

PN-EN 1090-2

Wprowadza
EN 1090-2:2018, IDT

Zastępuje
PN-EN 1090-2+A1:2012

Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych

Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych

Norma Europejska EN 1090-2:2018 *Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Technical requirements for steel structures* ma status Polskiej Normy

© Copyright by PKN, Warszawa 2018

nr ref. PN-EN 1090-2:2018-09

Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być zwielokrotniana jakkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego

ISBN 978-83-275-9903-2

PN-EN 1090-2:2018-09

Przedmowa krajowa

Niniejsza norma została zatwierdzona przez Prezesa PKN dnia 3 września 2018 r.

Komitetem krajowym odpowiedzialnym za normę jest KT 128 ds. Projektowania i Wykonawstwa Konstrukcji Metalowych i Konstrukcji Zespolonych.

Istnieje możliwość przetłumaczenia normy na język polski na wniosek zainteresowanych Środowisk. Decyzję podejmuje właściwy Komitet Techniczny.

Niniejsza norma zastępuje PN-EN 1090-2+A1:2012.

Odpowiedniki krajowe norm i innych dokumentów powołanych w niniejszej normie można znaleźć w katalogu Polskich Norm. Oryginały norm i innych dokumentów powołanych są dostępne w PKN.

W sprawach merytorycznych dotyczących treści normy można zwracać się do właściwego Komitetu Technicznego lub właściwej Rady Sektorowej PKN, kontakt: www.pkn.pl

Nota uznaniowa

Norma Europejska EN 1090-2:2018 została uznana przez PKN za Polską Normę PN-EN 1090-2:2018-09.

NORMA EUROPEJSKA

EN 1090-2

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

czerwiec 2018
r.

ICS 91.080.13

Zastępuje EN 1090-2:2008+A1:2011

Wersja angielska

Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych

Exécution des structures en acier et des structures en
aluminium - Partie 2: Exigences techniques pour les
structures en acier

Ausführung von Stahltragwerken und
Aluminiumtragwerken - Teil 2: Technische Regeln für
die Ausführung von Stahltragwerken

Niniejsza Norma europejska została zatwierdzona przez CEN 22 stycznia 2018 r.

Członkowie CEN zobowiązani są przestrzegać Wewnętrznego Regulaminu CEN/CENELEC, który ustanawia warunki udzielenia niniejszej Normie Europejskiej statusu normy krajowej bez żadnych zmian. Aktualne dane bibliograficzne dotyczące takich norm krajowych można uzyskać na wniosek złożony w CEN-CENELEC lub u któregośkolwiek z członków CEN.

Niniejsza Norma Europejska istnieje w trzech oficjalnych wersjach językowych (angielski, francuski, niemiecki). Wersja w jakimkolwiek innym języku, przetłumaczona na odpowiedzialność danego członka CEN na jego własny język i notyfikowana w Centrum Zarządzania CEN-CENELEC ma ten sam status co wersje oficjalne.

Członkami CEN są krajowe jednostki normalizacyjne następujących państw: Austrii, Belgii, Bułgarii, Chorwacji, Cypru, Czech, Danii, Estonii, Finlandii, Byłej Jugosłowiańskiej Republiki Macedonii, Francji, Niemiec, Grecji, Węgier, Islandii, Irlandii, Włoch, Łotwy, Litwy, Luksemburgu, Malty, Holandii, Norwegii, Polski, Portugalii, Rumunii, Serbii, Słowacji, Słowenii, Hiszpanii, Szwecji, Szwajcarii, Turcji i Wielkiej Brytanii.



EUROPEJSKI KOMITET DS. NORMALIZACJI
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Centrum Zarządzania
CEN-CENELEC:

Rue de la Science 23, B-1040 Bruksela

Spis treści	Strona
Przedmowa europejska.....	9
Wprowadzenie.....	11
1 Zakres normy.....	12
2 Powołania normatywne	12
2.1 Produkty składowe.....	12
2.1.1 Stale	12
2.1.2 Odlewy staliwne	15
2.1.3 Materiały spawalnicze.....	15
2.1.4 Łączniki mechaniczne.....	16
2.1.5 Kable o wysokiej wytrzymałości.....	16
2.1.6 Łożyska konstrukcyjne.....	17
2.2 Przygotowanie	17
2.3 Spawanie	17
2.4 Testowanie	19
2.5 Budowa	19
2.6 Ochrona przed korozją	19
2.7 Postanowienia różne.....	20
3 Terminy i określenia.....	21
4 Specyfikacje i dokumentacja	23
4.1 Specyfikacja Wykonawcza	23
4.1.1 Postanowienia ogólne	23
4.1.2 Klasy wykonawcze	23
4.1.3 Wymagania dotyczące przygotowania powierzchni do ochrony antykorozyjnej	24
4.1.4 Tolerancje geometryczne	24
4.2 Dokumentacja Wykonawcy	24
4.2.1 Dokumentacja jakościowa	24
4.2.2 Plan jakości.....	24
4.2.3 Bezpieczeństwo prac montażowych	25
4.2.4 Dokumentacja wykonawcza.....	25
5 Produkty składowe.....	25
5.1 Postanowienia ogólne	25
5.2 Identyfikacja, dokumenty kontroli i wykrywalność	26
5.3 Konstrukcyjne produkty stalowe.....	28
5.3.1 Postanowienia ogólne	28
5.3.2 Tolerancje grubości	29
5.3.3 Stan powierzchni.....	30
5.3.4 Dodatkowe właściwości	30
5.4 Odlewy staliwne	31
5.5 Materiały spawalnicze.....	31
5.6 Łączniki mechaniczne.....	33
5.6.1 Postanowienia ogólne	33
5.6.2 Terminologia.....	33
5.6.3 Zespoły śrubowe konstrukcyjne do zastosowań bez obciążenia wstępnego	33
5.6.4 Zespoły śrubowe konstrukcyjne do obciążeń wstępnych.....	34

5.6.5	Wskaźniki bezpośredniego napięcia.....	34
5.6.6	Zespoły odporne na warunki atmosferyczne	34
5.6.7	Śruby fundamentowe.....	34
5.6.8	Urządzenia blokujące.....	35
5.6.9	Podkładki	35
5.6.10	Nity pełne do nitowania na gorąco	35
5.6.11	Łączniki specjalne	35
5.6.12	Dostawa i identyfikacja	35
5.7	Kołki i kotwice do betonu.....	36
5.8	Stal zbrojeniowa przyspawana do stali konstrukcyjnej.....	36
5.9	Materiały do spoinowania	36
5.10	Złącza kompensacyjne dla mostów	36
5.11	Kable, pręty i zakończenia o wysokiej wytrzymałości	36
5.12	Łożyska konstrukcyjne.....	37
6	Przygotowanie i montaż	37
6.1	Postanowienia ogólne	37
6.2	Identyfikacja	37
6.3	Postępowanie i przechowywanie	37
6.4	Cięcie.....	39
6.4.1	Postanowienia ogólne	39
6.4.2	Przycinanie i nadawanie kształtów	39
6.4.3	Cięcie termiczne.....	39
6.4.4	Twardość wolnych powierzchni krawędzi.....	40
6.5	Kształtowanie	40
6.5.1	Postanowienia ogólne	40
6.5.2	Kształtowanie na gorąco	40
6.5.3	Prostowanie płomieniowe	41
6.5.4	Kształtowanie na zimno.....	42
6.6	Wykonanie otworów	44
6.6.1	Wymiary otworów	44
6.6.2	Tolerancje średnicy otworu dla śrub i kołków	45
6.6.3	Wykonanie otworów	45
6.7	Wycinanie	46
6.8	Powierzchnie styków dociskowych	46
6.9	Montaż.....	46
6.10	Kontrola montażu.....	47
7	Spawanie.....	47
7.1	Postanowienia ogólne	47
7.2	Plan spawania	47
7.2.1	Wymagania dotyczące planu spawania.....	47
7.2.2	Treść planu spawania.....	48
7.3	Procesy spawania	48
7.4	Kwalifikacje w zakresie technologii spawania i personelu spawalniczego	49
7.4.1	Kwalifikacja technologii spawania	49
7.4.2	Spawacze i operatorzy spawalniczy	51
7.4.3	Nadzór spawalniczy	52
7.5	Przygotowanie i wykonanie spawania	54
7.5.1	Przygotowywanie złączy	54
7.5.2	Przechowywanie i postępowanie z materiałami spawalniczymi	55
7.5.3	Ochrona przed warunkami atmosferycznymi	55
7.5.4	Montaż do spawania	55
7.5.5	Podgrzewanie wstępne.....	56

7.5.6	Mocowania tymczasowe	56
7.5.7	Spoiny szepne	56
7.5.8	Spoiny pachwinowe	56
7.5.9	Spoiny czołowe	57
7.5.10	Spawanie stali o podwyższonej odporności na korozję atmosferyczną	58
7.5.11	Odgąłzenia rurowe	58
7.5.12	Zgrzewanie łukowe kołków	58
7.5.13	Spoiny szczelinowe i otworowe	58
7.5.14	Inne typy spoin	59
7.5.15	Obróbka cieplna po spawaniu	59
7.5.16	Wykonanie spawania	59
7.5.17	Ortotropowe nawierzchnie mostów	59
7.6	Kryteria przyjęcia	59
7.6.1	Wymagania rutynowe	59
7.6.2	Wymagania dotyczące wytrzymałości zmęczeniowej	60
7.6.3	Ortotropowe nawierzchnie mostów	60
7.7	Spawanie stali nierdzewnych	60
8	Mocowanie mechaniczne	60
8.1	Postanowienia ogólne	60
8.2	Stosowanie zestawów śrubowych	61
8.2.1	Postanowienia ogólne	61
8.2.2	Śruby	61
8.2.3	Nakrętki	62
8.2.4	Podkładki	62
8.3	Dokręcanie zestawów śrubowych bez obciążenia	63
8.4	Przygotowanie powierzchni styku w połączeniach antypoślizgowych	63
8.5	Dokręcanie zestawów śrubowych z obciążeniem wstępnym	65
8.5.1	Postanowienia ogólne	65
8.5.2	Wartości odniesienia momentu obrotowego	66
8.5.3	Metoda kontrolowanego momentu dokręcania	67
8.5.4	Metoda kombinowana	67
8.5.5	Metoda HRC	68
8.5.6	Metoda wskaźnika bezpośredniego napięcia	69
8.6	Montaż śrub	69
8.7	Nitowanie na gorąco	69
8.7.1	Nity	69
8.7.2	Montaż nitów	69
8.7.3	Kryteria przyjęcia	70
8.8	Stosowanie specjalnych łączników i metod mocowania	70
8.9	Zacieranie się stali nierdzewnych	71
9	Budowa	71
9.1	Postanowienia ogólne	71
9.2	Warunki na miejscu budowy	71
9.3	Metoda montażu	72
9.3.1	Projektowa podstawowa metoda montażu	72
9.3.2	Metoda budowy konstrukcji	73
9.4	Badanie	74
9.4.1	System odniesienia	74
9.4.2	Punkty pozycyjne	74
9.5	Podpory, kotwy i łożyska	74
9.5.1	Kontrola podpór	74
9.5.2	Ustawienie i dostosowanie podpór	74

9.5.3	Utrzymanie przydatności podpór	75
9.5.4	Podpory tymczasowe	75
9.5.5	Zaprawianie i uszczelnianie	75
9.5.6	Kotwienie	76
9.6	Budowa i praca na miejscu budowy	76
9.6.1	Rysunki budowy.....	76
9.6.2	Oznakowanie	76
9.6.3	Postępowanie i magazynowanie na miejscu.....	76
9.6.4	Montaż próbny.....	77
9.6.5	Prace montażowe	77
10	Obróbka powierzchni.....	79
10.1	Postanowienia ogólne	79
10.2	Przygotowanie substratów stalowych pod farby i produkty pokrewne	79
10.3	Stale odporne na warunki atmosferyczne	80
10.4	Połączenie galwaniczne	80
10.5	Cynkowanie ogniowe.....	80
10.6	Uszczelnianie przestrzeni	81
10.7	Powierzchnie mające kontakt z betonem	81
10.8	Powierzchnie niedostępne	81
10.9	Naprawy po cięciu lub spawaniu.....	81
10.10	Czyszczenie elementów ze stali nierdzewnej	82
11	Tolerancje geometryczne	82
11.1	Rodzaje tolerancji	82
11.2	Tolerancje kluczowe	82
11.2.1	Postanowienia ogólne	82
11.2.2	Tolerancje produkcyjne.....	82
11.2.3	Tolerancje montażu	83
11.3	Tolerancje funkcjonalne	84
11.3.1	Postanowienia ogólne	84
11.3.2	Wartości tabelaryczne	85
11.3.3	Kryteria alternatywne.....	85
12	Kontrola, testowanie i poprawki.....	85
12.1	Postanowienia ogólne	85
12.2	Produkty składowe i komponenty	85
12.2.1	Produkty składowe	85
12.2.2	Komponenty	86
12.2.3	Produkty niezgodne.....	86
12.3	Produkcja: wymiary geometryczne wytwarzanych komponentów.....	86
12.4	Spawanie.....	87
12.4.1	Postanowienia ogólne	87
12.4.2	Kontrola po spawaniu.....	87
12.4.3	Kontrola i testowanie spawanych śrub ścinanych do zespolonych konstrukcji stalowych i betonowych.....	91
12.4.4	Testy spawania produkcyjnego.....	91
12.4.5	Kontrola i testowanie spawania stali zbrojeniowej	92
12.5	Mocowanie mechaniczne	92
12.5.1	Kontrola połączeń śrubowych wstępnie nieobciążonych	92
12.5.2	Kontrola i badanie wstępnie obciążonych połączeń śrubowych.....	92
12.5.3	Kontrola i naprawa nitów pełnych do nitowania na gorąco	95
12.5.4	Specjalne elementy złączne i metody mocowania	96
12.6	Obróbka powierzchni i ochrona przed korozją.....	96

12.7	Budowa.....	96
12.7.1	Kontrola montażu próbnego	96
12.7.2	Kontrola wzniesionej konstrukcji	96
12.7.3	Pomiar położenia geometrycznego węzłów połączeniowych	97
12.7.4	Inne badania zatwierdzenia.....	98
Załącznik A (normatywny) Dodatkowe informacje, opcje i wymagania dotyczące klas wykonania.....		99
A.1.	Dodatkowe informacje	99
A.2.	Opcje.....	102
A.3.	Wymagania dotyczące klas wykonania	107
Załącznik B (normatywny) Tolerancje geometryczne		111
B.1.	Postanowienia ogólne	111
B.2.	Tolerancje produkcyjne	111
B.3.	Tolerancje montażu.....	136
Załącznik C (informacyjny). Lista kontrolna treści planu jakości.....		153
C.1.	Postanowienia ogólne	153
C.2.	Treść	153
C.2.1.	Zarządzanie	153
C.2.2.	Przegląd specyfikacji	153
C.2.3.	Dokumentacja	153
C.2.3.1.	Postanowienia ogólne	153
C.2.3.2.	Dokumentacja przed wykonaniem	154
C.2.3.3.	Zapisy wykonawcze	154
C.2.3.4.	Dokumenty ewidencyjne	154
C.2.4.	Procedury kontroli i badań.....	155
Załącznik D (informacyjny) Procedura sprawdzania zdolności zautomatyzowanych procesów cięcia termicznego.....		156
D.1.	Postanowienia ogólne	156
D.2.	Opis procedury	156
D.2.1.	Postanowienia ogólne	156
D.2.2.	Średnia chropowatość powierzchni R_{Z5}	157
D.2.3.	Tolerancja prostopadłości oraz kąta	158
D.2.4.	Badanie twardości.....	158
D.3.	Zakres kwalifikacji	159
D.3.1.	Grupy materiałów	159
D.3.2.	Grubość materiału	160
D.3.3.	Ciśnienia gazów	160
D.3.4.	Szybkość i wysokość cięcia.....	160

D.3.1.	Temperatura podgrzewania	160
D.4.	Raport z badań	160
	Załącznik E (informacyjny) Połączenia spawane w kształtownikach drążonych	164
E.1.	Postanowienia ogólne	164
E.2.	Wskazówki dotyczące pozycji początkowej i końcowej	164
E.3.	Przygotowanie powierzchni połączeń	164
E.4.	Montaż do spawania	165
E.5.	Spoiny pachwinowe	172
	Załącznik F (normatywny). Zabezpieczenie przed korozją.....	173
F.1.	Postanowienia ogólne	173
F.1.1.	Obszar pokrycia	173
F.1.2.	Specyfikacja działania	173
F.1.3.	Wymogi nakazowe	173
F.1.4.	Metoda pracy	174
F.2.	Przygotowanie powierzchni stali węglowych	174
F.2.1.	Przygotowanie powierzchni stali węglowych przed malowaniem lub natryskiem metalu....	174
F.2.2.	Przygotowanie powierzchni stali węglowych przed cynkowaniem ogniowym	175
F.3.	Spoiny i powierzchnie do spawania.....	175
F.4.	Powierzchnie w wstępnie załadowanych połączeniach.....	175
F.5.	Przygotowanie łączników.....	175
F.6.	Metody powlekania	176
F.6.1.	Malowanie	176
F.6.2.	Metalizacja natryskowa	176
F.6.3.	Cynkowanie ogniowe.....	176
F.7.	Kontrola i sprawdzanie.....	176
F.7.1.	Postanowienia ogólne	176
F.7.2.	Rutynowe sprawdzanie	176
F.7.3.	Obszary odniesienia	177
F.7.4.	Komponenty ocynkowane ogniowo.....	177
	Załącznik G (normatywny). Określenie współczynnika tarcia	178
G.1.	Postanowienia ogólne	178
G.2.	Zmienne istotne.....	178
G.3.	Próbki do badań	178
G.4.	Procedura badania poślizgu i ocena wyników	181
G.5.	Rozszerzona procedura badania pełzania i ocena	183
G.6.	Wyniki badania	183

Załącznik H (normatywny). Test kalibracyjny dla wstępnie obciążonych zespołów śrubowych w warunkach terenowych	185
H.1. Postanowienia ogólne	185
H.2. Symbole i jednostki.....	185
H.3. Podstawa badania	186
H.4. Stanowisko badawcze	186
H.5. Badane zespoły	186
H.6. Konfiguracja próbna	186
H.7. Procedura badań	187
H.8. Ocena wyników badania	187
H.9. Raport z badań	189
Załącznik I (informacyjny). Określenie utraty obciążenia wstępnego dla grubej powłoki powierzchniowej	190
I.1. Postanowienia ogólne	190
I.2. Procedura badań	191
Załącznik J (informacyjny). Śruby dostosowane do wtrysku żywicy	193
J.1. Postanowienia ogólne	193
J.2. Rozmiary otworów	193
J.3. Śruby	193
J.4. Podkładki.....	194
J.5. Nakrętki	195
J.6. Żywica.....	195
J.7. Dokręcanie	195
J.8. Montaż	195
Załącznik K (informacyjny). Przewodnik po schemacie rozwoju i użytkowania instrukcji technologicznej spawania (WPS).....	196
Załącznik L (informacyjny). Wskazówki dotyczące doboru klas kontroli spoin	197
L.1. Postanowienia ogólne	197
L.2. Kryteria wyboru	197
L.3. Zakres dodatkowych badań	198
Załącznik M (normatywny). Sekwencyjna metoda kontroli elementów złącznych	200
M.1. Postanowienia ogólne	200
M.2. Zastosowanie.....	200
Bibliografia	202

Przedmowa europejska

Niniejszy dokument ten (EN 1090-2: 2018) został opracowany przez Komitet Techniczny CEN/TC 135 "Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych", którego sekretariat jest w prowadzony przez SN.

Niniejsza norma europejska powinna uzyskać status normy krajowej, przez opublikowanie identycznego tekstu lub uznanie, najpóźniej do grudnia 2018 roku, a sprzeczne normy krajowe powinny być wycofane najpóźniej do grudnia 2018 r.

Należy zwrócić uwagę na możliwość, że niektóre elementy niniejszego dokumentu mogą być objęte prawami patentowymi. CEN nie ponosi odpowiedzialności za zidentyfikowanie jakichkolwiek ani wszystkich takich praw patentowych.

Niniejszy dokument zastępuje EN 1090-2:2008+A1:2011.

Niniejszy dokument został opracowany na mocy mandatu udzielonego CEN przez Komisję Europejską i Europejskie Stowarzyszenie Wolnego Handlu.

Niniejszy dokument jest częścią serii EN 1090, która obejmuje następujące części:

- EN 1090-1, *Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 1: Zasady oceny zgodności elementów konstrukcyjnych*
- EN 1090-2, *Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych*
- EN 1090-3, *Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 3: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji aluminiowych*
- EN 1090-4, *Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 4: Wymagania techniczne dotyczące profilowanych na zimno stalowych elementów konstrukcyjnych oraz konstrukcji poszycia dachów, sufitów, stropów i ścian*
- EN 1090-5, *Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 5: Wymagania techniczne dotyczące profilowanych na zimno aluminiowych elementów konstrukcyjnych oraz konstrukcji poszycia dachów, sufitów, stropów i ścian*

Wymagania techniczne dotyczące profilowanych na zimno stalowych elementów konstrukcyjnych, elementów i blach oraz konstrukcji stalowych formowanych na zimno dla zastosowań dachowych, sufitowych, podłogowych, ściennych i okładzinowych zostały usunięte z tej części serii EN 1090, ponieważ są one podane w EN 1090 -4.

Informacyjny Załącznik B zawierający wytyczne dla określenia klasy wykonania został usunięty, ponieważ wymagania normatywne dotyczące wyboru klasy wykonania są teraz zawarte w Załączniku C normy EN 1993-1-1:2005/A1:2014.

Nowy informacyjny Załącznik D zawiera wytyczne dotyczące procedury sprawdzania zdolności procesów cięcia termicznego.

Dodano nowy informacyjny załącznik I zawierający wskazówki dotyczące określania utraty obciążenia wstępnego z grubych powłok na powierzchniach styku w połączeniach wstępnie obciążonych.

Załącznik normatywny J „Stosowanie wskaźników naprężenia bezpośredniego typu podkładki ściśliwej” został usunięty.

Dodano nowy informacyjny załącznik L zawierający wskazówki dotyczące wyboru klas kontroli spoin.

EN 1090-2:2018 (E)

Zmieniono numerację innych załączników:

- Załącznik D staje się załącznikiem B;
- Załącznik K staje się załącznikiem J;
- Załącznik L staje się załącznikiem K.

Załączniki A, C, E, F, G, H i M nie zostały przenumerowane.

W załącznikach tych wprowadzono kilka poprawek.

Główny tekst zawiera pewne zmiany. Zawiera zaktualizowane odniesienia do norm wspierających i niektóre poprawki.

Zgodnie z przepisami wewnętrznymi CEN-CENELEC, organizacje krajowych standardów następujących państw są zobowiązane do wprowadzenia niniejszej Normy Europejskiej: Austria, Belgia, Bułgaria, Chorwacja, Cypr, Czechy, Dania, Estonia, Finlandia, Była Jugosłowiańska Republika Macedonii, Francja, Niemcy, Grecja, Węgry, Islandia, Irlandia, Włochy, Łotwa, Litwa, Luksemburg, Malta, Holandia, Norwegia, Polska, Portugalia, Rumunia, Serbia, Słowacja, Słowenia, Hiszpania, Szwecja, Szwajcaria, Turcja i Wielka Brytania.

Wprowadzenie

Niniejsza Norma Europejska określa wymagania dotyczące wykonania konstrukcji stalowych w celu zapewnienia odpowiednich poziomów odporności mechanicznej, stabilności, użyteczności i trwałości.

W niniejszej Normie Europejskiej określono wymagania dotyczące wykonania konstrukcji stalowych, w szczególności tych zaprojektowanych zgodnie z serią EN 1993 oraz stalowych części kompozytowych konstrukcji stalowych i betonowych zaprojektowanych zgodnie z serią EN 1994.

Niniejsza Norma Europejska zakłada, że praca jest wykonywana z niezbędnymi umiejętnościami i odpowiednim sprzętem i zasobami, aby wykonać pracę zgodnie ze specyfikacją wykonania i wymaganiami niniejszej Normy Europejskiej.

1 Zakres

W niniejszej Normie Europejskiej określono wymagania dotyczące wykonania konstrukcji stalowych jako konstrukcji lub elementów wykonanych z:

- wyroby ze stali konstrukcyjnej walcowanej na gorąco do klasy S700 włącznie;
- elementy formowane na zimno i arkusze do klasy S700 włącznie (chyba że wchodzą w zakres EN 1090-4);
- wyroby ze stali nierdzewnej austenitycznej, austenityczno-ferrytycznej i ferrytycznej wykończone na gorąco lub na zimno;
- kształtowniki zamknięte formowane na gorąco lub formowane na zimno, w tym wyroby standardowe i niestandardowe walcowane oraz kształtowniki drążone produkowane przez spawanie.

W przypadku elementów wytwarzanych z elementów formowanych na zimno i formowanych na zimno kształtowników, które są objęte zakresem normy EN 1090-4, wymagania normy EN 1090-4 mają pierwszeństwo przed odpowiednimi wymaganiami niniejszej Normy Europejskiej.

Niniejsza Norma Europejska może być również stosowana do gatunków stali konstrukcyjnej do S960 włącznie, pod warunkiem, że warunki wykonania są weryfikowane z kryteriami niezawodności i określone są wszelkie niezbędne dodatkowe wymagania.

W niniejszej Normie Europejskiej określono wymagania, które są w większości niezależne od rodzaju i kształtu konstrukcji stalowej (np. Budynków, mostów, elementów pokrytych galwanicznie lub kratowanych), w tym konstrukcji poddanych zmęczeniu lub działaniom sejsmicznym. Niektóre wymagania są różnicowane pod względem klas wykonania.

Niniejsza Norma Europejska ma zastosowanie do konstrukcji zaprojektowanych zgodnie z odpowiednią częścią serii EN 1993. Ścianki szczelne, pale wypornościowe i mikropale zaprojektowane zgodnie z normą EN 1993-5 mają być wykonane zgodnie z odpowiednio EN 12063, EN 12699 i EN 14199. Niniejsza norma europejska ma zastosowanie wyłącznie do wykonywania walców, usztywnień i połączeń.

Niniejsza Norma Europejska ma zastosowanie do elementów stalowych w kompozytowych konstrukcjach stalowych i betonowych zaprojektowanych zgodnie z odpowiednią częścią serii EN 1994.

Niniejsza Norma Europejska może być stosowana do konstrukcji zaprojektowanych zgodnie z innymi zasadami projektowania, pod warunkiem, że warunki ich wykonania są z nimi zgodne i określono wszelkie niezbędne dodatkowe wymagania.

Niniejsza Norma Europejska zawiera wymagania dotyczące spawania stali zbrojeniowych do stali konstrukcyjnych. Niniejsza Norma Europejska nie obejmuje wymagań dotyczących stosowania stali zbrojeniowych do zastosowań w żelbetonie.

2 Powołania normatywne

Następujące dokumenty są przywoływane w tekście w taki sposób, że część lub całość ich treści stanowi wymagania niniejszego dokumentu. W przypadku powołań datowanych stosuje się wyłącznie przytaczane wydanie. W przypadku odniesień niedatowanych stosuje się najnowsze wydanie odniesienia dokumentu (wraz z wszelkimi poprawkami).

2.1 Produkty składowe

2.1.1 Stale

EN 10017, *Walcówka stalowa do ciągnięcia i/lub walcowania na zimno - Wymiary i tolerancje*

EN 10021, *Ogólne warunki techniczne dostawy wyrobów stalowych*

EN 10024, *Dwuteowniki stalowe z pochyloną wewnętrzną powierzchnią stopek walcowane na gorąco - Tolerancje kształtu i wymiarów*

EN 10025-1, *Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych - Część 1: Ogólne warunki techniczne dostawy*

EN 10025-2, *Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych - Część 2: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych niestopowych*

EN 10025-3, *Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych - Część 3: Warunki techniczne dostawy spawalnych stali konstrukcyjnych drobnoziarnistych po normalizowaniu lub walcowaniu normalizującym*

EN 10025-4, *Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych - Część 4: Warunki techniczne dostawy spawalnych stali konstrukcyjnych drobnoziarnistych po walcowaniu termomechanicznym*

EN 10025-5, *Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych - Część 5: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych trudnordzewiejących*

EN 10025-6, *Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych - Część 6: Warunki techniczne dostawy wyrobów płaskich o podwyższonej granicy plastyczności w stanie ulepszonym cieplnie*

EN 10029, *Blachy stalowe walcowane na gorąco grubości 3 mm i większej - Tolerancje wymiarów, kształtu i masy*

EN 10034, *Dwuteowniki I i H ze stali konstrukcyjnej - Dopuszczalne odchyłki wymiarowe i odchyłki kształtu*

EN 10048, *Stal - Taśma wąska walcowana na gorąco - Tolerancje wymiarów i kształtu*

EN 10051, *Stal - Blacha gruba, blacha cienka i taśma, walcowane na gorąco w sposób ciągły, niepowlekane, ze stali niestopowej i stopowej - Tolerancje wymiarów i kształtu*

EN 10055, *Stal - Teowniki równoramienne z zaokrągloną stopką i ramieniem, walcowane na gorąco - Wymiary oraz tolerancje kształtu i wymiarów*

EN 10056-1, *Kątowniki równoramienne i nierównoramienne ze stali konstrukcyjnej - Część 1: Wymiary*

EN 10056-2, *Kątowniki równoramienne i nierównoramienne ze stali konstrukcyjnej - Część 2: Tolerancje kształtu i wymiarów*

EN 10058, *Pręty stalowe płaskie walcowane na gorąco ogólnego zastosowania - Wymiary i tolerancje kształtu i wymiarów*

EN 10059, *Pręty stalowe kwadratowe walcowane na gorąco ogólnego zastosowania - Wymiary i tolerancje kształtu i wymiarów*

EN 10060, *Pręty stalowe okrągłe walcowane na gorąco ogólnego zastosowania - Wymiary i tolerancje kształtu i wymiarów*

EN 10061, *Pręty stalowe sześciokątne walcowane na gorąco ogólnego zastosowania - Wymiary i tolerancje kształtu i wymiarów*

EN 10080, *Stal do zbrojenia betonu - Spawalna stal zbrojeniowa - Postanowienia ogólne EN 10088-1, Stal*

nierdzewna - Część 1: Wykaz stali nierdzewnych

EN 10088-4:2009, *Stale odporne na korozję - Część 4: Warunki techniczne dostawy blach grubych, blach cienkich i taśm ze stali nierdzewnych do zastosowań konstrukcyjnych*

EN 10088-5:2009, *Stale odporne na korozję - Część 5: Warunki techniczne dostawy prętów, walcówki, drutu, kształtowników i wyrobów o powierzchni jasnej ze stali nierdzewnych do zastosowań konstrukcyjnych*

EN 1090-2:2018 (E)

EN 10131, *Wyroby płaskie ze stali niskowęglowych i stali o podwyższonej granicy plastyczności walcowane na zimno, niepowlekane i powlekane elektrolitycznie powłoką cynkową lub cynkowo-niklową, przeznaczone do obróbki plastycznej na zimno - Tolerancje wymiarów i kształtu*

EN 10139, *Taśma wąska niepowlekana walcowana na zimno ze stali niskowęglowych, przeznaczona do obróbki plastycznej na zimno - Warunki techniczne dostawy*

EN 10140, *Taśma stalowa wąska walcowana na zimno - Tolerancje wymiarów i kształtu*

EN 10143, *Blachy i taśmy stalowe powlekane ogniowo w sposób ciągły - Tolerancje wymiarów i kształtu*

EN 10149 (wszystkie części), *Wyroby płaskie walcowane na gorąco ze stali o podwyższonej granicy plastyczności do obróbki plastycznej na zimno*

EN 10163 (wszystkie części), *Wymagania dotyczące stanu powierzchni przy dostawie stalowych blach grubych, blach uniwersalnych i kształtowników walcowanych na gorąco*

EN 10164, *Wyroby stalowe o podwyższonych własnościach plastycznych w kierunku prostopadłym do powierzchni wyrobu - Warunki techniczne dostawy*

EN 10169, *Wyroby płaskie stalowe z powłoką organiczną naniesioną w sposób ciągły — Warunki techniczne*

dostawy EN 10204, *Wyroby metalowe - Rodzaje dokumentów kontrolnych*

EN 10210-1, *Kształtowniki zamknięte wykonane na gorąco ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych - Część 1: Warunki techniczne dostawy*

EN 10210-2, *Kształtowniki zamknięte wykonane na gorąco ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych - Część 2: Tolerancje, wymiary i wielkości statyczne*

EN 10219-1, *Kształtowniki zamknięte ze szwem wykonane na zimno ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych - Część 1: Warunki techniczne dostawy*

EN 10219-2, *Kształtowniki zamknięte ze szwem wykonane na zimno ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych - Część 2: Tolerancje, wymiary i wielkości statyczne*

EN 10268, *Wyroby płaskie ze stali o podwyższonej granicy plastyczności walcowane na zimno do obróbki plastycznej na zimno — Warunki techniczne dostawy*

EN 10279, *Ceowniki stalowe walcowane na gorąco - Tolerancje kształtu, wymiarów i masy*

EN 10296-2:2005, *Rury stalowe ze szwem o przekroju okrągłym do zastosowań mechanicznych i ogólnotechnicznych - Warunki techniczne dostawy - Część 2: Stale odporne na korozję*

EN 10297-2:2005, *Rury stalowe okrągłe bez szwu dla zastosowań mechanicznych i ogólnotechnicznych - Warunki techniczne dostawy - Część 2: Stale odporne na korozję*

EN 10346, *Wyroby płaskie stalowe powlekane ogniowo w sposób ciągły - Warunki techniczne dostawy* EN

10365, *Stalowe walcowane na gorąco ceowniki, dwuteowniki I oraz H - Wymiary i masy*

EN ISO 1127, *Rury ze stali nierdzewnych - Wymiary, tolerancje i teoretyczne masy na jednostkę długości (ISO 1127)*

EN ISO 9444-2, *Stal odporna na korozję walcowana na gorąco w sposób ciągły - Tolerancje wymiarów i kształtu - Część 2: Taśma szeroka, blacha cienka i blacha gruba (ISO 9444-2)*

EN ISO 9445 (wszystkie części), *Stal odporna na korozję walcowana na zimno w sposób ciągły - Tolerancje wymiarów i kształtu - Część 1: Taśma wąska i pasy (seria ISO 9445)*

EN ISO 18286, *Blachy grube walcowane na gorąco ze stali odpornej na korozję - Tolerancje wymiarów i kształtu (ISO 18286)*

ISO 4997, *Blacha ze stali węglowej zredukowanej na zimno o jakości strukturalnej*

2.1.2 Odlewy stalowe

EN 1559-1, *Odlewnictwo - Warunki techniczne dostawy - Część 1: Postanowienia ogólne*

EN 1559-2, *Odlewnictwo - Warunki techniczne dostawy - Część 2: Wymagania dodatkowe dla odlewów stalowych*

EN 10340, *Odlewy stalowe do zastosowań konstrukcyjnych*

2.1.3 Materiały spawalnicze

EN ISO 636, *Materiały dodatkowe do spawania - Pręty, druty i stopiwa do spawania elektrodą wolframową w osłonie gazu obojętnego stali niestopowych i drobnoziarnistych - Klasyfikacja (ISO 636)*

EN ISO 2560, *Materiały dodatkowe do spawania - Elektrody otulone do ręcznego spawania łukowego elektrodą metalową stali niestopowych i drobnoziarnistych - Klasyfikacja (ISO 2560)*

EN ISO 3581, *Materiały dodatkowe do spawania - Elektrody otulone do ręcznego spawania łukowego elektrodą metalową stali nierdzewnych i żaroodpornych - Klasyfikacja (ISO 3581)*

EN ISO 13918, *Spawanie - Kołki i pierścienie ceramiczne do łukowego przypawaniu kołków (ISO 13918)*

EN ISO 14171, *Materiały dodatkowe do spawania - Druty elektrodowe lite, druty elektrodowe proszkowe i kombinacje elektroda/topnik do spawania łukiem krytym stali niestopowych i drobnoziarnistych - Klasyfikacja (ISO 14171)*

EN ISO 14174, *Materiały dodatkowe do spawania - Topniki do spawania łukiem krytym i spawania elektrożużlowego - Klasyfikacja (ISO 14174)*

EN ISO 14175, *Materiały dodatkowe do spawania - Gazy i mieszaniny gazów do spawania i procesów pokrewnych (ISO 14175)*

EN ISO 14341, *Materiały dodatkowe do spawania - Druty elektrodowe i stopiwo do spawania łukowego elektrodą metalową w osłonie gazu stali niestopowych i drobnoziarnistych - Klasyfikacja (ISO 14341)*

EN ISO 14343, *Materiały dodatkowe do spawania - Druty elektrodowe, taśmy elektrodowe, druty i pręty do spawania łukowego stali nierdzewnych i żaroodpornych - Klasyfikacja (ISO 14343)*

EN ISO 16834, *Materiały dodatkowe do spawania - Druty elektrodowe, druty, pręty i stopiwa do spawania łukowego w osłonie gazu stali o wysokiej wytrzymałości - Klasyfikacja (ISO 16834)*

EN ISO 17632, *Materiały dodatkowe do spawania - Druty elektrodowe proszkowe do spawania łukowego elektrodą metalową, w osłonie gazu i bez osłony gazu, stali niestopowych i drobnoziarnistych - Klasyfikacja (ISO 17632)*

EN ISO 17633, *Materiały dodatkowe do spawania - Druty elektrodowe proszkowe i pręty do spawania łukowego w osłonie gazu i bez osłony gazu elektrodą metalową stali nierdzewnych i żaroodpornych - Klasyfikacja (ISO 17633)*

EN ISO 18275, *Materiały dodatkowe do spawania - Elektrody otulone do ręcznego spawania łukowego elektrodą metalową stali o wysokiej wytrzymałości - Klasyfikacja (ISO 18275)*

EN 1090-2:2018 (E)

EN ISO 18276, *Materiały dodatkowe do spawania - Druty proszkowe do spawania łukowego elektrodą metalową, w osłonie gazu i bez osłony gazu, stali o wysokiej wytrzymałości - Klasyfikacja (ISO 18276)*

EN ISO 26304, *Materiały dodatkowe do spawania - Druty elektrodowe lite i druty elektrodowe proszkowe oraz kombinacje elektroda-topnik do spawania łukiem krytym stali o wysokiej wytrzymałości - Klasyfikacja (ISO 26304)*

2.1.4 Łączniki mechaniczne

EN 14399 (wszystkie części), *Zestawy śrubowe wysokiej wytrzymałości do połączeń sprężanych dla*

EN 15048 (wszystkie części), *Zestawy śrubowe do połączeń niesprężanych*

EN ISO 898-1, *Własności mechaniczne części złącznych wykonanych ze stali węglowej oraz stopowej - Część 1: Śruby i śruby dwustronne o określonych klasach własności - Gwint zwykły i drobnoszwojny (ISO 898-1)*

EN ISO 898-2, *Własności mechaniczne części złącznych ze stali węglowej i stali stopowej - Część 2: Nakrętki z określoną wartością obciążenia próbnego - Gwint zwykły i drobnoszwojny (ISO 898-2)*

EN ISO 3506-1, *Własności mechaniczne części złącznych odpornych na korozję ze stali nierdzewnej - Część 1: Śruby i śruby dwustronne (ISO 3506-1)*

EN ISO 3506-2, *Własności mechaniczne części złącznych odpornych na korozję ze stali nierdzewnej - Część 2: Nakrętki (ISO 3506-2)*

