test produkcyjny**

## 8.2.3 Nadzór produkcji

Producent powinien przeprowadzać nadzór produkcji. Ogólnie rzecz biorąc, badanie wizualne jest wystarczającą metodą nadzoru produkcji. Jeżeli badanie wizualne zakończy się niepowodzeniem, można dodatkowo przeprowadzić badanie fizyczne.

Typ testu	Kategoria testu	Próbka testowa	Kryteria akceptacji testu
Badanie wizualne	Badanie nieniszczące (NDT) — badanie powierzchni	wszystkie	patrz katalog badań wizualnych Hilti F-BT [10]
	Badanie nieniszczące (NDT) — badanie kołka		
	Wskaźnik funkcji zgrzewania (AFI) — badanie kołka		
Badanie fizyczne	Badania niszczące (DT) — próba na zginanie	nieudane badanie wizualne	zgodnie z punktem 8.4.1
	lub		
	Testy nieniszczące (NDT) — próba na wytrzymałość na rozciąganie z użyciem HAT 28-FX	nieudane badanie wizualne	zgodnie z punktem 8.4.3
Ponowny test	Jeżeli badanie fizyczne nie spełnia kryteriów akceptacji, test nie powiódł się. Należy podjąć działania naprawcze, patrz EN ISO 14555 [5], punkt 14.7.		
Dokumentacja	Wyniki należy udokumentować.		

**Tabela 8.2.3-1: Nadzór produkcji**

### 8.3 Personel odpowiedzialny za bezprzewodowe zgrzewanie kołków (CSF)

Podstawowe wymagania obowiązujące producenta to zapewnienie, że wszystkie odpowiednie normy i specyfikacje, które musi spełnić personel odpowiedzialny za bezprzewodowe zgrzewanie kołków (CSF) podczas instalacji, są prawidłowo stosowane. Personel odpowiedzialny za bezprzewodowe zgrzewanie kołków (CSF) może być podzielony na inspektorów i operatorów. Personel odpowiedzialny za bezprzewodowe zgrzewanie kołków (CSF) powinien być wykwalifikowany zgodnie z odpowiednimi normami (EN ISO 14731 [6], EN ISO 14732 [7]).

#### 8.3.1 Personel odpowiedzialny za kontrolę

Jeśli kontrola jest wymagana przez normę lub specyfikację, które należy spełnić w przypadku danego zastosowania, personel odpowiedzialny za kontrolę powinien sprawdzić następujące kwestie: przegląd techniczny i raport z przeglądu. Raporty techniczne i raporty z kontroli mogą być wykonywane przez wykwalifikowany personel kontrolny.

#### 8.3.2 Przegląd techniczny

Przed, w trakcie lub po procesie bezprzewodowego zgrzewania kołków (CSF) należy zazwyczaj rozważyć następujące aspekty:

- Kontrola sprzętu
- Zatwierdzenie specyfikacji materiału podłoża i właściwości materiału podłoża
- Identyfikacja lokalizacji kołka, w tym dostępność, dostępność do kontroli i do badań nieniszczących
- Warunki obciążenia nominalnego
- Analiza odpowiednich warunków środowiskowych, np. bardzo niskiej temperatury otoczenia
- Zapewnienie ochrony przed niekorzystnymi warunkami środowiskowymi
- Badanie wymagań jakościowych i kryteriów akceptacji
- Zdefiniowanie podejścia do kwalifikacji procedury zgrzewania, zgodnie z wymaganiami jednostki notyfikującej (NB)
- Zdefiniowanie środków kontroli jakości zgodnie z wymogami jednostki notyfikującej (NB)
- Przedstawienie raportu z kontroli, jeśli zostało to przewidziane w umowie
- Zapewnienie kwalifikacji operatora zgodnie z wymogami jednostki notyfikującej (NB)
- Postępowanie w przypadku niezgodności
- Zdefiniowanie prac naprawczych i modyfikacji

#### 8.3.3 Dokumentacja kontroli

Jeśli w umowie określono, że należy sporządzić dokumentację kontroli, może być konieczne wykazanie, że przygotowanie powierzchni i kołki zostały sprawdzone na określonych etapach i że wszystkie kryteria akceptacji zostały spełnione. Forma dokumentacji kontroli może być różna. Decyzja należy do producenta.