EN ISO 4042, *Części złączne - Powłoki elektrolityczne (ISO 4042)*

EN ISO 6789 (wszystkie części), *Narzędzia montażowe do wkrętów i nakrętek - Ręczne narzędzia dynamometryczne (ISO 6789)*

EN ISO 7089, *Podkładki okrągłe - Szereg normalny - Klasa dokładności A (ISO 7089)*

EN ISO 7090, *Podkładki okrągłe ścięte - Szereg normalny - Klasa dokładności A (ISO 7090)*

EN ISO 7091, *Podkładki okrągłe - Szereg normalny - Klasa dokładności C (ISO 7091)*

EN ISO 7092, *Podkładki okrągłe - Szereg mały - Klasa dokładności A (ISO 7092)*

EN ISO 7093-1, *Podkładki okrągłe - Szereg duży - Część 1: Klasa dokładności A (ISO 7093-1)*

EN ISO 7094, *Podkładki okrągłe - Szereg bardzo duży - Klasa dokładności C (ISO 7094)*

EN ISO 10684, *Części złączne - Powłoki cynkowe nanoszone metodą zanurzeniową (ISO 10684)*

EN ISO 21670, *Nakrętki do zgrzewania, sześciokątne z kołnierzem (ISO 21670)*

2.1.5 Kable o wysokiej wytrzymałości

prEN 10138-3, *Stale sprężające - Część 3: Ciężno*

EN 10244-2, *Drut stalowy i wyroby z drutu - Powłoki z metali nieżelaznych na drucie stalowym - Część 2: Powłoki z cynku lub ze stopu cynku*

EN 10264-3, *Drut stalowy i wyroby z drutu - Drut stalowy na liny - Część 3: Drut okrągły i kształtowy ze stali niestopowej do pracy w trudnych warunkach obciążenia*

EN 10264-4, *Drut stalowy i wyroby z drutu - Drut stalowy na liny - Część 4: Drut ze stali odpornej na korozję*

EN 12385-1, *Liny stalowe — Bezpieczeństwo — Część 1: Wymagania ogólne*

EN 12385-10, *Liny stalowe — Bezpieczeństwo — Część 10: Liny jednozwite do ogólnych zastosowań w konstrukcjach technicznych*

EN 13411-4, *Zakończenia lin stalowych - Bezpieczeństwo - Część 4: Zalewanie metalem i żywicą*

2.1.6 Łożyska konstrukcyjne

EN 1337-2, *Łożyska konstrukcyjne - Część 2: Elementy ślizgowe*

EN 1337-3, *Łożyska konstrukcyjne - Część 3: Łożyska elastomerowe*

EN 1337-4, *Łożyska konstrukcyjne - Część 4: Łożyska wałkowe*

EN 1337-5, *Łożyska konstrukcyjne - Część 5: Łożyska garnkowe*

EN 1337-6, *Łożyska konstrukcyjne - Część 6: Łożyska wahaczowe*

EN 1337-7, *Łożyska konstrukcyjne - Część 7: Łożyska sferyczne i cylindryczne z PTFE*

EN 1337-8, *Łożyska konstrukcyjne - Część 8: Łożyska prowadzące i łożyska blokujące*

2.2 Przygotowanie

EN ISO 286-2, *Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS) - System kodowania ISO dla tolerancji wymiarów liniowych - Część 2: Tablice klas tolerancji normalnych oraz odchyłek granicznych otworów i wałków (ISO 286-2)*

EN ISO 9013, *Cięcie termiczne - Klasyfikacja cięcia termicznego - Specyfikacja geometrii wyrobu i tolerancje jakości (ISO 9013)*

CEN / TR 10347, *Wytyczne dotyczące formowania stali konstrukcyjnych w przetwarzaniu*

2.3 Spawalnictwo

EN 1011-1, *Spawanie - Wytyczne dotyczące spawania metali - Część 1: Ogólne wytyczne dotyczące spawania łukowego*

EN 1011-2, *Spawanie - Wytyczne dotyczące spawania metali - Część 2: Spawanie łukowe stali ferrytycznych*

EN 1011-3, *Spawanie - Wytyczne dotyczące spawania metali - Część 3: Spawanie łukowe stali nierdzewnych*

EN ISO 3834 (wszystkie części), *Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych (ISO 3834)*

EN ISO 4063, *Spawanie i procesy pokrewne - Nazwy i numery procesów (ISO 4063)*

EN ISO 5817:2014, *Spawanie - Złącza spawane ze stali, niklu, tytanu i ich stopów (z wyjątkiem spawanych wiązką) - Poziomy jakości według niezgodności spawalniczych (ISO 5817:2014)*

EN ISO 9606-1:2017, *Egzamin kwalifikacyjny spawaczy - Spawanie - Część 1: Stale (ISO 9606-1:2017)*

EN ISO 9692-1, *Spawanie i procesy pokrewne - Rodzaje przygotowania złączy - Część 1: Ręczne spawanie łukowe, spawanie łukowe elektrodą metalową w osłonie gazów, spawanie gazowe, spawanie metodą TIG i spawanie wiązką stali (ISO 9692-1)*

EN 1090-2:2018 (E)

EN ISO 9692-2, *Spawanie i procesy pokrewne - Przygotowanie brzegów do spawania - Część 2: Spawanie stali łukiem krytym (ISO 9692-2)*

EN ISO 11970, *Specyfikacja i uznanie procedur spawania produkcyjnego odlewów staliwnych (ISO 11970)*

EN ISO 13916, *Spawalnictwo - Spawanie - Wytyczne pomiaru temperatury podgrzania, temperatury międzyścięgowej i temperatury utrzymania (ISO 13916)*

EN ISO 14554 (wszystkie części), *Wymagania dotyczące jakości zgrzewania - Zgrzewanie rezystancyjne metali (seria ISO 14554)*

EN ISO 14555, *Zgrzewanie - Zgrzewanie łukowe kołków metalowych (ISO 14555)*

EN ISO 14731, *Nadzorowanie spawania - Zadania i odpowiedzialność (ISO 14731)*

EN ISO 14732, *Personel spawalniczy - Egzaminowanie operatorów spawania oraz nastawiaczy zgrzewania dla zmechanizowanego i automatycznego spawania/zgrzewania metali (ISO 14732)*

EN ISO 15607, *Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali - Zasady ogólne (ISO 15607)*

CEN ISO/TR 15608, *Spawanie - Wytyczne dla systemu grupowania materiałów metalowych*

EN ISO 15609 (wszystkie części), *Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali - Instrukcja technologiczna spawania - Część 1: Spawanie łukowe (ISO 15609)*

EN ISO 15610, *Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali - Kwalifikowanie na podstawie zbadanych materiałów dodatkowych do spawania (ISO 15610)*

EN ISO 15611, *Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali - Kwalifikowanie na podstawie wcześniej nabytego doświadczenia w spawaniu (ISO 15611)*

EN ISO 15612, *Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali - Kwalifikowanie przez przyjęcie standardowej technologii spawania (ISO 15612)*

EN ISO 15613, *Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali - Kwalifikowanie na podstawie przedprodukcyjnego badania spawania/zgrzewania (ISO 15613)*

EN ISO 15614-1, *Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali - Badanie technologii spawania - Część 1: Spawanie łukowe i gazowe stali oraz spawanie łukowe niklu i stopów niklu (ISO 15614-1)*

EN ISO 15614-11, *Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali - Badanie technologii spawania - Część 11: Spawanie wiązką elektronów i wiązką promieniowania laserowego (ISO 15614-11)*

EN ISO 15614-12, *Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali - Badanie technologii spawania - Część 12: Zgrzewanie punktowe, liniowe i garbowe (ISO 15614-12)*

EN ISO 15614-13, *Specyfikacja i kwalifikowanie technologii spawania metali - Badanie technologii spawania - Część 13: Zgrzewanie rezystancyjne doczołowe i iskrowe (ISO 15614-13)*

EN ISO 15620, *Zgrzewanie - Zgrzewanie tarciove metali (ISO 15620)*

EN ISO 17652-1, *Spawanie - Badanie powłok ochronnych w odniesieniu do spawania i procesów pokrewnych - Część 1: Wymagania ogólne (ISO 17652-1)*

EN ISO 17652-2, *Spawanie - Badanie powłok ochronnych w odniesieniu do spawania i procesów pokrewnych - Część 2: Właściwości powłok ochronnych dotyczące spawania (ISO 17652-2)*

EN ISO 17652-3, *Spawanie - Badanie powłok ochronnych w odniesieniu do spawania i procesów pokrewnych - Część 3: Cięcie termiczne (ISO 17652-3)*

EN ISO 17652-4, *Spawanie - Badanie powłok ochronnych w odniesieniu do spawania i procesów pokrewnych - Część 4: Emisja pyłów i gazów (ISO 17652-4)*

EN ISO 17660 (wszystkie części), *Spawanie - Spawanie/zgrzewanie stali zbrojeniowej - Część 1: Złącza spawane/zgrzewane nośne (seria ISO 17660)*

2.4 Testowanie

EN 10160, *Badanie ultradźwiękowe wyrobów stalowych płaskich grubości równej lub większej niż 6 mm (metoda echa)*

EN ISO 3452-1, *Badania nieniszczące - Badania penetracyjne - Część 1: Zasady ogólne (ISO 3452-1)*

EN ISO 6507 (wszystkie części), *Metale - Pomiar twardości sposobem Vickersa - Część 1: Metoda badania (seria ISO 6507)*

EN ISO 9018, *Badania niszczące spoin w metalach - Badanie na rozciąganie złączy krzyżowych i zakładkowych (ISO 9018)*

EN ISO 9712, *Badania nieniszczące - Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących (ISO 9712)*

EN ISO 17635, *Badania nieniszczące spoin - Zasady ogólne dotyczące metali (ISO 17635)*

EN ISO 17636 (wszystkie części), *Badania nieniszczące spoin - Badanie radiograficzne - Część 1: Techniki promieniowania X i gamma z błoną (seria ISO 17636)*

EN ISO 17637, *Badania nieniszczące złączy spawanych - Badania wizualne złączy spawanych (ISO 17637)*

EN ISO 17638, *Badanie nieniszczące spoin - Badanie magnetyczno-proszkowe (ISO 17638)*

EN ISO 17640, *Badania nieniszczące spoin - Badania ultradźwiękowe - Techniki, poziomy badania i ocena (ISO 17640)*

EN ISO 23279, *Badania nieniszczące spoin - Badania ultradźwiękowe - Charakterystyka nieciągłości w spoinach (ISO 23279)*

2.5 Budowa

EN 1337-11, *Łożyska konstrukcyjne - Część 11: Transport, magazynowanie i ustawianie*

ISO 4463 (wszystkie części), *Metody pomiarowe w budownictwie - Tyczenie i pomiar*

2.6 Ochrona przed korozją

EN ISO 1461, *Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową - Wymagania i metody badań (ISO 1461)*

EN 1090-2:2018 (E)

EN ISO 2063 (wszystkie części), *Natryskiwanie cieplne - Powłoki metalowe i inne nieorganiczne - Cynk, aluminium i ich stopy (seria ISO 2063)*

EN ISO 2808, *Farby i lakiery - Oznaczanie grubości powłoki (ISO 2808)*

EN ISO 8501 (wszystkie części), *Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów - Wzrokowa ocena czystości powierzchni (ISO 8501)*

EN ISO 8502 (wszystkie części), *Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów - Badania służące do oceny czystości powierzchni (ISO 8502)*

EN ISO 8503 (wszystkie części), *Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów - Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoży stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej (ISO 8503)*

EN ISO 8504 (wszystkie części), *Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów - Metody przygotowania powierzchni (ISO 8504)*

EN ISO 12670, *Natryskiwanie cieplne - Części z powłokami natryskiwanymi cieplnie - Warunki techniczne dostawy (ISO 12670)*

EN ISO 12679, *Natryskiwanie cieplne - Zalecenia dotyczące stosowania natryskiwania cieplnego (ISO 12679)*

EN ISO 12944 (wszystkie części), *Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich (seria ISO 12944-1)*

EN ISO 14713-1:2017, *Powłoki cynkowe - Wytyczne i zalecenia dotyczące ochrony przed korozją konstrukcji z żeliwa i stali - Część 1: Zasady ogólne dotyczące projektowania i odporności korozyjnej (ISO 14713-1)*

EN ISO 14713-2, *Powłoki cynkowe - Wytyczne i zalecenia dotyczące ochrony przed korozją konstrukcji ze stopów żelaza - Część 2: Cynkowanie zanurzeniowe (ISO 14713-2)*

ISO 19840, *Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich - Pomiar i kryteria przyjęcia grubości suchych powłok na chropowatych powierzchniach*

2.7 Postanowienia inne

EN 1090-4, *Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych - Część 4: Wymagania techniczne dotyczące profilowanych na zimno stalowych elementów konstrukcyjnych oraz konstrukcji poszycia dachów, sufitów, stropów i ścian*

EN 1993-1-6, *Eurokod 3 - Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-6: Wytrzymałość i stateczność konstrukcji powłokowych*

EN 1993-1-8, *Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-8: Projektowanie węzłów*

EN 1993-1-9:2005, *Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-9: Zmęczenie*

EN 1993-2:2006, *Eurokod 3 - Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 2: Mosty stalowe*

EN 13670, *Wykonywanie konstrukcji z betonu*

ISO 2859-5, *Procedury próbkowania metodą alternatywną — Part 5: System planów sekwencyjnego pobierania próbek indeksowanych dopuszczalnym poziomem jakości (AQL) dla inspekcji według partii*

3 Terminy i określenia

Dla celów niniejszego dokumentu stosuje się następujące terminy i definicje.

ISO i IEC prowadzą terminologiczne bazy danych do wykorzystania w normalizacji pod następującymi adresami:

- IEC Electropedia: dostęp: <http://www.electropedia.org/>
- Przeglądarka online ISO dostęp: <http://www.iso.org/obp>

3.1

roboty budowlane

wszystko, co jest skonstruowane lub wynika z działalności budowlanej

Uwaga 1 do wpisu: Termin ten obejmuje zarówno roboty budowlane, jak i inżynieryjne. Odnosi się do kompletnej konstrukcji składającej się zarówno z elementów strukturalnych, jak i niestukturalnych.

3.2

prace

części robót budowlanych, które są konstrukcją stalową

3.3

konstrukcja stalowa

konstrukcja stalowa lub wytworzona z elementów stalowych wykorzystywanych w obiektach budowlanych

3.4

budowniczy

osoba lub organizacja wykonująca prace

3.5

konstrukcja

uporządkowana kombinacja połączonych części zaprojektowana do przenoszenia ładunków i zapewnienia odpowiedniej sztywności [ŹRÓDŁO: EN 1990:2002,1.5.1.6]

3.6

produkcja

działania niezbędne do wyprodukowania i dostarczenia komponentu

Uwaga 1 do wpisu: W stosownych przypadkach obejmuje np. zaopatrzenie, przygotowanie i montaż, spawanie, mocowanie mechaniczne, transport, obróbkę powierzchni oraz ich kontrolę i dokumentację.

3.7

wykonanie

czynność wykonywana w celu fizycznego zakończenia prac

Uwaga 1 do wpisu: tj. produkcji, montażu oraz ich kontroli i dokumentacji.

3.7.1

specyfikacja wykonawcza

zestaw dokumentów obejmujących dane techniczne i wymagania dla konkretnej konstrukcji stalowej, w tym określone w celu uzupełnienia i zakwalifikowania zasad niniejszej Normy Europejskiej

Uwaga 1 do wpisu: Specyfikacja wykonania obejmuje wymagania, w przypadku gdy niniejsza Norma Europejska określa pozycje, które należy określić poprzez dostarczenie dodatkowych informacji lub przyjęcie dozwolonych opcji (patrz załącznik A).

3.7.2

klasa wykonawcza

sklasyfikowany zbiór wymagań określonych dla realizacji robót jako całości, pojedynczego podzespołu lub detalu podzespołu

3.8

produkt składowy

materiał i produkt używany do produkcji podzespołu, który pozostaje jako jego część, np. wyrób ze stali konstrukcyjnej, wyrób ze stali nierdzewnej, łącznik mechaniczny, materiał spawalniczy

3.9

podzespół

część konstrukcji stalowej, która sama w sobie może być zespołem kilku mniejszych elementów

3.9.1

podzespół formowany na zimno

wyroby długo formowane na zimno lub blacha profilowana o różnych przekrojach poprzecznych, otwartymi lub z krawędziami przylegającymi do siebie, o stałej długości, wykonane z wyrobów płaskich powlekanych lub niepowlekanych, walcowanych na gorąco lub na zimno, których grubość jest tylko nieznacznie modyfikowana w procesie formowania na zimno (np. profilowanie, ciągnięcie, tłoczenie, prasowanie, fałdowanie, itp.)

[ŹRÓDŁO: EN 10079:2007, 3.4.9]

3.10

przygotowanie

czynność wykonywana na składnikach wyrobów stalowych w celu wytworzenia części gotowych do montażu i włączenia do podzespołów

Uwaga 1 do wpisu: W stosownych przypadkach obejmuje to np. identyfikację, obsługę i przechowywanie, cięcie, kształtowanie i dziurkowanie.

3.11

projektowa podstawowa metoda montażu

zarys metody montażu, na której opiera się projekt konstrukcji

3.11.1

opis metody montażu

dokumentacja opisująca procedury, które mają być stosowane przy montażu konstrukcji

3.12

plan kontroli i badań

ITP

plan obejmujący kontrolę i / lub badanie dokumentów i / lub materiałów i / lub wykonanie

3.13

niezgodność

niespełnienie wymogu

[ŹRÓDŁO: EN ISO 9000:2015, 3.6.9, ze zmianami]

3.14

dodatkowe NDT

dodatkowe badania nieniszczące

technika NDT, która jest uzupełnieniem badania wzrokowego (VT), np. cząstka magnetyczna (MT), penetrant (PT), prąd wirowy (ET), badanie ultradźwiękowe (UT) lub radiograficzne (RT).

3.15 **tolerancja**

różnica między górną, a dolną granicą wielkości

Uwaga 1 do wpisu: Tolerancja jest wartością bezwzględną bez znaku.

[ŹRÓDŁO: ISO 1803:1997, 3.11, Uwagi 2 i 3 usunięto]

3.15.1 **tolerancja istotna**

podstawowa granica tolerancji geometrycznej niezbędnej do spełnienia założeń projektowych konstrukcji pod względem wytrzymałości mechanicznej i stabilności

3.15.2 **tolerancja funkcjonalna**

tolerancja geometryczna, która może być wymagana do spełnienia funkcji innych niż odporność mechaniczna i stabilność, np. wygląd lub dopasowanie

3.15.3 **tolerancja specjalna**

tolerancja geometryczna, która nie jest objęta tabelarycznymi typami lub wartościami tolerancji podanymi w niniejszej normie europejskiej i która musi być określona w konkretnym przypadku

3.15.4 **tolerancja produkcyjna**

dozwolony zakres wymiaru elementu wynikającego z produkcji podzespołów

4 Specyfikacje i dokumentacja

4.1. Specyfikacja Wykonawcza

4.1.1. Postanowienia ogólne

Przed rozpoczęciem realizacji każdej części robót należy uzgodnić i uzupełnić niezbędne informacje i wymagania techniczne dla realizacji każdej z nich. Powinny istnieć procedury wprowadzania zmian do wcześniej uzgodnionej specyfikacji wykonawczej. Specyfikacja wykonawcza uwzględnia jako istotne następujące pozycje:

- a) dodatkowe informacje, wymienione w A1;
- b) opcje wymienione w A.2;
- c) klasy wykonawcze, patrz 4.1.2;
- d) klasy przygotowania, patrz 4.1.3;
- e) klasy tolerancji, patrz 4.1.4;
- f) wymagania techniczne dotyczące bezpieczeństwa prac, patrz 4.2.3.

4.1.2. Klasy wykonawcze

Podane są cztery klasy wykonania od 1 do 4, oznaczone jako EXC1 do EXC4, dla których wymóg ścisłości wzrasta z EXC1 do EXC3, przy czym EXC4 opiera się na EXC3 z dalszymi wymaganiami specyficznymi dla projektu (np. patrz 7.6.1, 12.4.2.3 i 12.4.2.4).

Specyfikacja wykonawcza określa odpowiednią klasę lub klasy wykonania.

UWAGA Wymagania dotyczące podstawy wyboru klas wykonania podano w EN 1993-1-1:2005/A1:2014, Załącznik C.

Lista wymagań związanych z klasami wykonania podana jest w Z.3.

4.1.3. Wymagania dotyczące przygotowania powierzchni do ochrony antykorozyjnej

W odniesieniu do przygotowania spoin, krawędzi i innych obszarów z niedoskonałościami powierzchni do nakładania farb i produktów pokrewnych, podane są trzy stopnie przygotowania, oznaczone P1 do P3 zgodnie z EN ISO 8501-3, dla których wymóg ścisłości wzrasta z P1 do P3.

UWAGA Stopnie przygotowania klasyfikują widoczne niedoskonałości, odpowiednie do stosowania farb i produktów pokrewnych.

Specyfikacja wykonania określa odpowiednie stopnie przygotowania, jeżeli jest to właściwe.

Stopnie przygotowania mogą odnosić się do całej konstrukcji lub do części konstrukcji lub do określonych szczegółów. Struktura może obejmować kilka stopni przygotowania. Szczegóły lub grupa szczegółów są zwykle przypisywane do jednego stopnia przygotowania.

4.1.4. Tolerancje geometryczne

Dwa rodzaje tolerancji geometrycznych zdefiniowano w pkt 11.1 oraz w Załączniku B:

- a) tolerancje istotne;
- b) tolerancje funkcjonalne, z dwiema klasami, dla których wymóg ścisłości wzrasta z klasy 1 do klasy 2.

4.2. Dokumentacja budowniczego

4.1.1. Dokumentacja jakościowa

Dla EXC2, EXC3 i EXC4 dokumentuje się następujące punkty:

- a) schemat organizacyjny i kadra kierownicza odpowiedzialna za każdy aspekt realizacji;
- b) procedury, metody i instrukcje dotyczące prac, które mają być stosowane;
- c) plan kontroli i badań właściwy dla danych prac;
- d) procedura postępowania w przypadku zmian i modyfikacji;
- e) procedura postępowania w przypadku niezgodności;
- f) określone punkty wstrzymania lub wymóg obecności świadków kontroli lub badań, a także wszelkie wynikające z tego wymogi dotyczące dostępu.

4.1.2. Plan jakości

Należy określić, czy wymagany jest plan jakości wykonania robót.

Plan jakości powinien zawierać:

- a) ogólny dokument dotyczący zarządzania, który odnosi się do następujących kwestii:
 - 1) przegląd wymagań specyfikacji w stosunku do możliwości procesu;

- 2) przydział zadań i uprawnień na różnych etapach projektu;
- 3) zasady i ustalenia organizacyjne dotyczące kontroli, w tym podział odpowiedzialności za każde zadanie kontrolne;
- b) dokumentacja jakościowa przed wykonaniem. Dokumenty należy przedstawić przed wykonaniem etapu budowy, do którego się odnoszą;
- c) zapisy dotyczące wykonania, które są faktycznymi zapisami przeprowadzonych inspekcji i kontroli lub które wykazują kwalifikację lub certyfikację wdrożonych zasobów.

Załącznik C zawiera listę kontrolną dotyczącą treści planu jakości zalecanego do wykonania konstrukcji stalowych.

4.1.3. Bezpieczeństwo prac montażowych

Deklaracje metodologiczne zawierające szczegółowe instrukcje pracy muszą być zgodne z wymaganiami technicznymi dotyczącymi bezpieczeństwa prac montażowych, jak podano w punktach 9.2 i 9.3.

4.1.4. Dokumentacja wykonawcza

W trakcie realizacji oraz jako protokół z budowy powykonawczej należy przygotować dokumentację wystarczającą do wykazania, że prace zostały wykonane zgodnie ze specyfikacją wykonawczą.

5 Produkty składowe

5.1 Postanowienia ogólne

Zasadniczo produkty składowe, które mają być wykorzystane do wykonania konstrukcji stalowych, wybiera się spośród odpowiednich Norm Europejskich wymienionych w poniższych klauzulach.

Jeżeli mają zostać użyte produkty składowe, które nie są objęte wymienionymi normami, należy określić ich właściwości. Odpowiednie właściwości, które należy określić, są następujące:

- a) wytrzymałość (plastyczność i rozciągliwość);
- b) wydłużenie;
- c) redukcja naprężeń związanych z wymaganiami dotyczącymi powierzchni (STRA), jeśli jest to wymagane;
- d) tolerancje wymiarów i kształtu;
- e) udarowość lub wytrzymałość na uderzenia, w razie potrzeby;
- f) stan dostawy obróbki cieplnej;
- g) wymagania dotyczące grubości (jakość Z), w razie potrzeby;
- h) limity wewnętrznych nieciągłości lub pęknięć w strefach, które mają być spawane, jeśli to konieczne.

Ponadto, jeśli stal ma być spawana, jej spawalność powinna być zadeklarowana w następujący sposób:

- i) klasyfikacja zgodnie z systemem grupowania materiałów określonym w CEN ISO/TR 15608 lub
- j) maksymalny limit dla równoważnika węgla stali, lub
- k) deklaracja składu chemicznego, wystarczająco szczegółowego, aby można było obliczyć jego równoważnik węgla.

Definicje i wymagania normy EN 10021 stosuje się łącznie z definicjami i wymaganiami odpowiedniej europejskiej normy produktu.

5.2 Identyfikacja, dokumenty kontroli i wykrywalność

Właściwości dostarczanych produktów składowych należy udokumentować w sposób umożliwiający porównanie ich z określonymi właściwościami. Ich zgodność z odpowiednią normą produktu sprawdza się zgodnie z pkt 12.2.

W przypadku wyrobów metalowych dokumenty kontroli zgodnie z normą EN 10204 powinny być wymienione w Tabeli 1. Dokumenty kontroli typu 3.2 są również odpowiednie, jeśli dokumenty typu 3.1 są wymienione w Tabeli 1.

W przypadku zestawów śrub konstrukcyjnych i innych elementów złącznych zamiast dokumentów zgodnych z normą EN ISO 16228 można stosować dokumenty kontroli zgodnie z normą EN 10204.

Tabela 1. Dokumenty kontroli produktów metalowych

Produkt składowy	Dokumenty kontroli
Stale konstrukcyjne (Tabele 2 i 3)	
Klasa stali konstrukcyjnej $\leq S275$	2.2 ^{a, b}
Klasa stali konstrukcyjnej $> S275$	3.1 ^b
Stale nierdzewne (Tabela 4)	
Minimalna granica plastyczności przy rozciąganiu 0,2 % ≤ 240 MPa	2.2
Minimalna granica plastyczności przy rozciąganiu 0,2 % > 240 MPa	3.1
Odlewy staliwne	3.1 ^c
Materiały spawalnicze (Tabela 5)	2.2
Złącza śrubowe konstrukcyjne do serii EN 14399	3.1 ^{d, e}
Złącza śrubowe konstrukcyjne do serii EN 15048	2.1
Śruby ^f , nakrętki ^f lub podkładki ^f	2.1
Nity pełne do nitowania na gorąco	2.1
Śruby samogwintujące i samowiercące oraz nity jednostronnie zamykane	2.1
Kołki do zgrzewania łukowego kołków	3.1
Złącza kompensacyjne dla mostów	3.1
Kable o wysokiej wytrzymałości	3.1
Łożyska konstrukcyjne	3.1
a. Dokument kontroli 3.1, jeżeli określona minimalna granica plastyczności 275 MPa i określona energia uderzenia są badane w temperaturze poniżej 0 °C. b. Norma EN 10025-1:2004 wymaga, aby elementy zawarte we wzorze CEV były podane w dokumencie kontroli. Sprawozdawczość w zakresie innych dodanych elementów wymaganych przez normę EN 10025-2 powinna obejmować Al, Nb i Ti. c. Dokument kontroli 2.2, jeżeli określona minimalna granica plastyczności ≤ 355 MPa oraz określona energia uderzenia są badane w temperaturze 20 °C. d. Jeżeli zespoły są oznaczone numerem partii produkcyjnej i producent może na podstawie tego numeru prześledzić zmierzone wartości charakterystyczne z zapisów wewnętrznej (fabrycznej) kontroli produkcji, można pominąć świadectwo kontroli 3.1 jak w EN 10204. e. Dokumenty kontroli zawierają wyniki badań przydatności. f. Stosuje się, jeśli śruby, nakrętki lub podkładki są dostarczane do stosowania w zastosowaniach nieobciążonych, a nie jako element zespołu śrubowego do serii EN 14399 lub serii EN 15048.	

W przypadku EXC3 i EXC4 produkty składowe powinny być identyfikowalne na wszystkich etapach, od momentu ich odbioru do przekazania po włączeniu do obiektu budowlanego.

Identyfikowalność ta może opierać się na rejestrach partii produktu przypisanych do wspólnego procesu produkcji, chyba że określono identyfikowalność każdego pojedynczego składnika produktu.

W przypadku EXC2, EXC3 i EXC4, jeżeli w obiegu znajdują się razem różne klasy D/lub jakości produktów składowych, każdy poszczególny produkt składowy oznaczony jest znakiem określającym jego klasę i jakość.

Metody znakowania muszą być zgodne z metodami znakowania części składowych podanymi w pkt 6.2.

Jeżeli wymagane jest oznakowanie, nieoznakowane produkty składowe traktuje się jako produkt niespełniający wymagań.

5.3 Konstrukcyjne produkty stalowe

5.3.1 Postanowienia ogólne

Konstrukcyjne produkty stalowe powinny spełniać wymagania odpowiednich norm europejskich dotyczących produktów wymienionych w Tabelach 2, 3 i 4, chyba że ustalono inaczej. Stopnie, właściwości oraz, w stosownych przypadkach, ciężary i wykończenia powłok, powinny być określone wraz z wszelkimi wymaganymi opcjami dopuszczonymi przez normę produktu, w tym związanymi z przydatnością do cynkowania ogniowego, w stosownych przypadkach.

Wyroby stalowe stosowane do produkcji elementów formowanych na zimno muszą posiadać właściwości, które odpowiadają wymaganiom procesu formowania na zimno. Stale węglowe nadające się do formowania na zimno są wymienione w Tabeli 3.

Tabela 2. Normy produktowe dla stali węglowych konstrukcyjnych

Produkty	Wymagania techniczne dostawy	Wymiary	Tolerancje
Kształtowniki I i H	EN 10025-1 oraz EN 10025-2 EN 10025-3 EN 10025-4 EN 10025-5 EN 10025-6 odpowiednio	EN 10365	EN 10034
Kształtowniki I kołnierza walcowanego na gorąco		EN 10365	EN 10024
Kanały		EN 10365	EN 10279
Równe i nierówne kąty nachylenia nóg		EN 10056-1	EN 10056-2
Kształtowniki T		EN 10055	EN 10055
Płyty, produkty płaskie, produkty płaskie szerokie		Nie dotyczy	EN 10029 EN 10051
Sztaby i pręty		EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061
Kształtowniki zamknięte wykończone na gorąco	EN 10210-1	EN 10210-2	EN 10210-2
Kształtowniki zamknięte formowane na zimno	EN 10219-1	EN 10219-2	EN 10219-2
UWAGA EN 10020 podaje definicje i klasyfikacje gatunków stali. Oznaczenia stali według nazwy i numeru podane są odpowiednio w EN 10027-1 i EN 10027-2.			

Tabela 3. Normy produktowe dla blach i taśm odpowiednich do formowania na zimno

Produkty	Wymagania techniczne dostawy	Tolerancje
Stale konstrukcyjne niestopowe	EN 10025-2	EN 10051
Stale konstrukcyjne spawalne drobnoziarniste	EN 10025-3, EN 10025-4	EN 10051
Stale o wysokiej granicy plastyczności do formowania na zimno	Seria EN 10149, EN 10268	EN 10029, EN 10048, EN 10051, EN 10131, EN 10140
Blachy redukowane na zimno	ISO 4997	EN 10131
Stale powlekane zanurzeniowo na gorąco	EN 10346	EN 10143
Produkty płaskie ze stali powlekane w sposób ciągły organicznie	EN 10169	EN 10169
Wąskie listwy	EN 10139	EN 10048 EN 10140

Tabela 4. Normy produktowe dla stali nierdzewnych

Produkty	Wymagania techniczne dostawy	Tolerancje
Arkusze, płyty i listwy	EN 10088-4	EN ISO 9444-2, EN ISO 9445 (wszystkie części), EN ISO 18286
Rury (zgrzewane)	EN 10296-2	EN ISO 1127
Rury (bez szwu)	EN 10297-2	
Sztaby, pręty i kształtowniki	EN 10088-5	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061
Oznaczenia stali według nazwy i numeru podano w EN 10088-1.		

W przypadku produktów stalowych konstrukcyjnych innych niż te, które spełniają wymagania odpowiednich norm europejskich dotyczących produktów wymienionych w Tabelach 2, 3 i 4, należy porównać deklarację właściwości wyrobów stalowych z wymaganymi właściwościami podanymi w specyfikacji wykonawczej [patrz 5.1].

W odniesieniu do deklarowanych właściwości należy podać podstawę deklaracji.

UWAGA Na przykład normy referencyjne dla metod badawczych stosowanych w celu ustalenia wartości deklarowanych właściwości, tego, czy właściwości są określone dla zidentyfikowanej partii, odlewu lub ciepła, oraz tego, czy właściwości chemiczne są oparte na analizie kadzi lub produktu.

5.3.2 Tolerancje grubości

O ile nie określono inaczej, tolerancje grubości blach stalowych konstrukcyjnych powinny być klasy A zgodnie z normą EN 10029 dla blach stalowych walcowanych na gorąco i z EN ISO 18286 dla blach ze stali nierdzewnych walcowanych na gorąco.

5.3.3 Stan powierzchni

W przypadku stali węglowych wymagania dotyczące stanu powierzchni są następujące:

- a) klasa A1 dla blach grubych i produktów płaskich szerokich zgodnie z wymaganiami normy EN 10163-2;
- b) klasa C1 dla kształtowników zgodnie z wymaganiami normy EN 10163-3.

Specyfikacje wykonawcze powinny określać, czy należy naprawić niedoskonałości, takie jak pęknięcia, powłoki i szwy.

W przypadku stali nierdzewnej wymagania dotyczące wykończenia powierzchni są następujące:

- a) blachy, płyty i taśmy: zgodnie z wymaganiami normy EN 10088-4;
- b) sztaby, pręty i kształtowniki: zgodnie z wymaganiami normy EN 10088-5.

Specyfikacja wykonawcza powinna określać dodatkowe wymagania dotyczące następujących pozycji: specjalne ograniczenia dotyczące niedoskonałości powierzchni lub naprawy wad powierzchni poprzez szlifowanie zgodnie z serią EN 10163, lub zgodnie z EN 10088-4 i EN 10088-5 dla stali nierdzewnej, jeśli jest to wymagane.

Dla innych produktów wymagania dotyczące stanu powierzchni są określone w kategoriach odpowiednich europejskich lub międzynarodowych specyfikacji.

Stan powierzchni produktów składowych powinien być taki, aby można było osiągnąć odpowiednie wymagania dla stopnia przygotowania powierzchni zgodnie z pkt 10.2.

5.3.4 Dodatkowe właściwości

O ile nie określono inaczej, w przypadku połączeń krzyżowych spawanych, przenoszących pierwotne naprężenia rozciągające przez grubość blachy na pasie o szerokości czterokrotnie większej od grubości blachy z każdej strony proponowanego mocowania, należy stosować wewnętrzną klasę jakości nieciągłości SI według normy EN 10160.

Należy określić, czy obszary w pobliżu membran nośnych lub usztywnień powinny być sprawdzone pod kątem występowania nieciągłości wewnętrznych. W tym przypadku klasa jakości SI normy EN 10160 ma zastosowanie do pasa lub blachy środkowej o szerokości 25-krotności grubości blachy z każdej strony membrany nośnej lub usztywnienia, jeśli są one mocowane przez spawanie.

Ponadto w stosownych przypadkach określa się wymagania dotyczące następujących pozycji:

- a) badania produktów składowych, innych niż stale nierdzewne, w celu zidentyfikowania wewnętrznych nieciągłości lub pęknięć w strefach, które mają być spawane;
- b) ulepszone właściwości deformacji prostopadle do powierzchni produktów składowych innych niż stale nierdzewne, zgodnie z normą EN 10164;
- c) specjalne warunki dostawy stali nierdzewnych, na przykład współczynnik Pitting Resistance Equivalent Number (PREN) lub przyspieszone badania korozyjne. PREN podaje się w postaci $(1 \times \%Cr + 3,3 \times \%Mo + 16 \times \%N)$, w której pierwiastki wyrażone są w procentach ułamka masy, chyba że ustalono inaczej;
- d) warunki przetwarzania, jeżeli produkty składowe mają być przetworzone przed dostawą.

UWAGA Obróbka cieplna, wyginanie i gięcie to przykłady takich procesów.

5.4 Odlewy staliwne

Odlewy staliwne powinny spełniać wymagania normy EN 10340. Warunki techniczne dostawy (stopnie, właściwości i, w stosownych przypadkach, warunki powierzchni) powinny być określone wraz z wszelkimi wymaganymi opcjami dopuszczonymi przez normę produktu, w tym niezbędnymi informacjami i opcjami wymaganymi przez normy EN 1559-1 i EN 1559-2. O ile nie określono inaczej, właściwości dostarczonych odlewów są oceniane w drodze badań.

O ile nie określono inaczej, badanie obejmuje O ile nie określono inaczej, badanie obejmuje:

- a) 100 % kontrolę wzrokową;
- b) następujące badania niszczące na elementach pobrane losowo podczas produkcji. Specyfikacja wykonawcza określa, czy elementy powinny być destrukcyjnymi próbkami produktów, elementami przedłużającymi lub odlewanyymi jednocześnie:
 - 1) próby rozciągania i wydłużenia (po jednej sztuce na stopienie);
 - 2) badania uderowości (po trzy sztuki na stopienie);
 - 3) zmniejszenie powierzchni badania (po jednej sztuce na stopienie, jeśli dotyczy);
 - 4) analiza chemiczna (jedna sztuka na stopienie);
 - 5) badanie mikroskopowe przekrojów poprzecznych (jedna sztuka na stopienie).
- c) następujące badania nieniszczące na elementach pobranych losowo z każdej partii produkcyjnej:
 - 6) MT lub PT o powierzchniowo łamiących się nieciągłościach na 10 % każdej partii produkcyjnej, oraz
 - 7) UT lub RT w celu wykrycia nieciągłości podpowierzchniowych na 10 % każdej partii produkcyjnej.

O ile nie określono inaczej, kryteria przyjęcia dla podzespołów żeliwnych są następujące:

- SM2 i LM3 / AM3 zgodnie z EN 1369 dla MT;
- Poziom istotności 2 wg EN 12680-1 dla UT;
- Poziom istotności 3 dla RT.

5.5 Materiały spawalnicze

Wszystkie materiały spawalnicze muszą spełniać wymagania odpowiedniej normy produktowej wymienionej w Tabeli 5.

Tabela 5. Normy produktowe dla materiałów spawalniczych

Materialy spawalnicze	Normy produktu
Gazy osłonowe do spawania łukowego i cięcia	EN ISO 14175
Druty elektrodowe i stopiwo do spawania łukowego w osłonie gazu stali niestopowych i drobnoziarnistych	EN ISO 14341
Druty elektrodowe lite, druty elektrodowe proszkowe i kombinacje elektroda-topnik do spawania łukiem krytym stali niestopowych i drobnoziarnistych	EN ISO 14171
Elektrody otulone do ręcznego spawania stali o wysokiej wytrzymałości	EN ISO 18275
Elektrody osłonowe proszkowe do ręcznego spawania w osłonie i bez osłony gazu, stali niestopowych i drobnoziarnistych	EN ISO 17632
Topniki do spawania łukiem krytym	EN ISO 14174
Elektrody otulone do ręcznego spawania łukowego elektrodą metalową stali nierdzewnych i żaroodpornych	EN ISO 3581
Pręty, druty i stopiwa do spawania elektrodą wolframową w osłonie gazu obojętnego stali niestopowych i drobnoziarnistych	EN ISO 636
Elektrody otulone do ręcznego spawania łukowego stali niestopowych i drobnoziarnistych	EN ISO 2560
Druty elektrodowe, taśmy elektrodowe, druty i pręty do spawania stali nierdzewnych i żaroodpornych	EN ISO 14343
Druty elektrodowe, druty, pręty i stopiwa do spawania łukowego w osłonie gazu stali o wysokiej wytrzymałości	EN ISO 16834
Druty elektrodowe i druty elektrodowe proszkowe oraz kombinacje elektroda-topnik do spawania łukiem krytym stali o wysokiej wytrzymałości	EN ISO 26304
Druty elektrodowe proszkowe i pręty do spawania łukowego w osłonie gazu i bez osłony gazu elektrodą metalową stali nierdzewnych i żaroodpornych	EN ISO 17633
Druty proszkowe do spawania łukowego elektrodą metalową, w osłonie gazu i bez osłony gazu, stali o wysokiej wytrzymałości	EN ISO 18276

Rodzaj materiałów spawalniczych powinien być odpowiedni do procesu i procedury spawania materiału, który ma być spawany.

Jeżeli ma być spawana stal zgodnie z normą EN 10025-5, należy stosować materiały spawalnicze, które zapewnią, że wykonane spoiny będą mieć odporność na warunki atmosferyczne co najmniej równą odporności metalu macierzystego. O ile nie określono inaczej, stosuje się jedną z opcji podanych w Tabeli 6.

Tabela 6. Materiały spawalnicze do stosowania ze stalą zgodnie z normą EN 10025-5

Proces	Opcja 1	Opcja 2	Opcja 3
111	Dopasowanie	2,5 % Ni	1 % Ni 0,5 % Mo
135	Dopasowanie	2,5 % Ni	1 % Ni 0,5 % Mo
121,122	Dopasowanie	2 % Ni	1 % Ni 0,5 % Mo
Dopasowanie: $\geq 0,4$ % Cu i innych pierwiastków stopowych			
UWAGA Patrz również 7.5.10.			

W przypadku stali nierdzewnych należy stosować materiały spawalnicze, które dają stopiom co najmniej równoważną odporność na korozję w stosunku do metalu macierzystego, chyba że zostało to określone inaczej.

5.6 Łączniki mechaniczne

5.6.1 Postanowienia ogólne

Odporność na korozję zespołów śrubowych, innych elementów łącznych i podkładek uszczelniających powinna być porównywalna do odporności określonej dla elementów łącznych.

Powłoki elementów łącznych ocynkowane ogniowo powinny być zgodne z normą EN ISO 10684.

Powłoki łączników powlekane galwanicznie powinny być zgodne z normą EN ISO 4042.

Nieelektrolityczne płatkowe powłoki cynkowe elementów łącznych powinny być zgodne z normą EN ISO 10683.

Powłoki ochronne podzespołów mechanicznych elementów łącznych muszą spełniać wymagania odpowiedniej normy produktu lub, w przypadku jej braku, muszą być zgodne z zaleceniami producenta.

UWAGA Zwraca się uwagę na ryzyko kruchości wodorowej podczas galwanizacji lub cynkowania ogniowego zespołów śrubowych o klasie wytrzymałości 10.9.

5.6.2 Terminologia

W tekście użyto następujących terminów:

- a) znaczenie „podkładki”: „podkładka okrągła lub ze ścięciem”;
- b) znaczenie „zespołu”: „śruba z nakrętką i podkładką (podkładkami), jeśli to konieczne”.

5.6.3 Zespoły śrubowe konstrukcyjne do zastosowań bez obciążenia wstępnego

Zespoły śrubowe konstrukcyjne ze stali węglowej, stali stopowej i stali nierdzewnej do zastosowań bez obciążenia wstępnego powinny spełniać wymagania serii EN 15048.

Zespoły zgodne z normą EN 14399 mogą być również używane do zastosowań bez obciążenia wstępnego.

Klasy wytrzymałości śrub i nakrętek oraz, w stosownych przypadkach, wykończenia powierzchni powinny być określone wraz z wszelkimi wymaganymi opcjami dopuszczonymi przez normę produktu.

Należy określić techniczne warunki dostawy:

- a) zespoły śrubowe ze stali węglowej lub stali stopowej o większej średnicy niż określona w EN ISO 898-1 i EN ISO 898-2;
- b) zespoły śrubowe ze stali nierdzewnej austenicznej lub austeniczno-ferrytycznej o większej średnicy niż określono w EN ISO 3506-1 i EN ISO 3506-2;
- c) zespoły odporne na warunki atmosferyczne (patrz 5.6.6.6).

EN 1090-2:2018 (E)

Elementy złączne zgodne z normami EN ISO 898-1 i EN ISO 898-2 nie mogą być stosowane do łączenia stali nierdzewnych zgodnie z normami EN 10088-4 i EN 10088-5, chyba że ustalono inaczej. Jeżeli mają być stosowane zestawy izolacyjne, należy określić wszystkie szczegóły dotyczące ich stosowania.

Trzpienie sworzni powinny być zgodne z klasą tolerancji H13 według EN ISO 286-2 (b11 w przypadku powlekanych).

UWAGA Wartości te są takie same jak dla śrub pasujących wg normy EN 14399-8.

5.6.4 Zespoły śrubowe konstrukcyjne do obciążeń wstępnych

Wysokowytrzymałe konstrukcyjne zespoły śrubowe do obciążeń wstępnych obejmują zespoły śrubowe systemu HR, systemu HV i HRC. Powinny one być zgodne z wymogami dotyczącymi badań określonymi w normie EN 14399-2 oraz we właściwej Normie Europejskiej wymienionej w Tabeli 7.

Klasy wytrzymałości śrub i nakrętek oraz, w stosownych przypadkach, wykończenia powierzchni powinny być określone wraz z wszelkimi wymaganymi opcjami dopuszczonymi przez normę produktu.

Tabela 7. Normy produktu dla wysokowytrzymałych konstrukcyjnych zespołów śrubowych do obciążeń wstępnych

Śruby i nakrętki	Podkładki
EN 14399-3	EN 14399-5 EN 14399-6
EN 14399-4	
EN 14399-7	
EN 14399-8	
EN 14399-10	

Zespoły śrubowe ze stali nierdzewnej nie mogą być stosowane w zastosowaniach obciążeń wstępnych, chyba że ustalono inaczej. Jeżeli są stosowane, należy je traktować jako specjalne elementy złączne (patrz 5.6.11).

5.6.5 Wskaźniki bezpośredniego napięcia

Wskaźniki bezpośredniego naprężenia oraz związane z nimi podkładkami dociskowymi nakrętek HN/HB i podkładkami dociskowymi śrub powinny być zgodne z normą EN 14399-9.

Wskaźników bezpośredniego naprężenia nie należy stosować w przypadku stali odpornych na warunki atmosferyczne lub stali nierdzewnych.

5.6.6 Zespoły odporne na warunki atmosferyczne

Zespoły odporne na warunki atmosferyczne powinny być wykonane z ulepszanego materiału odpornego na korozję atmosferyczną, którego powinien być określony skład chemiczny.

UWAGA Odpowiednie byłyby elementy złączne typu 3, gatunek A wg normy ASTM A325.

Ich właściwości mechaniczne, parametry i warunki dostawy powinny być zgodne z wymaganiami określonymi odpowiednio w normach EN 14399-1 lub EN 15048-1.

5.6.7 Śruby fundamentowe

Właściwości mechaniczne śrub fundamentowych powinny być zgodne z normą EN ISO 898-1 lub wykonane ze stali walcowanej na gorąco zgodnie z normami EN 10025-2 do EN 10025-4.

O ile nie określono inaczej, nie stosuje się stali zbrojeniowych. Jeżeli ich zastosowanie jest określone, stal powinna być zgodna z normą EN 10080, a gatunek powinien być określony.

UWAGA EN 13670 określa wymagania dotyczące zbrojenia prętów stalowych stosowanych jako śruby fundamentowe lub kotwy.

5.6.8 Urządzenia blokujące

W razie potrzeby należy określić urządzenia, które skutecznie zapobiegają poluzowaniu lub utracie obciążenia wstępnego zespołu w przypadku poddania go uderzeniu, znacznym wibracjom lub obciążeniom cyklicznym.

Aby zapobiec obluzowaniu, należy stosować nakrętki samozabezpieczające z EN ISO 7040, EN ISO 7042, EN ISO 7719 i EN ISO 10511 oraz wymagania eksploatacyjne określone w EN ISO 2320, o ile nie określono inaczej.

5.6.9 Podkładki

5.6.9.1 Podkładki okrągłe

Podkładki dostarczane jako część zespołu elementów złącznych powinny być zgodne z odpowiednią normą produktu dla tego zespołu.

Podkładki dostarczane oddzielnie mogą być stosowane w zastosowaniach bez obciążenia wstępnego i muszą być zgodne z normami EN ISO 7089, EN ISO 7090, EN ISO 7091, EN ISO 7092, EN ISO 7093-1 lub EN ISO 7094 dla stali węglowej, EN ISO 7089, EN ISO 7090, EN ISO 7092 lub EN ISO 7093-1 dla stali nierdzewnej.

5.6.9.2 Podkładki kwadratowe

Podkładki kwadratowe powinny spełniać wymagania dotyczące twardości i inne wymagania określone dla podkładek gładkich w pkt 5.6.9.1, z wyjątkiem wymiarów mających zastosowanie do kształtu, które należy określić.

5.6.9.3 Podkładki okrągłe

Podkładki okrągłe powinny być zwymiarowane z nominalnymi prześwitami zgodnie z Tabelą 11 i z wymiarami zapewniającymi, że podkładka pokrywa się z połączonym elementem co najmniej w takim samym stopniu, jak standardowa podkładka zwykła stosowana przy normalnych okrągłych otworach.

5.6.10 Nity pełne do nitowania na gorąco

Nity pełne do nitowania na gorąco powinny być zgodne z odpowiednią normą produktu, którą należy określić.

5.6.11 Łączniki specjalne

Specjalne łączniki to elementy złączne, które nie są objęte Normami Europejskimi lub Normami Międzynarodowymi. Razem z niezbędnymi badaniami należy je określić.

UWAGA Informacje na temat stosowania specjalnych łączników, patrz 8.8.

Śruby z wtryskiem żywicy należy klasyfikować jako specjalne elementy złączne.

5.6.12 Dostawa i identyfikacja

Elementy złączne według 5.6.3 do 5.6.5 powinny być dostarczane i identyfikowane zgodnie z wymaganiami odpowiedniej normy produktu.

Elementy złączne według 5.6.6 do 5.6.11 powinny być dostarczone i oznaczone w następujący sposób:

- a) powinny być dostarczane w odpowiednim trwałym opakowaniu i oznakowane w taki sposób, aby zawartość była łatwa do zidentyfikowania.
- b) etykietowanie lub dokumentacja towarzysząca muszą być zgodne z wymaganiami normy produktu i powinny zawierać następujące informacje w czytelnej i trwałej formie:
 - 1) identyfikację producenta oraz, w stosownych przypadkach, numery partii;
 - 2) rodzaj elementu złącznego i materiału oraz, w stosownych przypadkach, jego zespół;

3) powłokę ochronną.

c) oznakowanie elementów złącznych powinno być zgodne z wymaganiami normy produktu.

5.7 Kołki i kotwice do betonu

Kołki do zgrzewania łukowego kołków powinny spełniać wymagania normy EN ISO 13918.

Kołki i kotwice do betonu inne niż rodzaje kołków w normie EN ISO 13918 powinny być klasyfikowane jako specjalne łączniki i spełniać wymagania pkt 5.6.11.

5.8 Stal zbrojeniowa przyspawana do stali konstrukcyjnej

Stale zbrojeniowe, które mają być przyspawane do stali konstrukcyjnej, powinny być odpowiednie do spawania zgodnie z normą EN 10080.

5.9 Materiały do spoinowania

Należy określić materiały do spoinowania, które mają być użyte. Powinna to być zaprawa cementowa, specjalna lub drobnoziarnista.

Zaprawa cementowa do stosowania między stalowymi podstawami lub płytami nośnymi a betonowymi fundamentami powinna być następująca:

- a) dla grubości nominalnej nieprzekraczającej 25 mm: czysty cement portlandzki;
- b) dla grubości nominalnej między 25 a 50 mm: płynna zaprawa cementowo-portlandzka, która nie jest cieńsza od cementu niż stosunek 1:1 do drobnego kruszywa;
- c) dla nominalnej grubości 50 mm i większej: sucha, w miarę możliwości, zaprawa cementowo-portlandzka, która nie jest cieńsza niż stosunek cementu 1:2 względem drobnego kruszywa.

Do spoin specjalnych należą cementowe spoiwa stosowane z domieszkami, zaprawy pęczniejące oraz spoiwa na bazie żywicy. Zalecane są te z niską kurczliwością.

Do specjalnej spoiny uszczelniającej powinna być dołączona szczegółowa instrukcja użytkowania, poświadczona przez producenta.

Drobny beton może być stosowany wyłącznie pomiędzy stalowymi podstawami lub płytami nośnymi a betonowymi fundamentami, które mają szczeliny o nominalnej grubości 50 mm i większej.

5.10 Złącza kompensacyjne dla mostów

Należy określić wymagania dotyczące typu i charakterystyki złączy kompensacyjnych.

5.11 Kable, pręty i zakończenia o wysokiej wytrzymałości

Przewody do kabli o wysokiej wytrzymałości powinny być ciągnięte na zimno lub walcowane na zimno i spełniać wymagania norm EN 10264-3 lub EN 10264-4. Należy określić klasę wytrzymałości na rozciąganie oraz, w stosownych przypadkach, klasę powłoki zgodnie z normą EN 10244-2.

Sploty kabli o wysokiej wytrzymałości powinny spełniać wymagania normy prEN 10138-3. Należy określić oznaczenie i klasę splotu.

Liny stalowe powinny spełniać wymagania norm EN 12385-1 i EN 12385-10. Należy określić minimalne obciążenie zrywające i średnicę liny stalowej oraz, w stosownych przypadkach, wymagania dotyczące ochrony antykorozyjnej.

Materiał wypełniający gniazda powinien spełniać wymagania normy EN 13411-4. Należy go dobrać z uwzględnieniem temperatury pracy i działań zapobiegających pełzaniu obciążonego splotu przez gniazdo.

5.12 Łożyska konstrukcyjne

Łożyska konstrukcyjne powinny spełniać wymagania norm EN 1337-2, EN 1337-3, EN 1337-4, EN 1337-5, EN 1337-6, EN 1337-7 lub EN 1337-8.

6 Przygotowanie i montaż

6.1 Postanowienia ogólne

Klauzula ta określa wymagania dotyczące cięcia, kształtowania, wykonywania otworów i montażu produktów składowych w celu włączenia ich do podzespołów oraz montażu podzespołów.

UWAGA Spawanie i mocowanie mechaniczne są omówione w klauzulach 7 i 8.

Konstrukcja stalowa powinna być wykonana z uwzględnieniem wymagań klauzuli 10 i w granicach tolerancji określonych w klauzuli 11.

Sprzęt używany w procesie produkcji musi być utrzymywany w taki sposób, aby zapewnić, że użytkowanie, zużycie i awaria nie powodują znaczących niespójności w procesie produkcji.

6.2 Identyfikacja

Na wszystkich etapach produkcji każda sztuka lub opakowanie podobnych kawałków części stalowych musi być identyfikowalne za pomocą odpowiedniego systemu.

Identyfikacja może być osiągnięta odpowiednio poprzez wsadowanie lub poprzez kształt i wielkość części składowej lub poprzez zastosowanie trwałych i wyróżniających oznakowań stosowanych w sposób niepowodujący uszkodzeń. Niedozwolone są wyrzeźbione wcięcia.

Poniższe wymagania mają zastosowanie do znaków wytłaczanych na twardo, wykrawanych lub wierconych, używanych do oznaczania pojedynczych elementów lub opakowań podobnych elementów, chyba że ustalono inaczej:

- a) są one dozwolone tylko dla gatunków stali do S500 włącznie;
- b) nie są one dozwolone dla stali nierdzewnych;
- c) są one stosowane wyłącznie w określonych obszarach, w których metoda znakowania nie miałaby wpływu na wytrzymałość zmęczeniową.

Jeżeli nie dopuszcza się stosowania stempli twardych, wykrawanych lub wierconych znaków, należy określić, czy można stosować stemple miękkie czy nisko naprężeniowe.

W przypadku stali nierdzewnych można stosować stemple miękkie lub nisko naprężeniowe, o ile nie określono inaczej.

Należy określić strefy, w których znaki identyfikacyjne nie są dozwolone lub nie są widoczne po zakończeniu prac.

6.3 Postępowanie i przechowywanie

Z produktami składowymi należy obchodzić się i przechowywać w warunkach zgodnych z zaleceniami producenta produktu.

Produkt składowy nie może być stosowany po upływie okresu przechowywania określonego przez producenta. Produkty, które były przeładowywane lub składowane w taki sposób lub przez taki okres czasu, który mógł doprowadzić do znacznego pogorszenia jakości, są sprawdzane przed użyciem w celu upewnienia się, że nadal spełniają one odpowiednie normy dla danego produktu.

Elementy konstrukcyjne ze stali powinny być pakowane, przenoszone i transportowane w sposób bezpieczny, tak aby nie dochodziło do trwałych odkształceń i aby zminimalizować uszkodzenia powierzchni. Stosuje się odpowiednio środki zapobiegawcze dotyczące obchodzenia się i składowania, określone w Tabeli 8.

Tabela 8. Wykaz środków zapobiegawczych w zakresie przeładunku i składowania

Podnoszenie	
1	Ochrona elementów składowych przed uszkodzeniem w punktach podnoszenia
2	Unikanie jednopunktowego podnoszenia długich elementów za pomocą belek trawersowych
3	Łączenie lekkich elementów, szczególnie podatnych na uszkodzenia krawędzi, skręcanie i zniekształcenia, w przypadku traktowania ich jako pojedyncze elementy. Należy zwrócić uwagę na to, aby uniknąć miejscowego uszkodzenia w miejscach, w których elementy stykają się ze sobą, na nieusztynione krawędzie w punktach podnoszenia lub w innych strefach, w których znaczna część ciężaru wiązki jest nakładana na pojedynczą nieusztynioną krawędź.
Przechowywanie	
4	Składowanie na stosach wyprodukowanych elementów składowych magazynowanych przed transportem lub montażem z dala od podłoża, aby zachować ich czystość
5	Niezbędne podpory w celu uniknięcia trwałych odkształceń
6	Przechowywanie blach profilowanych i innych materiałów z wstępnie wykończonymi powierzchniami dekoracyjnymi zgodnie z wymaganiami odpowiednich norm
Ochrona przed korozją	
7	Unikanie gromadzenia się wody
8	Środki ostrożności w celu uniknięcia wnikania wilgoci do wiązek sekcji z metalowymi powłokami wstępnymi UWAGA W przypadku długotrwałego, otwartego składowania na placu budowy, wiązki sekcji powinny być otwarte, a sekcje oddzielone, aby uniknąć występowania "czarnej lub białej rdzy".
Stale nierdzewne	
9	Postępowanie i przechowywanie w przypadku stali nierdzewnej w celu zapobieżenia zanieczyszczeniu przez mocowania, manipulatory itp. Staranne przechowywanie stali nierdzewnej, tak aby powierzchnie były chronione przed uszkodzeniem lub zanieczyszczeniem
10	W stosownych przypadkach, stosowanie folii ochronnej lub innej powłoki ochronnej, pozostawić na tak długo, jak to możliwe
11	Unikanie składowania w wilgotnych, zawierających sól atmosferach
12	Ochrona regałów magazynowych za pomocą odpowiednich listew drewnianych, gumowych lub plastikowych lub osłon, aby uniknąć stali węglowej, miedzianej, ołowiu itp. powierzchnia tarcia
13	Nie wolno używać znaczników zawierających chlorek lub siarczek UWAGA Alternatywą jest użycie folii ochronnej i nanoszenie wszystkich znaczników tylko na tę folię.
14	Ochrona stali nierdzewnej przed bezpośrednim kontaktem z osprzętem do podnoszenia i przenoszenia, takim jak łańcuchy, haki, taśmy i rolki lub widły wózków widłowych za pomocą materiałów izolacyjnych lub lekkiej sklejki lub przyssawek. Stosowanie odpowiednich narzędzi montażowych w celu zapewnienia, że nie dojdzie do zanieczyszczenia powierzchni
15	Unikanie kontaktu z chemikaliami, w tym barwnikami, klejami, taśmą klejącą, nadmierną ilością oleju i tłuszczu UWAGA Jeśli konieczne jest ich użycie, ich przydatność należy sprawdzić u producenta.
16	Zastosowanie segregacji produkcji wykorzystywanej do produkcji stali węglowej i stali nierdzewnej w celu zapobieżenia przechwytywaniu stali węglowej. Stosowanie oddzielnych narzędzi przeznaczonych wyłącznie do obróbki stali nierdzewnej, w szczególności ściernic i szczotek drucianych. Szczotki druciane i wełna drucziana ze stali nierdzewnej, najlepiej w gatunku austenitycznym
Transport	
17	Specjalne środki niezbędne do ochrony wytworzonych części składowych w transzycie

6.4 Cięcie

6.4.1 Postanowienia ogólne

Cięcie jest wykonywane w taki sposób, aby spełnione były wymagania dotyczące tolerancji geometrycznych, maksymalnej twardości i gładkości wolnych krawędzi, określone w niniejszej Normie Europejskiej.

Znanymi i uznanymi metodami cięcia są: piłowanie, ścinanie, cięcie tarczowe, cięcie strumieniem wody i cięcie termiczne. Ręczne cięcie termiczne powinno być stosowane tylko wtedy, gdy nie jest praktyczne zastosowanie cięcia termicznego maszyny. W przypadku niektórych metod cięcia należy podjąć środki ostrożności, jeżeli krawędzie cięcia mają być krawędziami wolnymi (tj. nie mogą być następnie spawane) dla elementów narażonych na zmęczenie (patrz 6.4.4).

Jeżeli proces nie jest zgodny, nie może być stosowany aż do momentu jego poprawienia i ponownego sprawdzenia. Może być stosowany w ograniczonym zakresie produktów składowych, które dają wyniki zgodne z wymaganiami.

W przypadku cięcia materiałów powlekanych należy wybrać metodę cięcia, aby zminimalizować wszelkie uszkodzenia powłoki.

Należy usunąć zadziory, które mogłyby spowodować obrażenia ciała lub uniemożliwić prawidłowe ułożenie warstwy podkładowej lub poszycia sekcji lub arkuszy blachy.

6.4.2 Przycinanie i nadawanie kształtów

Powierzchnie wolnych krawędzi należy sprawdzić i wygładzić w razie potrzeby w celu usunięcia istotnych wad. W przypadku szlifowania lub obróbki po przycinaniu lub nadaniu kształtu, minimalna głębokość szlifowania lub obróbki powinna wynosić 0,5 mm.

6.4.3 Cięcie termiczne

Zdolność zautomatyzowanych procesów cięcia termicznego jest corocznie sprawdzana w sposób określony poniżej.

Z produktu składowego, który ma być cięty w procesie, należy pobrać cztery próbki:

- a) proste wycięcie z najgrubszego produktu składowego;
- b) proste wycięcie z najcieńszego produktu składowego;
- c) ostry kąt z reprezentatywnej grubości;
- d) ostry zakrzywiony łuk z reprezentatywnej grubości;

Pomiary należy przeprowadzać na prostych próbkach o długości co najmniej 200 mm na każdej z nich i sprawdzać pod kątem wymaganej jakości powierzchni cięcia. Próbki o ostrym kącie oraz próbki zakrzywione są poddawane oględzinom w celu ustalenia, czy wytwarzają krawędzie o standardzie równoważnym do cięć prostych.

Alternatywnie, wytyczne podane w załączniku D mogą być wykorzystane do sprawdzenia możliwości zautomatyzowanych procesów cięcia termicznego.

Wymagania jakościowe dla powierzchni ciętych, które mają być pozostawione jako wolne krawędzie (tj. nie mogą być następnie włączone do spoiny), powinny być zgodne z Tabelą 9 przy ocenie zgodnie z EN ISO 9013, chyba że ustalono inaczej.

Tabela 9. Jakość ciętych powierzchni

Klasy wykonawcze	Tolerancja prostopadłości lub kąta, u	Średnia wysokość profilu, Rz5
EXC1	Obcięte krawędzie muszą być wolne od istotnych nieprawidłowości, a kożuchy żużlowe muszą zostać usunięte.	
EXC2	Zakres 5	Zakres 4
EXC3 i EXC4	Zakres 4	Zakres 4

6.4.4 Twardość wolnych powierzchni krawędzi

Procesy, które mogą powodować miejscową twardość, powinny mieć sprawdzoną wydolność.

Dla stali węglowych > S460 twardość powierzchni wolnych krawędzi nie może przekraczać 450 (HV10).

Specyfikacja wykonania może określać inne wymagania dotyczące twardości powierzchni wolnych krawędzi. UWAGA Określone wymagania mogą być konieczne, jeżeli wolna krawędź jest poddana działaniu sił zmęzeniowych lub udarności lub podatna na kruchość wodorową, lub w celu zapewnienia, że wolna krawędź nadaje się do przygotowania zgodnie z pkt 10.2 przed nałożeniem farb i produktów pochodnych. Wolne krawędzie do cynkowania ogniowego, patrz EN ISO 14713-2.

O ile nie określono inaczej, sprawdzanie wydolności procesów odbywa się w następujący sposób:

- należy pobrać cztery próbki z badań proceduralnych na produkcie składowym, obejmujące zakres przetworzonych produktów składowych najbardziej podatnych na miejscowe utwardzenie;
- na każdej próbce należy wykonać cztery lokalne badania twardości w miejscach, których ten przypadek może dotyczyć. Badania powinny być zgodne z serią EN ISO 6507.

UWAGA 2 Wymagania dotyczące sprawdzania twardości po spawaniu są zawarte w procedurze badania (patrz 7.4.1).

W przypadku cięcia termicznego wytyczne podano w Załączniku D.

W celu ograniczenia twardości powierzchni wolnych krawędzi należy w razie potrzeby zastosować wstępne podgrzewanie materiału.

6.5 Kształtowanie

6.5.1 Postanowienia ogólne

Stal może być gięta, prasowana lub kuta do wymaganego kształtu w procesie formowania na gorąco lub na zimno, pod warunkiem, że jej właściwości nie są niższe niż podane poniżej.

Wymagania i zalecenia dotyczące formowania na gorąco, na zimno i prostowania płomieniowego stali powinny być zgodne z podanymi w odpowiednich normach wyrobu oraz w CEN/TR 10347.

Kształtowanie poprzez kontrolowane zastosowanie ciepła może być stosowane w warunkach określonych w pkt 6.5.2 i 6.5.3.

Kształtowane podzespoły, które mają pęknięcia, pęknięcia lamelarne lub uszkodzone powłoki powierzchniowe, są traktowane jako produkty niezgodne.

6.5.2 Kształtowanie na gorąco

Kształtowanie za pomocą formowania na gorąco musi spełniać wymagania dotyczące formowania na gorąco w odpowiedniej normie produktowej i zaleceniach producenta stali. O ile nie określono inaczej, formowanie na gorąco stali nierdzewnych jest zabronione.

Kształtne elementy, które wykazują pęknięcia, rozerwanie płytkowe lub uszkodzenie powłok powierzchniowych, są traktowane jako produkty niezgodne.

W przypadku stali hartowanych i ulepszonych cieplnie nie jest dozwolone formowanie na gorąco, chyba że spełnione są wymagania normy EN 10025-6.

Formowanie na gorąco ($T > 580\text{ °C}$) części składowych jest niedozwolone, jeśli nominalna granica plastyczności jest osiągana poprzez formowanie na zimno.

W przypadku gatunków stali do S355 włącznie, proces formowania na gorąco odbywa się w stanie gorącym na gorąco w kolorze czerwonym (600 °C do 650 °C), a temperatura, czas i szybkość chłodzenia są odpowiednie dla danego rodzaju stali. Gięcie i formowanie w niebieskim zakresie temperatur (250 °C do 380 °C) jest niedozwolone.

W przypadku gatunków stali S450+N (lub +AR) zgodnie z normą EN 10025-2 oraz S420 i S460 zgodnie z normą EN 10025-3 proces formowania na gorąco odbywa się w zakresie temperatur od 960 °C do 750 °C , a następnie chłodzi w temperaturze powietrza. Szybkość chłodzenia powinna być taka, aby nie dopuścić do stwardnienia, jak również do nadmiernego zgrubienia ziarna. Jeżeli nie jest to wykonalne, należy przeprowadzić normalizującą obróbkę.

Formowanie na gorąco nie jest dozwolone dla S450 zgodnie z EN 10025-2, jeśli nie podano warunków dostawy.

UWAGA Jeśli nie podano warunków dostawy, produkty stalowe S450 mogą być dostarczane w stanie termomechanicznym.

6.5.3 Prostowanie płomieniowe

6.5.3.1 Postanowienia ogólne

Jeżeli zniekształcenia mają być skorygowane przez prostowanie płomieniowe, należy to zrobić poprzez miejscowe zastosowanie ciepła.

Dla gatunków stali większych niż S355, a jeśli są określone dla innych gatunków, należy opracować udokumentowaną procedurę. Procedura obejmuje co najmniej:

- a) maksymalna dopuszczalna temperatura stali i procedura chłodzenia;
- b) metoda podgrzewania;
- c) metoda pomiaru temperatury;
- d) identyfikacja pracowników uprawnionych do stosowania procesu.

Procedurę należy kwalifikować w oparciu o wyniki prób rozciągania, uderności i twardości. W odniesieniu do strefy ogrzewanej termicznie należy określić lokalizację wykorzystywaną do pomiaru temperatury oraz lokalizację i orientację wykorzystywanych próbek do badań.

6.5.3.2 Dodatkowe wymagania dla stali nierdzewnych

Należy unikać prostowania płomieniowego stali nierdzewnych, szczególnie w przypadku gatunków stali typu duplex, nisko niklowych austenitycznych i martenzytycznych. Jeżeli jest to nieuniknione, maksymalne temperatury powinny być utrzymywane na możliwie najniższym poziomie, a okres narażenia na działanie ciepła powinien być możliwie najkrótszy. Ponadto należy uwzględnić następujące warunki:

- a) powierzchnia musi być wolna od substancji siarkowych i innych zanieczyszczeń, takich jak etykiety, pył żelazny i tłuszcze;
- b) płomień acetylenowo-tlenowy reguluje się w sposób neutralny lub lekko natleniający;
- c) czas ekspozycji termicznej (podgrzanie wstępne + czas w temperaturze + czas ochłodzenia) powinien być możliwie najkrótszy. Chłodzenie odbywa się przy użyciu wody lub sprężonego powietrza;

- d) należy przestrzegać warunków podanych w Tabeli 10;
- e) ograniczniki lub narzędzia uderzające, jak również inne narzędzia powinny składać się z CrNi-stalowej stali lub powinny być chromowane.

Po wyprostowaniu kolory do wyżarzania i skale tlenkowe należy całkowicie usunąć przy użyciu odpowiednich środków.

Prostowanie płomieniowe może być wykonywane wyłącznie przez kompetentny personel pod nadzorem koordynatora ds. spawania.

Należy zauważyć, że w przypadku stali nierdzewnych obrabianych na zimno, zmiękczenie z powodu prostowania płomieniowego może mieć wpływ na właściwości mechaniczne.

Tabela 10. Warunki prostowania płomieniowego stali nierdzewnych

Gatunek stali	Temperatura prostowania płomienia (°C)	Kolor promieniowania ciepłego	Maksymalny czas ekspozycji (minuty)
Stale ferrytyczne	500 - 600	Niebiesko-szary do ciemnoczerwonego	4
Stale austenityczne	650 - 750	Brazowo-czerwony do ciemnoczerwonego	12
Stale austenityczno-ferrytyczne	500-600	Niebiesko-szary do ciemnoczerwonego	8

6.5.4 Kształtowanie na zimno

Formowanie na zimno, wytwarzane przez walcowanie, prasowanie lub składanie, muszą spełniać wymagania dotyczące kształtowania na zimno podane w odpowiedniej normie produktu. Nie należy używać młotków.

UWAGA Formowanie na zimno prowadzi do zmniejszenia plastyczności. Ponadto zwraca się uwagę na ryzyko związane z wodorem

kruchość związana z późniejszymi procesami, takimi jak obróbka kwasem podczas powlekania lub cynkowania ogniowego.

- a) W przypadku gatunków stali węglowej lub stopowej wyższych niż S355, jeżeli po formowaniu na zimno przeprowadza się obróbkę odciążającą przy naprężeniach, muszą być spełnione następujące dwa warunki:
- 1) zakres temperatury: 530 °C do 580 °C;
 - 2) czas przetrzymywania: 2 min/mm grubości materiału, ale z minimalnym czasem 30 min.
- b) W przypadku stali węglowej lub stopowej obróbka odciążeniowa w temperaturze powyżej 580 °C lub przez ponad godzinę może prowadzić do pogorszenia właściwości mechanicznych. Jeżeli zamierza się odciążyć stal S420 do S700 w wyższych temperaturach lub przez dłuższy czas, wymagane minimalne wartości właściwości mechanicznych powinny być wcześniej uzgodnione z producentem produktu;
- c) W przypadku stali nierdzewnych wyżarzanych o grubości do 3 mm, o ile nie określono inaczej, należy utworzyć minimalne promienie gięcia wewnętrznego r :
- 1) $r = 0$ dla klas austenitycznych;
 - 2) $r = t$ dla gatunków austenityczno-ferrytycznych i ferrytycznych;
- gdzie t oznacza grubość materiału lub średnicę pręta.

- d) Dla innych stali nierdzewnych i grubości, o ile nie określono inaczej, należy utworzyć minimalne promienie gięcia wewnętrznego r :

$$r = (4,2 - A_5/10) t \text{ dla wartości } A_5 \text{ ograniczonych do 42 i gdzie } t \text{ jest grubością lub średnicą prętów.}$$

- e) A_5 oznacza minimalne wydłużenie przy pęknięciu w procentach, zgodnie z normą odniesienia odnoszącą się do stanu wyżarzzonego lub zimnoobrobionego materiału, stosownie do przypadku;
- f) Jeżeli wartości wydłużenia przy pęknięciu A_5 są niższe w kierunku poprzecznym, należy to wziąć pod uwagę przy zginaniu w kierunku poprzecznym, stosując te wartości we wzorze powyżej;

UWAGA 1 Seria EN 10088 podaje wartości wydłużenia przy pęknięciu A_5 . Aby przeciwdziałać efektom sprężynowo - zwrotnej stali nierdzewnej musi być wygięta w nieco większym stopniu niż stal węglowa.

UWAGA 2 Wymagania dotyczące mocy przy gięciu stali nierdzewnej są wyższe niż przy gięciu geometrycznie podobnych składników stali węglowej, ze względu na hartowanie robocze (o około 50 % w przypadku stali austenitycznych lub nawet więcej w przypadku stali austenityczno-ferrytycznych).

O ile nie określono inaczej w prEN 1090-4 dla podzespołów formowanych na zimno i blach:

- g) Kształtowniki formowane na zimno mogą być kształtowane przez korbowanie, wyginanie lub zaciskanie odpowiednio do zastosowanych materiałów;
- h) W przypadku podzespołów formowanych na zimno i blach stosowanych jako elementy konstrukcyjne, formowanie na zimno muszą spełniać następujące dwa warunki:

- 1) nie mogą być naruszone powłoki powierzchniowe i dokładność profilu;
- 2) należy określić, czy produkty składowe wymagają zastosowania membran ochronnych przed formowaniem.

UWAGA Niektóre powłoki i wykończenia są szczególnie podatne na uszkodzenia ściernie, zarówno podczas formowania, jak i później podczas montażu. Więcej informacji na ten temat można znaleźć w normach EN 508-1 i EN 508-3.

- i) Można stosować gięcie na zimno elementów składowych kształtowników drążonych, pod warunkiem że sprawdzana jest twardość i geometria produktu składowego jako wygiętego;

UWAGA Gięcie poprzez formowanie na zimno może spowodować zmianę właściwości przekroju (np. wklęsłość, owalność i przerzedzanie ścian) oraz zwiększenie twardości.

- j) W przypadku rur okrągłych giętych w procesie formowania na zimno muszą być spełnione następujące trzy warunki, chyba że ustalono inaczej:

- 1) stosunek całkowitej średnicy rury do grubości ścianki nie może przekraczać 15;
- 2) promień zgięcia (w linii środkowej rury) nie może być mniejszy niż $1,5d$ lub $d+100$ mm, w zależności od tego, która z tych wartości jest większa, w którym d jest całkowitą średnicą rury;
- 3) spoina wzdłużna spoiny w przekroju poprzecznym powinna być umieszczona blisko osi neutralnej, w celu zmniejszenia naprężeń zginających na spoinie.

6.6 Wykonanie otworów

6.6.1 Wymiary otworów

Klauzula ta dotyczy wykonywania otworów pod połączenia z łącznikami mechanicznymi i sworzniami.

Definicja nominalnej średnicy otworu w połączeniu z nominalną średnicą śruby, która ma być użyta w otworze, decyduje o tym, czy otwór jest "normalny" czy "nadwymiarowy". Terminy "krótkie" i "długie" stosowane do otworów szczelinowych odnoszą się do dwóch typów otworów używanych do projektowania konstrukcyjnego wstępnie obciążonych zespołów śrubowych. Terminy te mogą być również używane do oznaczania odstępów dla nieobciążonych wstępnie zestawów śrubowych.

Specyfikacja wykonania powinna określać specjalne wymiary złączy przesuwnych.

Nominalny prześwit dla śrub i sworzni nieprzeznaczonych do pracy w warunkach zabudowy powinien być taki, jak podano w Tabeli 11. Nominalny prześwit wynosi:

- różnica między nominalną średnicą otworu i nominalną średnicą śruby dla otworów okrągłych;
- różnica pomiędzy odpowiednio długością lub szerokością otworu i nominalną średnicą śruby dla otworów szczelinowych.

Tabela 11. Nominalny prześwit dla śrub i sworzni (mm)

Średnica nominalna śruby lub sworznia d (mm)	12 ^a	14	16	18	20	22	24	27 do 36 b
Standardowe okrągłe otwory ^c	1 ^{d e}		2					3
Ponadwymiarowe otwory okrągłe	3		4				6	8
Małe szczelinowe otwory (na długości całkowitej) f	4		6				8	10
Długie szczelinowe otwory (na długości całkowitej) f	1,5 d							
a. Stosuje się również do średnic mniejszych niż 12 mm, chyba że ustalono inaczej. b. Stosuje się również do średnic większych niż 36 mm, chyba że ustalono inaczej. c. W przypadku zastosowań takich jak wieże i maszty nominalny prześwit dla normalnych okrągłych otworów należy zmniejszyć o 0,5 mm, chyba że ustalono inaczej. d. W przypadku powlekanych elementów łącznych luz nominalny 1 mm może być powiększony o grubość powłoki elementu łącznego. e. Śruby o średnicy nominalnej 12 mm i 14 mm lub śruby z łbem stożkowym mogą być również stosowane w 2 mm luzach w otworach, jeśli są określone. f. Dla śrub w otworach szczelinowych nominalne prześwity na całej szerokości powinny być takie same jak prześwity na średnicy określonej dla standardowych okrągłych otworów.								