### 8.3.4 Operatorzy

Kwalifikację operatora odpowiedzialnego za bezprzewodowe zgrzewanie kołków (CSF) można przeprowadzić w ramach kwalifikacji procedury zgrzewania, kontroli procesu lub jako oddzielny test. Personel odpowiedzialny za bezprzewodowe zgrzewanie kołków (CSF) musi rozumieć specyfikację procedury zgrzewania (WPS), posiadać odpowiednią wiedzę, aby obsługiwać sprzęt i być w stanie prawidłowo przeprowadzić zgrzewanie. Testy powinny obejmować co najmniej:

#### Kategorie testów kwalifikacji personelu operatora

Wiedza funkcjonalna (normatywna) zgodnie z EN ISO 14732, załącznik A	podstawowa wiedza o sprzęcie
	Podstawowa ocena wad
	przygotowanie powierzchni i zgrzewanie kołków
Technologia zgrzewania (informacyjna) zgodnie z EN ISO 14732, Załącznik B	

**Tabela 8.3.4-1: Kategorie testów kwalifikacji personelu operatora**

W ramach szkolenia dla operatorów odpowiedzialnych za bezprzewodowe zgrzewanie kołków (CSF) firma Hilti przedstawiła przykład badań teoretycznych, które mogą służyć jako wytyczne dla producentów w ramach kwalifikacji operatora. Testy powinny być zgodne z określonymi kryteriami akceptacji.

## 8.4 Szczegółowe informacje na temat badania wizualnego i fizycznego

Badanie wizualne opisano w oddzielnym dokumencie katalogu badań wizualnych Hilti F-BT [10]. Katalog badań można identyfikować na podstawie numeru dokumentu Hilti OTR 5724148, aktualna wersja 01, wydana 28 października 2022 r.

Szczegółowe informacje dotyczące badania fizycznego podano w punktach od 8.4.1 do 8.4.3. Testy należy dobierać zgodnie z zastosowaniem. W niektórych zastosowaniach mogą być wymagane dodatkowe testy według standardów lub specyfikacji, które należy spełnić w przypadku danego zastosowania.

### 8.4.1 Badania niszczące (DT) – próba na zginanie

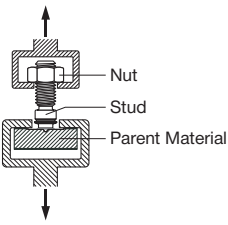
Typ kołka: F-BT-MR SN	Typ kołka: F-BT-MR	Opis
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Należy użyć urządzenia do zginania FX 3-SP S</li> </ul> lub <ul style="list-style-type: none"> <li>Umieścić urządzenie do zginania nad przewężeniem w gwintowanym odcinku</li> <li>Urządzenie do zginania powinno być ustawione w taki sposób, aby umożliwić obrót obszaru przewężenia kołka</li> </ul>

**Rysunek 8.4.1-1: Urządzenie do zginania**

Opis testu	Kryteria akceptacji
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wygiąć kołek pod kątem <math>\alpha \geq 60^\circ</math> zgodnie z normą EN ISO 14555</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wynik testu uznaje się za pozytywny, jeśli po zgięciu nie ma pęknięć w zgrzewie.</li> </ul>

**Rysunek 8.4.1-2: Próba na zginanie**


### 8.4.2 Badania niszczące (DT) – próba na wytrzymałość na rozciąganie

Opis testu		Kryteria akceptacji								
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przeprowadzić test rozciągania zgrzanego kołka do momentu jego pęknięcia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Złamania w strefie zgrzewu lub w obszarze przewężenia są dozwolone w przypadku osiągnięcia nominalnej wytrzymałości na rozciąganie materiału kołków <math>N_{min}</math>:                     <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>M6, M8, 3/8 (H1):</td> <td><math>N_{min} = 7,5 \text{ kN}</math></td> </tr> <tr> <td>M6 (H2):</td> <td><math>N_{min} = 9,1 \text{ kN}</math></td> </tr> <tr> <td>M8 (H3):</td> <td><math>N_{min} = 17,0 \text{ kN}</math></td> </tr> <tr> <td>M10, M12, 3/8, 1/2 (H10):</td> <td><math>N_{min} = 21,8 \text{ kN}</math></td> </tr> </table> </li> <li>Niedoskonałości w powierzchni złamania powinny być mniejsze niż 10% obszaru zgrzewanego zgodnie z EN ISO 14555 [5], 12.1 i 12.4</li> </ul>	M6, M8, 3/8 (H1):	$N_{min} = 7,5 \text{ kN}$	M6 (H2):	$N_{min} = 9,1 \text{ kN}$	M8 (H3):	$N_{min} = 17,0 \text{ kN}$	M10, M12, 3/8, 1/2 (H10):	$N_{min} = 21,8 \text{ kN}$
M6, M8, 3/8 (H1):	$N_{min} = 7,5 \text{ kN}$									
M6 (H2):	$N_{min} = 9,1 \text{ kN}$									
M8 (H3):	$N_{min} = 17,0 \text{ kN}$									
M10, M12, 3/8, 1/2 (H10):	$N_{min} = 21,8 \text{ kN}$									