Dla pasujących śrub nominalna średnica otworu powinna być równa średnicy trzpienia śruby.

UWAGA 1 Dla śrub pasowanych wg EN 14399-8, nominalna średnica trzpienia jest o 1 mm większa niż nominalna średnica części gwintowanej.

W przypadku nitów pełnych do nitowania na gorąco należy określić nominalną średnicę otworu.

W przypadku śrub z łbem stożkowym lub nitów pełnych do nitowania na gorąco, nominalne wymiary nawiercania i tolerancje na nity powinny być takie, aby po zamontowaniu śruby lub nitu były zlicowane z powierzchnią zewnętrzną warstwy zewnętrznej.

Należy odpowiednio określić wymiary nawiercania. Przy nawiercaniu przez więcej niż jedną warstwę, mocno i razem należy przytrzymać warstwy.

Jeżeli śruby z łbem stożkowym płaskim są zidentyfikowane jako przeznaczone do zastosowań naprężeniowych lub wstępnie obciążonych, nominalna głębokość pogłębiania powinna być co najmniej 2 mm mniejsza niż nominalna grubość warstwy zewnętrznej.

UWAGA 2 2 mm ma na celu uwzględnienie niekorzystnych tolerancji.

6.6.2 Tolerancje średnicy otworu dla śrub i kołków

O ile nie określono inaczej, średnice otworów muszą odpowiadać następującym wymaganiom:

- a) otwory na śruby pasowne i zamontowane kołki: klasa H11 zgodnie z EN ISO 286-2;
- b) wycięcie termiczne i inne otwory: $-0,5/+0,5\text{mm}$.

średnica otworu jest przyjmowana jako średnia maksymalnych i minimalnych średnic (patrz Rysunek 1).

6.6.3 Wykonanie otworów

Otwory na elementy złączne lub kołki mogą być formowane w dowolnym procesie (np. wiercenie, wykrawanie, laserowe, plazmowe lub inne cięcie termiczne), pod warunkiem, że pozostawiają gotowy otwór w taki sposób, że:

- a) spełnione są wymagania dotyczące miejscowej twardości i jakości ciętej powierzchni, zgodnie z punktem 6.4;
- b) wszystkie pasujące do siebie otwory na elementy złączne lub kołki rejestrują się tak, że elementy złączne mogą być swobodnie wprowadzane przez zmontowane elementy w kierunku prostopadłym do stykających się powierzchni

Dopuszcza się wykrawanie pod warunkiem, że nominalna grubość podzespołu nie jest większa niż 1,4-krotność nominalnej średnicy otworu lub, dla otworu nieokrągłego, jego minimalnego wymiaru. Poza tymi ograniczeniami wymiarowymi, otwory mogą być tworzone przez wykrawanie, chyba że ustalono inaczej.

W przypadku gdy niedozwolone są otwory niepoddane obróbce, mogą one być wykrawane o co najmniej 2 mm mniej niż pełny wymiar, a następnie przewiercane lub wiercone aż do momentu usunięcia wszystkich śladów pierwotnej wykrawanej powierzchni.

UWAGA wykrawanie bez dalszego rozwiercania lub wiercenia nie byłoby odpowiednie w przypadku połączeń śrubowych zastosowanie ma każdy z poniższych warunków:

- złącze jest poddawane cyklicznym lub sejsmicznym obciążeniom, lub;
- jest to połączenie na zakładkę, w którym elementy złączne znajdują się powyżej klasy 8.8, lub;
- złącze jest tak zaprojektowane, aby było antypoślizgowe.

Zdolność procesu wykrawania stosowanego do wykonywania otworów jest corocznie sprawdzana w następujący sposób:

- a) reprezentatywną liczbę próbek należy wytworzyć z badań proceduralnych produktu składowego, obejmujących zakres średnic otworów, grubości produktu składowego i przetwarzanych klas;
- b) rozmiary otworów należy sprawdzić na obu końcach każdego otworu za pomocą sprawdzianów typu go/no go lub innych odpowiednich metod. Otwory muszą być zgodne z odpowiednimi tolerancjami określonymi w pkt 6.6.2.

Jeżeli proces nie jest zgodny, nie może być stosowany aż do momentu jego poprawienia. Może być stosowany w ograniczonym zakresie produktów składowych i rozmiarów otworów, które dają zgodne wyniki.

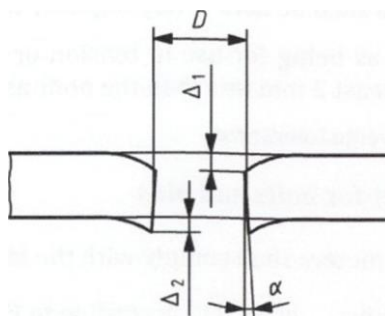
Otwory utworzone przez wykrawanie lub cięcie termiczne powinny również spełniać następujące warunki:

- c) kąt zwężenia (lub) nie może przekraczać kąta przedstawionego na Rysunku 1;

EN 1090-2:2018 (E)

- d) zadziory (A) nie mogą przekraczać wartości przedstawionej na Rysunku 1;

e) w miejscach połączeń otwory w przylegających powierzchniach muszą być wybijane w jednym kierunku we wszystkich podzespołach.



$D = \text{_____}$

$\max(\Delta_1 \text{ or } \Delta_2) \leq \max(D/10 ; 2 \text{ mm})$

$\alpha \leq 4^\circ$ (i.e. 7 %)

Rysunek 1. Dopuszczalne zniekształcenia otworów wykrawanych lub wycinanych termicznie

Otwory na śruby mocujące i kołki mocujące mogą być wiercone w pełnym wymiarze lub rozwiercane w *prawidłowym miejscu*. Jeżeli otwory mają być rozwiercane w *prawidłowym miejscu* należy dokonać ich wstępnego podwymiaru poprzez wiercenie lub wykrawanie. Jeżeli łącznik ma pasować przez wiele warstw, należy je mocno trzymać razem podczas wiercenia lub rozwiercania. Rozwiercanie odbywa się za pomocą stałego urządzenia wrzecionowego. Nie należy stosować smarów kwaśnych.

Nawiercanie zwykłych okrągłych otworów na śruby z łbem stożkowym lub nity należy wykonać po wykonaniu otworów.

Długie otwory szczelinowe muszą być albo wybijane w jednej operacji albo formowane przez wiercenie lub wykrawanie dwóch otworów i zakończone cięciem termicznym, chyba że ustalono inaczej.

Zadziory należy usunąć z otworów przed montażem. Długie otwory szczelinowe muszą być albo wybijane w jednej operacji albo formowane przez wiercenie lub wykrawanie dwóch otworów i zakończone cięciem termicznym, chyba że ustalono inaczej.

6.7 Wycięcia

Niedopuszczalna jest nadmierna wycinka skierowanych do wewnątrz kątów. Kąty wklęsłe to takie, w których otwarty kąt między powierzchniami czołowymi jest mniejszy niż 180° .

O ile nie określono inaczej, wklęsłe kąty i nacięcia należy zaokrąglić o minimalnym promieniu 5 mm.

O ile nie określono inaczej, wykrawane wycięcia są dozwolone. Przy wykrawaniu blach o grubości powyżej 16 mm, zniekształcone materiały należy usunąć przez szlifowanie.

6.8 Powierzchnie styków dociskowych

Jeżeli określone są powierzchnie styków dociskowych, długość cięcia, prostopadłość końców i płaskość powierzchni styków powinna być zgodna z tolerancjami określonymi w Klauzuli 11.

6.9 Montaż

Montaż podzespołów powinien być przeprowadzony w taki sposób, aby spełnić określone tolerancje.

Należy podjąć środki ostrożności, aby zapobiec korozji galwanicznej powstałej w wyniku kontaktu różnych materiałów metalowych.

Należy unikać zanieczyszczenia stali nierdzewnej przez kontakt ze stalą konstrukcyjną.

Znoszenie w celu wyrównania otworów, innych niż otwory na zamontowane śruby lub sworznie, należy wykonywać w taki sposób, aby wydłużenie nie przekraczało wartości podanych dla klasy 1 w Tabeli B.8.

Jeśli wydłużenie przekracza tę wartość, otwory należy skorygować przez rozwiercenie.

Otwory, dla których wydłużenie jest niedozwolone, powinny być zidentyfikowane i nie mogą być używane do wyrównania (np. dla śrub pasowanych).

UWAGA W takich przypadkach można zapewnić określone otwory orientacyjne.

Wszystkie połączenia podzespołów tymczasowych przewidzianych do celów produkcyjnych powinny spełniać wymagania niniejszej Normy Europejskiej oraz wszelkie specjalne wymagania, w tym wymagania dotyczące wytrzymałości zmęczeniowej, które powinny być określone w stosownych przypadkach.

Wymagania dotyczące pochylenia lub nastaw wstępnych w podzespołach należy sprawdzić po zakończeniu montażu.

6.10 Kontrola montażu

Dopasowanie pomiędzy wytworzonymi komponentami, które są połączone ze sobą na wielu interfejsach połączeń, należy sprawdzić za pomocą szablonów wymiarowych, dokładnych pomiarów trójwymiarowych lub montażu próbnego. Należy określić wymagania dotyczące tego, czy i w jakim zakresie ma być stosowany montaż próbny.

Montaż próbny oznacza połączenie ze sobą wystarczającej ilości podzespołów całej konstrukcji, aby sprawdzić ich dopasowanie. Należy rozważyć możliwość udowodnienia dopasowania podzespołów, jeśli nie można tego udowodnić w ten sposób, należy udowodnić za pomocą szablonów lub pomiarów.

7 Spawalnictwo

7.1 Postanowienia ogólne

Spawanie podejmuje się zgodnie z wymaganiami odpowiedniej części serii EN ISO 3834 lub serii EN ISO 14554, w zależności od przypadku.

UWAGA Wytyczne dotyczące wdrażania serii EN ISO 3834 w zakresie wymagań jakościowych dla spawania materiałów metalowych podano w CEN ISO/TR 3834-6.

Spawanie stali zbrojeniowej ze stalą konstrukcyjną powinno być wykonywane zgodnie z zaleceniami podanymi w normie EN ISO 17660.

Spawanie łukowe stali ferrytycznych i nierdzewnych powinno być zgodne z wymaganiami i zaleceniami norm EN 1011-1, EN 1011-2 i EN 1011-3, stosownie do przypadku.

W zależności od klasy wykonania obowiązują następujące części serii EN ISO 3834:

- EXC1:EN ISO 3834-4"Podstawowe wymagania jakości";
- EXC2:EN ISO 3834-3"Standardowe wymagania jakości";
- EXC3 i EXC4:EN ISO 3834-2"Kompleksowe wymagania jakości".

Zakres stosowania EXC1 może zostać ograniczony zgodnie z przepisami krajowymi wynikającymi z załącznika C do normy EN 1993-1-1:2005/A1:2014 Załącznik (patrz 4.1.2).

7.2 Plan spawania

7.2.1 Wymagania dotyczące planu spawania

Plan spawania powinien być dostarczony jako część planu produkcji wymaganego przez odpowiednią część serii EN ISO 3834.

7.2.2 Treść planu spawania

Plan spawania powinien zawierać odpowiednio:

- a) specyfikację procedury spawania określone dla odpowiedniej kwalifikacji procedury spawania, w tym materiały spawalnicze, wszelkie wymagania dotyczące wstępnego podgrzewania, temperatury międzyprzewodzenia i obróbki cieplnej po spawaniu;
- b) środki, które należy podjąć w celu uniknięcia odkształceń podczas i po spawaniu;
- c) kolejność spawania z wszelkimi ograniczeniami lub dopuszczalnymi miejscami położenia początkowego i końcowego, w tym pośrednie pozycje krańcowe i początkowe, w których geometria spoiny jest taka, że spawanie nie może być wykonywane w sposób ciągły;

UWAGA Wskazówki dotyczące połączeń kształtowników zamkniętych podano w Załączniku E.

- d) wymagania dotyczące kontroli pośredniej;
- e) toczenie podzespołów w procesie spawania, w połączeniu z sekwencją spawania;
- f) szczegóły dotyczące ograniczeń, które mają być stosowane;
- g) środki, które należy podjąć, aby uniknąć rozerwania lamelarnego;
- h) środki kontroli dopływu ciepła w celu uniknięcia miejscowej twardości w małych seriach spawalniczych;
- i) specjalne wyposażenie do materiałów spawalniczych (niski poziom wodoru, kondycjonowanie itp.);
- j) profil spawalniczy i wykończenie do stali nierdzewnych;
- k) wymagania dotyczące kryteriów przyjęcia dla spoin zgodnie z pkt 7.6;
- l) odniesienie do pkt. 12.4 planu kontroli i badań;
- m) wymagania dotyczące identyfikacji spoiny;
- n) wymagania dotyczące obróbki powierzchni zgodnie z Klauzulą 10.

Jeśli spawanie lub montaż nakładek lub maskuje poprzednie spoiny, należy zwrócić szczególną uwagę na to, które spoiny mają być wykonane w pierwszej kolejności, a także na ewentualną potrzebę kontroli/badania spoiny przed wykonaniem drugiej spoiny lub przed montażem elementów maskujących.

O ile nie określono inaczej, warunki spawania stref formowanych na zimno powinny być zgodne z normą EN 1993-1-8:2005, 4.14.

7.3 Procesy spawania

Procesy spawania, które mogą być stosowane, oraz związane z nimi numery referencyjne są zdefiniowane w normie EN ISO 4063.

7.4 Kwalifikacje w zakresie technologii spawania i personelu spawalniczego

7.4.1 Kwalifikacja technologii spawania

7.4.1.1 Postanowienia ogólne

Spawanie przeprowadza się z zastosowaniem kwalifikowanych technologii z zastosowaniem instrukcji technologicznej spawania [WPS] zgodnie z odpowiednią częścią serii EN ISO 15609, EN ISO 14555, EN ISO 15620 lub serii EN ISO 17660, zależnie od przypadku.

WPS powinna zawierać specjalne warunki osadzania spoin szczepnych, o ile są one określone. W przypadku połączeń w konstrukcjach kratownic z drążonych kształtowników zamkniętych należy określić strefy początkowe i końcowe oraz metodę, którą należy stosować w celu poradzenia sobie z miejscami, w których spoiny zmieniają się ze spoiny pachwinowej na stykową wokół złącza [patrz Załącznik E).

Specyfikacja i kwalifikacja technologii spawania powinna być zgodna z normą EN ISO 15607.

Chociaż nie ma szczególnych wymagań dla instrukcji technologicznej spawania według EN ISO 15607 w EN ISO 3834-4, specyfikacja wykonania może określać, że dla EXC1 należy dostarczyć odpowiednie instrukcje pracy określające proces spawania, materiały eksploatacyjne i parametry spawania, które należy zastosować.

7.4.1.2 Kwalifikacja technologii spawania dla procesów 111, 114, 12, 13 i 14

Kwalifikacja technologii spawania dla procesów 111, 114, 12, 13 i 14 zależy od klasy wykonania, metalu macierzystego i stopnia mechanizacji zgodnie z Tabelą 12.

Tabela 12. Metody kwalifikacji technologii spawania dla procesów 111, 114, 12, 13 i 14

Metoda kwalifikacji		EXC2	EXC3 EXC4
Badanie technologii spawania	EN ISO 15614-1 ^a EN ISO 17660-1 / EN ISO 17660-2 ^b	X	X
Badanie spawania przedprodukcyjnego	EN ISO 15613 EN ISO 17660-1 / EN ISO 17660-2 ^b	X	X
Standardowa technologia spawania	EN ISO 15612	X	X ^c
Nabyte doświadczenia w spawaniu	EN ISO 15611	X	—
Badane materiały spawalnicze	EN ISO 15610		
X Dozwolone			
— Niedozwolone			
a. Kwalifikacja technologii spawania wg normy EN ISO 15614-1:2017 odpowiada Poziomowi 2.			
b. Stosuje się tylko do połączeń pomiędzy stalą zbrojeniową a innymi elementami stalowymi.			
c. Jeżeli jest to dozwolone przez specyfikację wykonania.			

Jeżeli wymagana jest procedura kwalifikacyjna dla spoin pachwinowych na gatunkach stali $\geq$ S460, należy przeprowadzić próbę na rozciąganie krzyżowe zgodnie z normą EN ISO 9018. Alternatywnie i jeżeli pozwala na to specyfikacja wykonania, w przypadku spoin pachwinowych na gatunkach stali $>$ S460 zamiast próby zgodnej z normą EN ISO 9018, jeżeli w celu skompensowania niedopasowanego materiału spawalniczego zwiększona zostanie grubość spoiny pachwinowej w celu skompensowania niedopasowanego materiału spawalniczego, należy przeprowadzić próbę rozciągania wszystkich metali spawalniczych i porównać ją z rzeczywistą wytrzymałością na rozciąganie podaną w specyfikacji wykonania dla tego materiału.

W przypadku próby na rozciąganie krzyżowe należy przebadać trzy próbki do próby rozciągania poprzecznego. Jeżeli pęknięcie następuje w metalu macierzystym, należy osiągnąć minimalną nominalną wytrzymałość na rozciąganie metalu macierzystego. Jeżeli pęknięcie następuje w metalu macierzystym, należy osiągnąć minimalną nominalną wytrzymałość na rozciąganie metalu macierzystego. W procesach z głęboką penetracją należy uwzględnić rzeczywistą penetrację korzeni. Określona średnia wytrzymałość na pękanie powinna wynosić $> 0,8R_m$ (przy czym R_m = nominalna wytrzymałość na rozciąganie użytego materiału macierzystego).

W przypadku pierwszego spawania pachwinowego jedno- lub wielowarstwowego metodą zmechanizowaną należy przeprowadzić badanie technologii spawania zgodnie z normą EN ISO 15614-1 i zbadać zakres nominalnej grubości spoiny występującej podczas produkcji. Badanie obejmuje trzy makrosekcje, jedną od początku, jedną ze środka i jedną z końca jednej próbki. Minimalną wartość głębokiej penetracji określa się poprzez pomiar rzeczywistych wartości w makrosekcjach.

W przypadku spawania na podkładach warsztatowych należy przeprowadzić badania technologii spawania na maksymalnej dopuszczalnej grubości podkładu (nominalna + tolerancja). Grunty shop primer powinny wykazywać zgrzewalność zgodnie z normą EN ISO 17652-1 do EN ISO 17652-4. Technologia spawania jest kwalifikowana, jeżeli niedoskonałości badanej próbki mieszczą się w określonych granicach poziomu jakości B zgodnie z normą EN ISO 5817, z wyjątkiem porowatości, która powinna być następująca:

- a) brak porowatości liniowej (skupisko porowatości z odległością porów $<$ średnica porów);
- b) maksymalnie 8 % zgodnie z EN ISO 5817:2014, Załącznik A dla części składowych ogólnie lub maksymalnie 4 % dla części określonych jako podlegające zmęczeniu.

W przypadku stali nierdzewnych należy przeprowadzić badania technologii spawania zgodnie z normą EN ISO 15614-1, z wyjątkiem gatunków stali o numerach materiałowych 1.4301, 1.4307, 1.4541, 1.4401, 1.4404, 1.4404, 1.4571 w stanie nieutwardzonym, jak również połączeń między tymi materiałami i stali węglowych konstrukcyjnych.

Jeżeli nie określono inaczej, jeżeli stosowane są technologie kwalifikacji EN ISO 15613 lub EN ISO 15614-1, stosuje się następujące warunki:

- a) Jeżeli badania udarności są wymogiem normy EN ISO 15614-1, wówczas również w przypadku normy EN ISO 15613 należy je przeprowadzać w najniższej temperaturze wymaganej do badań udarności łączonych właściwości materiału, w tym w przypadku gdy istnieją takie możliwości w odniesieniu do konkretnej jakości Charpy'ego.
- b) W przypadku stali zgodnie z normą EN 10025-6 konieczna jest jedna próbka do mikroanalizy. Rejestruje się fotografie metalu spoiny, strefy linii wtopienia oraz HAZ (strefy wpływu ciepła). Niedozwolone są mikropęknięcia.

7.4.1.3 Kwalifikacja technologii spawania dla innych procesów spawania

Kwalifikację technologii spawania procesów spawalniczych nieujętych w 7.4.1.2 należy przeprowadzić zgodnie z Tabelą 13.

Tabela 13. Kwalifikacja technologii spawania dla procesów 21, 22, 23, 24, 42, 52, 783, 784 i 786

Procesy spawania (według EN ISO 4063)		Technologia spawania specyfikacji (WPS)	Kwalifikacja technologii spawania
Numer referencyjny	Nomenklatura		
21	Zgrzewanie punktowe	EN ISO 15609-5	EN ISO 15614-12
22	Zgrzewanie liniowe		
23	Zgrzewanie garbowe		
24	Zgrzewanie iskrowe	EN ISO 15609-5	EN ISO 15614-13
42	Zgrzewanie tarciove	EN ISO 15620	EN ISO 15620
52	Spawanie laserowe	EN ISO 15609-4	EN ISO 15614-11
783	Przypawanie łukiem ciągnionym kołków w osłonie łuku tuleją ceramiczną lub gazem osłonowym	EN ISO 14555	EN ISO 14555
784	Przypawanie krótkotrwałym łukiem ciągnionym kołków		
786	Zgrzewanie kondensatorowe kołków z końcówką zapłonową		

7.4.1.4 Ważność kwalifikacji do technologii spawania

Ważność technologii spawania zależy od wymagań normy stosowanej do kwalifikacji. Jeżeli jest to określone, badania produkcyjne spawania przeprowadza się zgodnie z odpowiednią normą kwalifikacyjną, np. EN ISO 14555, EN ISO 11970, EN ISO 17660-1, EN ISO 17660-2, EN ISO 17652-2.

7.4.2 Spawacze i operatorzy spawalniczy

7.4.2.1 Postanowienia ogólne

Spawacze muszą posiadać kwalifikacje zgodnie z EN ISO 9606-1, a operatorzy spawalniczy zgodnie z EN ISO 14732.

W przypadku spawania elementów do EXC1 w obiektach działających zgodnie z normą EN ISO 3834-4, kwalifikacje spawaczy należy poddać ponownej ocenie zgodnie z normą EN ISO 9606-1:2017, 9.3.a) lub 9.3.b), a operatorom spawalniczym należy dokonać ponownej oceny zgodnie z normą EN ISO 14732:2013, 5.3.a) lub 5.3.b).

Spawacze stali zbrojeniowej muszą posiadać kwalifikacje zgodnie z EN ISO 17660-1 lub EN ISO 17660-2.

Należy prowadzić rejestr wszystkich testów kwalifikacyjnych spawaczy i operatorów spawalniczych.

7.4.2.2 Odgałęzienia rurowe

Spawacze odgałęzień kształtowników rurowych o kątach poniżej 60° określonych w normie EN 1993-1-8 należy kwalifikować w następujący sposób, chyba że ustalono inaczej:

- wymiary badanej próbki, detale spawalnicze i pozycje spawania powinny być typowe dla tych stosowanych w produkcji;
- w celu zakwalifikowania spawania okólnika do spawania kształtowników zamkniętych okrągłych, próbki do badania pobiera się z każdej z czterech pozycji A, B, C i D pokazanych na Rysunkach E.2 i E.3 w Załączniku E;

- c) do zakwalifikowania do spawania kształtowników zamkniętych okrągłych na kształtowniki kwadratowe lub prostokątne, próbki do badania pobiera się z każdej z dwóch pozycji C i D pokazanych na Rysunkach E.4 i E.5 w Załączniku E;
- d) części badane są badane za pomocą VT i badania makroskopowego zgodnie z EN ISO 17639;
- e) kwalifikacja musi być zgodna z wymogami normy EN ISO 9606-1.

7.4.3 Nadzór spawalniczy

W przypadku EXC1 należy zapewnić wystarczający nadzór podczas wykonywania prac spawalniczych zgodnie z normą EN ISO 3834-4.

W przypadku EXC2, EXC3 i EXC4 koordynacja spawania powinna być utrzymywana podczas wykonywania procesów spawania przez odpowiednio wykwalifikowany personel koordynujący spawanie, posiadający doświadczenie w nadzorowanych przez niego operacjach spawania zgodnie z normą EN ISO 14731.

W odniesieniu do nadzorowanych operacji spawalniczych personel koordynujący prace spawalnicze musi posiadać wiedzę techniczną zgodnie z Tabelami 14 i 15, w których B, S i C są odpowiednio wiedzą podstawową, szczegółową i wszechstronną określoną w normie EN ISO 14731.

UWAGA Grupy stali to grupy zdefiniowane w CEN ISO/TR 15608. Zgodność z gatunkami stali i normami odniesienia można znaleźć w CEN ISO/TR 20172.

Wiedza techniczna personelu koordynującego spawanie stali zbrojeniowej do spawania powinna być zgodna z normą EN ISO 17660-1.

Koordynator ds. spawania jest odpowiedzialny za proces kwalifikacji spawaczy/operatorów. Koordynatorzy ds. spawania mogą pełnić rolę egzaminatorów. Jeżeli kwalifikacje są podejmowane przez zewnętrznych egzaminatorów/organy egzaminacyjne, należy to robić zgodnie z procedurami EN ISO/IEC 17024 lub EN ISO/IEC 17020.

Tabela 14. Wiedza techniczna personelu koordynującego - Stale węglowe konstrukcyjne

EXC	Stale (grupa stali)	Normy odniesienia	Grubość (mm)		
			$t \leq 25^a$	$25 < t \leq 50^b$	$t > 50$
EXC2	S235 do S355 (1.1,1.2,1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3, EN 10210-1, EN 10219-1	B	S	C ^c
	S420 do S700 (1.3, 2,3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6, EN 10149-2, EN 10149-3, EN 10210-1, EN 10219-1	S	C ^d	C
EXC3	S235 do S355 (1.1,1.2,1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3, EN 10210-1, EN 10219-1	S	C	C
	S420 do S700 (1.3, 2,3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6, EN 10149-2, EN 10149-3, EN 10210-1, EN 10219-1	C	C	C
EXC4	Wszystkie	Wszystkie	C	C	C
^{a.} Płyty podstawowe i płyty końcowe słupów ≤ 50 mm ^{b.} Płyty podstawowe i płyty końcowe słupów ≤ 75 mm ^{c.} Dla stali do S275 włącznie poziom S jest wystarczający ^{d.} Dla stali N, NL, M i ML poziom S jest wystarczający					

Tablica 15. Wiedza techniczna personelu koordynującego - Stale nierdzewne

EXC	Stale (grupa stali)	Normy odniesienia	Grubość (mm)		
			$t \leq 25$	$25 \leq t \leq 50$	$t > 50$
EXC2	Austenistyczne (8) Ferrytyczne (7.1)	EN 10088-4:2009, Tabela 3 EN 10088-5:2009, Tabela 4 EN 10296-2:2005, Tabela 1 EN 10297-2:2005, Tabela 2	B	S	C
	Austenityczno-ferrytyczne (10)	EN 10088-4:2009, Tabela 4 EN 10088-5:2009, Tabela 5 EN 10296-2:2005, Tabela 1 EN 10297-2:2005, Tabela 3	S	C	C
EXC3	Austenistyczne (8) Ferrytyczne (7.1)	EN 10088-4:2009, Tabela 3 EN 10088-5:2009, Tabela 4 EN 10296-2:2005, Tabela 1 EN 10297-2:2005, Tabela 2	S	C	C
	Austenityczno-ferrytyczne (10)	EN 10088-4:2009, Tabela 4 EN 10088-5:2009, Tabela 5 EN 10296-2:2005, Tabela 1 EN 10297-2:2005, Tabela 3	C	C	C
EXC4	Wszystkie	Wszystkie	C	C	C

7.5 Przygotowanie i wykonanie spawania

7.5.1 Przygotowywanie złączy

7.5.1.1 Postanowienia ogólne

Przygotowywanie złączy powinno być odpowiednie do procesu spawania.

Tolerancje dotyczące przygotowania i dopasowania złączy są podane w WPS.

Normy EN ISO 9692-1 i EN ISO 9692-2 podają pewne zalecane szczegóły dotyczące przygotowania złączy. Szczegóły dotyczące przygotowania nawierzchni mostowej do spawania, zob. EN 1993-2: 2006, Załącznik C.

Jeżeli w celu zapewnienia dostępności przewidziano otwory w pokrywie, ich promień powinien wynosić co najmniej 40 mm, chyba że ustalono inaczej.

Przygotowanie złączy powinno być wolne od widocznych pęknięć. W przypadku gatunków stali wyższych niż S460, powierzchnie cięcia powinny być odkamieniane przez szlifowanie i weryfikowane jako wolne od pęknięć poprzez kontrolę wzrokową, badanie penetracyjne koloru lub badanie cząstek magnetycznych. Widoczne pęknięcia należy usunąć poprzez szlifowanie i w razie potrzeby skorygować geometrię złącza.

Jeżeli niedopuszczalne nacięcia lub inne niedoskonałości geometrii złącza są naprawiane przez spawanie, należy zastosować kwalifikowaną procedurę, a następnie należy gładko oszlifować powierzchnię.

Wszystkie powierzchnie przeznaczone do spawania powinny być suche i wolne od materiałów, które mogłyby niekorzystnie wpłynąć na jakość złączy lub utrudnić proces spawania (rdza, materiał organiczny lub cynk).

Dla EXC1 prefabrykaty gruntujące (shop primer) mogą być pozostawione na powierzchniach czołowych tylko wtedy, gdy nie wpływają niekorzystnie na proces spawania. W przypadku EXC2, EXC3 i EXC4 podkładów prefabrykujących nie należy pozostawiać na powierzchniach stapienia ani w strefie wpływu ciepła, chyba że zostały wykonane badania technologii spawania zgodnie z EN ISO 15614-1 lub EN ISO 15613 przy użyciu takich podkładów prefabrykacyjnych.

UWAGA EN ISO 17652-2 opisuje badania oceny wpływu gruntów typu na spawalność.

7.5.1.2 Kształtowniki drażone

Kształtowniki drażone okrągłe stosowane jako elementy rozgałęzione w spoinach pachwinowych mogą być cięte w odcinkach prostych w celu przygotowania ich do połączenia w połączeniach siodłowych, pod warunkiem, że dopasowanie geometrii połączenia spełnia wymagania WPS.

W przypadku połączeń między kształtownikami drażonymi spawanymi z jednej strony należy stosować, w stosownych przypadkach, przygotowania złączy podane w normach EN ISO 9692-1 i EN ISO 9692-2. Załącznik E ilustruje zastosowanie podane w normach EN ISO 9692-1 i EN ISO 9692-2 do połączeń odgałęzień pomiędzy kształtownikami drażonymi.

7.5.2 Przechowywanie i postępowanie z materiałami spawalniczymi

Materiały spawalnicze należy przechowywać, przenosić i stosować zgodnie z zaleceniami producenta.

Jeżeli elektrody i topniki muszą być suszone i przechowywane, należy przestrzegać odpowiednich poziomów i czasów temperatury zgodnie z zaleceniami producenta.

Materiały spawalnicze wykazujące oznaki uszkodzenia są odrzucane.

UWAGA Przykłady uszkodzeń lub pogorszenia jakości obejmują pęknięte lub uszkodzone powłoki na pokrytych elektrodach, zardzewiałe lub brudne druty elektrod i druty elektrod ze złuszczoną lub uszkodzoną powłoką miedzaną.

7.5.3 Ochrona przed warunkami atmosferycznymi

Zarówno spawacz, jak i obszar roboczy muszą być odpowiednio chronione przed działaniem wiatru, deszczu i śniegu.

UWAGA Procesy spawania w osłonie gazowej są szczególnie wrażliwe na działanie wiatru.

Powierzchnie, które mają być spawane, muszą być suche i wolne od pary wodnej.

Jeśli temperatura zgrzewanego materiału jest niższa niż 5 °C, konieczne może być odpowiednie podgrzewanie (patrz EN 1011-1).

7.5.4 Zestawy do spawania

Podzespoły, które mają być spawane, powinny być wyrównane i utrzymywane na miejscu przez spoiny szcpe lub urządzenia zewnętrzne i utrzymywane podczas pierwszego spawania. Montaż należy przeprowadzić w taki sposób, aby dopasowanie złączy i ostateczne wymiary podzespołów mieściły się w granicach określonych tolerancji. Należy uwzględnić odpowiednie tolerancje na odkształcenia i kurczenie się.

Podzespoły, które mają być spawane, muszą być zmontowane i utrzymywane w takim położeniu, aby złącza, które mają być spawane, były łatwo dostępne i dobrze widoczne dla spawacza.

Montaż elementów kształtowników zamkniętych, które mają być spawane, powinien być zgodny z wytycznymi podanymi w Załączniku E, chyba że ustalono inaczej.

Nie należy wprowadzać dodatkowych spoin, a miejsca określonych spoin nie powinny być zmieniane bez zapewnienia zgodności ze specyfikacją. Metody miejscowego wzmacniania połączenia spawanego w kratownicach z drażonych kształtowników zamkniętych powinny ułatwić badanie integralności połączenia spawanego. Należy również rozważyć opcję zagęszczenia podzespołu.

UWAGA Typowe szczegóły obejmują płyty siodłowe, membrany, płyty podziałowe, pokrywy, płyty policzkowe i przelotowe.

7.5.5 Podgrzewanie wstępne

Podgrzewanie wstępne, w razie potrzeby, należy przeprowadzić zgodnie z normami EN ISO 13916, EN 1011-2 i / lub EN 1011-3.

W razie potrzeby należy podgrzać wstępnie, zgodnie z obowiązującą WPS, i zastosować podczas spawania, w tym spawania spoin szczepnych i spawania elementów tymczasowych.

7.5.6 Mocowania tymczasowe

Jeżeli procedura montażu lub budowy wymaga zastosowania elementów tymczasowo połączonych spoinami, należy je ustawić w taki sposób, aby można je było łatwo usunąć bez uszkodzenia stałej konstrukcji stalowej. Wszystkie spoiny tymczasowych mocowań powinny być wykonane zgodnie z WPS. Należy określić obszary, w których nie jest dozwolone spawanie elementów tymczasowych.

Ewentualne ograniczenia w stosowaniu mocowań tymczasowych dla EXC3 i EXC4 powinny być określone w specyfikacji wykonania.

Usuwanie tymczasowych elementów spawanych przez cięcie, żłobienie lub rozdrabnianie przeprowadza się w taki sposób, aby metal rodzimy nie został uszkodzony, a następnie starannie oszlifowany i wygładzony. Miejsca demontażu powinny zostać poddane oględzinom, a w przypadku gatunków stali $\geq S355$ - kontroli wzrokowej, a w przypadku gatunków stali $\geq S355$ - kontroli NDT. Zrębki i żłobienie nie są dozwolone w przypadku gatunków stali $\geq S460$ lub elementów narażonych na zmęczenie, chyba że określono inaczej.

Po usunięciu należy przeprowadzić kontrolę w celu upewnienia się, że produkt składowy nie jest pęknięty na powierzchni w miejscu tymczasowej spoiny.

7.5.7 Spoiny szczepne

W przypadku EXC2, EXC3 i EXC4 spoiny szczepne powinny być wykonywane z wykorzystaniem instrukcji technologicznej spawania w oparciu o odpowiednią kwalifikowaną procedurę spawania. Minimalna długość spoiny szczepnej powinna być mniejsza od czterokrotności grubości grubszej części lub 50 mm, chyba że krótsza długość może być wykazana w badaniu jako prawidłowa.

Wszystkie spoiny szczepne nie włączone do końcowych spoin należy usunąć. Spoiny do spawania wgłębnego, które mają być włączone do spoiny końcowej, powinny mieć odpowiedni kształt i być wykonywane przez wykwalifikowanych spawaczy. Spoiny szczepne powinny być wolne od wad osadzania i powinny być dokładnie oczyszczone przed ostatecznym spawaniem. Należy usunąć spoiny szczepne z niedopuszczalnymi wadami, takimi jak pęknięcia.

7.5.8 Spoiny pachwinowe

7.5.8.1 Postanowienia ogólne

Spoina pachwinowa, jako stopiwo, nie może być mniejsza niż wymiary określone dla grubości spoiny i odpowiednio / lub długości boku, biorąc pod uwagę następujące kwestie:

- pełna grubość spoiny podana jako osiągalna przy użyciu WPS dla procesów spawania w procesach głębokich lub przy procesach częściowych penetracji;
- jeśli szczelina h przekracza granicę niedoskonałości, może być skompensowana zwiększeniem grubości spoiny $\Delta = a_{nom} + 0,7h$, gdzie a_{nom} jest określoną nominalną grubością spoiny. W przypadku "Niewłaściwego dopasowania" (617 wg EN ISO 5817:2014) obowiązują poziomy jakości, pod warunkiem że grubość spoiny jest utrzymywana zgodnie z (5213 wg EN ISO 5817:2014);
- w przypadku nawierzchni mostowych obowiązują szczególne wymagania produkcyjne, np. w odniesieniu do grubości spoin pachwinowych, zob. 7.5.17 i Tabela B.21.

7.5.8.2 Spoiny pachwinowe na połączeniach prętów

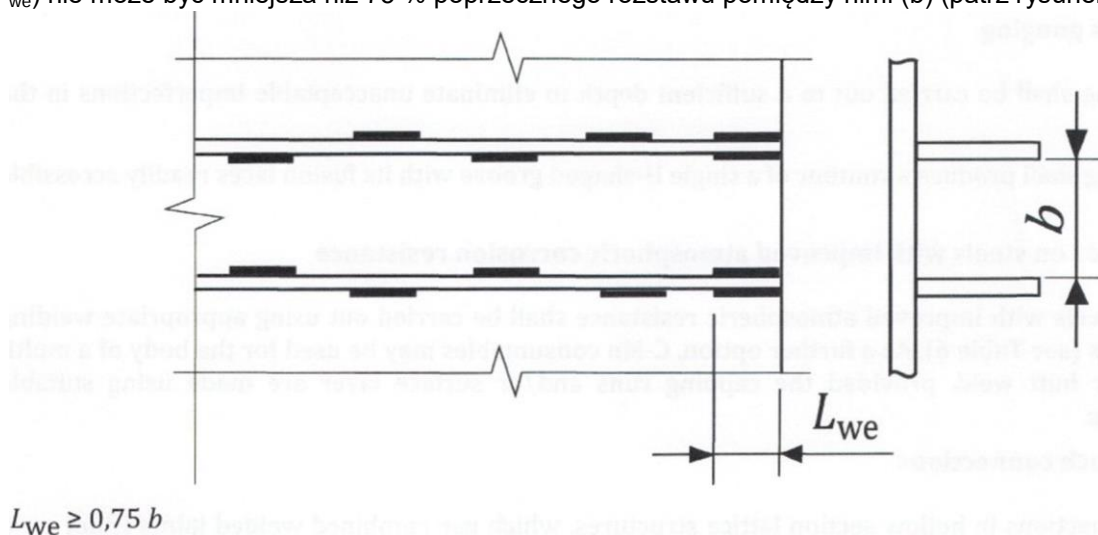
Spoiny pachwinowe kończące się na końcach lub bokach elementów powinny być w sposób ciągły zwracane wokół kątów na odległość nie mniejszą niż dwukrotność długości boku spoiny, chyba że dostęp lub ustawienie czyni to niewykonalnym lub pod warunkiem, że nie określono inaczej.

Minimalna długość warstwowej spoiny pachwinowej, z wyłączeniem zwrotów końcowych, powinna być co najmniej czterokrotnie dłuższa od długości boku spoiny.

Nie należy stosować spoin pachwinowych przerywanych, jeżeli działanie kapilarne mogłoby prowadzić do tworzenia się nalotu rdzy. Końcowe warstwy spoin pachwinowych powinny rozciągać się do końca połączonej części.