Rysunek 8.4.2-1: Niszcząca próba wytrzymałości na rozciąganie

**i** \* Wartość  $N_{min}$  jest obliczana jako iloczyn powierzchni przekroju przewężenia kołka i minimalnej określonej wytrzymałości materiału kołka wynoszącej 600 N/mm<sup>2</sup>.

### 8.4.3 Badanie nieniszczące (NDT) – próba na wytrzymałość na rozciąganie (HAT 28-FX)

Opis testu		Kryteria akceptacji								
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przeprowadzić test rozciągania zgrzanego kołka do momentu osiągnięcia próbnego obciążenia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brak pęknięcia do momentu osiągnięcia obciążenia próbnego:                     <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>M6, M8, 3/8 (H1):</td> <td>1350 lb/6 kN</td> </tr> <tr> <td>M6 (H2):</td> <td>1225 lb/9 kN</td> </tr> <tr> <td>M8 (H3):</td> <td>3820 lb/17 kN</td> </tr> <tr> <td>M10, M12, 3/8, 1/2 (H10):</td> <td>4950 lb/22 kN</td> </tr> </table> </li> <li>Więcej informacji można znaleźć w katalogu badań wizualnych Hilti F-BT [10], tabela 6</li> </ul>	M6, M8, 3/8 (H1):	1350 lb/6 kN	M6 (H2):	1225 lb/9 kN	M8 (H3):	3820 lb/17 kN	M10, M12, 3/8, 1/2 (H10):	4950 lb/22 kN
M6, M8, 3/8 (H1):	1350 lb/6 kN									
M6 (H2):	1225 lb/9 kN									
M8 (H3):	3820 lb/17 kN									
M10, M12, 3/8, 1/2 (H10):	4950 lb/22 kN									

Rysunek 8.4.3-1: Nieniszcząca próba wytrzymałości na rozciąganie

## 8.5 Raporty techniczne

### 8.5.1 WPQR, badania makro i pomiary twardości

#### Warunki testu

- Materiał podłoża: S355 zgodnie z EN 10025-2
- Pozycje zgrzewania: Pozycja pozioma (PC)

Oznaczenie	Kod H	Dokumentacja kwalifikacji procedury zgrzewania (WPQR)	Badania makro	Pomiary twardości	Podmiot odpowiedzialny
F-BT-MR M6x25 SN (4) F-BT-MR M8x25 SN (4) F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	H1	L22/0869_01	L22/0869_02	L22/0869_3	gbd Lab GmbH, Austria
F-BT-MR M6x25 SN (6)	H2	L22/0868_01	L22/0868_02	L22/0868_3	
F-BT-MR M8x25 SN (8)	H3	L22/0867_01	L22/0867_02	L22/0867_3	
F-BT-MR M10xL SN (10) F-BT-MR 3/8xL SN (3/8)	H10	L22/1282_01	L22/1282_02		
F-BT-MR M12xL SN (10)	H10	L22/1281_01	L22/1281_02		
F-BT-MR M6x25 (6)	H2	L22/0873_01			
F-BT-MR M8x25 (8)	H3	L22/0872_01			
F-BT-MR M10xL (10) F-BT-MR 3/8xL (3/8)	H10	L22/1284_01	L22/1284_02		
F-BT-MR M12xL (10) F-BT-MR 1/2xL (3/8)	H10	L22/1283	L22/1282_02		

### 8.5.2 Próby na wytrzymałość na rozciąganie

#### Warunki testu

- Przypadek zniszczenia (wszystkie testy): złamanie przewężenia kołka

Oznaczenie	Nr raportu	Podmiot odpowiedzialny
F-BT-MR M6x25 (6) F-BT-MR M8x25 (8) F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M12x25 (10) F-BT-MR M6x25 SN (4) F-BT-MR M6x25 SN (8) F-BT-MR M8x25 SN (8) F-BT-MR M12x25 SN (10) F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8)	L22/0862_01	gbd Lab GmbH, Austria
F-BT-MR M10x50 SN (10) F-BT-MR M12x50 SN (10) F-BT-MR M10x50 SN (10) F-BT-MR M12x50 SN (10)	L22/0862_02	

### 8.5.3 Badania wytrzymałości na ścinanie

#### Warunki testu

- Rodzaj uszkodzenia (wszystkie testy): pęknięcie zgrzewu

Oznaczenie	Nr raportu	Podmiot odpowiedzialny
F-BT-MR M6x25 SN (4) F-BT-MR M6x25 SN (6) F-BT-MR M8x25 SN (8) F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M10x25 SN (10) F-BT-MR M12x25 SN (10) F-BT-MR M6x25 (6) F-BT-MR M8x25 (8) F-BT-MR M10x25 (10) F-BT-MR M12x25 (10)	L22/0862_03a	gbd Lab GmbH, Austria

## 8.6 Terminy i definicje

Do celów niniejszego dokumentu zastosowanie mają następujące symbole.

### Wymiary

$d_1$	średnica nominalna, średnica gwintu
$d_2$	średnica obszaru zgrzewu
$d_{n1}$	średnica strefy przejściowej podkładki uszczelniającej / średnica obszaru kołka
$d_{n2}$	średnica strefy przejściowej uchwytu kołka
$d_n$	średnica obszaru przewężenia kołka
L	ługość gwintu
$L_1$	nominalna długość kołka

### Odstępy i odległości

c	odległość od krawędzi
$c_{min}$	minimalna dopuszczalna odległość od krawędzi
s	odstęp
$s_{min}$	minimalny dopuszczalny odstęp

### Materiał mocowania i materiał podłoża

$d_f$	średnica otworu prześwitu w mocowaniu
$t_1$	grubość materiału mocowanego
$t_{II}$	grubość materiału podłoża
$t_c$	grubość powłoki materiału podłoża

### Siły

F	Siła ogólnie
N	Siła rozciągająca
V	Siła ścinająca
M	Moment

T	Moment dokręcania
$T_{inst}$	Montażowy moment dokręcania

### Podstawowe parametry zgrzewania

E	Energia, wyrażona w dżulach (J)
I	Natężenie prądu, wyrażone w amperach (A)
U	Napięcie ładowania, wyrażone w woltach (V)

### Ocena

$\alpha$	Współczynnik redukcji obciążenia
----------	----------------------------------



## 8.7 Skróty

CEV	Wartość ekwiwalentu węgla
EN	Normalizacja europejska
FPC	Kontrola produkcji
HAZ	Strefa wpływu ciepła
ISO	Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna
NB	Jednostka notyfikująca
pWPS	Wstępna specyfikacja procedury zgrzewania
WPQR	Dokumentacja kwalifikacji procedury zgrzewania
WPQT	Test kwalifikacji procedury zgrzewania
WPS	Specyfikacja procedury zgrzewania

## 9 KONKRETNE ASPEKTY NOŚNOŚCI

### 9.1 Ogólne

Nośność kołków F-BT określono na podstawie kompleksowych badań eksperymentalnych przeprowadzonych przez cały czas opracowywania systemu. Wewnętrzne testy zostały uzupełnione programami testowymi przeprowadzanymi przez akredytowane laboratoria zewnętrzne. Punkt 8.5 zawiera przegląd odpowiednich raportów z testów.

W przypadku gdy do specyfikacji produktu wymagane lub potrzebne są informacje podstawowe związane z nośnością kołków lub samym zastosowaniem, należy skierować zapytanie do firmy Hilti.

Takie informacje mogą dotyczyć następujących aspektów:

- Wytrzymałość kołków F-BT na obciążenia dynamiczne
- Interakcja obciążenia ścinającego i rozciągającego
- Szczegóły dotyczące trwałości.
- Wpływ kierunku zgrzewania na nośność.
- Kwestie wpływające na twardość zgrzewu F-BT.