W przypadku połączeń na zakładkę minimalna grubość zakładki nie może być mniejsza niż czterokrotność grubości cieńszej połączonej części. Spoiny pachwinowe pojedyncze nie powinny być stosowane, jeżeli części nie są utwierdzone, aby zapobiec otwarciu złącza.

Jeżeli koniec elementu jest połączony tylko wzdłużnymi spoinami pachwinowymi, długość każdej ze spoin (L_{we}) nie może być mniejsza niż 75 % poprzecznego rozstawu pomiędzy nimi (b) (patrz rysunek 2).



Rysunek 2. Spoiny pachwinowe przerywane

7.5.9 Spoiny czołowe

7.5.9.1 Postanowienia ogólne

Specyfikacja wykonania powinna określać lokalizację spoin czołowych używanych jako sploty w celu dostosowania dostępnych długości produktów składowych.

UWAGA Umożliwia to weryfikację zgodności z projektem.

Końce spoin czołowych powinny być zakończone w taki sposób, aby zachować pełną grubość spoiny.

W przypadku EXC3 i EXC4 oraz EXC2, jeśli określono, należy używać płytek dobiegowych i wybiegowych dla poprzecznych spoin czołowych z pełnym przetopem. Jeśli zostało to określone w przypadku EXC2, EXC3 i EXC4 należy używać płytek dobiegowych i wybiegowych dla podłużnych spoin czołowych lub spoin czołowych z niepełnym przetopem (poprzeczne lub podłużne). Spawalność takich płytek dobiegowych / wybiegowych nie może być mniejsza niż w przypadku metalu macierzystego.

Po zakończeniu spoin należy usunąć wszelkie płytki dobiegowe/wybiegowe lub materiał dodatkowy, a ich usunięcie powinno być zgodne z pkt 7.5.6.

Specyfikacja wykonawcza powinna określać, czy nadmiar stopiwa ma zostać usunięty tak, aby pozostała równa powierzchnia.

7.5.9.2 Spoiny jednostronne

Spoiny z pełnym przetopem spawane z jednej strony mogą być produkowane z metalowym lub niemetalowym podłożem lub bez niego.

O ile nie określono inaczej, można użyć stałego stalowego podłoża. Wymagania dotyczące jego stosowania powinny być zawarte w WPS.

Jeżeli używane jest podłoże stalowe, jego wartość ekwiwalentu węgla (CEV) nie może przekraczać 0,43 % lub musi być tym samym materiałem, który jest najbardziej spawalny z metalu macierzystego i który ma być połączony spoiną.

Materiały podłoża powinny być ściśle przytwierdzone do metalu macierzystego i najlepiej powinny być ciągłe na całej długości złącza. W przypadku EXC3 i EXC4 trwały metal podłoża powinien być ciągły za pomocą spoin czołowych z pełnym przetopem. Spoiny szczepne powinny być włączone do spoin czołowych.

Szlifowanie na równi z powierzchnią spoin czołowych jednostronnych w połączeniach między kształtownikami drążonymi wykonanymi bez spodu jest niedozwolone, o ile nie określono inaczej; jeżeli spoiny te są w pełni podparte, mogą one zostać oszlifowane na równi z ogólnym profilem powierzchni metalu macierzystego.

7.5.9.3 Elektroźłobienie

Należy wykonać elektroźłobienie na wystarczającą głębokość, aby wyeliminować niedopuszczalne niedoskonałości spoiny.

Elektroźłobienie powinno tworzyć rowek w kształcie litery U ze ściankami, które będą łatwo dostępne podczas spawania.

7.5.10 Spawanie stali o podwyższonej odporności na korozję atmosferyczną

Spoiny na stalach o podwyższonej odporności na warunki atmosferyczne powinny być wykonywane przy użyciu odpowiednich materiałów spawalniczych (zob. Tabela 6). Jako dodatkową opcję, materiały eksploatacyjne C-Mn mogą być stosowane do spawania pachwinowego lub czołowego, pod warunkiem, że warstwy ściegów kryjących i /lub warstwa wierzchnia są wykonane przy użyciu odpowiednich materiałów eksploatacyjnych.

7.5.11 Odgałęzienia rurowe

Odgałęzienia rurowe w kratownicach z drążonych kształtowników zamkniętych, w których stosuje się połączenia spawane (spawanie pachwinowe i spawanie czołowe jednostronne), mogą być spawane bez podłoża.

UWAGA Zalecenia dotyczące wykonania odgałęzień rurowych podane są w Załączniku E.

7.5.12 Zgrzewanie łukowe kołków

Zgrzewanie kołków należy wykonywać zgodnie z normą EN ISO 14555.

Badanie procedury przeprowadzone zgodnie z normą EN ISO 14555 powinno być zgodne z wnioskiem.

UWAGA Na przykład, badanie proceduralne może wymagać zgrzewania kołków za pomocą ocynkowanych blach podłogowych.

7.5.13 Spoiny szczelinowe i otworowe

Otwory na spoiny szczelinowe i wtykowe powinny być tak dobrane, aby można było zapewnić odpowiedni dostęp do spawania. Należy określić wymiary.

UWAGA Odpowiednie wymiary są następujące:

- 1) szerokość: co najmniej 8 mm większa niż grubość części, w której się znajduje;
- 2) długość podłużnego otworu: mniejsza niż 70 mm lub pięciokrotność grubości płyty.

Spoiny otworowe mogą być wykonywane tylko na spoinach pachwinowych po sprawdzeniu, że spawanie pachwinowe w szczelinie zostało uznane za prawidłowe. Spoiny otworowe wykonywane bez wcześniejszego spawania szczelinowego są niedozwolone, chyba że ustalono inaczej.

7.5.14 Inne typy spoin

Wymagania dla innych rodzajów spoin, np. spoin uszczelniających, powinny być określone i powinny podlegać takim samym wymaganiom dotyczącym spawania, jak określone w niniejszej Normie Europejskiej.

7.5.15 Obróbka cieplna po spawaniu

Jeżeli konieczna jest obróbka cieplna spawanych elementów, należy wykazać, że stosowane technologie są odpowiednie.

UWAGA Wytyczne dotyczące wymagań jakościowych dla obróbki cieplnej podano w EN ISO 17663.

7.5.16 Wykonanie spawania

Należy podjąć środki ostrożności w celu uniknięcia zajarzenia łuku poza miejscem spoiny, a jeżeli zajarzenia występują poza powierzchnią spoiny, powierzchnia stali powinna być lekko oszlifowana i sprawdzona. Kontrolę wzrokową gatunków stali > S460 i innych gatunków, jeśli zostały określone, należy uzupełnić o badanie penetracyjne lub magnetyczno-proszkowe.

Należy podjąć środki ostrożności w celu zminimalizowania rozprysków podczas spawania. O ile nie określono inaczej, dla gatunków stali > S460 należy je usunąć.

Widoczne niedoskonałości, takie jak pęknięcia, ubytki i inne niedopuszczalne niedoskonałości, należy usunąć z każdej warstwy przed osadzeniem kolejnych.

Cały żużel należy usunąć z powierzchni każdej warstwy przed dodaniem każdej olejnej warstwy oraz z powierzchni gotowej spoiny. Szczególną uwagę należy zwrócić na połączenia między spoiną a metalem macierzystym.

Cały żużel należy usunąć z powierzchni każdego przejazdu przed dodaniem każdego kolejnego przejazdu oraz z powierzchni gotowego spoiny.

7.5.17 Ortotropowe nawierzchnie mostów

Badania produkcyjne przeprowadza się zgodnie z pkt 12.4.4.4 c). Badania produkcyjne nie są wymagane dla połączenia płyty usztywniającej pokład poza jezdnią (krawężniki), która nie jest obciążona przez pojazdy.

W przypadku połączeń usztywniacz-płyta nawierzchniowa i spoin lokalnych, np. przy połączeniach usztywniacz-usztywniacz z płytami łączącymi, należy usunąć początkowe i końcowe połączenia.

W przypadku połączeń usztywniająco-poprzecznych z elementami usztywniającymi przechodzącymi przez belkę poprzeczną z otworami lub bez otworów przejściowych, najpierw elementy usztywniające powinny być przyspawane do płyty powierzchniowej, a następnie powinny być montowane i spawane belki poprzeczne.

7.6 Kryteria przyjęcia

7.6.1 Wymagania rutynowe

Elementy spawane powinny spełniać wymagania określone w Klauzulach 10 i 11.

O ile nie określono inaczej, dla EXC1, EXC2 i EXC3 kryteria przyjęcia dla niedoskonałości spoin są następujące, w odniesieniu do normy EN ISO 5817:2014, z wyjątkiem "Niewłaściwa spoina" (505) i "Mikroprzyklejenie" (401), których nie należy brać pod uwagę. Należy uwzględnić wszelkie dodatkowe wymagania określone dla geometrii i profilu spoiny:

- a) Poziom jakości EXC1 D, z wyjątkiem poziomu jakości C dla „Niewystarczająca spoina” (5213);
- b) Poziom jakości EXC2 poziom jakości C z wyjątkiem poziomu jakości D dla "Nakładanie się" (506), "Zajarzanie łuku poza miejscem spoiny" (601) i "Końcowa rura krateru" (2025) oraz poziom jakości B dla "Niewystarczająca spoina" (5213);

- c) poziom jakości EXC3 B.

UWAGA Spoiny w połączeniach zaprojektowanych zgodnie z normą EN 1993-1-8 zasadniczo wymagają poziomu jakości określonego dla EXC2.

Dla EXC4 spoina powinna spełniać co najmniej wymagania EXC3. Należy określić dodatkowe wymagania w odniesieniu do zidentyfikowanych spoin.

7.6.2 Wymagania dotyczące wytrzymałości zmęczeniowej

O ile nie określono inaczej, w przypadku spoin narażonych na zmęczenie, zaprojektowanych zgodnie z normą EN 1993-1-9, specyfikacja wykonawcza powinna określać odpowiednie kryteria przyjęcia pod względem kategorii szczegółów (DC) dla miejsca połączenia spawanego.

Dla EXC2, EXC3 i EXC4, oprócz kryteriów określonych w pkt 7.6.1, kryteria przyjęcia dla spoin mogą być określone zgodnie z EN ISO 5817:2014, Załącznik C, w następujący sposób:

- a) DC nieprzekraczająca 63: Poziom jakości C 63;
- b) DC powyżej 63 i nieprzekraczająca 90: Poziom jakości B 90;
- c) DC powyżej 90 i nieprzekraczająca 125: Poziom jakości B 125.

Specyfikacja wykonawcza powinna określać wymagania wykonawcze, które są niezbędne do spełnienia wymagań wykonawczych podanych w normie EN 1993-1-9:2005, Tabelach 8.1 do 8.8 i /lub normie EN 1993-2:2006, Załącznik C.

7.6.3 Ortotropowe nawierzchnie mostów

Jeżeli jest to określone w specyfikacji wykonawczej, spoiny w mostach ortotropowych, jak przedstawiono w normie EN 1993-1-9:2005, Tabela 8.8, powinny spełniać wymagania 7.6.1 wraz z wymaganiami normy EN 1993-2:2006.

7.7 Spawanie stali nierdzewnych

Należy określić wymagania dotyczące spawania różnych rodzajów stali nierdzewnej względem siebie nawzajem lub względem innych stali, takich jak stale węglowe.

Koordynator ds. spawania powinien wziąć pod uwagę odpowiednie techniki spawania, procesy spawania i materiały spawalnicze. Należy dokładnie rozważyć kwestie związane z zanieczyszczeniem stali nierdzewnej i korozją galwaniczną.

8 Mocowanie mechaniczne

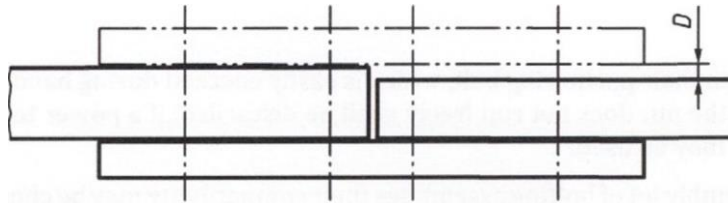
8.1 Postanowienia ogólne

Klauzula ta obejmuje wymagania dotyczące mocowania w zakładzie i na budowie.

Oddzielne części tworzące część zwykłej warstwy nie mogą różnić się grubością o więcej niż D , gdzie D wynosi zazwyczaj 2 mm, a 1 mm w zastosowaniach z wstępnym obciążeniem (zob. Rysunek 3). Jeżeli w celu zapewnienia, że różnica w grubości nie przekracza powyższej granicy, grubość stalowych przekładek regulujących nie może być mniejsza niż 1 mm.

W przypadku silnego narażenia, unikanie korozji wgłębnej może wymagać bliższego kontaktu.

Grubość płytki wybiera się tak, aby ograniczyć liczbę przekładek regulujących do maksymalnie trzech.



Rysunek 3. Różnica grubości między elementami warstwy wspólnej

Przekładki regulujące powinny mieć zgodną charakterystykę korozyjną i wytrzymałość mechaniczną z sąsiednimi elementami przekładki połączenia. Należy w pełni uwzględnić ryzyko i wpływ korozji galwanicznej wynikającej z kontaktu różnych metali.

8.2 Stosowanie zestawów śrubowych

8.2.1 Postanowienia ogólne

Niniejsza Kłauzula odnosi się do zestawów śrubowych określonych w 5.6, składających się z pasujących śrub, nakrętek i podkładek [jeśli są konieczne].

Należy określić, czy oprócz dokręcania należy zastosować inne środki lub urządzenia w celu zabezpieczenia zestawu śrubowego.

Połączenia śrubowe o małym stosunku długości zacisków do średnicy śruby, narażone na znaczne wibracje, takie jak stojaki magazynowe, powinny wykorzystywać metodę blokady.

O ile nie podano inaczej, zestawy z obciążeniem wstępnym nie wymagają dodatkowych urządzeń blokujących.

Śruby i nakrętki nie mogą być spawane, chyba że zostało to określone inaczej. Ograniczenie to nie dotyczy specjalnych nakrętek spawalniczych według np. EN ISO 21670 lub zgrzewalnych kołków rozporowych.

8.2.2 Śruby

Nominalna średnica śruby użytej do skręcania konstrukcyjnego powinna wynosić co najmniej M12, chyba że ustalono inaczej wraz ze związanymi z tym wymaganiami.

Długość śruby powinna być tak dobrana, aby po dokręceniu spełnione były następujące wymagania dotyczące wystających końców śrub poza czoło nakrętki i długość gwintu.

Długość wystających części powinna być co najmniej równa długości jednego skoku gwintu, mierzonej od zewnętrznej powierzchni czołowej nakrętki lub dodatkowych urządzeń blokujących do końca śruby dla zestawów z obciążeniem wstępnym lub bez obciążenia wstępnego.

Jeżeli planowane jest, że połączenie wykorzystuje nośność ścinającą niegwintowanego trzonu śrub, wówczas należy określić wymiary śrub, aby uwzględnić tolerancje dotyczące długości części niegwintowanej.

W przypadku śrub bez obciążenia wstępnego co najmniej jeden pełny gwint (oprócz wybiegu gwintu) powinien pozostać wolny pomiędzy powierzchnią nośną nakrętki i niegwintowaną częścią trzpienia.

W przypadku wstępnie obciążonych zestawów śrubowych zgodnie z serią zacisków EN 14399 długości zacisków i długości uchwytów należy wybrać zgodnie z odpowiednimi normami produktu.

W tabelarycznych nominalnych długościach zacisków i długościach uchwytów w serii EN 14399 uwzględnia się, że pomiędzy powierzchnią nośną nakrętki i niegwintowaną częścią trzpienia w zestawach zgodnie z EN 14399-4 i EN 14399-8 nominalnie co najmniej dwa pełne gwinty, a w zestawach nominalnie przynajmniej cztery pełne gwinty powinny pozostać widoczne zgodnie z EN 14399-3, EN 14399-7 i EN 14399-10.

8.2.3 Nakrętki

Nakrętki powinny obracać się swobodnie na odpowiadającym im śrubach, co można łatwo sprawdzić podczas ręcznego montażu. Wszelkie nakrętki i śruby, w których nakrętka nie obraca się swobodnie, należy wyrzucić. Jeżeli używane jest elektronarzędzie, można zastosować jedną z dwóch poniższych kontroli:

- a) dla każdej nowej partii montażu zestawów śrubowych ich kompatybilność może być sprawdzona ręcznie przed instalacją;
- b) w przypadku zamontowanych zestawów śrubowych, ale przed dokręceniem przykładowe nakrętki po wstępnym poluzowaniu mogą być sprawdzone pod kątem swobodnego obracania ręką.

Nakrętki muszą być zmontowane w taki sposób, aby po zmontowaniu były widoczne ich oznaczenia.

8.2.4 Podkładki

Podkładki nie są wymagane w przypadku stosowania z nieobciążonymi wstępnie zestawami śrubowymi w normalnych okrągłych otworach, chyba że zostało to określone inaczej. W razie potrzeby należy określić, czy podkładki mają być umieszczone pod nakrętką lub łbem śruby, w zależności od tego, która z nich jest obracana czy też obie. W przypadku połączeń zakładkowych z tylko jednym rzędem śrub konieczne jest zastosowanie podkładek pod łbem śruby i nakrętką, chyba że ustalono inaczej.

UWAGA Zastosowanie podkładek może zmniejszyć miejscowe uszkodzenia powłok metalowych, szczególnie gdy są to powłoki grube.

Podkładki stosowane pod łby wstępnie obciążonych śrub powinny być ścięte zgodnie z normą EN 14399-6 i ustawione ze ścięciem w kierunku łba śruby. Podkładki zgodnie z normą EN 14399-5 mogą być stosowane wyłącznie pod nakrętki. Podkładki okrągłe (lub w razie potrzeby podkładki kwadratowe utwardzane) dla obciążonych wstępnie śrub należy używać w następujący sposób:

- a) dla śrub 8.8 należy zastosować podkładkę pod łeb śruby lub nakrętkę, w zależności od tego, która z nich ma się obracać;
- b) dla śrub 10.9 wykorzystywanych ze stali gatunku S235, podkładki należy stosować zarówno pod łbem śruby, jak i pod nakrętką;
- c) o ile nie określono zastosowania podkładek zarówno pod łeb śruby, jak i nakrętkę, w przypadku śrub 10.9 stosowanych w przypadku śrub z gatunkami stali powyżej podkładek S235 należy stosować pod łeb śruby lub nakrętkę, w zależności od tego, która z nich ma się obracać.

Dopuszczalną regulację długości uchwytu dla wstępnie obciążonych i nieobciążonych zestawów śrubowych podano w Tabeli 16.

Do połączeń z otworami szczelinowymi i ponadwymiarowymi należy stosować podkładki okrągłe zgodne z pkt 5.6.9.3, chyba że ustalono inaczej.

Tabela 16. Możliwość regulacji długości uchwytu dla zestawów śrub z obciążeniem wstępnym i bez obciążenia wstępnego

Zestawy śrub z obciążeniem wstępnym ^a	Zestawy śrub bez obciążenia wstępnego
Oprócz minimum określonych podkładek/podkładki do dwóch dodatkowych podkładek ^b lub jednej podkładki okrągłej lub jednej podkładki ^b i można użyć jedną podkładkę okrągłą. Łączna grubość dodatkowych podkładek ^b nie może przekraczać 12 mm.	Dodatkowo do minimum określonych podkładek można użyć do trzech podkładek lub dwóch podkładek oraz jednej podkładki okrągłej lub jednej podkładki i jednej podkładki okrągłej lub jednej podkładki okrągłej. Łączna grubość dodatkowych podkładek nie może przekraczać 12 mm.
a. W przypadku wstępnie obciążonych zestawów śrubowych dokręcanych metodą kontroli momentu obrotowego (w tym systemu HRC) można użyć tylko jednej dodatkowej podkładki okrągłej po stronie, która jest obracana. Dodatkowa podkładka okrągła lub dodatkowa podkładka może być umieszczona na stronie, która nie jest obracana. b. Podkładki zgodne z normami EN 14399-5 lub EN 14399-6, zależnie od przypadku. Podkładki zgodnie z normą EN 14399-5 nie należy stosować w przypadku zestawów zgodnych z normami EN 14399-4 i EN 14399-8.	

W przypadku zastosowania dodatkowych podkładek lub podkładek okrągłych należy sprawdzić szczegóły połączenia, aby upewnić się, że płaszczyzna ściany śrub z trzpieniem nie została przeniesiona do gwintowanej części śruby.

Należy określić wymiary i gatunki stali podkładek okrągłych. Nie mogą być cieńsze niż 4 mm.

Podkładki kwadratowe należy stosować, jeżeli powierzchnia produktu składowego jest pod kątem prostym do płaszczyzny prostopadłej do osi śruby większym niż:

- a) 1/20 (3°) dla śrub z $d \leq 20$ mm;
- b) 1/30 (2°) dla śrub z $d > 20$ mm.

8.3 Dokręcanie zestawów śrubowych bez obciążenia

Połączone części składowe należy połączyć w taki sposób, aby uzyskać stały kontakt.

Do regulacji dopasowania można użyć podkładek regulacyjnych. Dla produktów składowych z $t \geq 4$ mm dla płyt i arkuszy blachy oraz $t > 8$ mm dla przekrojów, o ile nie określono pełnego powierzchni dociskowej, na krawędziach można pozostawić pozostałe szczeliny do 4 mm, pod warunkiem, że powierzchnia dociskowa zostanie osiągnięta w środkowej części połączenia.

Każdy zespół śrubowy powinien być doprowadzony co najmniej w taki sposób, aby dobrze przylegał, ze zwróceniem szczególnej uwagi, aby uniknąć nadmiernego dokręcenia, w szczególności krótkich śrub i śrub M12. Proces dokręcania należy przeprowadzić od śruby do śruby grupy, zaczynając od najbardziej sztywnej części połączenia i przechodząc stopniowo w kierunku najmniej sztywnej części. Aby dobrze i równomiernie przylegały, konieczny może być więcej niż jeden cykl dokręcania.

UWAGA 1 Najbardziej sztywna część połączenia płyty osłonowej sekcji I jest zwykle w środku grupy śrub połączeniowych. Najbardziej sztywne części połączeń blach doczołowych dwuteowników są zazwyczaj umieszczone obok kołnierzy.

UWAGA 2 Termin "dobrze przylegający" można ogólnie przyjąć jako osiągalny dzięki wysiłkowi jednej osoby używającej zwykłego klucza bez przedłużenia i można go ustawić jako punkt, zaczyna się uderzanie kluczem uderowym.

8.4 Przygotowanie powierzchni styku w połączeniach antypoślizgowych

Klauzula ta nie ma zastosowania do stali nierdzewnych, dla których należy określić wszelkie wymagania dotyczące powierzchni styku. Klauzula ta nie dotyczy ochrony antykorozyjnej, dla której wymagania są określone w Klauzuli 10 i Załączniku F.

Należy określić obszar powierzchni styku w sprężonych połączeniach antypoślizgowych.

Obróbka powierzchni, co do której można przyjąć, że zapewnia minimalny współczynnik poślizgu zgodnie z określoną klasą powierzchni cierniej bez badania, podano w Tabeli 17.

Tabela 17. Klasyfikacje, które można przyjąć dla powierzchni ciernych

Obróbka powierzchni	Klasa ^a	Współczynnik tarcia μ ^b
Powierzchnie oczyszczone śrutem lub piaskiem z usuniętą rdzą, gładkie.	A	0,50
Powierzchnie ocynkowane ogniowo zgodnie z normą EN ISO 1461 i powlekane ogniowo (kryte) piaskiem szklanym ^c oraz farbą krzemianową alkaliczno-cynkową o nominalnej grubości 60 μm ^d .	B	0,40
Powierzchnie oczyszczone śrutem lub piaskiem; a) powleczona farbą krzemianowo-alkaliczną o nominalnej grubości 60 μm ^d ; b) natryskiwany termicznie aluminium lub cynkiem lub ich połączeniem do nominalnej grubości nieprzekraczającej 80 μm .	B	0,40
Powierzchnie ocynkowane ogniowo zgodnie z normą EN ISO 1461 i poddane obróbce strumieniowo-ścierniej (lub równoważnej metodzie ścierania) ^c	C	0,35
Powierzchnie czyszczone przy użyciu szczotek drucianych lub za pomocą oczyszczania płomieniowego, z usuniętą rdzą	C	0,30
Powierzchnie walcowane	D	0,20
^{a.} Klasy podane w G.6. ^{b.} Potencjalna utrata siły napięcia wstępnego w stosunku do wartości początkowej jest uwzględniana w tych wartościach współczynnika poślizgu. ^{c.} O ile nie można wykazać równoważnej zdolności do ścierania, obróbkę strumieniowo-ścierną powierzchni ocynkowanych ogniowo należy prowadzić zgodnie z procedurami i warunkami określonymi w normie EN 15773. Po obróbce strumieniowo-ścierniej (krycie) wygląd matowej powierzchni oznacza, że usunięto miękką warstwę niestopowego cynku. ^{d.} Grubość na sucho powinna mieścić się w zakresie od 40 μm do 80 μm .		

Wymagania te stosuje się również do płyt opakowaniowych dostarczanych w celu wyrównania różnic w grubości, jak określono w pkt. 8.1.

W przeciwnym razie współczynnik poślizgu, który należy określić za pomocą badania określonego w Załączniku G, oraz powierzchnie styku należy przygotować zgodnie z badanymi próbkami.

Przed montażem należy podjąć następujące środki ostrożności:

- powierzchnie styku muszą być wolne od wszelkich zanieczyszczeń, takich jak olej, brud lub farba. Należy usunąć zadziory, które uniemożliwiłyby solidne osadzenie części łączących;
- powierzchnie niepowlekane muszą być wolne od wszelkich warstw rdzy i innych materiałów sypkich. Należy uważać, aby nie uszkodzić lub wygładzić szorstkiej powierzchni. Niepoddane obróbce obszary wokół obwodu połączenia dokręconego należy pozostawić bez obróbki do czasu zakończenia jakiegokolwiek kontroli połączenia;
- między podkładkami a powierzchniami połączonymi nie powinny znajdować się grube powłoki powierzchniowe (zob. Załącznik I).

8.5 Dokręcanie zestawów śrubowych z obciążeniem wstępnym

8.5.1 Postanowienia ogólne

O ile nie określono inaczej, przyjmuje się nominalną minimalną siłę napięcia wstępnego $F_{p,C}$ określoną w Tabeli 18 jako:

$$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s \quad (1)$$

gdzie

f_{ub} to nominalna wytrzymałość materiału śruby, określona w EN 1993-1-8

A_s jest obszarem naprężenia śruby.

Ten poziom obciążenia wstępnego powinien być stosowany dla wszystkich połączeń z obciążeniem wstępnym przeciwpoślizgowym oraz dla wszystkich innych połączeń z obciążeniem wstępnym, chyba że określony jest niższy poziom obciążenia wstępnego. W tym ostatnim przypadku należy również określić zestawy śrubowe, metodę dokręcania, parametry dokręcania i wymagania kontrolne.

UWAGA Obciążenie wstępne może być stosowane jako zabezpieczenie przed poślizgiem, połączenia sejsmiczne, zabezpieczenie przed zmęczeniem, do celów wykonawczych lub jako miara jakości (np. dla trwałości).

Tabela 18. Wartości nominalnej minimalnej siły napięcia wstępnego $F_{p,C}$ w [kN]

Klasa wytrzymałości	Rozmiar śruby w mm									
	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
8.8	47	65	88	108	137	170	198	257	314	458
10.9	59	81	110	134	172	212	247	321	393	572

Można stosować dowolną z czterech metod dokręcania podanych w pkt. 8.5.3-8.5.6, chyba że określono ograniczenia dotyczące ich stosowania. K-klasa (stan po dostawie zgodnie z EN 14399) zestawu śrubowego powinna być zgodna z Tabelą 19 dla zastosowanej metody.

Tabela 19. K-klasy dla metod dokręcania

Metoda dokręcania	K-klasy
Metoda momentu obrotowego (zob. 8.5.3)	K2
Metoda połączona (zob. 8.5.4)	K2 lub K1
Metoda dokręcania HRC (zob. 8.5.5)	K0 tylko z nakrętką HRD lub K2
Metoda wskaźnika napięcia bezpośredniego (DTI) (zob. 8.5.6)	K2, K1 lub K0

W przypadku metody dokręcania momentem obrotowym i HRC współczynnik zmienności dla zestawów śrubowych k współczynnik (V_k zgodnie z EN 14399-1) lub dla zestawu śrubowego Fr - współczynnik (V_{Fr} zgodnie z EN 14399-10) powinien wynosić $\leq 0,06$.

Alternatywnie można zastosować kalibrację zgodnie z załącznikiem H, z wyjątkiem metody momentu obrotowego, chyba że jest to dozwolone w specyfikacji wykonania.

Dostarczona kalibracja jest ważna dla dokręcenia nakrętki poprzez obrót. Jeżeli dokręcanie odbywa się poprzez obrót łba śruby, kalibrację należy przeprowadzić zgodnie z załącznikiem H lub w drodze dodatkowych badań zgodnie z normą EN 14399-2.

Przed rozpoczęciem zacisku wstępnego należy połączyć ze sobą połączone elementy, a śruby w grupie śrub dokręcić zgodnie z pkt 8.3, ale pozostała szczelina powinna być ograniczona do 2 mm, z niezbędnymi działaniami naprawczymi dotyczącymi elementów stalowych.

Dokręcanie powinno odbywać się poprzez obrót nakrętki, z wyjątkiem przypadków, gdy dostęp do zespołu boku nakrętki jest niewystarczający. W zależności od przyjętej metody dokręcania, w przypadku dokręcania śrub przez obrót łba śruby może być konieczne podjęcie specjalnych środków ostrożności.

Zarówno na pierwszym, jak i na ostatnim etapie dokręcania, proces ten należy przeprowadzać stopniowo od najbardziej sztywnej części połączenia do najmniej sztywnej części. Aby uzyskać równomierne obciążenie wstępne, może być konieczny więcej niż jeden cykl dokręcania.

Klucze dynamometryczne stosowane we wszystkich etapach metody momentu obrotowego muszą mieć dokładność $\pm 4\%$ zgodnie z normą EN ISO 6789 (wszystkie części). Każdy klucz powinien być konserwowany zgodnie z normą EN ISO 6789 (wszystkie części), a w przypadku kluczy pneumatycznych sprawdzany przy każdej zmianie długości węża. W przypadku kluczy dynamometrycznych stosowanych w pierwszym etapie metody łączonej wymagania te zostały zmodyfikowane do $\pm 10\%$ dla dokładności i rocznie dla okresowości.

Sprawdzenie należy przeprowadzić po każdym zdarzeniu, które wystąpiło podczas użytkowania (znaczne uderzenie, upadek, przeciążenie itp.) i miało wpływ na klucz.

Inne metody dokręcania (np. wstępne obciążenie osiowe za pomocą urządzeń hydraulicznych lub napinanie za pomocą sterowania ultradźwiękowego) należy skalibrować zgodnie z zaleceniami producenta sprzętu.

Zespoły śrubowe o wysokiej wytrzymałości do naprężeń wstępnych należy stosować bez zmian w dostarczonym smarze, chyba że zostanie przyjęta metoda DTI lub procedura określona w Załączniku H.

Jeżeli zespół śrubowy został dokręcony do minimalnego obciążenia wstępnego (zob. Tabela 18), a następnie nie jest dokręcony, należy go usunąć, a cały zestaw należy wyrzucić.

Zestawy śrubowe używane do osiągnięcia początkowego dopasowania nie powinny być z reguły dokręcane do minimalnego obciążenia wstępnego lub powinny być niedokręcane, a zatem nadal będą użyteczne w końcowym procesie dokręcania śrub.

Jeśli proces dokręcania jest opóźniony w niekontrolowanych warunkach ekspozycji, wydajność smarowania może ulec zmianie i należy ją sprawdzić.

Potencjalna utrata siły obciążenia wstępnego w stosunku do wartości początkowej, spowodowana kilkoma czynnikami, np. połuźnieniem, drzeniem powłok powierzchniowych, jest rozważana w podanych poniżej metodach dokręcania, z wyjątkiem grubych powłok powierzchniowych. W przypadku grubych powłok powierzchniowych potencjalna utrata obciążenia wstępnego może zostać oceniona za pomocą Załącznika I. W przypadku grubych powłok powierzchniowych należy określić, czy należy podjąć dodatkowe środki w celu skompensowania ewentualnej późniejszej utraty siły obciążenia wstępnego.

8.5.2 Wartości odniesienia momentu obrotowego

Dla metody momentu obrotowego i momentu wstępnego dokręcania metody kombinowanej, wartości odniesienia momentu obrotowego $M_{r,i}$, które mają być stosowane dla nominalnej minimalnej siły obciążenia wstępnego $F_{p,C}$ są określone dla każdego typu kombinacji śrub i nakrętek wykorzystywanych przez jedną z poniższych opcji:

- a) na podstawie wartości opartych na k-klasie określonej przez producenta łączników zgodnie z odpowiednimi częściami serii EN 14399:

$$1) \quad M_{r,2} = k_m d F_{p,C} z k_m \text{ dla } k\text{-klasy K2};$$

$$2) \quad M_{r,1} = 0,125 d F_{p,C} \text{ dla } k\text{-klasy K1}.$$

- b) wartości określone zgodnie z Załącznikiem H:

$M_{r, test} = M_m$ z M_m wyznaczonym zgodnie z procedurą stosowaną w metodzie dokręcania.

8.5.3 Metoda momentu obrotowego

Zestawy śrubowe należy dokręcać kluczem dynamometrycznym o odpowiednim zakresie roboczym. Można używać kluczy ręcznych lub elektrycznych. Klucze udarowe mogą być używane do pierwszego etapu dokręcania każdej śruby.

Moment dokręcania należy zastosować w sposób ciągły i płynny.

Dokręcanie metodą momentu obrotowego obejmuje co najmniej dwa następujące etapy:

- pierwszy etap dokręcania: klucz należy ustawić na wartość momentu obrotowego około $0,75 M_{r,i}$ z $M_{r,i} = M_{r,2}$ lub $M_{r, test}$. Ten pierwszy etap należy wykonać dla wszystkich śrub w jednym połączeniu przed rozpoczęciem drugiego etapu;
- drugi etap dokręcania: klucz należy ustawić na wartość momentu obrotowego $1,10 M_{r,i}$ z $M_{r,i} = M_{r,2}$ lub $M_{r, test}$.

UWAGA Zastosowanie współczynnika $1,10$ z $M_{r,2}$ jest równoważne do $1/(1 - 1,65 V_k)$ z V_k lub $V_{Fr} = 0,06$ dla k -klasy K2 w połączeniu z $V_{k, tools}$. Zob. EN 14399-1 dla współczynnika zmienności V_k i czynników V_{Fr} . $V_{k, tools}$ jest współczynnikiem zmienności związanym z wzorcowaniem narzędzi stosowanych w metodyce dokręcania.

8.5.4 Metoda kombinowana

Dokręcanie metodą kombinowaną składa się z dwóch etapów:

- pierwszy etap dokręcania, przy użyciu klucza dynamometrycznego o odpowiednim zakresie roboczym. Klucz należy ustawić na wartość momentu obrotowego około $0,75 M_{r,i}$ z $M_{r,i} = M_{r,2}$ or $M_{r,1}$ lub $M_{r, test}$. Ten pierwszy etap należy wykonać dla wszystkich śrub w jednym połączeniu przed rozpoczęciem drugiego etapu. Przy stosowaniu $M_{r,1}$ dla uproszczenia $0,75 M_{r,1} = 0,094 d F_{p,C}$, jak podano w Tabeli 20, można stosować, chyba że określono inaczej;

Tabela 20. Moment obrotowy $0,75 M_{r,1}$ [Nm] dla pierwszego etapu metody kombinowanej

Klasa wytrzymałości	Rozmiar śruby w mm									
	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
8.8	53	85	132	182	258	351	446	652	886	1548
10.9	67	106	165	227	322	439	557	815	1107	1935

- drugi etap dokręcania, w którym określony obrót części jest przykładany do toczonej części zestawu. Położenie nakrętki względem gwintów śrub należy oznaczyć po pierwszym etapie, używając kredy znakującej lub farby znakującej, tak aby można było łatwo określić ostateczny obrót nakrętki względem gwintu w tym drugim etapie. Drugi etap jest zgodny z wartościami podanymi w Tabeli 21, chyba że ustalono inaczej.

Tabela 21. Dodatkowy obrót dla drugiego etapu w metodzie kombinowanej (8.8 i 10.9 śruby)

Całkowita nominalna grubość tłaczonych części (łącznie ze wszystkimi pakietami i podkładkami) $d = \text{średnica śruby}$	Kolejny obrót do zastosowania podczas drugiego etapu dokręcania	
	Stopnie	Część obrotu
$t < 2d$	60	1/6
$2d \leq t < 6d$	90	1/4
$6d \leq t \leq 10d$	120	1/3
UWAGA W przypadku gdy powierzchnia pod łbem śruby lub nakrętką (z uwzględnieniem podkładek stożkowych, jeśli są stosowane) nie jest prostopadła do osi śruby, wymagany kąt obrotu powinien być określony za pomocą badania.		

8.5.5 Metoda HRC

Śruby HRC należy dokręcać przy użyciu specjalnego klucza udarowego wyposażonego w dwa gniazda współosiowe, które reagują momentem obrotowym jeden na drugi. Gniazdo zewnętrzne, które zatrzaskuje nakrętkę, obraca się zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Gniazdo wewnętrzne, które zatrzaskuje wielowypustowy koniec śruby, obraca się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara.

UWAGA 1 Klucz udarowy działa w następujący sposób

- podczas operacji dokręcania zespołu gniazdo w rotacji jest tym, które wykazuje najmniejszą odporność na jego działanie;
- od początku i aż do ostatniego dokręcenia, zewnętrzne gniazdo nakrętki obraca się w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, podczas gdy gniazdo wewnętrzne utrzymuje koniec wielowypustu bez obracania się, co powoduje, że zestaw śrubowy jest stopniowo dokręcany przez zwiększający się moment obrotowy przyłożony do nakrętki;
- w ostatnim etapie dokręcania, tj. po osiągnięciu oporu skrętnego płyty oporowej przekroju poprzecznego, gniazdo wewnętrzne obraca się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, podczas gdy gniazdo zewnętrzne na nakrętce zapewnia reakcję bez obrotu;
- instalacja zespołu śrubowego jest kompletna, gdy koniec wielowypustu odrywa się w sekcji zerwania szyjki.

Wymagane obciążenie wstępne jest kontrolowane przez samą śrubę HRC za pomocą geometrycznej i skrętnej charakterystyki mechanicznej wraz z warunkami smarowania. Urządzenie nie wymaga regulacji.

W celu zapewnienia, że naprężenia wstępne w całym zamontowanych zespołach śrubowych w połączeniach spełniają określone minimalne wymagane naprężenia wstępne, proces instalacji zespołu śrubowego składa się zazwyczaj z dwóch etapów dokręcania; oba przy użyciu klucza udarowego.

Pierwszy etap dokręcania uzyskuje się najpóźniej w momencie, gdy klucz udarowy przestaje się obracać. Jeśli jest to określone, ten pierwszy krok jest powtarzany tak często, jak to konieczne. Ten pierwszy etap należy wykonać dla wszystkich zestawów śrubowych w jednym połączeniu przed rozpoczęciem drugiego etapu.

UWAGA 2 Wytyczne producenta sprzętu mogą zawierać dodatkowe informacje, w jaki sposób zidentyfikować, czy nastąpiło dokręcenie wstępne, np. czy nastąpiła wymiana klucza udarowego, lub czy inne metody dokręcania wstępnego są odpowiednie.

Drugi etap dokręcania uzyskuje się, gdy koniec wielowypustu śruby odrywa się przy zerwaniu szyjki.