### 9.2 Wpływ kołków F-BT na wytrzymałość zmęczeniową materiału podłoża

Wpływ zgrzewanych kołków o wysokiej wytrzymałości na ścinanie na wytrzymałość zmęczeniową podstawowej stali konstrukcyjnej został podany w kategorii szczegółowej (DC - Detail Category) 80 zgodnie z Eurokodem EN 1993-1-9:2005 [15]. Firma Hilti przeprowadziła już testy zmęczeniowe — przy wykorzystaniu fragmentów stali płaskiej, do których zgrzano kołki F-BT — tak aby uzyskać jednoznaczne zatwierdzenie DC 80, uwzględniające wpływ kołków F-BT. Odpowiednie parametry badań podsumowano w tabeli 9.2-1.

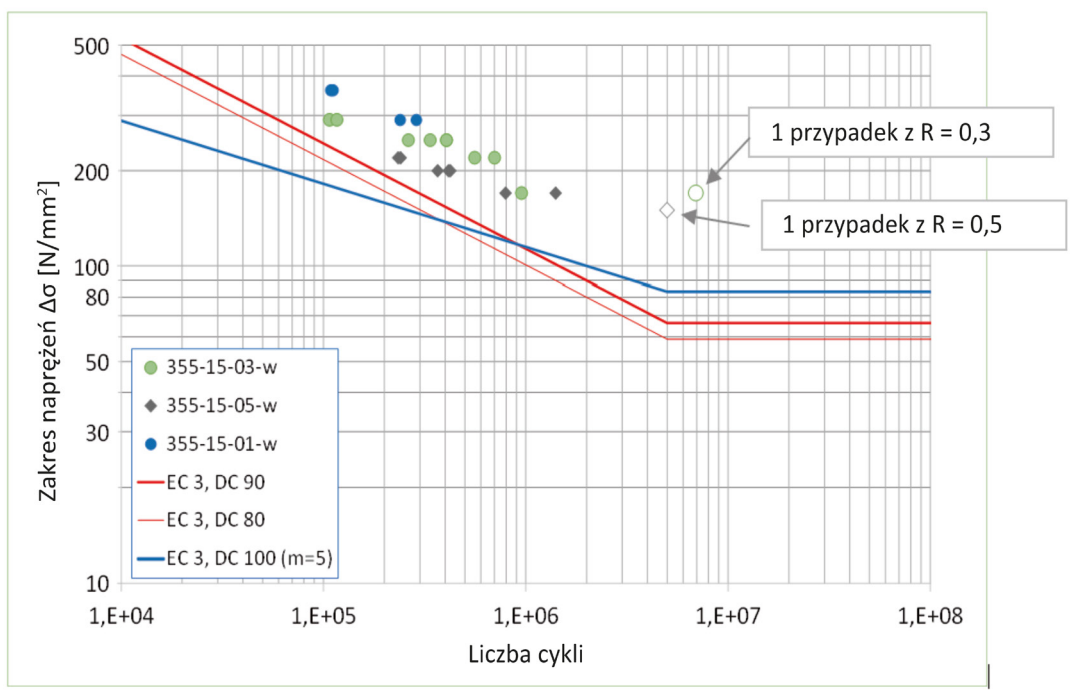
Nazwa serii	Klasa stali	Grubość t [mm]	Stosunek naprężeń R [-]	Warunki instalacji	Liczba próbek testowych
355-15-03-w	S355J2+N	15	0,3	Prawidłowy zgrzew	10
355-15-05-w			0,5		8
355-15-01-w			0,1		4

Tabela 9.2-1: Zakres wstępnego programu testów zmęczeniowych przy wykorzystaniu fragmentów stali i kołków F-BT

#### Obserwacje i kolejne kroki:

- Wyniki testu F-BT wyraźnie przekraczają DC 80 ( $m = 3$ ), co potwierdza, że DC 80 podany w Eurokodzie można konserwatywnie stosować do stali konstrukcyjnej ze zgrzewanymi kołkami F-BT.
- Dane początkowe sugerują ponadto, że można zastosować kategorię wyższą niż DC 80 ( $m = 3$ ) w celu uwzględnienia działania kołków F-BT. Ten korzystny wpływ jest spowodowany mniejszymi strefami narażonymi na działanie ciepła podczas stosowania parametrów zgrzewania CSF w materiale podłoża w porównaniu z całkowicie spawanymi kołkami z główką o typowej średnicy 19 lub 22 mm.
- Dane pokazują również, że bieżąca kategoria DC 100 ( $m = 5$ ) w odniesieniu do elementów mocujących X-BT jest zgodna z kołkami F-BT. Zaobserwowano dwa przypadki przy zakresach naprężeń około  $\Delta\sigma = 150\text{--}170\text{ N/mm}^2$ .  
Te przypadki wskazują na wystarczający margines w stosunku do progu zmęczenia o stałej amplitudzie wynoszącego  $\Delta\sigma = 83,2\text{ N/mm}^2$  w przypadku DC 100 ( $m = 5$ ).

- W celu ustalenia kategorii szczegółowej większej niż DC 80 ( $m = 3$ ) konieczne są dodatkowe testy zmęczeniowe w celu potwierdzenia istniejących wyników. Głównymi parametrami, które zostaną sprawdzone w tym następnym programie testowym, są różnice gatunku stali i grubości materiału podłoża.



Rysunek 9.2-1: Wyniki wstępnych testów zmęczeniowych stali podłoża z kołkami gwintowanymi F-BT

## 10 PROGRAM BEZPRZEWODOWEGO ZGRZEWANIA KOŁKÓW (CSF)

### 10.1 Sprzęt do przygotowania powierzchni

Nr pozycji i opis sprzętu do zgrzewania kołków		
Oznaczenie	Nr pozycji	Opis
SF 8M-22	Pozycja lokalna: 2402277, 2061305, 2123924	Akumulatorowa wkrętarko-wiertarka
SF 6H-22	2254917	Akumulatorowa wkrętarko-wiertarka udarowa
FX 3-ST d14	2270514	Narzędzie do przygotowania powierzchni do niepowlekanego materiału podłoża lub zgrzewalna powłoka na materiale podłoża
FX 3-ST d20	2270512	Narzędzie do przygotowania powierzchni do powlekanego materiału podłoża

### 10.2 Sprzęt do zgrzewania kołków

Nr pozycji i opis sprzętu do zgrzewania kołków		
Oznaczenie	Nr pozycji	Opis
FX 3-BC	2257272	Zacisk podstawy
C 53	Pozycja lokalna: 2270518, 2270519, 2270520, 2270521, 2270522, 2270524, 2270525	Ładowarka urządzenia CSF
FX 3-HT	Pozycja lokalna: 2270527, 2270528, 2270529, 2270526	Bezprzewodowe narzędzie ręczne do zgrzewania kołków
FX 3-A	Pozycja lokalna: 2331460, 2270477, 2270478, 2270479, 2270510, 2270511	Bezprzewodowe urządzenie do zgrzewania kołków
FX 3-GC	2241926	Pojemnik z gazem
X-SR F3	2331667	Pierścień osłonowy narzędzia ręcznego
X-SL F3	2331668	Podpora narzędzia ręcznego
X-GC F3	2257272	Kabel uziemiający FX
X-MC F3	2259030	Magnetyczny zacisk do uziemienia
X-SH F3 M6-1/4"	2257273	Uchwyt kołka
X-SH F3 M8-5/16"	2257274	
X-SH F3 M10-3/8"	2257275	
X-SH F3 M12-1/2"	2257271	
X-SH F3-MIX	2294502	Zestaw uchwytów kołków
X-SHT F3	2293828	Narzędzie do wymiany uchwytu kołków



• Pozycje lokalne: w oparciu o przepisy rynkowe dostępny będzie jeden przedmiot z listy.

### 10.3 Sprzęt instalacyjny

#### Nr pozycji i opis sprzętu instalacyjnego

Oznaczenie	Nr pozycji	Opis
X-WST F3-BT	2278582	Narzędzie do osadzania podkładek SCF i adaptery do kołków w systemie metrycznym (M6, M8, M10, M12) i angielskim (3/8", 1/2")
X-WCG F3-BT	2331669	Karta kontrolna podkładki

### 10.4 Kołki

#### Nr pozycji i opis kołków F-BT-MR bez podkładki uszczelniającej

Oznaczenie	Nr pozycji	Opis
Rozmiar w systemie metrycznym		
F-BT-MR M6x25 (6)	2293866	Do mocowania do standardowej grubości materiału podłoża
F-BT-MR M8x25 (8)	2293867	
F-BT-MR M10x25 (10)	2293868	
F-BT-MR M10x50 (10)	2293869	
F-BT-MR M12x25 (10)	2293870	
F-BT-MR M12x50 (10)	2293871	
Rozmiar w systemie angielskim:		
F-BT-MR 3/8x1 (3/8)	2293890	Do mocowania do standardowej grubości materiału podłoża
F-BT-MR 3/8x1 1/2 (3/8)	2293891	
F-BT-MR 3/8x2 (3/8)	2293892	
F-BT-MR 3/8x4 (3/8)	2293893	
F-BT-MR 1/2x1 1/2 (3/8)	2293895	
F-BT-MR 1/2x2 (3/8)	2293896	