Jeżeli warunki montażu są takie, że nie jest możliwe użycie klucza udarowego w zestawie śrubowym HRC, np. ze względu na brak miejsca, dokręcanie należy przeprowadzić z zastosowaniem procedury zgodnej z metodą momentu obrotowego (patrz 8.5.3) z wykorzystaniem informacji lub badania klasy K2 zgodnie z Załącznikiem I lub przy użyciu bezpośredniego wskaźnika napięcia (zob. 8.5.6).

8.5.6 Metoda wskaźnika napięcia bezpośredniego

To podpunkty stosuje się do wskaźników bezpośredniego napięcia zgodnie z normą EN 14399-9, które wskazują co najmniej wymagane minimalne obciążenie wstępne, poprzez monitorowanie siły w śrubie. Nie obejmuje ona wskaźników, które opierają się na skręcaniu. Nie dotyczy to bezpośredniego pomiaru obciążenia wstępnego śrub przy użyciu przyrządów hydraulicznych.

Wskaźniki bezpośredniego napięcia i związane z nimi podkładki należy zmontować zgodnie z normą EN 14399-9.

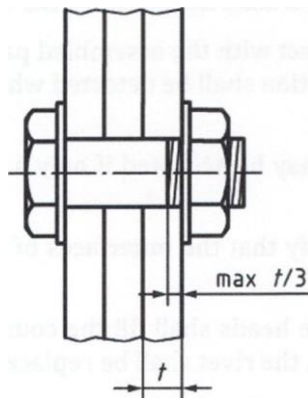
Pierwszym etapem dokręcania w celu osiągnięcia równomiernego, "dobrze przylegającego" stanu połączenia śrubowego jest moment rozpoczęcia wstępnego odkształcenia występow DTI. Ten pierwszy etap należy wykonać dla wszystkich zestawów śrubowych w jednym połączeniu przed rozpoczęciem drugiego etapu.

Drugi etap dokręcania powinien być zgodny z normą EN 14399-9. Szczeliny mierzone na podkładce wskazującej mogą być uśrednione w celu ustalenia dopuszczalności zestawu śrubowego.

8.6 Montaż śrub

8.1 do 8.5, w razie potrzeby, jako uzupełnienie poniższych wymagań.

Długość gwintowanej części trzpienia śruby dopasowanej (łącznie z wybiegiem gwintu) wliczonej w długość nośną nie powinna przekraczać $1/3$ grubości płyty (t), chyba że ustalono inaczej (zob. Rysunek 4).



Rysunek 4. Część gwintowana trzpienia w długości nośnej dla śrub mocujących

Zamontowane śruby należy montować bez użycia nadmiernej siły i w taki sposób, aby nie uszkodzić gwintu.

8.7 Nitowanie na gorąco

8.7.1 Nity

Każdy nit musi mieć długość wystarczającą do zapewnienia jednolitych wymiarów główki, całkowitego wypełnienia otworu i uniknięcia wgnieceń powierzchniowych przez nitownicę na zewnętrznych powierzchniach warstw nitów.

8.7.2 Montaż nitów

Połączone części składowe powinny być połączone ze sobą w taki sposób, aby uzyskać stały kontakt i trzymać się razem podczas nitowania.

Niewspółśrodkowość otworów wspólnych dla tego samego nitu nie może być większa niż 1 mm. Aby spełnić ten wymóg, dozwolone jest ponowne rozwiercanie. Po rozwierceniu może być konieczne zamontowanie nitu o większej średnicy.

W przypadku połączeń nitowanych wielokrotnych należy dokręcić tymczasową śrubę w co najmniej co czwartym otworze przed wjazdem, który rozpoczyna się w środku grupy nitów. Należy podjąć specjalne środki w celu połączenia ze sobą elementów połączeń nitami pojedynczymi (np. zaciskanie).

Jeżeli jest to możliwe, nitowanie przeprowadza się przy użyciu maszyn o stałym ciśnieniu. Po zakończeniu procesu rozregulowywania należy utrzymywać ciśnienie robocze nitów przez krótki czas wystarczający do tego, aby po odłączeniu maszyny głowica była czarna.

Każdy nit jest ogrzewany równomiernie na całej swojej długości, bez przypalenia lub nadmiernego złuszczenia się kamienia. Powinna mieć stałą jasnoczerwoną barwę od głowy do punktu, gdy jest włożona, i powinna być naruszona na całej swojej długości, gdy jest gorąca, tak aby całkowicie wypełnić otwór. Szczególną uwagę należy zwrócić na podgrzewanie i prowadzenie długich nitów.

Każdy nit należy uwolnić od zgorzeliny przez uderzenie gorącego nitu na twardej powierzchni po ogrzaniu i przed włożeniem go do otworu.

Nie należy stosować nitów spalonych. Nit podgrzewany nieużywany natychmiast nie może zostać ponownie podgrzany, aby go wykorzystać.

Jeżeli określone jest nawiercanie powierzchni nitów z łbem stożkowym, należy oderwać lub zeszlifować wystający nit metalowy.

8.7.3 Kryteria przyjęcia

Łby nitów muszą być wyśrodkowane. Mimośrodowość główki względem osi trzpienia nie powinna przekraczać $0,15 d_o$ gdzie d_o jest średnicą otworu.

Główki nitów muszą być dobrze uformowane i nie mogą wykazywać pęknięć ani zagłębień.

Nity muszą mieć prawidłowy styk z zamontowanymi częściami zarówno na zewnętrznej powierzchni warstw, jak i w otworze. Po lekkim uderzeniu młotkiem w głowicę nitu nie mogą być wykrywane żadne ruchy ani vibracje.

Jeżeli chodzi o małą liczbę nitów w grupie, można zaakceptować małą, dobrze uformowaną i wyśrodkowaną uszczelkę wargową.

Specyfikacja wykonawcza może określać, że powierzchnie zewnętrzne warstw nie mogą być wgniecione przez nitowanie.

Jeżeli określone są nity z łbem stożkowym, po nitowaniu głowice powinny całkowicie wypełnić otwór po rozwiercaniu. Jeżeli otwór po rozwiercaniu nie jest całkowicie wypełniony, należy wymienić nit.

Każdy nit niespełniający kryteriów przyjęcia zostaje usunięty i zastąpiony nowym nitem.

8.8 Stosowanie specjalnych łączników i metod mocowania

Należy stosować specjalne elementy złączne, a specjalne metody mocowania powinny być wykonywane zgodnie z zaleceniami producenta wyrobu i odpowiednimi sekcjami w pkt 8.1-8.7. Dotyczy to również śrub łączących konstrukcję stalową z innymi materiałami konstrukcyjnymi, w tym śrub fundamentowych kotwionych chemicznie.

UWAGA Przykładami specjalnych metod mocowania są specjalnie gwintowane otwory lub gwintowane śruby dwustronne.

Metody takie stosuje się tylko wtedy, gdy jest to określone. Należy określić wszelkie badania proceduralne wymagane w przypadku stosowania specjalnych elementów złącznych i metod mocowania w zastosowaniach bez obciążenia wstępnego lub obciążonych wstępnie. Konieczne mogą być inne badania niż te określone dla śrub. Można uniknąć badania procedury, jeżeli dostarczona zostanie wystarczająca ilość informacji na temat poprzedniego badania.

Specjalne otwory gwintowane lub śruby dwustronne gwintowane mogą być stosowane jako równoważne z zastosowaniem zestawu śrubowego w

5.6.3 pod warunkiem, że materiały, formy gwintów i tolerancja gwintu są zgodne z odpowiednią normą produktu.

Należy określić wymagania dotyczące stosowania śrub z wtryskiem żywicy.

UWAGA 2 Załącznik J zawiera informacje na temat dostawy i stosowania śrub wtryskowych z żywicy.

8.9 Zacieranie się stali nierdzewnych

Zacieranie może wynikać z miejscowego przylegania i zerwania powierzchni pod obciążeniem i w ruchu względnym podczas mocowania. W niektórych przypadkach może dojść do spoinowania i zatarcia.

W celu uniknięcia problemów związanych z zatarciem można zastosować następujące metody:

- a) mogą być stosowane różne standardowe gatunki stali nierdzewnej, które różnią się szybkością utwardzania i twardością (np. klasa A4-50/A4-80 - kombinacja nakrętek śrubowych z EN ISO 3506-1 i EN ISO 3506-2);
- b) w trudnych przypadkach, opatentowany wysoko utwardzalny stop stali nierdzewnej może być użyty dla jednej części składowej lub twardych powłok powierzchniowych tak, że twardość powierzchni styku różni się o co najmniej 30 HV10, np. azotowanie lub chromowanie twardego powlekania;
- c) środki o właściwościach anty-zacierania, takie jak teflon PTFE w sprayu;
- d) użycie stali nierdzewnej o właściwościach anty-zacierania (np. S21800) do jednej lub obu powierzchni.

Jeżeli stosowane są inne metale lub powłoki, konieczne jest zapewnienie uzyskania wymaganej odporności na korozję.

UWAGA Smarowanie śrub jest korzystne, ale może skutkować zanieczyszczeniem przez brud i może stanowić problem przy magazynowaniu.

9 Budowa

9.1 Postanowienia ogólne

W niniejszej klauzuli podano wymagania dotyczące montażu i innych prac wykonywanych na budowie, w tym cementacji podstaw, jak również te, które są istotne z punktu widzenia przydatności danego miejsca do bezpiecznego montażu i dokładnie przygotowanych podpór.

Prace wykonywane na miejscu, obejmujące przygotowanie, spawanie, mocowanie mechaniczne i obróbkę powierzchni powinny być zgodne z Klauzulami 6, 7, 8 i 10.

Przegląd i odbiór konstrukcji powinien być przeprowadzany zgodnie z wymaganiami określonymi w Klauzuli 12.

9.2 Warunki na miejscu budowy

Rozpoczęcie budowy nie może nastąpić, dopóki miejsce budowy obiektu budowlanego nie spełni wymagań technicznych dotyczących bezpieczeństwa obiektów budowlanych, które to wymagania powinny uwzględniać takie z następujących elementów, które są istotne:

- a) zapewnienie i konserwacja dźwigów i urządzeń dostępowych o twardej podstawie;
- b) drogi dostępu do terenu i w jego obrębie;
- c) warunki glebowe wpływające na bezpieczną eksploatację instalacji;
- d) możliwe osadzenie podpór montażowych konstrukcji;
- e) szczegóły dotyczące usług podziemnych, kabli napowietrznych lub przeszkód na placu budowy;
- f) ograniczenia wymiarów lub ciężaru komponentów, które mogą być dostarczane na miejsce budowy;

- g) specjalne warunki środowiskowe i klimatyczne na terenie zakładu i wokół niego;
- h) dane szczegółowe dotyczące sąsiednich budowli, które mają wpływ na obiekty budowlane lub na które mają wpływ te obiekty.

Drogi dojazdowe do miejsca i w jego obrębie powinny być podane na planie miejsca, wskazującym wymiary i poziom dróg dojazdowych, poziom przygotowanego obszaru roboczego dla ruchu w miejscu pracy i zakładu, a także obszary dostępne do składowania.

Jeżeli obiekty budowlane są wzajemnie powiązane z innymi gałęziami przemysłu, sprawdza się zgodność wymagań technicznych dotyczących bezpieczeństwa obiektów budowlanych z wymaganiami dotyczącymi innych części obiektów budowlanych. Weryfikacja ta obejmuje takie z następujących pozycji, które są istotne:

- i) wstępnie ustalone procedury współpracy z innymi wykonawcami;
- j) dostępność usług na miejscu;
- k) maksymalne dopuszczalne obciążenia konstrukcji i składowania konstrukcji stalowych;
- l) kontrola układania betonu podczas budowy kompozytów.

UWAGA EN 1991-1-6 zawiera zasady określania obciążeń konstrukcyjnych i magazynowych, w tym betonu.

9.3 Metoda montażu

9.3.1 Projektowa podstawowa metoda montażu

Jeżeli stateczność konstrukcyjna w stanie częściowo zmontowanym nie jest oczywista, należy zapewnić bezpieczną metodę montażu, na której oparto projekt. Ta podstawowa metoda montażu powinna uwzględniać następujące elementy:

- a) pozycje i rodzaje połączeń na placu budowy;
- b) maksymalny rozmiar części, ciężar i położenie;
- c) kolejność montażu;
- d) koncepcja stateczności dla konstrukcji częściowo skręcanej, w tym wszelkie wymagania dotyczące tymczasowych wzmocnień lub podparć;
- e) podpieranie lub inne środki służące do wykonywania etapowego betonowania konstrukcji zespolonych;
- f) warunki usuwania tymczasowych wzmocnień lub podparć, lub wszelkie wymagania dotyczące odprężeń lub naprężeń w konstrukcji;
- g) cechy, które stwarzałyby zagrożenie dla bezpieczeństwa podczas budowy;
- h) czas i metoda regulacji połączeń fundamentów lub łożysk oraz cementowania;
- i) pochylenie i ustawienia wstępne wymagane w stosunku do tych, które są dostarczane na etapie produkcji;
- j) zastosowanie profilowanej blachy stalowej w celu zapewnienia stabilności;
- k) zastosowanie profilowanej blachy stalowej w celu zapewnienia utwierdzenia bocznego;
- l) transport jednostek, w tym osprzętu do podnoszenia, obracania lub wyciągania;

- m) pozycje i warunki podparcia i podnoszenia;
- n) koncepcja stabilności łożysk;
- o) deformacje częściowo wzniesionej konstrukcji;
- p) przewidywane rozstawienie podpór;
- q) poszczególne pozycje i obciążenia z dźwigów, składowanych elementów, przeciwwagi itp. dla poszczególnych etapów budowy;
- r) instrukcje dotyczące dostawy, magazynowania, podnoszenia, wbudowywania i wstępnego naprężania lin podwieszanych;
- s) szczegóły wszystkich robót tymczasowych i załączników do robót stałych wraz z instrukcjami dotyczącymi ich usunięcia.

9.3.2 Metoda budowy konstrukcji

Należy opracować opis metody opisującej metodę budowy konstrukcji i sprawdzić ją zgodnie z zasadami projektowania, w szczególności pod kątem odporności częściowo wznoszonej konstrukcji na obciążenia montażowe i inne obciążenia.

Oświadczenie o metodzie montażu może odbiegać od obliczeniowej metody montażu, pod warunkiem że jest to bezpieczna alternatywa.

Zmiany w oświadczeniu o metodzie montażu, w tym te, które są konieczne ze względu na warunki panujące na budowie, są sprawdzane i weryfikowane zgodnie z powyższym wymogiem.

Oświadczenie dotyczące metody montażu powinno opisywać procedury, które należy stosować w celu bezpiecznego montażu konstrukcji stalowej i powinno uwzględniać wymagania techniczne dotyczące bezpieczeństwa obiektu.

Procedury powinny być powiązane z konkretnymi instrukcjami pracy.

W oświadczeniu dotyczącym metody montażu należy odnieść się do wszystkich odpowiednich pozycji w pkt 9.3.1, a ponadto należy uwzględnić dodatkowo takie z następujących pozycji, które są istotne:

- a) doświadczenie z każdego próbnego montażu przeprowadzonego zgodnie z pkt 9.6.4;
- b) ograniczenia niezbędne do zapewnienia stabilności przed spawaniem oraz do kontrolowania lokalnego ruchu połączenia;
- c) konieczne urządzenia dźwigowe;
- d) konieczność oznaczania wag i/lub środków ciężkości na dużych lub nieregularnie ukształtowanych częściach;
- e) zależność między podnoszonymi ciężarami a promieniem pracy dźwigów;
- f) identyfikacja sił kołysania lub przewracania się, w szczególności tych wynikających z przewidywanych warunków wiatrowych na placu budowy podczas montażu oraz dokładne metody utrzymania odpowiedniej odporności na kołysanie i przewracanie się;
- g) metody radzenia sobie z zagrożeniami dla bezpieczeństwa;
- h) zapewnienie bezpiecznych stanowisk pracy i bezpiecznych środków dostępu do nich.

Ponadto w przypadku kompozytowych konstrukcji stalowych i betonowych obowiązują następujące zasady

- kolejność mocowania profilowanych blach stalowych do płyt zespolonych powinna być zaplanowana w taki sposób, aby zapewnić odpowiednie podparcie blach na belkach podporowych przed zamocowaniem oraz ich bezpieczne zamocowanie przed użyciem w celu uzyskania dostępu do kolejnych stanowisk pracy;
- blachy stalowe profilowane nie powinny być stosowane w celu uzyskania dostępu do spawania złączy ścinanych, chyba że blachy są już zabezpieczone odpowiednimi łącznikami;
- kolejność układania i sposób mocowania i uszczelniania szalunków stałych w celu zapewnienia, że szalunek jest zabezpieczony przed użyciem w celu uzyskania dostępu do kolejnych prac budowlanych oraz podparcia zbrojenia płyt i betonu pokładowego.

Za istotne należy uznać czynniki związane z wykonywaniem robót betoniarskich, takie jak kolejność układania betonu, naprężenia wstępne, różnica temperatur między stalą a świeżo ułożonym betonem, podnoszenie i podpory.

9.4 Badanie

9.4.1 System odniesienia

O ile nie określono inaczej, pomiary terenowe obiektów budowlanych są związane z systemem ustanowionym dla określania i pomiaru obiektów budowlanych zgodnie z ISO 4463-1.

Należy zapewnić udokumentowany przegląd drugorzędnej siatki i wykorzystać ją jako system odniesienia dla określenia konstrukcji stalowej i ustalenia odchyłań podpór. Współrzędne drugorzędnej sieci podanej w tym badaniu są uznawane za prawdziwe, pod warunkiem że spełniają kryteria akceptacji określone w ISO 4463-1.

Należy określić temperaturę odniesienia dla określenia i pomiaru konstrukcji stalowej.

9.4.2 Punkty pozycyjne

Punkty pozycyjne, które oznaczają pozycję przeznaczoną do montażu poszczególnych elementów, powinny być zgodne z normą ISO 4463-1.

9.5 Podpory, kotwy i łożyska

9.5.1 Kontrola podpór

Stan i położenie podpór należy sprawdzić za pomocą odpowiednich środków wizualnych i pomiarowych przed rozpoczęciem budowy.

Jeżeli podpory nie nadają się do budowy, należy je skorygować przed jej rozpoczęciem. Niezgodności muszą zostać udokumentowane.

9.5.2 Ustawienie i dostosowanie podpór

Wszystkie fundamenty, śruby fundamentowe i inne podpory konstrukcji stalowej powinny być odpowiednio przygotowane do przyjęcia konstrukcji stalowej. Montaż łożysk konstrukcyjnych powinien być zgodny z wymaganiami normy EN 1337-11.

Montaż nie powinien rozpocząć się, dopóki położenie i poziomy podpór, kotwic lub łożysk nie będą zgodne z kryteriami odbioru podanymi w punkcie 11.2 lub nie zostanie wydana odpowiednia poprawka do określonych wymagań.

Badanie zgodności stosowane do sprawdzania położenia podpór powinno być udokumentowane.

Jeżeli śruby fundamentowe zakotwiczone do rusztu mają być sprężane wstępnie, należy dopilnować, aby śruba nie miała przyczepności do betonu na całej jego długości.

Śruby fundamentowe przeznaczone do przesuwania w tulejach powinny być wyposażone w tuleje o średnicy trzykrotnie większej od średnicy śruby o minimalnej średnicy 75 mm.

9.5.3 Utrzymanie przydatności podpór

Podczas montażu, podpory konstrukcji stalowej powinny być utrzymywane w stanie równoważnym do ich stanu na początku montażu.

Należy określić obszary podpór, które wymagają ochrony przed rdzą i zapewnić odpowiednią ochronę.

kompensacja do osadzenia podpory jest dopuszczalna, chyba że ustalono inaczej. Należy to zrobić poprzez cementację lub szczeliwa pomiędzy konstrukcją stalową a podporą.

UWAGA Kompensacja jest zazwyczaj umieszczana pod łożyskiem.

9.5.4 Podpory tymczasowe

Podkładki i inne urządzenia podpierające stosowane jako tymczasowe podparcia pod blachami podstawowymi powinny mieć płaską powierzchnię w stosunku do stali oraz odpowiednią wielkość, wytrzymałość i sztywność, aby uniknąć miejscowego zgniatania betonu lub murów pod konstrukcją nośną.

Jeżeli szczeliwa mają być następnie zacementowane, należy je umieścić w taki sposób, aby zaprawa całkowicie otaczała je pokrywą o minimalnej grubości 25 mm, chyba że ustalono inaczej.

W przypadku mostów, szczeliwa nie mogą być pozostawione na swoim miejscu, chyba że ustalono inaczej.

Jeżeli szczeliwa pozostawiane są w miejscu po spoinowaniu, powinny być wykonane z materiałów o takiej samej trwałości jak konstrukcja.

Jeżeli dostosowanie do pozycji podstawy następuje za pomocą nakrętek poziomujących na śrubach fundamentowych pod płytą podstawową, można je pozostawić na swoim miejscu, chyba że ustalono inaczej. Nakrętki powinny być dobrane w taki sposób, aby zapewnić ich przydatność do utrzymania stateczności konstrukcji częściowo zmontowanej, ale aby nie zagrażały wydajności śruby fundamentowej podczas eksploatacji.

9.5.5 Zaprawianie i uszczelnianie

Jeżeli przestrzenie pod płytami podstawowymi mają być zacementowane, należy użyć świeżego materiału

zgodnie z pkt 5.9. Zaprawę stosuje się w następujący sposób:

- a) materiał należy wymieszać i stosować zgodnie z zaleceniami producenta produktu, w szczególności w odniesieniu do jego konsystencji podczas stosowania. Materiał nie może być mieszany ani stosowany w temperaturze poniżej 0°C, chyba że pozwalają na to zalecenia producenta;
- b) materiał wylewa się pod odpowiednią część, tak aby przestrzeń była całkowicie wypełniona;
- c) ubijanie i wbijanie w odpowiednio zamocowane podpory powinny być stosowane, jeżeli są określone *i/lub* przez producenta zaprawy;
- d) w razie potrzeby należy zapewnić otwory wentylacyjne.

Bezpośrednio przed cementacją przestrzeń pod stalową płytą podstawową powinna być wolna od płynów, lodu, zanieczyszczeń i innych zanieczyszczeń.

Podstawy kieszonkowe zawierające kolumny powinny być wypełnione gęstym betonem o charakterystycznej wytrzymałości na ściskanie nie mniejszej niż otaczający beton.

W podstawach kieszonkowych długość osadzonej kolumny powinna być początkowo otoczona betonem o długości wystarczającej do zapewnienia stateczności w stanie tymczasowym, a następnie powinna pozostać nienaruszona przez okres wystarczający do uzyskania co najmniej połowy jej charakterystycznej wytrzymałości na ściskanie, przed usunięciem jakichkolwiek tymczasowych podpór i klinów.

Jeżeli przed spoinowaniem wymagana jest obróbka konstrukcji stalowych, łożysk i powierzchni betonowych, należy to określić.

Należy zwrócić uwagę na to, aby profil zewnętrzny spoinowania pozwalał na odprowadzanie wody z elementów konstrukcyjnych ze stali.

Jeżeli istnieje niebezpieczeństwo uwięzienia wody lub żrącej cieczy podczas pracy, zaprawa wokół płyt podstawowych nie może być doładowywana w taki sposób, aby wznosiła się ponad najniższą powierzchnię płyty podstawowej.

Jeżeli nie ma potrzeby wykonywania spoinowania, a brzegi płyty podstawowej mają być uszczelnione, należy określić metodę.

Beton i cementacja powinny być wykonane zgodnie z normami 5.9 i EN 13670.

9.5.6 Kotwienie

Urządzenia kotwiące w betonowych częściach konstrukcji lub sąsiednich konstrukcjach należy ustawić zgodnie z ich specyfikacją.

Należy podjąć odpowiednie środki w celu uniknięcia uszkodzenia betonu, aby osiągnąć wymaganą nośność kotwienia

9.6 Budowa i praca na miejscu budowy

9.6.1 Rysunki budowy

Należy dostarczyć rysunki montażowe lub równoważne instrukcje, które powinny stanowić część oświadczenia o metodzie montażu.

Należy przygotować rysunki przedstawiające plany i elewacje w takiej skali, aby można było na nich zobaczyć znaki montażu dla wszystkich elementów.

Rysunki powinny przedstawiać położenia siatki, położenia łożysk i montażu elementów wraz z wymaganiami dotyczącymi tolerancji.

Plany fundamentów powinny wskazywać lokalizację bazową i orientację konstrukcji stalowej, wszelkie inne elementy mające bezpośredni kontakt z fundamentami, ich lokalizację bazową i poziom podstawy, zamierzony poziom nośności i poziom odniesienia. Fundamenty powinny zawierać podpory słupów i inne podpory konstrukcyjne.

Elewacje powinny wykazywać wymagane poziomy podłóg i konstrukcji /lub konstrukcji.

Rysunki powinny przedstawiać szczegóły niezbędne do zamocowania stali lub śrub do fundamentów, metodę regulacji poprzez wymagania dotyczące pakowania i klinowania oraz spoinowania, jak również mocowania konstrukcji stalowych i łożysk do ich podpór.

Rysunki powinny przedstawiać szczegóły i rozmieszczenie konstrukcji stalowej lub innych robót tymczasowych niezbędnych do celów montażowych w celu zapewnienia stabilności konstrukcji lub bezpieczeństwa personelu.

Rysunki powinny określać wagę wszystkich części lub zespołów powyżej 5 ton oraz środek ciężkości wszystkich dużych nieregularnych części.

9.6.2 Oznakowanie

Częściom składowym, które są indywidualnie montowane lub wznoszone na miejscu budowy, nadaje się znak budowy.

Element należy oznaczyć wzniesioną orientacją, jeśli nie wynika to z jego kształtu.

Metody znakowania muszą być zgodne z pkt 6.2.

9.6.3 Postępowanie i magazynowanie na miejscu

Obsługa i magazynowanie na miejscu powinny być zgodne z wymaganiami pkt 6.3 oraz z wymaganiami podanymi poniżej.

Komponenty należy obsługiwać i układać w stosy w taki sposób, aby zminimalizować prawdopodobieństwo uszkodzenia. Szczególną uwagę należy zwrócić na metody zawiesia, aby uniknąć uszkodzenia konstrukcji stalowej i zabezpieczenia.

Konstrukcja stalowa uszkodzona podczas rozładunku, transportu, składowania lub montażu musi zostać przywrócona do stanu zgodności.

Procedurę przywrócenia określa się przed przystąpieniem do naprawy. W przypadku EXC2, EXC3 i EXC4 procedura jest również dokumentowana.

Elementy złączne przechowywane na miejscu powinny być przechowywane w suchych warunkach przed użyciem i powinny być odpowiednio zapakowane i identyfikowalne. Elementy złączne należy obsługiwać i stosować zgodnie z zaleceniami producenta.

Wszystkie małe płytki i inne elementy wyposażenia są odpowiednio spoinowane i identyfikowane.

9.6.4 Montaż próbny

Należy wziąć pod uwagę montaż próbny:

- a) potwierdzić dopasowanie między komponentami;
- b) wykazać metodologię, jeśli sekwencja montażu w celu utrzymania stabilności podczas montażu wymaga wcześniejszej oceny;
- c) udowodnić czas trwania działalności, jeżeli warunki panujące na terenie budowy są ograniczone przez ograniczony czas posiadania.

Każdy próbny montaż na budowie powinien być przeprowadzony zgodnie z wymaganiami pkt 6.10.

9.6.5 Prace montażowe

9.6.5.1 Postanowienia ogólne

Montaż konstrukcji stalowej powinien być przeprowadzony zgodnie z metodą montażu i w taki sposób, aby przez cały czas zapewnić stateczność.

Nie należy stosować śrub fundamentowych w celu zabezpieczenia słupów przed przewróceniem się, chyba że zostały one sprawdzone pod kątem tego sposobu użycia.

Podczas całego procesu wznoszenia konstrukcji stalowa konstrukcja powinna być zabezpieczona przed tymczasowymi obciążeniami montażowymi, w tym obciążeniami związanymi z urządzeniami montażowymi lub ich działaniem oraz przed wpływem obciążeń wiatrem na niewykończoną konstrukcję.

Jako wskazówkę dla budynków, co najmniej jedna trzecia stałych śrub w każdym połączeniu powinna być zainstalowana zanim połączenie to może być uznane za przyczyniające się do stabilności części gotowej konstrukcji.

9.6.5.2 Prace tymczasowe

Wszystkie tymczasowe usztywnienia i tymczasowe urządzenia przytrzymujące należy pozostawić na swoim miejscu do momentu, gdy montaż jest wystarczająco zaawansowany, aby umożliwić bezpieczne usunięcie.

Jeżeli wymagane jest, aby usztywnienia w wysokich budynkach były odciążane w miarę postępu montażu, w celu uwolnienia sił wywołanych w nich przez obciążenia pionowe, należy to wykonywać stopniowo po jednym panelu naraz. Podczas takiego odciążania należy zastosować wystarczające alternatywne usztywnienie w celu zapewnienia stabilności. W razie potrzeby należy tymczasowo dodać w tym celu dodatkowe usztywnienia.

Wszystkie połączenia elementów tymczasowych przewidzianych do celów montażowych powinny być wykonywane zgodnie z wymaganiami niniejszej normy europejskiej i w taki sposób, aby nie osłabiły one trwałej konstrukcji, ani nie pogorszyły jej użyteczności.

Jeżeli do podparcia konstrukcji podczas spawania stosuje się pręty nośne i łączniki ciąglowe, należy upewnić się, że są one odpowiednie do warunków obciążenia montażowego.

Jeżeli procedura montażu obejmuje walcowanie lub inne przemieszczanie konstrukcji lub części konstrukcji do jej ostatecznego położenia po montażu, należy przewidzieć możliwość kontrolowanego hamowania ruchomej masy. Może zaistnieć potrzeba rozważenia możliwości odwrócenia kierunku ruchu.

Wszystkie tymczasowe urządzenia kotwiczące muszą być zabezpieczone przed niezamierzonym uwolnieniem.

Używa się wyłącznie podnośników, które mogą być zablokowane w dowolnej pozycji pod obciążeniem, o ile nie przewidziano innych środków bezpieczeństwa.

9.6.5.3 Dopasowanie i wyrównanie

Należy dopilnować, aby żadna część konstrukcji nie została trwale zniekształcona lub przeciążona przez układanie w stosy elementów konstrukcji stalowej lub przez obciążenia montażowe podczas procesu montażu.

Każda część konstrukcji powinna być wyrównana tak szybko, jak to możliwe, po jej wzniesieniu, a montaż końcowy ukończony tak szybko, jak to możliwe.

Nie należy wykonywać stałych połączeń między częściami składowymi, dopóki konstrukcja nie zostanie odpowiednio wyrównana, wypoziomowana, pionowana i tymczasowo połączona, aby zapewnić, że części składowe nie zostaną przemieszczone podczas późniejszego montażu lub wyrównywania pozostałej części konstrukcji.

Wyrównanie konstrukcji i brak dopasowania w połączeniach można regulować za pomocą podkładek regulacyjnych. Podkładki regulacyjne muszą być zabezpieczone w miejscach, w których istnieje niebezpieczeństwo ich poluzowania.

Podkładki regulacyjne powinny być wykonane z płaskiej stali, chyba że ustalono inaczej. Podkładki regulacyjne powinny mieć podobną trwałość jak konstrukcja. W przypadku konstrukcji ze stali nierdzewnej powinny być one wykonane ze stali nierdzewnej.

Jeżeli podkładki regulacyjne stosowane są do wyrównywania struktur złożonych z powlekanego materiału, podkładki regulacyjne powinny być chronione w podobny sposób, aby zapewnić określoną trwałość, chyba że podkładki regulacyjne muszą spełniać określoną klasyfikację tarcia.

Szczeliny w połączeniach śrubowych bez obciążenia wstępnego powinny być zgodne z pkt 8.3. Przed obciążeniem wstępnym szczeliny w połączeniach śrubowych obciążonych wstępnie powinny być zgodne z pkt 8.5.1.

Jeżeli luki montażowe między wzniesionymi elementami nie mogą być skorygowane przy użyciu podkładek regulacyjnych, elementy konstrukcji należy lokalnie zmodyfikować zgodnie z metodami określonymi w niniejszej normie europejskiej. Modyfikacje nie mogą zagrażać funkcjonowaniu struktury w stanie tymczasowym lub stałym. Prace te mogą być wykonywane na miejscu. Należy zachować ostrożność w przypadku konstrukcji zbudowanych ze spawanych elementów kratowych i konstrukcji przestrzennych w celu zapewnienia, że nie są one poddawane działaniu nadmiernych sił, próbując wymusić ich dopasowanie wbrew ich naturalnej sztywności.

O ile nie określono inaczej, do wyrównywania połączeń można stosować wybijaki. Wydłużenie otworów na śruby stosowane do przenoszenia obciążeń nie powinno być większe niż wartości podane w pkt 6.9.

W przypadku niewspółosiowości otworów na śruby należy sprawdzić metodę korekcji pod kątem zgodności z wymaganiami Klauzuli 12.

Można udowodnić, że ustawione na nowo otwory spełniają wymagania dotyczące nadwymiarowości lub otworów szczelinowych określone w punkcie 6.6, pod warunkiem, że sprawdzono drogę obciążenia.

Preferowane jest korygowanie niewspółosiowości przez rozwiercanie lub użycie frezu drażzonego, ale jeżeli nie da się uniknąć zastosowania innych metod cięcia, wewnętrzne wykończenie wszystkich otworów utworzonych za pomocą tych innych metod powinno zostać specjalnie sprawdzone pod kątem zgodności z wymaganiami Klauzuli 6.

Wykonane połączenia na budowie należy sprawdzić zgodnie z pkt 12.5.

10 Obróbka powierzchni

10.1 Postanowienia ogólne

Niniejsza klauzula określa wymagania dotyczące wykonywania powierzchni, w tym powierzchni spawanych i fabrykowanych oraz powierzchni, na których występują niedoskonałości, nadających się do nakładania farb i produktów pokrewnych lub powlekania metalu metodą natrysku termicznego lub cynkowania ogniowego. Należy określić wymagania, które należy spełnić, aby uwzględnić konkretny system powlekania, który ma być stosowany.

Szczegółowe wymagania dotyczące systemów ochrony antykorozyjnej, określone w poniższych odniesieniach i w Załączniku F, stosuje się odpowiednio:

- a) powierzchnie, na które mają być nakładane farby lub produkty pokrewne: Seria EN ISO 12944 i Załącznik F;
- b) powierzchnie metalowe powlekane natryskowo termicznie: EN ISO 12679, EN ISO 12670 i Załącznik F;
- c) powierzchnie metalowe powlekane cynkowaniem ogniowym: EN ISO 1461, EN ISO 14713-1, EN ISO 14713-2 i Załącznik F.

Ze względu na odporność mechaniczną i stabilność nie ma potrzeby ochrony antykorozyjnej, jeśli konstrukcja ma być używana przez krótki okres użytkowania lub w środowisku o znikomej korozyjności (np. kategoria C1 lub malowanie wyłącznie do celów estetycznych), lub została zwymiarowana w celu umożliwienia korozji.

UWAGA 1 Ogólnie rzecz biorąc, jeden rok można uznać za krótki okres użytkowania.

Jeżeli określone są zarówno systemy ochrony przeciwpożarowej, jak i ochrony antykorozyjnej, należy dowieść ich zgodności.

UWAGA Ochrona przeciwpożarowa nie jest generalnie uważana za część ochrony antykorozyjnej.

10.2 Przygotowanie substratów stalowych pod farby i produkty pokrewne

Wymagania te nie mają zastosowania do wyrobów podlegających cynkowaniu ogniowemu lub natryskowi metali lub stali nierdzewnych, z wyjątkiem wszelkich wymagań odnoszących się do czystości powierzchni stali nierdzewnych, które należy określić.

Podłoża (tj. powierzchnie, spoiny i krawędzie elementów stalowych), na które mają być nakładane farby i produkty pokrewne, przygotowuje się z wykorzystaniem metod opisanych w serii EN ISO 8504.

Pod względem czystości, chropowatości i stopnia przygotowania podłoża przygotowuje się tak, aby spełniały kryteria właściwe dla produktów, które mają być stosowane. Jeżeli określono oczekiwaną trwałość ochrony antykorozyjnej i kategorię korozyjności, stopień przygotowania zgodnie z normą EN ISO 8501-3 powinien być zgodny z Tabelą 22. Jeżeli nie określono oczekiwanej trwałości ochrony antykorozyjnej i kategorii korozyjności, stosuje się P1, chyba że ustalono inaczej.

Tabela 22. Stopień przygotowania

Przewidywana trwałość ochrony antykorozyjnej ^a	Kategoria korozyjności ^a	Stopień przygotowania
> 15 lat	C1	P1
	C2 do C3	P2
	Powyżej C3	P2 lub P3, jak określono
5 lat do 15 lat	C1 do C3	P1
	Powyżej C3	P2
< 5 lat	C1 do C4	P1
	C5 - Im	P2
a. Przewidywana trwałość ochrony antykorozyjnej i kategorii korozyjności jest podana w normie EN ISO 12944.		

Powierzchnie cięte termicznie, krawędzie i spoiny muszą być odpowiednio gładkie i zdolne do osiągnięcia określonej chropowatości po kolejnym przygotowaniu powierzchni (patrz Załącznik F).

Powierzchnie cięte termicznie są czasami zbyt twarde dla materiału ściernego, aby uzyskać odpowiednią chropowatość powierzchni. Do ustalenia twardości powierzchni i ustalenia, czy konieczne jest szlifowanie, można zastosować procedurę badania określoną w pkt 6.4.4.4.

10.3 Stale odporne na warunki atmosferyczne

Jeśli konieczne jest zapewnienie, aby powierzchnia niepowlękanych stali odpornych na warunki atmosferyczne była akceptowalna wizualnie po wietrzeniu, specyfikacja wykonawcza powinna określać mające zastosowanie procedury, w tym, w stosownych przypadkach, procedury niezbędne do zapobiegania zanieczyszczeniu (np. z oleju, smaru, farby, betonu lub asfaltu).

UWAGA Na przykład, narażone obszary mogą wymagać czyszczenia strumieniowo-ściernego w celu zapewnienia równomiernego działania czynników atmosferycznych.

Należy określić obróbkę niezbędną dla powierzchni stali odpornych na warunki atmosferyczne, jeżeli mają one kontakt z niepowlękanymi stalami odpornymi na warunki atmosferyczne.

10.4 Połączenie galwaniczne

Należy unikać niezamierzonego kontaktu pomiędzy różnymi wyrobami metalowymi, np. stalą nierdzewną i aluminium lub stalą konstrukcyjną. Jeżeli stal nierdzewna ma być przyspawana do stali konstrukcyjnej, ochrona antykorozyjna konstrukcji stalowej powinna być kontynuowana od przyspawania do stali nierdzewnej co najmniej o 20 mm (patrz również 6.3, 6.9 i 7.7).

10.5 Cynkowanie ogniowe

Wytyczne i zalecenia dotyczące projektowania, magazynowania i transportu elementów przeznaczonych do cynkowania ogniowego zawarte są w normie EN ISO 14713-2. W szczególności:

- jeżeli wytrawianie ma być stosowane przed cynkowaniem ogniowym, wszystkie szczeliny spawalnicze powinny być uszczelnione przed wytrawianiem, aby zapobiec przedostawaniu się kwasu, chyba że jest to sprzeczne z zasadami określonymi w pkt 10.6 poniżej;
- jeżeli wykonany element zawiera zamknięte przestrzenie, należy zapewnić otwory wentylacyjne i drenażowe.

Pomieszczenia zamknięte powinny być z reguły ocynkowane ogniowo wewnątrz, a jeśli nie, należy określić, czy te zamknięte przestrzenie powinny być uszczelnione po ocynkowaniu ogniowym, a jeśli tak, to jakim produktem.

Należy usunąć pozostałości z poprzednich procesów (np. farby, oleju, smaru, żużla spawalniczego). O ile nie określono inaczej, na ogół nie wymaga się obróbki strumieniowo-ścierniej przed cynkowaniem ogniowym. Jeśli wymagana jest obróbka strumieniowo-ścierna, do oceny chropowatości powierzchni można użyć serii EN ISO 8503.

10.6 Uszczelnianie przestrzeni

Jeżeli przestrzenie zamknięte mają być uszczelnione przez spawanie lub wyposażone w wewnętrzną obróbkę ochronną, należy określić wewnętrzny system obróbki.

Jeżeli przestrzenie mają być całkowicie zamknięte spoinami, należy określić, czy niedoskonałości spoin dozwolone w specyfikacji wykonania wymagają uszczelnienia poprzez zastosowanie odpowiedniego materiału wypełniającego w celu zapobieżenia wnikaniu wilgoci. Jeżeli spoiny przeznaczone są wyłącznie do celów uszczelniania, spoiny te należy poddać kontroli. W razie potrzeby należy określić dalsze kontrole.

UWAGA Należy zwrócić uwagę, że niedoskonałości spoin, które nie są wykrywalne przez kontrolę, mogą pozwolić wodzie przedostać się do uszczelnionej przestrzeni.

Jeżeli części zamknięte mają być ocynkowane ogniowo, nie należy ich uszczelniać przed cynkowaniem ogniowym. W przypadku nakładających się powierzchni ze spoinami ciągłymi należy zapewnić odpowiednią wentylację, chyba że obszar nakładania się jest tak mały, że ryzyko wybuchowego wydostania się uwięzionych gazów podczas operacji cynkowania ogniowego ocenia się jako nieznaczne.

Jeżeli mechaniczne elementy złączne przenikają przez ścianę szczelnie zamkniętych przestrzeni, należy określić metodę uszczelniania połączeń.

10.7 Powierzchnie mające kontakt z betonem

Powierzchnie, które mają stykać się z betonem, w tym spody płyt podstawowych, należy pokryć powłoką ochronną zastosowaną do konstrukcji stalowej, z wyłączeniem estetycznej powłoki wykończeniowej, przez co najmniej 50 mm długości osadzenia, chyba że ustalono inaczej, a pozostałe powierzchnie nie muszą być pokryte, chyba że ustalono inaczej. Jeśli powierzchnie niepowlekane, należy oczyścić strumieniowo lub ręcznie / przy użyciu elektronarzędzi w celu usunięcia zgorzeliny z młyna oraz oczyścić w celu usunięcia kurzu, oleju i smaru. Bezpośrednio przed betonowaniem, luźną rdzę, kurz i inne luźne zanieczyszczenia należy usunąć poprzez czyszczenie.

10.8 Powierzchnie niedostępne

Miejsca i powierzchnie trudno dostępne po montażu powinny być poddane obróbce przed montażem.

W połączeniach antypoślizgowych powierzchnie przylegania muszą spełniać wymagania niezbędne do opracowania tarcia dla określonej obróbki powierzchniowej [zob. 8.4]. Inne wstępnie obciążone połączenia nie powinny być wykonane z nadmiarem farby na powierzchniach stykowych złącza. Jako maksimum, powierzchnie stykowe złącza i powierzchnie pod podkładkami należy pokrywać podkładem i warstwą pośrednią, chyba że ustalono inaczej [zob. F.4].

O ile nie określono inaczej, połączenia śrubowe wraz z obwodem wokół takich połączeń powinny być traktowane z pełnym systemem ochrony antykorozyjnej określonym dla pozostałej części konstrukcji stalowej.

10.9 Naprawy po cięciu lub spawaniu

Należy określić, czy konieczna jest naprawa lub dodatkowa obróbka ochronna w celu przecięcia krawędzi i przyległych powierzchni po przecięciu lub po spawaniu.

Jeżeli wyroby składowe objęte powłoką wstępną mają być spawane, należy określić metody i zakres naprawy niezbędne do wykonania powłoki.

Jeżeli cynkowanie ogniowe powierzchni zostało usunięte lub uszkodzone przez spawanie, powierzchnie należy oczyścić, przygotować i pokryć je bogatym w cynk podkładem i systemem malarskim o podobnym poziomie ochrony antykorozyjnej jak cynkowanie ogniowe dla danej kategorii korozyjności (dodatkowe wskazówki patrz EN ISO 1461).

10.10 Czyszczenie elementów ze stali nierdzewnej

Procedury czyszczenia są odpowiednie dla klasy produktu składowego, wykończenia powierzchni, funkcji elementu i ryzyka korozji. Należy określić metodę, poziom i zakres czyszczenia.

11 Tolerancje geometryczne

11.1 Rodzaje tolerancji

Klauzula ta definiuje typy odchyłeń geometrycznych istotnych zarówno dla kryteriów funkcjonalnych, jak i strukturalnych oraz podaje wartości ilościowe dla dwóch rodzajów dopuszczalnych odchyłeń:

a) mające zastosowanie do szeregu kryteriów, które są istotne dla wytrzymałości mechanicznej i stabilności gotowej konstrukcji, zwanych podstawowymi tolerancjami;

b) te, które są wymagane do spełnienia innych kryteriów, takich jak dopasowanie i wygląd, zwanych

tolerancjami funkcjonalnymi. Istotne tolerancje i tolerancje funkcjonalne są normatywne.

Dozwolone odchylenia nie obejmują odkształceń sprężystych wywołanych przez ciężar własny komponentów.

Ponadto mogą być określone specjalne tolerancje dla odchyłeń geometrycznych już zdefiniowanych z wartościami ilościowymi lub dla innych rodzajów odchyłeń geometrycznych. Jeżeli wymagane są specjalne tolerancje, należy podać następujące informacje, w stosownych przypadkach:

c) zmienione wartości dla już zdefiniowanych tolerancji funkcjonalnych;

c) zdefiniowane parametry i dozwolone wartości odchyłeń geometrycznych, które mają być kontrolowane;

e) czy te specjalne tolerancje dotyczą wszystkich istotnych komponentów lub tylko określonych komponentów, które są określone.

W każdym przypadku wymagania dotyczą końcowego odbioru. Jeżeli wytworzone komponenty mają stanowić części konstrukcji, która ma być wybudowana na miejscu, tolerancje określone dla ostatecznej kontroli wybudowanej konstrukcji powinny być spełnione oprócz tolerancji dla komponentów wykonanych.

11.2 Tolerancje kluczowe

11.2.1 Postanowienia ogólne

Tolerancje kluczowe muszą być zgodne z Załącznikiem B. Podane wartości są dopuszczalnymi odchyleniami. Jeśli rzeczywiste odchylenie przekracza dopuszczalną wartość, zmierzona wartość traktuje się jako niezgodność zgodnie z punktem 12.

UWAGA EN ISO 5817 zawiera również tolerancje geometryczne, które dotyczą przygotowania elementów spawanych.

W niektórych przypadkach istnieje możliwość, że nieskorygowane odchylenie istotnej tolerancji może być uzasadnione zgodnie z projektem strukturalnym, gdy nadmierne odchylenie jest wyraźnie uwzględnione w ponownym obliczeniu. Jeśli nie, niezgodność należy poprawić.

11.2.2 Tolerancje produkcyjne

11.2.2.1 Kształtowniki walcowane

Produkty walcowane na gorąco, wykończone na gorąco lub formowane na zimno muszą odpowiadać tolerancjom określonym przez odpowiednią normę produktową. Tolerancje te mają nadal zastosowanie do komponentów wytwarzanych z takich produktów, chyba że zostaną zastąpione bardziej rygorystycznymi kryteriami określonymi w Załączniku B.

11.2.2.2 Kształtowniki spawane

Komponenty spawane wyprodukowane z płyt powinny odpowiadać dopuszczalnym odchyleniom podanym w Tabeli B.1 i Tabelach od B.3 do B.6.

Przykładowo, tolerancje przekrojów poprzecznych dla kształtowników spawanych wykonanych z dzielonych kształtowników walcowanych byłyby zgodne z odpowiednią normą produktu, z wyjątkiem całkowitej głębokości i geometrii środnika, które powinny być zgodne z Tabelą B.1.

11.2.2.3 Kształtowniki formowane na zimno

Komponenty formowane na zimno przez prasowanie muszą odpowiadać dopuszczalnym odchyleniom w Tabeli B.2. W celu uzyskania informacji dotyczących komponentów wykonanych z walcowanych kształtowników formowanych na zimno patrz 11.2.2.1.

Przykładowo, tolerancje przekrojów z normy EN 10162 mają zastosowanie do kształtowników walcowanych na zimno, natomiast Tabela B.2 odnosi się do kształtowników formowanych przez prasowanie.

11.2.2.4 Powłoka usztywniona

Powłoka usztywniona powinna odpowiadać dopuszczalnym odchyleniom w Tabeli B.7.

11.2.2.5 Powłoki

Konstrukcje powłok powinny być zgodne z dopuszczalnymi odchyleniami podanymi w Tabeli B.11, w których wybór odpowiedniej klasy powinien opierać się na normie EN 1993-1-6.

11.2.3 Tolerancje montażu

11.2.3.1 System odniesienia

Odchylenia zamontowanych komponentów należy mierzyć względem ich punktów położenia (patrz seria ISO 4463). Jeśli punkt położenia nie jest ustalony, odchylenia należy mierzyć względem układu wtórnego.

UWAGA ISO 4463-1 odnosi się do ustanowienia i zastosowania systemów odniesienia w następujący sposób:

- 1) System podstawowy, który zwykle obejmuje całe miejsce;
- 2) System wtórny, który służy jako główny system odniesienia lub siatka do budowy konkretnego budynku;
- 3) Punkty położenia, które oznaczają położenie poszczególnych elementów, na przykład kolumny.

11.2.3.2 Śruby fundamentowe i inne podpory

Położenie punktów środkowych grupy śrub fundamentowych lub innej podpory nie powinno odbiegać o więcej niż ± 6 mm od określonej pozycji względem systemu wtórnego.

Aby ocenić grupę regulowanych śrub fundamentowych, należy wybrać najlepiej dopasowaną pozycję.

Specyfikacja wykonania powinna określać specjalne tolerancje, jeżeli są one wymagane, dla powłok podtrzymywanych w sposób ciągły (takich jak płaskość lub miejscowe nachylenie fundamentów lub innych podpór konstrukcyjnych).

11.2.3.3 Podstawy kolumn

Otwory w płytach fundamentowych i innych płytach używanych do mocowania do podpór powinny być zwymiarowane, aby umożliwić prześwity pasujące do dozwolonych odchyłeń podpór od odstępów dla konstrukcji stalowych. Może to wymagać użycia dużych podkładek między nakrętkami na śrubach przytrzymujących i górną częścią płyty podstawy.

11.2.3.4 Kolumny

Odchylenia wybudowanych kolumn muszą odpowiadać dopuszczalnym odchyleniom w Tabelach B.15, B.17 i B.18.

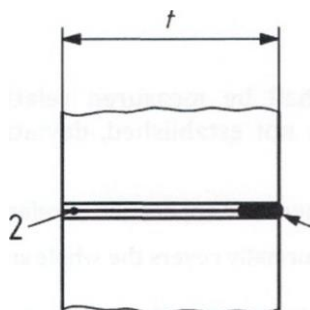
W przypadku grup sąsiednich kolumn (innych niż te w ramach portalowych lub wspierających suwnicę bramową) przenoszących podobne obciążenia pionowe, dopuszczalne odchylenia są następujące:

- średnie odchylenie arytmetyczne w planie dla nachylenia sześciu powiązanych sąsiednich kolumn powinny być zgodne z dozwolonymi odchyleniami w Tabeli B.15;
- dopuszczalne odchylenia dla nachylenia pojedynczej kolumny w obrębie tej grupy, między sąsiednimi poziomami kondygnacji, można następnie złagodzić do $\Delta = \pm h / 100$.

11.2.3.5 Łożysko pozostające w pełnym kontakcie

Jeżeli określono łożysko pozostające w pełnym kontakcie, przygotowanie spoiny między powierzchniami wybudowanych komponentów powinno być zgodne z Tabelą B.19 po wyrównaniu.

W przypadku połączeń śrubowych podkładki mogą być stosowane, gdy odstęp przekracza określone wartości graniczne po wstępnym skręceniu, w celu zmniejszenia odstępów do dopuszczalnego odchylenia, chyba że określono inaczej w specyfikacji wykonania. Podkładki mogą być wykonane z płaskowników zgodnie z EN 10025-2 o maksymalnej grubości 3 mm. Nie należy używać więcej niż trzech podkładek jednocześnie. Jeśli to konieczne, podkładki regulacyjne mogą być utrzymywane na miejscu za pomocą spoin pachwinowych lub spoiny doczołowej o częściowym przetopie rozciągającą się nad podkładki, jak pokazano na rysunku 5.



Legenda

- spoina doczołowa o częściowym przetopie lub spoina pachwinowa
- podkładki

Rysunek 5. Opcja zabezpieczenia podkładek stosowanych do połączeń śrubowych w łożysku pozostającym w pełnym kontakcie

11.3 Tolerancje funkcjonalne

11.3.1 Postanowienia ogólne

Tolerancje funkcjonalne w zakresie akceptowanych odchyłeń geometrycznych powinny być zgodne z jedną z następujących dwóch opcji:

- wartości tabelaryczne opisane w 11.3.2; lub
- alternatywne kryteria określone w 11.3.3.

Jeśli nie określono żadnej z opcji, obowiązują wartości tabelaryczne.

11.3.2 Wartości tabelaryczne

Tabelaryczne wartości tolerancji funkcjonalnych są podane w Załączniku B. Ogólnie przedstawiono wartości dla dwóch klas.

Klasa tolerancji 1 ma zastosowanie, chyba że specyfikacja wykonania określa inaczej. W takim przypadku specyfikacja wykonania określa klasę tolerancji mającą zastosowanie do poszczególnych komponentów lub wybranych części wybudowanej konstrukcji.

UWAGA Decyzja o powołaniu się na klasę tolerancji 2 dla części konstrukcji może być konieczna, jeśli fasada przeszklona miała być zamontowana, na przykład w celu zmniejszenia wymaganego prześwitu i regulacji na interfejsie.

Przy zastosowaniu Tabeli B.23, wystająca długość pionowej śruby fundamentowej (w najlepiej dopasowanym położeniu, jeśli jest regulowana) powinna być ustawiona pionowo do 1 mm na 20 mm. Podobny wymóg dotyczyłby linii śrub ustawionych poziomo lub pod innymi kątami.

11.3.3 Kryteria alternatywne

Jeśli określono, można zastosować następujące kryteria alternatywne:

- a) dla konstrukcji spawanych, następujące klasy zgodnie z EN ISO 13920:
 - 1) klasa C dla długości i wymiarów kątowych;
 - 2) klasa G dla prostoliniowości, płaskości i równoległości.
- b) w przypadku elementów niespawanych takie same kryteria jak w (a);
- c) w przypadkach poza zakresem normy EN ISO 13920, dla wymiaru d , dozwolone jest dopuszczalne odchylenie $\pm A$ równe większej wartości $D/500$ lub 5 mm.

12 Kontrola, testowanie i poprawki

12.1 Postanowienia ogólne

Niniejszy punkt określa wymagania dotyczące kontroli i testowania w odniesieniu do wymagań jakościowych zawartych w dokumentacji jakości (patrz 4.2.1) lub planu jakości (patrz 4.2.2).

Kontrola, testowanie i poprawki powinny być przeprowadzane w odniesieniu do prac wobec specyfikacji i zgodnie z wymogami jakości określonymi w niniejszej Normie Europejskiej.

W przypadku niezgodności z wymogami niniejszej Normy Europejskiej, każdą wadę można ocenić indywidualnie. Taka ocena powinna opierać się na funkcji komponentu, w którym wystąpiła wada, oraz na cechach niedoskonałości (typ, rozmiar, lokalizacja) przy podejmowaniu decyzji, czy wada jest dopuszczalna, czy powinna zostać naprawiona.

Wszystkie kontrole i testy będą przeprowadzane zgodnie z wcześniej ustalonym planem z udokumentowanymi procedurami.

12.2 Produkty składowe i komponenty

12.2.1 Produkty składowe

Dokumenty dostarczone wraz z produktami składowymi zgodnie z wymaganiami punktu 5 należy sprawdzić w celu weryfikacji, czy informacje na temat dostarczonych produktów są zgodne z informacjami w specyfikacji komponentów.

UWAGA 1 Dokumenty te obejmują świadectwa kontroli, raporty z testów, deklarację zgodności stosownie do płyt, kształtowników, kształtowników drążonych, materiałów spawalniczych, złączników mechanicznych, kołków itp.

UWAGA 2 Niniejsza kontrola dokumentacji ma na celu wyeliminowanie potrzeby testowania produktów w ogóle.

Kontrola powierzchni produktu pod kątem wad znalezionych podczas przygotowania powierzchni powinna być uwzględniona w planach kontroli i testów.

Jeśli wady powierzchniowe wyrobów stalowych znalezione podczas przygotowania powierzchni zostaną naprawione przy użyciu metod zgodnych z niniejszą Normą Europejską, naprawiony produkt może zostać użyty pod warunkiem, że jest zgodny z właściwościami nominalnymi określonymi dla oryginalnego produktu.

Nie ma wymagań dla określonego testowania produktów składowych, chyba że określono inaczej.

12.2.2 Komponenty

Dokumenty dostarczone wraz z komponentami należy sprawdzić, aby zweryfikować, czy informacje na temat dostarczonych komponentów są zgodne z informacjami komponentów zamówionych.

UWAGA Dotyczy to wszystkich dostarczonych i częściowo wytworzonych produktów otrzymanych w ramach prac wykonawcy w celu dalszego przetwarzania (np. spawanych kształtowników typu "I" do wbudowania w blachownice) oraz produktów otrzymanych na miejscu do montażu przez wykonawcę, jeśli nie są one wytwarzane przez wykonawcę.

12.2.3 Produkty niezgodne

Jeżeli dostarczona dokumentacja nie zawiera deklaracji dostawcy, że produkty są zgodne ze specyfikacjami, należy je traktować jako produkty niezgodne, dopóki nie zostanie wykazane, że spełniają one wymagania planu inspekcji i testów.

Jeżeli produkty są najpierw oznaczane jako niezgodne, a następnie potwierdzone za pomocą testu lub ponownego testu, wyniki testów należy zapisać.

12.3 Produkcja: wymiary geometryczne wytwarzanych komponentów

Plan kontroli i testów powinien uwzględniać wymagania i kontrole niezbędne dla przygotowanych składowych produktów stalowych i wytwarzanych komponentów.

Zawsze należy wykonywać pomiary komponentów.

Stosowane metody i przyrządy mogą być odpowiednio dobrane spośród tych wymienionych w ISO 7976-1 i ISO 7976-2. Dokładność może być oceniana zgodnie z odpowiednią częścią ISO 17123.

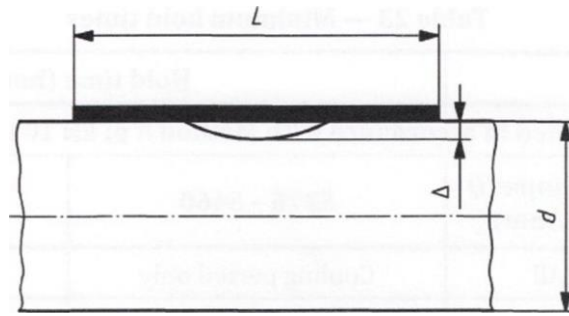
Lokalizacja i częstotliwość pomiarów są określone w planie kontroli i testów.

Kryteria akceptacji powinny być zgodne z 11.2. Odchylenia należy mierzyć w odniesieniu do dowolnego określonego pochylenia lub ustawienia wstępnego.

Jeżeli kontrola akceptacji skutkuje zauważeniem niezgodności, działanie w przypadku takiej niezgodności będzie następujące:

- a) jeżeli jest to wykonalne, niezgodność koryguje się przy użyciu metod zgodnych z niniejszą Normą Europejską i sprawdza się ponownie;
- b) alternatywnie niezgodność ocenia się pod kątem dopuszczalności zgodnie z 12.1;
- c) jeżeli a) i/lub b) nie powiedzie się, można dokonać modyfikacji konstrukcji stalowej w celu zrekomensowania niezgodności, pod warunkiem, że jest to zgodne z procedurą postępowania z niezgodnościami;
- d) w przeciwnym razie komponent nie będzie używany.

Ocenia się uszkodzenia powodujące miejscowe wgniecenia na powierzchni kształtowników drążonych. Można zastosować metodę pokazaną na rysunku 6.



Legenda

- d charakterystyczny przekrój poprzeczny kształtownika
- L prosta krawędź o długości $L \geq 2d$
- Δ Δ szczeliny $\leq$ większa od $D/100$ lub 2 mm

Rysunek 6. Metoda oceny profilu powierzchni i dozwolone odchylenie wgniecionego komponentu

Jeśli szczelina przekracza dopuszczalne odchylenie, naprawy mogą być wykonywane za pomocą pełnego spawania na miejscowych płytach osłonowych o tej samej grubości, co oryginalny produkt składowy, chyba że określono inaczej.

Niniejsza procedura powinna być stosowana zamiast jakiejkolwiek technologii kształtowania na gorąco zgodnie z 6.5.

Jeśli używany jest montaż próbny do 6.10, wymagania kontroli powinny być zawarte w planie kontroli i testów.

12.4 Spawanie

12.4.1 Postanowienia ogólne

Przeglądy i testowanie przed, w trakcie i po spawaniu powinny być uwzględnione w planie kontroli i testów zgodnie z wymaganiami podanymi w odpowiedniej części serii EN ISO 3834.

Plan kontroli i testów powinien obejmować badanie typu (patrz 12.4.2.2), rutynową kontrolę i testowanie (patrz 12.4.2.3) oraz kontrolę i testowanie specyficzne dla projektu (patrz 12.4.2.4). Plan kontroli i testów powinien określać połączenia dla konkretnej kontroli przygotowania spoiny, które mogą stwarzać trudności w osiągnięciu określonego przygotowania spoiny.

Metody badań nieniszczących (NDT) powinny być wybrane zgodnie z EN ISO 17635 jako podstawa planu kontroli i testów wymaganych przez plan spawania.

Badania nieniszczące, z wyjątkiem oględzin, powinny być wykonywane przez wykwalifikowany personel zgodnie z normą EN ISO 9712.

12.4.2 Kontrola po spawaniu

12.4.2.1 Odmierzanie czasu

Uzupełniające badania NDT spoiny zwykle nie powinny być przeprowadzane przed upływem minimalnego czasu oczekiwania po spawaniu przedstawionego w Tabeli 23. Czasy oczekiwania w Tabeli 23 powinny być również przestrzegane, jeżeli określono, że metal macierzysty sąsiadujący ze strefą spawania powinien być sprawdzany pod kątem laminacji po spawaniu.

Tabela 23. Minimalne czasy oczekiwania

		Czas oczekiwania (godziny) ^a	
Jeśli wstępne podgrzewanie jest stosowane zgodnie z metodą A normy EN 1011-2: 2001, Załącznik C			
Rozmiar spoiny (mm) ^b	Dopływ ciepła Q (kJ/mm)	S275 - S460	Powyżej S460
a lub s ≤ 6	Wszystkie	Tylko okres chłodzenia	24
6 < a lub s ≤ 12	≤ 3	8	24
	> 3	16	40
a lub s >12	≤ 3	16	40
	> 3	24	48
Jeśli wstępne podgrzewanie jest stosowane zgodnie z metodą B normy EN 1011-2: 2001, Załącznik C			
Rozmiar spoiny (mm) ^b		S275-S690	Powyżej S690
a lub s ≤ 20		Tylko okres chłodzenia	24
a lub s > 20		24	48

^{a.} Czas pomiędzy zakończeniem spawania a rozpoczęciem badania nieniszczącego należy podać w raporcie NDT. W przypadku „tylko okresu chłodzenia” będzie to trwało, dopóki spoina nie będzie wystarczająco chłodna, aby rozpocząć badanie nieniszczące NDT.

^{b.} Rozmiar odnosi się do nominalnej spoiny pachwinowej "a" lub nominalnej grubości materiału "s" spoiny o pełnym przetopie. Dla poszczególnych spoin doczołowych o częściowym przetopie kryterium decydującym jest nominalna głębokość spoiny "a", ale dla par spoin doczołowych o częściowym przetopie spawanych jednocześnie jest to suma nominalnych spoin spawania "a"

W przypadku spoin wymagających wstępnego podgrzewania, okresy te mogą zostać zmniejszone, jeśli elementy spawane są podgrzewane po zakończeniu spawania.

Jeżeli spoina stanie się niedostępna w wyniku późniejszej pracy, należy ją sprawdzić przed kolejnymi pracami.

Wszelkie spoiny znajdujące się w strefie, w której skorygowano niedopuszczalne zniekształcenia, należy ponownie sprawdzić.

12.4.2.2 Testowanie typu

W przypadku pierwszych pięciu połączeń wykonanych na podstawie specyfikacji technologii spawania WPS przygotowanych zgodnie z odpowiednią częścią serii EN ISO 15609 z nowej procedury kwalifikacji procesu spawania WPQR lub procedury WPQR nowo wprowadzonej do producenta, muszą zostać spełnione następujące wymagania:

a) poziom jakości B jest wymagany do demonstracji specyfikacji technologii spawania WPS w warunkach produkcyjnych;

b) minimalna długość do kontroli wynosi 900 mm.

Jeśli kontrola daje wyniki niezgodne z wymaganiami, należy przeprowadzić dochodzenie w celu znalezienia przyczyny. Należy przestrzegać wskazówek zawartych w normie EN ISO 17635.

UWAGA Celem opisanej powyżej kontroli jest ustalenie, że za pomocą specyfikacji WPS można uzyskać jakość zgodną z wymaganiami, gdy zostanie ona wdrożona do produkcji. W celu opracowania i wykorzystania specyfikacji WPS patrz schemat przepływu w Załączniku K.

12.4.2.3 Rutynowa kontrola i testowanie

Wszystkie spoiny należy sprawdzić wzrokowo na całej ich długości. W przypadku wykrycia defektów uszkodzających powierzchnię, na testowanej spoinie należy przeprowadzić testowanie powierzchni za pomocą testów penetracyjnych lub kontroli cząstek magnetycznych.

W przypadku spoin EXC1, EXC2 i EXC3 zakres uzupełniającego badania nieniszczącego jest taki, jak określono w Tabeli 24.

W przypadku spoin EXC4 zakres uzupełniającego badania nieniszczącego należy określić w odniesieniu do każdej zidentyfikowanej spoiny.

Zakres badań nieniszczących obejmuje zarówno badania niedoskonałości powierzchniowych, jak i wewnętrznych, jeśli dotyczy.

Metody stosowane do uzupełniającego badania nieniszczącego powinny być wybrane przez odpowiedni personel koordynujący spawanie, z tych podanych w 12.4.2.6.

Po ustaleniu, że spawanie produkcyjne zgodnie ze specyfikacją WPS spełnia wymagania jakościowe zgodnie z 12.4.2.2, wymagany zakres uzupełniającego badania nieniszczącego powinien być zgodny z Tabelą 24, a dalsze połączenia spawane zgodnie z tą samą specyfikacją WPS traktowane jako pojedyncza ciągła partia kontrolna. Wartości procentowe dotyczą zakresu uzupełniającego badania nieniszczącego traktowanego jako skumulowana ilość w każdej partii kontrolnej.

Procentowy zakres testowania (p %) zgodnie z Tabelą 24 jest zdefiniowany jako część partii kontrolnej zgodnie z następującymi zasadami, chyba że określono inaczej:

- a) każda spoina w partii kontrolnej jest badana na długości minimum p % indywidualnej długości. Obszar, który ma być testowany, należy wybrać losowo;
- b) jeżeli całkowita długość wszystkich spoin w partii kontrolnej jest mniejsza niż 900 mm, co najmniej jedną spoinę należy przetestować na całej jej długości, niezależnie od p %;
- c) jeżeli partia kontrolna składa się z kilku identycznych spoin o indywidualnej długości mniejszej niż 900 mm, losowo wybrane spoiny o minimalnej całkowitej długości p % całkowitej długości wszystkich spoin w partii kontrolnej należy zbadać na całej ich długości.

Połączenia do rutynowej kontroli zgodnie z Tabelą 24 powinny być tak dobrane, aby zapewnić, że pobieranie próbek obejmuje możliwie najszerze zmienne: typ połączenia, klasę produktu składowego, sprzęt spawalniczy i pracę spawaczy. Zakres kontroli w Tabeli 24 odnosi się do spoin produkcyjnych w ciągu roku.

Jeżeli coroczne rutynowe testowanie spoin produkcyjnych w danym warsztacie lub przy użyciu elektronicznych metod monitorowania parametrów spawania wykazują niezmiennie akceptowalną jakość dla spoin określonego typu (tj. typu połączenia, klasy produktu składowego i sprzętu spawalniczego), zakres rutynowego uzupełniającego badania nieniszczącego w tym warsztacie można obniżyć poniżej wartości procentowych podanych w Tabeli 24 według uznania odpowiedniego personelu ds. koordynacji spawania, pod warunkiem, że wdrożony i udokumentowany jest trzy miesięczny program testowania kontroli produkcji.

Tabela 24. Zakres rutynowych uzupełniających badań nieniszczących

Typ spoiny	Spoiny warsztatowe i na miejscu		
	EXC1	EXC2	EXC3 ^a
Poprzeczne spoiny doczołowe i spoiny o częściowym przetopie w połączeniach doczołowych:	0% ^b	10%	20%
Poprzeczne spoiny doczołowe i spoiny o częściowym przetopie:			
- w połączeniach krzyżowych	0% ^b	10%	20%
- w połączeniach typu "T"	0%	5%	10%
Poprzeczne spoiny pachwinowe "c":			
z $a > 12\text{ mm}$ lub $t > 30\text{ mm}$	0%	5%	10%
z $a \leq 12\text{ mm}$ i $t \leq 30\text{ mm}$	0%	0%	5%
Spoiny wzdłużne o pełnym przetopie "d" między środnikiem a górnym kołnierzem dźwigarów żurawia	0%	10%	20%
Inne spoiny wzdłużne "d", spoiny do usztywnień i spoiny określone w specyfikacji wykonania jako ściskane	0%	0%	5%
a. W przypadku EXC4 procentowy zakres musi wynosić co najmniej wartość podaną dla EXC3. b. 10% dla takich spoin wykonanych ze stali $\geq S420$. c. Określenia "a" i "t" odnoszą się odpowiednio do grubości spoin i najgrubszego łączonego materiału. d. Spoiny wzdłużne są spoinami równoległymi do osi komponentu. Wszystkie inne są uważane za spoiny poprzeczne.			

Specyfikacja wykonania może identyfikować konkretne połączenia do kontroli wraz z zakresem i metodą testowania (patrz 12.4.2.4). Testowanie to można zaliczyć do zakresu rutynowego testowania, jeśli jest to właściwe.

Jeśli kontrola daje wyniki niezgodne z wymaganiami, należy przeprowadzić dochodzenie w celu znalezienia przyczyny. Należy przestrzegać wskazówek zawartych w normie EN ISO 17635:2016 Załącznik C.

12.4.2.4 Kontrola i testowanie specyficzne dla projektu

W przypadku EXC1, EXC2 i EXC3 specyfikacja wykonania może określać wymagania dotyczące testowania produkcyjnego i konkretnych połączeń do kontroli wraz z zakresem testowania.

W przypadku specyfikacji wykonania EXC4 określa się konkretne połączenia do kontroli wraz z zakresem testowania, które powinny być określone dla EXC3 jako minimum.

Jeśli jest to określone, klasy kontroli spoin (WIC) mogą być używane do klasyfikowania określonych spoin do kontroli, i w tym zakresie określają zakres i procentowy zakres uzupełniającego testowania oraz metody testowania, które należy stosować w zależności od krytyczności spoiny (Aby uzyskać wskazówki, patrz załącznik L). Jeżeli stosowane są klasy kontroli spoin (WIC), specyfikacja wykonania powinna być wykorzystana do identyfikacji klasy kontroli spoin (WIC) dla każdej odpowiedniej spoiny.

12.4.2.5 Oględziny spoin

Oględziny powinny być przeprowadzone po zakończeniu spawania w miejscu i przed przeprowadzeniem jakiegokolwiek innej kontroli NDT.

EN 1090-2:2018 (E)

Oględziny obejmują:

- a) obecność i położenie wszystkich spoin;
- b) kontrolę spoin zgodnie z EN ISO 17637;
- c) łuki poza miejscem spawania i miejsca odprysków spawalniczych.
Kontrola kształtu i powierzchni spoin spawanych połączeń gałęziowych z wykorzystaniem kształtowników drążonych powinna szczególnie obejmować następujące miejsca:
- d) kształtowniki okrągłe: środek czubka, środek krawędź i dwie ścianki;
- e) kształtowniki kwadratowe lub prostokątne: cztery miejsca narożne.

12.4.2.6 Uzupełniające metody NDT

Następujące metody badań nieniszczących należy przeprowadzać zgodnie z ogólnymi zasadami podanymi w normie EN ISO 17635 oraz z wymaganiami normy szczególnej dla każdej metody, takie jak:

- a) testowanie penetracyjne (PT) zgodnie z EN ISO 3452-1;
- b) magnetyczna kontrola cząstek (MT) zgodnie z EN ISO 17638;
- c) testowanie ultradźwiękowe (UT) zgodnie z EN ISO 17640 i EN ISO 23279 lub EN ISO 13588;
- d) testowanie radiograficzne (RT) zgodnie z serią EN ISO 17636.

Dziedzina zastosowania metod NDT jest określona w odpowiednich normach.

12.4.2.7 Korekta spoin

W przypadku EXC2, EXC3 i EXC4 naprawy przez spawanie należy przeprowadzać zgodnie z procedurami wymaganymi do spawania produkcyjnego.

Poprawione spoiny powinny być sprawdzone i spełniać wymagania oryginalnych spoin.

12.4.3 Kontrola i testowanie spawanych śrub ścinanych do zespolonych konstrukcji stalowych i betonowych

Kontrola i testowanie spawanych śrub ścinanych do zespolonych konstrukcji stalowych i betonowych przeprowadza się zgodnie z EN ISO 14555.

12.4.4 Testy spawania produkcyjnego

Jeśli określono, dla EXC3 i EXC4, testy produkcyjne przeprowadza się w następujący sposób:

- a) każda kwalifikacja technologii spawania stosowana do spawania gatunków stali wyższych niż S460 powinna być sprawdzona za pomocą prototypu produkcyjnego. Testowanie obejmuje oględziny, testowanie penetracyjne lub magnetyczną kontrolę cząstek, testowanie ultradźwiękowe lub testowanie radiograficzne (w przypadku spoin doczołowych), testowanie twardości i badanie makroskopowe. Testy i wyniki powinny być zgodne z odpowiednią normą dotyczącą testu technologii spawania;
- b) jeżeli do spoin pachwinowych stosowany jest głęboki przetop technologii spawania, należy sprawdzić przetop spoin. Wyniki rzeczywistego przetopu należy udokumentować;
- c) w przypadku ortotropowych płyt stalowych nawierzchni mostowych:
 - 1) połączenia usztywniające do płyty pokładowej spawane za pomocą w pełni zmechanizowanej technologii spawania należy sprawdzić za pomocą szeregu testów produkcyjnych jak podano w punkcie 2) poniżej, z co najmniej jednym testem produkcyjnym dla mostu i sprawdzonym przez badanie makro. Testy kształtowników makro należy przygotować na początku lub na końcu i na środku spoiny;

- 2) liczba miejsc, w których testy produkcyjne dla spoin łączących płyty pokładowe z usztywnieniami pokładowymi: trzy miejsca dla powierzchni pokładowej do stalowej powierzchni pokładowej 1 000 m² z dodatkowymi dwoma miejscami testowymi na każde dodatkowe 1 000 m² lub jej część do 5 000 m² powierzchni całkowitej. Jedno miejsce testowe na każde dodatkowe 1 000 m² (lub jej część) powyżej 5 000 m²;
- 3) połączenia usztywnienia z usztywnieniem z połączeniami płytowymi należy sprawdzić testem produkcyjnym.

12.4.5 Kontrola i testowanie spawania stali zbrojeniowej

Kontrola i testowanie spawania stali zbrojeniowej do zespolonych konstrukcji stalowych i betonowych przeprowadza się zgodnie z EN ISO 17660-1 lub EN ISO 17660-2.

12.5 Mocowanie mechaniczne

12.5.1 Kontrola połączeń śrubowych wstępnie nieobciążonych

Wszystkie połączenia z wstępnie nieobciążonymi mechanicznymi złącznikami należy sprawdzić wzrokowo po ich przykręceniu do konstrukcji wyrównanej miejscowo.

Połączenia zidentyfikowane podczas poprawek, które nie mają pełnego uzupełnienia zespołów śrubowych, należy sprawdzić pod kątem dopasowania po zainstalowaniu brakujących zespołów śrubowych.

Kryteria akceptacji i działania mające na celu skorygowanie niezgodności powinny być zgodne z 8.3 i 9.6.5.3.

Jeśli niezgodność wynika z różnej grubości warstwy, która przekracza kryteria określone w 8.1, połączenie należy przerobić. W przeciwnym razie niezgodność można skorygować, jeśli to możliwe, przez dostosowanie miejscowego wyrównania komponentu.

Poprawione połączenia należy ponownie sprawdzić po ponownym zakończeniu.

Jeżeli wymagany jest system izolacji na połączeniach między stalą nierdzewną a innymi metalami, należy również określić wymagania dotyczące sprawdzenia instalacji.

12.5.2 Kontrola i badanie wstępnie obciążonych połączeń śrubowych

12.5.2.1 Postanowienia ogólne

Jeżeli wstępnie obciążone zespoły śrubowe są stosowane do połączeń ze stali nierdzewnej, należy określić wymagania dotyczące kontroli i testowania.

12.5.2.2 Kontrola powierzchni ciernych

W przypadku połączeń antypoślizgowych, powierzchnie przylegania należy sprawdzić wzrokowo bezpośrednio przed montażem. Kryteria akceptacji powinny być zgodne z 8.4. Niezgodności należy korygować zgodnie z 8.4.

12.5.2.3 Kontrola przed dokręceniem

Wszystkie połączenia z wstępnie obciążonymi mechanicznymi złącznikami należy sprawdzić wzrokowo po ich początkowym przykręceniu do konstrukcji wyrównanej miejscowo i przed rozpoczęciem wstępnego obciążania. Kryteria akceptacji powinny być zgodne z 8.5.1.

Jeśli niezgodność wynika z różnej grubości warstwy, która przekracza kryteria określone w 8.1, połączenie należy przerobić. W przeciwnym razie niezgodność można skorygować, jeśli to możliwe, przez dostosowanie miejscowego wyrównania komponentu.

Jeżeli skośnie ścięte podkładki są zainstalowane, należy je sprawdzić wzrokowo, aby upewnić się, że montaż jest zgodny z 8.2.4.

Poprawione połączenia należy sprawdzić po ponownym zakończeniu.

W przypadku EXC2, EXC3 i EXC4 należy sprawdzić procedurę dokręcania. Jeśli dokręcanie odbywa się za pomocą metody momentu obrotowego lub metodą kombinowaną, certyfikaty kalibracji klucza dynamometrycznego należy sprawdzić w celu sprawdzenia dokładności z 8.5.1.