**Nr pozycji i opis kołków F-BT-MR z podkładką uszczelniającą**

Oznaczenie	Nr pozycji	Opis
Rozmiar w systemie metrycznym		
F-BT-MR M6x25 SN (4)	2346394	Do mocowania do cienkiego materiału podłoża
F-BT-MR M8x25 SN (4)	2293865	
F-BT-MR M6x25 SN (6)	2293829	Do mocowania do standardowej grubości materiału podłoża
F-BT-MR M8x25 SN (8)	2293860	
F-BT-MR M10x25 SN (10)	2293861	
F-BT-MR M10x50 SN (10)	2293862	
F-BT-MR M12x25 SN (10)	2293863	
F-BT-MR M12x50 SN (10)	2293864	
Rozmiar w systemie angielskim:		
F-BT-MR 3/8x1 SN (5/32)	2293887	Do mocowania do cienkiego materiału podłoża
F-BT-MR 3/8x1 SN (3/8)	2293880	Do mocowania do standardowej grubości materiału podłoża
F-BT-MR 3/8x1 1/2 SN (3/8)	2293881	
F-BT-MR 3/8x2 SN (3/8)	2293882	
F-BT-MR 3/8x4 SN (3/8)	2293883	

## 10.5 Płyta montażowa

**Nr pozycji i opis płyty montażowej**

Oznaczenie	Nr pozycji	Opis
FX 3-SP S	2360102	Płytki montażowe CSF do M6, M8, M10

## 10.6 Sprzęt testowy

**Nr pozycji i opis sprzętu testowego**

Oznaczenie	Nr pozycji	Opis
X-BB F3	2401712	Narzędzie do zginania (do testów)
Zestaw HAT 28 M	355338	Tester do kotew

## 11 PIŚMIENICTWO

- [1] EN ISO 3834-4: Wymagania jakościowe dotyczące zgrzewania materiałów metalowych — Część 3: Standardowe wymagania jakościowe, 2021 r.
- [2] EN ISO 6947: Spawanie i powiązane procesy — pozycje spawania, 2011 r.
- [3] EN ISO 13918/A1: Spawanie — kołki i pierścienie ceramiczne do spawania łukowego kołków, CEN/TC 121 — Spawanie, 2021 r.
- [4] EN ISO 14175: Materiały eksploatacyjne do spawania — Gazy i mieszaniny gazów do zgrzewania i procesów pokrewnych, 2018 r.
- [5] EN ISO 14555: Spawanie — Spawanie łukowe materiałów metalowych z użyciem kołków, 2007 r.
- [6] EN ISO 14731: Koordynacja spawania, zadania i obowiązki, 2019 r.
- [7] EN ISO 14732: Personel spawalniczy — Testy kwalifikacyjne operatorów spawalniczych i ustawiaczy automatów spawalniczych do mechanicznego i automatycznego spawania materiałów metalowych, 2013 r.
- [8] CEN ISO/TR 15608: Spawanie — Wytyczne dotyczące systemu grupowania materiałów metalowych.
- [9] EN 10204: Produkty metaliczne — Rodzaje dokumentów kontrolnych, 2004 r.
- [10] Katalog badań wizualnych Hilti F-BT, OTR 5724148/01, 28 października 2022 r.
- [11] Specyfikacja procedury spawania firmy Hilti: CSF-WPS F-BT-MR (UE), wersja: 01/2022-11-02
- [12] AWS B2.1: Specyfikacja kwalifikacji procedury zgrzewania i wydajności, 2005 r.
- [13] AWS D1.1/D1.1M: Norma spawania konstrukcyjnego — Stal, 2020 r.
- [14] AWS D1.6/D1.6M: Norma spawania konstrukcyjnego — Stal nierdzewna, 2017 r.
- [15] EN 1993-1-9: 2005: Eurokod 3: Projekt konstrukcji stalowych — Część 1-9: Zmęczenie, norma europejska, maj 2005 r.









Hilti Corporation  
9494 Schaan, Liechtenstein  
Tel.: +423-234 2965

[www.facebook.com/hiltigroup](https://www.facebook.com/hiltigroup)  
[www.hilti.pl](https://www.hilti.pl)