12.5.2.4 Kontrola w trakcie i po dokręceniu

Oprócz następujących ogólnych wymagań dotyczących kontroli, które dotyczą wszystkich metod dokręcania, z wyjątkiem metody HRC, szczególne wymagania podano w 12.5.2.4 do 12.5.2.7.

W przypadku EXC2, EXC3 i EXC4 kontrolę w trakcie i po dokręceniu należy przeprowadzić w następujący sposób:

- a) kontrola zainstalowanych złączników *i/lub* metod instalacji powinna być przeprowadzana w zależności od zastosowanej metody dokręcania. Wybrane miejsca powinny być losowe, zapewniając, że pobieranie próbek obejmuje odpowiednio następujące zmienne - typ połączenia; grupa śrub, partia złącznika, typ i rozmiar; używany sprzęt i pracownicy;
- b) do celów kontroli, grupa śrub jest zdefiniowana jako zespoły śrubowe tego samego pochodzenia w podobnych połączeniach z zespołami śrubowymi tego samego rozmiaru i klasy. Duża grupa śrub może zostać podzielona na kilka podgrup do celów kontroli;
- c) liczba zestawów śrubowych kontrolowanych ogólnie w konstrukcji powinna być następująca:
 - 1) EXC2: 5% dla drugiego etapu momentu obrotowego lub metody kombinowanej i dla metody DTI;
 - 2) EXC3 i EXC4:
 - i) 5% dla pierwszego etapu i 10% dla drugiego etapu metody łączonej;
 - ii) 10% dla drugiego etapu metody kontrolowanego momentu dokręcania i dla metody DTI;
- d) o ile nie określono inaczej, inspekcja jest przeprowadzana przy użyciu sekwencyjnego planu pobierania próbek zgodnie z załącznikiem M dla wystarczającej liczby zestawów śrubowych do momentu spełnienia warunków akceptacji lub odrzucenia (lub zbadania wszystkich zespołów) odpowiedniego typu sekwencyjnego dla odpowiednich kryteriów. Wyróżnia się następujące typy sekwencyjne:
 - 1) EXC2 i EXC3: sekwencyjny typu A;
 - 2) EXC4: sekwencyjny typu B;
- e) pierwszy krok należy sprawdzić poprzez wizualną kontrolę połączeń, aby upewnić się, że są w pełni zapełnione;
- f) do kontroli pierwszego kroku należy sprawdzić tylko kryterium niedokręcenia;
- g) do końcowej kontroli dokręcenia należy użyć tego samego zestawu śrubowego dla sprawdzenia zarówno niedostatecznego dokręcenia, jak i, jeżeli jest to określone, nadmiernego dokręcenia przy stosowaniu metody kontrolowanego momentu dokręcania;
- h) kryteria określające niezgodność i wymagania dotyczące działań naprawczych są określone poniżej dla każdej metody dokręcania;
- i) jeżeli inspekcja prowadzi do odrzucenia, należy sprawdzić wszystkie zestawy śrubowe w podgrupie śruby, podjąć działania naprawcze i po zakończeniu należy ponownie przeprowadzić kontrolę. Jeśli wynik kontroli przy użyciu sekwencyjnego typu A jest ujemny, inspekcja może zostać powiększona do sekwencyjnego typu B.

Jeżeli elementy złączne nie są stosowane zgodnie ze zdefiniowaną metodą, należy obserwować usunięcie i ponowną instalację całej grupy śrub.

12.5.2.5 Metoda momentu obrotowego

Kontrola zestawu śrubowego powinna być przeprowadzona przy użyciu Tabeli 25, przez zastosowanie momentu obrotowego na nakrętce (lub łbie śruby, jeśli tak określono) za pomocą skalibrowanego klucza dynamometrycznego. Celem jest sprawdzenie, czy wartość momentu obrotowego niezbędna do zainicjowania obrotu jest co najmniej równa 1,05 wartości momentu obrotowego $M_{r,i}$ (tj. $M_{r,2}$ lub $M_{v, \text{test}}$). Należy zachować ostrożność, aby utrzymać rotację na minimalnym poziomie. Obowiązują następujące warunki:

- klucz dynamometryczny używany do kontroli powinien być prawidłowo skalibrowany i mieć dokładność $\pm 4\%$;
- kontrola powinna być przeprowadzona między 12 a 72 godziną po zakończeniu dokręcania danej podgrupy śrub;

Jeśli zespoły śrubowe, które mają być kontrolowane, pochodzą z różnych partii montażowych, należy ustalić poprzez kontrolę różnych wartości momentu obrotowego położenie każdej partii.

- jeśli wynikiem kontroli jest odrzucenie, należy sprawdzić dokładność klucza dynamometrycznego użytego do dokręcania.

Tabela 25. Kontrola dokręcenia metodą kontrolowanego momentu dokręcania

Klasa Wykonawcza	Na początku dokręcania	Po dokręceniu
EXC2	Identyfikacja położenia partii zespołów śrubowych	Kontrola drugiego etapu dokręcania
EXC3 i EXC4	Identyfikacja położenia partii zestawów śrubowych Sprawdzanie procedury dokręcania śrub dla każdej grupy śrub	Kontrola drugiego etapu dokręcania
UWAGA Dla definicji partii zestawów śrubowych, zob. EN 14399-1.		

Zestawy śrubowe, dla którego nakrętka obraca się o więcej niż 15° przez zastosowanie momentu kontrolnego, jest uważany za niedostatecznie dokręcony ($<100\%$) i należy go dokręcić do wymaganego momentu obrotowego.

Jeśli określono kontrolę nadmiernego dokręcenia, należy określić wymagania. Zbyt mocno dokręcone zestawy śrubowe powinny być usunięte i wyrzucone.

12.5.2.6 Metoda kombinowana

W przypadku EXC3 i EXC4 pierwszy etap należy sprawdzić przed oznaczeniem, stosując te same warunki momentu obrotowego, jakie zastosowano do osiągnięcia warunku 75%. Nakrętkę, która obraca się o więcej niż 15° przy zastosowaniu momentu kontrolnego, należy ponownie dokręcić.

Jeżeli połączenia nie są w pełni zapełnione zgodnie z pkt 8.3 i 8.5.1, kalibrację kluczy dynamometrycznych w połączeniu z zastosowanymi obciążeniami należy kontrolować dodatkowymi testami w celu uzyskania prawidłowego początkowego dokręcenia wstępnego. Jeśli to konieczne, pierwszy krok należy powtórzyć z poprawionymi wartościami momentu obrotowego.

Jeśli połączenia nadal są niezapełnione, grubość i stateczność zmontowanych połączeń powinny być sprawdzone i wyregulowane, w razie potrzeby przez ponowne zapełnienie połączenia zgodnie z 8.5.1 i ponowne dokręcenie.

Przed rozpoczęciem drugiego kroku należy sprawdzić wzrokowo oznaczenia wszystkich nakrętek względem gwintów śrub. Brakujące oznakowania należy uzupełnić.

Po drugim etapie znaki są sprawdzane pod kątem następujących wymagań:

- a) jeżeli kąt obrotu jest większy niż 15° poniżej określonej wartości, kąt ten należy skorygować;
- b) jeżeli kąt obrotu jest większy niż 30° powyżej określonego kąta, lub śruba/nakrętka uległy uszkodzeniu, zestaw śrubowy należy wymienić na nowy.

12.5.2.7 Metoda HRC

W przypadku EXC2, EXC3 i EXC4 pierwszy etap dokręcania należy sprawdzić poprzez wzrokową kontrolę połączeń, aby upewnić się, że są one całkowicie zapełnione.

Kontrola powinna być przeprowadzona wzrokowa na 100% zespołów śrubowych. W pełni dokręcone zespoły śrubowe są identyfikowane jako te z odciętym końcem wielowypustu. Zestaw śrubowy, dla którego resztki końca wielowypustu są uważane za niedokręcone.

Jeśli dokręcenie zestawów śrubowych HRC zostanie zakończone przy użyciu metody kontrolowanego momentu dokręcania zgodnie z 8.5.3 lub metodą DTI do 8.5.6, należy je sprawdzić zgodnie z 12.5.2.4 lub 12.5.2.7, stosownie do przypadku.

12.5.2.8 Metoda wskaźnika bezpośredniego napięcia

Po pierwszym etapie należy sprawdzić połączenia, aby upewnić się, że są one odpowiednio zapakowane zgodnie z 8.3. Miejscowe wyrównanie niezgodnych połączeń należy skorygować przed rozpoczęciem ostatecznego dokręcania.

Po ostatecznym dokręceniu należy sprawdzić zestawy wybrane do kontroli zgodnie z 12.5.2.3, aby ustalić, czy końcowe ustawienia wskaźnika są zgodne z wymaganiami normy EN 14399-9. Kontrola wzrokowa obejmuje sprawdzenie celem zidentyfikowania wszelkich wskaźników wykazujących pełną kompresję wskaźnika.

Jeśli elementy złączne nie są zainstalowane zgodnie z normą EN 14399-9 lub jeśli ostateczne ustawienie wskaźnika nie mieści się w określonych granicach, należy nadzorować usunięcie i ponowną instalację zestawu niezgodnego, a następnie sprawdzić całą grupę śrub. Jeśli wskaźnik bezpośredniego napięcia nie został dokręcony do określonego limitu, zespół można dalej dokręcać, aż do osiągnięcia tego limitu.

12.5.3 Kontrola i naprawa nitów pełnych do nitowania na gorąco

12.5.3.1 Inspekcja

Liczba nitów skontrolowanych ogólnie w strukturze powinna wynosić co najmniej 5%, przy minimum 5.

Główce wprowadzanych nitów powinny być poddane kontroli wzrokowej i spełniać kryteria akceptacji 8.7.3.

Kontrola zadowalającego kontaktu odbywa się poprzez lekkie uderzenie łbą nitowego młotkiem 0,5 kg. Kontrola jest przeprowadzana przy użyciu sekwencyjnego planu pobierania próbek zgodnie z załącznikiem M na wystarczającej liczbie nitów do momentu spełnienia warunków akceptacji lub odrzucenia dla odpowiedniego typu sekwencyjnego dla odpowiednich kryteriów. Wyróżnia się następujące typy sekwencyjne:

- a) EXC2 i EXC3: sekwencyjny typu A;
- b) EXC4: sekwencyjny typu B;

Jeśli kontrola prowadzi do odrzucenia, należy sprawdzić wszystkie nity i podjąć działania naprawcze.

12.5.3.2 Naprawy

Jeśli konieczna jest wymiana uszkodzonego nitu, należy to zrobić przed załadowaniem konstrukcji. Wycinanie odbywa się za pomocą dłuta lub przez cięcie.

Po zdjęciu nitu, boki otworu nitu należy dokładnie sprawdzić. W przypadku pęknięć, wgłębień lub odkształcenia otworu otwór należy rozwiertić. Jeśli to konieczne, nit zastępczy będzie miał większą średnicę niż usunięty.

12.5.4 Specjalne elementy złączne i metody mocowania

12.5.4.1 Postanowienia ogólne

Należy określić wymagania dotyczące kontroli połączeń za pomocą specjalnych elementów złącznych lub specjalnych metod mocowania zgodnie z 8.8.

Jeśli w materiałach odlewanych stosowane są gwintowane otwory, należy wykonać badania nieniszczące (NDT) wokół gwintowanych otworów, aby zapewnić jednorodność materiału.

12.5.4.2 Inne łączniki mechaniczne

Kontrola połączeń z innymi mechanicznymi łącznikami (takimi jak np. śruby hakowe, specjalne elementy złączne) powinna być stosowana zgodnie z krajowymi normami/zaleceniami dotyczącymi produktów lub wytycznymi producentów, lub ustalonymi metodami.

12.6 Obróbka powierzchni i ochrona przed korozją

Jeżeli konstrukcja ma być zabezpieczona przed korozją, należy przeprowadzić kontrolę konstrukcji przed ochroną antykorozyjną zgodnie z wymaganiami klauzuli 10.

Wszystkie podłoża (tj. powierzchnie, spoiny i krawędzie elementów stalowych) należy poddać kontroli wizualnej.

W odniesieniu do podłoża, na które mają być następnie nakładane farby lub produkty pokrewne, ocena jakości podłoża jest następująca:

- a) czystość powierzchni ocenia się zgodnie z EN ISO 8501-1 i bada zgodnie z serią EN ISO 8502;
- b) chropowatość powierzchni ocenia się zgodnie z serią EN ISO 8503;
- c) stopień przygotowania spoin, krawędzi i innych obszarów z niedoskonałościami powierzchni należy ocenić zgodnie z EN ISO 8501-3.

Niezgodne komponenty będą ponownie wycofane, ponownie zbadane, a następnie ponownie skontrolowane.

Kontrolę ochrony antykorozyjnej przeprowadza się zgodnie z załącznikiem F.

12.7 Budowa

12.7.1 Kontrola montażu próbnego

Należy określić wymagania dotyczące kontroli każdego montażu próbnego do 9.6.4.

12.7.2 Kontrola wzniesionej konstrukcji

Stan wzniesionej konstrukcji należy sprawdzić pod kątem wskazań, że elementy zostały zniekształcone lub przeciążone, oraz upewnić się, że wszelkie tymczasowe urządzenia zostały usunięte w sposób zadowalający lub są zgodne z określonymi wymaganiami.

12.7.3 Pomiar położenia geometrycznego węzłów połączeniowych

12.7.3.1 Metody i dokładność pomiaru

Dokonuje się pomiaru ukończonej struktury. Badanie to dotyczy sieci wtórnej. W przypadku EXC3 i EXC4 ten pomiar należy zarejestrować. Przy akceptacji struktury, szczegółowe określone kontrole wymiarowe nie wymagają zapisu, chyba że określono inaczej.

Wybrana metoda uwzględnia zdolność procesu pomiaru pod względem dokładności względem kryteriów akceptacji. Mogą być stosowane metody pomiaru chmury punktów.

Stosowane metody i przyrządy mogą być wybrane spośród wymienionych w ISO 7976-1 i ISO 7976-2.

W razie potrzeby przegląd należy skorygować o wpływ temperatury i dokładności pomiarów w stosunku do temperatury podanej w 9.4.1.

Korekty można oszacować zgodnie z odpowiednimi częściami ISO 17123.

12.7.3.2 System pomiaru

System dopuszczalnych odchyłeń zbudowany jest z punktów położenia na poziomie podstawowym, ogółu pionowości kolumn oraz szeregu poziomów pośrednich i poziomów dachu określone jako poziomy posadzki powykonawczej.

UWAGA Punkty pozycyjne oznaczają położenie poszczególnych komponentów, na przykład kolumn (zob. ISO 4463-1).

Każda indywidualna wartość powinna być zgodna z wartościami z rysunków i tabel. Suma algebraiczna wartości dyskretnych nie powinna być większa niż dopuszczalne odchylenia dla całej struktury.

System określa wymagania dotyczące pozycji połączeń. Pomiędzy tymi pozycjami tolerancje produkcyjne określają dopuszczalne odchylenia.

System nie określa wyraźnych wymagań dla drugorzędnych elementów strukturalnych, takich jak słupki boczne i płatwie.

Szczególną uwagę należy zwrócić na ustalenie linii i poziomów podczas montowania do istniejącej konstrukcji.

12.7.3.3 Punkty i poziomy referencyjne

Na każdym komponencie, który ma być sprawdzony, jego tolerancje montażu są zazwyczaj określone w odniesieniu do następujących punktów referencyjnych:

- a) dla komponentów w obrębie 10° od pionu: środek komponentu na każdym końcu;
- b) dla elementów w obrębie 45° od poziomu (włączając wierzchołki kratownic): środek górnej powierzchni na każdym końcu;
- c) dla wewnętrznych komponentów w zabudowanych dźwigarach kratowych i kratownicach: środek elementu na każdym końcu;
- d) w odniesieniu do innych komponentów: rysunki montażowe powinny wskazywać punkty odniesienia, które zazwyczaj powinny być górnymi lub zewnętrznymi powierzchniami komponentów podlegających głównie zginaniu oraz środkowymi liniami komponentów głównie poddawanych bezpośredniemu ścisaniu lub naprężeniu.

Inne punkty odniesienia mogą zostać zastąpione w celu ułatwienia odniesienia, pod warunkiem że mają one podobny skutek do tych wymienionych powyżej.

12.7.3.4 Miejsce i częstotliwość

Pomiary będą dokonywane tylko w odniesieniu do pozycji elementów sąsiadujących z węzłami połączeń w miejscu montażu, jak określono poniżej, chyba że określono inaczej. Miejsce i częstotliwość pomiarów są określone w planie kontroli i badań.

Należy zidentyfikować krytyczne kontrole wymiarowe konstrukcji powykonawczej niezbędnej w odniesieniu do specjalnych tolerancji, które należy włączyć do planu inspekcji i testów.

Dokładność pozycjonowania wzniesionej konstrukcji stalowej powinna być mierzona tylko przy ciężarze własnym konstrukcji stalowej, chyba że określono inaczej. Następnie należy określić warunki, w których będą przeprowadzane pomiary, jak również odchylenia i ruchy spowodowane nałożonymi obciążeniami, innymi niż te wynikające z ciężaru własnego konstrukcji stalowej, jeżeli mogą one wpływać na kontrole wymiarowe.

12.7.3.5 Kryteria przyjęcia

Kryteria przyjęcia podano w 11.2 i 11.3.

12.7.3.6 Definicja niezgodności

Ocena możliwości zaistnienia niezgodności, powinna uwzględniać nieuniknioną zmienność metod pomiaru obliczoną zgodnie z 12.7.3.1.

UWAGA 1 ISO 3443-1 do ISO 3443-3) zawierają wskazówki dotyczące tolerancji dla budynków i implikacji zmienności (w tym odchylenia produkcji, ustawienia i montażu) dot. dopasowania między komponentami.

Dokładność konstrukcji należy interpretować w odniesieniu do oczekiwanych ugięć, krzywizn, ustawień wstępnych, ruchów sprężystych i rozszerzalności cieplnej komponentów.

UWAGA 2 EN 10088-1 zawiera wartości współczynnika rozszerzalności cieplnej dla zwykłych stali nierdzewnych.

Jeżeli przewiduje się znaczny ruch konstrukcji, który mógłby wpłynąć na kontrolę wymiarów (np. w przypadku konstrukcji poddawanej naprężeniom rozciągającym), należy określić ogół dopuszczalnych pozycji.

12.7.3.7 Działanie w przypadku niezgodności

Działania w przypadku niezgodności powinny być zgodne z 12.3. Korekty należy przeprowadzać przy użyciu metod zgodnych z niniejszą Normą Europejską.

Jeśli konstrukcja stalowa zostanie przekazana z nieskorygowanymi niezgodnościami oczekującymi na działanie, należy sporządzić ich listę.

12.7.4 Inne badania zatwierdzenia

Jeżeli elementy konstrukcji mają być montowane do określonego obciążenia niż do położenia, należy określić szczegółowe wymagania, w tym zakres tolerancji obciążenia.

Załącznik A (normatywny)

Dodatkowe informacje, opcje i wymagania dotyczące klas wykonania

A.1 Dodatkowe wskazówki

W niniejszej klauzuli wymieniono w Tabeli A1 dodatkowe informacje wymagane w tekście niniejszej Normy Europejskiej, aby w pełni zdefiniować wymagania dotyczące wykonania prac zgodnie z niniejszą normą europejską (tj. jeśli sformułowania takie jak „powinno być określone ” lub „specyfikacja wykonania określa” są używane).

Tabela A.1. Dodatkowe wskazówki

Klauzula	Wymagane dodatkowe informacje
4.2. Dokumentacja Wykonawcy	
4.2.1	Punkty wstrzymania lub wymóg obecności świadków kontroli lub badań, a także wszelkie wynikające z tego wymogi dotyczące dostępu
5. Produkty składowe	
5.1	Właściwości produktów nieobjętych wymienionymi normami
5.3.1	Gatunki, jakości i, w stosownych przypadkach, masy powłok i wykończeń wyrobów stalowych
5.3.3	Dodatkowe wymagania związane ze specjalnymi ograniczeniami dotyczącymi niedoskonałości powierzchni lub naprawy defektów powierzchni poprzez szlifowanie zgodnie z EN 10163, z EN 10088- 4 lub EN 10088-5 dla wymagań wykończenia powierzchni ze stali nierdzewnej innych produktów
5.3.4	Wymagania dotyczące następujących elementów: — badanie produktów składowych; — ulepszone właściwości odkształcenia prostopadle do powierzchni; — specjalne warunki dostawy stali nierdzewnych; — warunki przetwarzania.
5.4	Gatunki, przyrostki gatunków i wykończenia odlewów stalowych
5.6.3	Klasy właściwości śrub i nakrętek oraz wykończeń powierzchni dla konstrukcyjnych zestawów śrubowych dla zastosowań bez wstępnego obciążenia Warunki techniczne dostawy dla niektórych zestawów śrubowych Informacje szczegółowe dotyczące użycia zestawów izolacyjnych
5.6.4	Klasy właściwości śrub i nakrętek oraz wykończeń powierzchni dla zestawów śrubowych do wstępnego obciążenia
5.6.6	Skład chemiczny zestawów odpornych na warunki atmosferyczne
5.6.7	Gatunek stali zbrojeniowych
5.6.9.2	Wymiary podkładek klinowych

Klauzula	Wymagane dodatkowe informacje
5.6.10	Specyfikacja nitów pełnych do nitowania na gorąco
5.6.11	Specjalny element złączny nie znormalizowany w normach CEN lub ISO, jak również wszelkie niezbędne badania
5.9	Stosowne materiały do spoinowania
5.10	Wymagania dotyczące typu i charakterystyki złączy kompensacyjnych
5.11	Klasa wytrzymałości na rozciąganie i powlekanie drutów Oznaczenie i klasa splotów Minimalne obciążenie zrywające, średnica lin stalowych i wymagania dotyczące ochrony przed korozją
6. Przygotowanie i montaż	
6.2	Obszary, w których metoda znakowania nie wpływa na wytrzymałość zmęczeniową Strefy, w których znaki identyfikacyjne są niedozwolone lub nie będą widoczne po zakończeniu prac
6.5.3.1	Miejsce pomiaru temperatury i próbek do badań strefy ogrzewanej termicznie
6.6.1	Specjalne wymiary dla dylatacji Nominalna średnica otworu dla nitów pełnych do nitowania na gorąco Wymiary nawierceń
6.9	Specjalne wymagania dotyczące połączeń dla elementów tymczasowych, w tym tych związanych ze zmęczeniem
6.10	Wymagania dotyczące tego, czy i w jakim zakresie ma być stosowany montaż próbny
7. Spawalnictwo	
7.4.1.1	Strefy startu i zatrzymania oraz metody połączeń kształtowników drążonych
7.5.6	Obszary, w których spawanie tymczasowych przyłączy nie jest dozwolone Zastosowanie przyłączy tymczasowych dla EXC3 i EXC4
7.5.9.1	Umieszczenie spoin czołowych używanych jako spojenia w celu dostosowania dostępnych długości produktów składowych
7.5.13	Wymiary otworów do spoin szczelinowych i otworowych
7.5.14	Wymagania dla innych rodzajów spoin
7.5.16	Jeśli VT zajarzanych łuków poza miejscem spoiny na gatunkach stali <S460 ma być uzupełnione przez PT lub MT Wymagania dotyczące szlifowania i obróbki powierzchni gotowych spoin
7.6.1	Jakość spoiny dla zidentyfikowanych spoin EXC4
7.6.2	Kryteria przyjęcia w kategoriach szczegółów (DC) dla miejsc połączeń spawanych podlegających zmęczeniu Zastosowanie wymagań wykonawczych podanych w EN 1993-1-9: 2005, Tabele od 8.1 do 8.8. Zastosowanie wymagań wykonawczych podanych w EN 1993-2: 2006, załącznik C.
7.7	Wymagania dotyczące spawania różnych rodzajów stali nierdzewnej ze sobą lub z innymi stalami, takimi jak stale węglowe
8. Mocowanie mechaniczne	

Klauzula	Wymagane dodatkowe informacje
8.2.2	Wymiary śrub w połączeniu z wykorzystaniem wytrzymałości trzpienia niegwintowanego na ścinanie
8.2.4	Czy podkładki, jeśli są wymagane, mają być umieszczone pod nakrętką lub łbem śruby, w zależności od tego, który z nich jest obrócony, lub jeśli oba są obrócone Wymiary i gatunek podkładek płytowych
8.4	Wymagania dotyczące powierzchni stykowych w połączeniach antypoślizgowych stali nierdzewnych Powierzchnia i wymagana klasa powierzchni stykowych we wstępnie obciążonych połączeniach
8.8	Wymagania i wszelkie badania wymagane do stosowania specjalnych elementów złącznych i metod mocowania Wymagania dotyczące stosowania śrub dostosowanych do wtrysku żywicy
9. Budowa	
9.3.1	Wymagane wygięcie i ustawienia wstępne w stosunku do tych dostarczonych na etapie produkcji
9.4.1	Temperatura referencyjna dla ustawienia i pomiaru konstrukcji stalowej
9.5.5	Metoda uszczelniania krawędzi płyty podstawowej, jeśli nie jest wymagane spoinowanie
10. Obróbka powierzchni	
10.1	Wymagania dotyczące uwzględnienia konkretnego systemu powłokowego, który ma być zastosowany
10.3	Jeśli to konieczne, procedury zapewniające, że powierzchnia niepowlekanych stali odpornych na warunki atmosferyczne jest akceptowalna wizualnie po poddaniu ich działaniu czynnikom atmosferycznym Wymagania dotyczące obróbki powierzchni stykowych stali odpornych/nieodpornych na warunki atmosferyczne
10.6	Wewnętrzny system obróbki, jeśli zamknięte przestrzenie mają być uszczelnione przez spawanie lub poddane obróbce zabezpieczającej wewnętrznie Sposób uszczelnienia ścian uszczelnionych przestrzeni zamkniętych, przez które przechodzą elementy złącze
10.9	Metoda i zakres napraw wstępnie powlekanych produktów składowych po cięciu lub spawaniu
10.10	Metoda, poziom i zakres czyszczenia stali nierdzewnych
11. Tolerancje geometryczne	
11.1	Dodatkowe informacje dotyczące specjalnych tolerancji, jeśli takowe są określone
11.2.3.2	Specjalne tolerancje dla powłok stale podtrzymywanych
11.3.2	Klasa tolerancji mająca zastosowanie do każdego komponentu lub części konstrukcji
12. Kontrola, testowanie i poprawki	
12.3	Miejsce i częstotliwość pomiarów w planie kontroli i badań
12.4.2.3	Zakres dodatkowego badania nieniszczącego (NDT) dla każdej zidentyfikowanej spoiny EXC4
12.4.2.4	Specjalne złącza EXC4 do kontroli wraz z zakresem badań
12.5.1	Wymagania dotyczące sprawdzenia instalacji systemu izolacji
12.5.2.1	Wymagania dotyczące kontroli i badań wstępnie obciążonych zestawów śrubowych stosowanych do połączeń ze stali nierdzewnej
12.5.4.1	Wymagania dotyczące kontroli połączeń za pomocą specjalnych elementów złącznych lub specjalnych metod mocowania
12.7.1	Wymagania dotyczące kontroli montażu próbnego
Załącznik B. Tolerancje geometryczne	

Klauzula	Wymagane dodatkowe informacje
B.2	Zakres kontroli wymiarów dla pomiarów wgłębień (zob. Tabela B.II)
Załącznik C. Lista kontrolna treści planu jakości	
C.2.3.4	Wymagania dotyczące prowadzenia ewidencji przez ponad dziesięć lat
Załącznik F. Zabezpieczenie przed korozją	
F.1.2	Specyfikacja wydajności dla zabezpieczenia przed korozją
F.1.3	Wymagania wstępne dotyczące zabezpieczenia przed korozją
F.4	Wymagania dotyczące powierzchni ciernych i wymaganej klasy obróbki lub badań Zakres powierzchni, które podlegają wpływowi wstępnie obciążonych śrub w połączeniach antypoślizgowych
F.6.3	Wymagania dotyczące kwalifikacji procedury procesu zanurzania, jeżeli określono cynkowanie ogniowe elementów formowanych na zimno po wytworzeniu Wymagania dotyczące kontroli, sprawdzania lub kwalifikacji przygotowania, które ma być przeprowadzone przed kolejnym malowaniem, w przypadku elementów cynkowanych ogniowo
F.7.3	Obszary referencyjne dla systemów ochrony przed korozją w kategoriach korozyjności C3 do C5 i Im1 do Im3
F.7.4	Komponenty, dla których nie jest wymagana kontrola po cynkowaniu Komponenty lub określone miejsca, które zostaną poddane dodatkowym badaniom nieniszczącym (NDT) oraz ich zakres i zastosowane metody

B.1. Opcje

W niniejszym załączniku wymieniono pozycje, które mogą zostać określone w specyfikacji wykonania, w celu zdefiniowania wymagań dotyczących wykonania pracy, w przypadku gdy opcje są podane w niniejszej Normie Europejskiej (tj. gdy sformułowania takie jak „chyba że określono inaczej” lub „należy określić, jeśli” są stosowane).

Tabela A.2. Opcje

Klauzula	Opcja(-e) do określenia
4. Specyfikacje i dokumentacja	
4.2.2	Jeśli wymagany jest plan jakości wykonania prac
5. Produkty składowe	
5.2	Jeśli określono wykrywalność każdego produktu składowego
5.3.1	Jeśli mają być stosowane inne produkty ze stali konstrukcyjnej niż wymienione w Tabelach 2, 3 i 4
5.3.2	Jeśli określono inne tolerancje grubości dla stalowych płyt konstrukcyjnych
5.3.3	Jeśli nieciągłości takie jak pęknięcia, powłoki i szwy spawalnicze mają być naprawione
5.3.4	Jeśli wewnętrzna klasa nieciągłości SI dla spawanych połączeń krzyżowych Jeśli obszary znajdujące się blisko przepon nośnych lub usztywnień mają być sprawdzone pod kątem występowania wewnętrznych nieciągłości

Klauzula	Opcja(-e) do określenia
5.4	Opcje dla odlewów stalowych Jeśli wymagane są inne oceny niż badania Jeśli wymagane są inne kryteria przyjęcia
5.5	Jeśli mają być użyte inne opcje niż te w Tabeli 6
5.6.3	Jeśli elementy złączne zgodne z EN ISO 898-1 i EN ISO 898-2 mogą być użyte do łączenia stali nierdzewnych zgodnie z EN 10088-4 lub EN 10088-5
5.6.4	Jeśli zestawy śrubowe ze stali nierdzewnej mogą być stosowane we wstępnie obciążonych zastosowaniach
5.6.7	Jeśli można zastosować stale zbrojeniowe do śrub fundamentowych wraz z gatunkiem stali
5.6.8	Jeśli wymagane są urządzenia blokujące Jeśli mają być użyte inne produkty niż te w wymienionych normach
6. Przygotowanie i montaż	
6.2	Jeśli inne wymogi mają zastosowanie do numerów naniesionych stemplem znakowniczym, znaczników wykrawanych bądź wwiercanych Jeśli może zostać użyty stempel miękki lub niepowodujący naprężeń
6.4.3	Inne wymagania jakościowe dla powierzchni ciętych niż te z Tabeli 9
6.4.4	Jeżeli dla stali węglowych określono twardość powierzchni krawędzi swobodnej Jeśli określono inne wymagania w celu sprawdzenia możliwości procesów cięcia
6.5.2	Jeżeli dopuszczalne jest formowanie na gorąco stali nierdzewnej
6.5.3.1	Jeżeli wymagana jest udokumentowana procedura prostowania płomieniowego dla stali gatunku S355 i poniżej
6.5.4	Inne minimalne promienie gięcia dla stali nierdzewnych do określonych stopni Inne warunki gięcia rur okrągłych przez formowanie na zimno
6.6.1	Inne minimalne odstępki dla średnicy śruby lub sworznia mniejszej niż 12 mm lub większej niż 36 mm Inny minimalny prześwit dla normalnych okrągłych otworów do zastosowań takich jak wieże i maszty Jeśli można zastosować śruby z łbem stożkowym lub 12 i 14 mm w otworach 2 mm
6.6.2	Inne tolerancje dla średnicy otworu
6.6.3	Jeżeli otwory poza ustalonymi granicami nie są tworzone przez wykrawanie
6.7	Jeżeli wklęsłe kąty lub karby mogą być zaokrąglone z innymi minimalnymi wartościami promienia. Jeżeli wykrawane wycięcia są niedozwolone
6.8	Jeśli wymagane są powierzchnie styków dociskowych
7 - Spawanie	
7.2.2	Jeżeli warunki spawania w strefie formowania na zimno zgodnie z EN 1993-1-8: 2005, 4.14 nie są wymagane
7.4.1.1	Jeśli wymagane są specjalne warunki natapiania spoin szczepnych Jeśli instrukcje pracy mają być używane dla EXC1
7.4.1.2	Jeżeli standardowe technologie spawania mogą być stosowane dla EXC3 lub EXC4 [w tabeli 12] Warunki alternatywne do testowania zgodnie z EN ISO 9018

Klauzula	Opcja(-e) do określenia
7.4.2.2	Alternatywne procedury kwalifikacyjne dla spawaczy odgałęzień
7.5.1.1	Jeśli otwory wycięcia mogą mieć promień mniejszy niż 40 mm
7.5.4	Inne specyfikacje niż w Załączniku E, dotyczące montażu kształtowników drążonych, które mają być zespawane
7.5.6	Jeśli rozdrabnianie i żłobienie są dozwolone dla gatunków $\geq$ S460 lub elementów narażonych na zmęczenie
7.5.8.2	Jeśli nie zostaną zakończone spawy końcowe dla spoin pachwinowych
7.5.9.1	W przypadku EXC2, jeśli spawania poprzecznego czołowego z pełnym przetopem wymagane są płytki dobiegowe / wybiegowe W przypadku EXC2, EXC3 i EXC4, jeśli płytki dobiegowe / wybiegowe są wymagane dla wzdłużnych spoin doczołowych o pełnym przetopie lub spoin doczołowych o częściowym przetopie Jeśli wymagana jest powierzchnia równa
7.5.9.2	Jeśli nie można użyć stałego materiału podkładowego ze stali do spawania jednostronnego Jeśli wykonywane jest szlifowanie czołowe jednostronnych spoin czołowych w połączeniach pomiędzy kształtownikami drążonymi <u>bez podkładu jest dozwolone</u>
7.5.13	Dopuszczalne są spoiny otworowe bez wcześniejszego spawania szczelinowego
7.5.16	Jeśli dla gatunków stali $\geq$ S460, usunięcie rozprysków spawalniczych nie jest wymagane.
7.6.1	Jeżeli dla EXC1, EXC2 i EXC3 wymagane są inne kryteria akceptacji dla niedoskonałości spawu
7.6.2	Alternatywne kryteria, jeśli kryteria akceptacji spoin podlegających zmęczeniu nie są określone pod względem kategorii detalu (DC) Jeżeli mają być stosowane kryteria przyjęcia do Załącznika C EN ISO 5817: 2014
7.6.3	Wymagania dotyczące spoin w ortotropowych nawierzchniach mostowych
8. Mocowanie mechaniczne	
8.2.1	Jeżeli oprócz dokręcania należy zastosować inne działania lub środki, aby zabezpieczyć nakrętki Jeśli wstępnie obciążone zespoły wymagają dodatkowych urządzeń blokujących Jeżeli śruba i nakrętka mogą być spawane
8.2.2	Jeśli minimalna średnica łącznika może być mniejsza niż M12 dla konstrukcji skręcanych
8.2.4	Jeżeli podkładki są wymagane do nieobciążonych połączeń śrubowych Jeśli podkładki nie są wymagane pod łbem śruby i nakrętki w przypadku pojedynczych połączeń zakładkowych z tylko jednym rzędem śrub Jeżeli podkładki płytowe nie są wymagane do połączeń z otworami szczelinowymi i ponadwymiarowymi
8.3	Jeśli pełne powierzchnie dociskowe są określone
8.5.1	Inna nominalna wartość obciążenia wstępnego wraz z odpowiednimi zespołami śrubowymi, metoda dokręcania, parametry dokręcania i wymagania dotyczące kontroli Jeśli wymagany jest niższy poziom obciążenia wstępnego Jeśli istnieją ograniczenia dotyczące stosowania którejkolwiek metody dokręcania podanej w Tabeli 19 Dopuszczalna jest kalibracja do Załącznika H dla metody kontrolowanego momentu Jeśli zostaną podjęte dodatkowe środki w celu zrekompensowania ewentualnej późniejszej utraty siły obciążenia wstępnego
8.5.4	Jeżeli określono inne wartości niż podane w Tabeli 20

Klauzula	Opcja(-e) do określenia
	Jeśli w drugim kroku wymagane są inne wartości niż podane w Tabeli 21
8.5.5	Jeśli pierwszy etap metody HRC ma być powtórzony
8.6	Jeżeli długość gwintowanej części trzpienia śruby mocującej (w tym wybieg gwintu) zawartej w długości docisku może przekroczyć 1/3 grubości płyty
8.7.2	Jeśli wymagana jest płaska powierzchnia nitów wpuszczanych
8.7.3	Jeżeli zewnętrzne powierzchnie warstw mają być wolne od wgnieceń przez maszynę nitującą
9. Budowa	
9.4.1	Jeżeli pomiary terenu dla robót będą powiązane z innym systemem niż system ustanowiony do wyznaczania i pomiaru robót budowlanych
9.5.3	Jeśli kompensacja osiadania podpór jest niedopuszczalna
9.5.4	Jeżeli podkładki mają być później zacementowane, mogą być umieszczone w taki sposób, aby zaczyn cementowy nie otoczył ich całkowicie Jeśli podkładki do mostów mogą pozostać na miejscu Jeśli nakrętki poziomujące na śrubach fundamentowych pod płytą podstawy mają zostać usunięte
9.5.5	Jeśli należy ubić zaprawę wokół prawidłowo zamocowanych podpór Jeśli wymagana jest obróbka konstrukcji stalowych, styków i powierzchni betonowych przed
9.6.5.2	Jeśli wymagane jest, aby stężenia w wysokich budynkach były odprężane, w miarę postępu montażu
9.6.5.3	Jeśli materiał podkładek regulacyjnych ma się różnić od płaskiej stali Jeśli wybijków nie można użyć do wyrównania połączeń
10 - Obróbka powierzchni	
10.2	Jeśli istnieją wymagania dotyczące czystości powierzchni stali nierdzewnych Jeśli ma zastosowanie inny stopień przygotowania niż P1 Jeśli stopień przygotowania P2 lub P3 ma być stosowany do kategorii korozji powyżej C3 i oczekiwanej trwałości ochrony antykorozyjnej dłuższej niż 15 lat
10.5	Jeśli zamknięte przestrzenie mają być uszczelnione po cynkowaniu ogniowym, a jeśli tak, to za pomocą jakiego produktu Jeśli wymagane jest piaskowanie przed cynkowaniem ogniowym, a także
10.6	Jeśli niedoskonałości spoin dozwolone w specyfikacji wykonania wymagają uszczelnienia przez zastosowanie odpowiedniego materiału wypełniającego, aby zapobiec wnikanii wilgoci Jeśli zgrzewy spawalnicze wymagają dalszej kontroli po oględzinach
10.7	Jeśli istnieją szczególne wymagania dotyczące powlekania powierzchni w kontakcie z betonem
10.8	Jeżeli powierzchnie do spawania i powierzchnie pod uszczelkami mają być pokryte środkami innymi niż podkład i warstwa pośrednia Jeśli połączenia śrubowe, włącznie ze strefą wokół takich połączeń, mają być poddane konserwacji innej niż pełny system ochrony antykorozyjnej określony dla pozostałej części konstrukcji stalowej
10.9	Jeśli naprawa lub dodatkowy zabieg zabezpieczający jest wymagana do krawędzi cięcia i przylegających powierzchni po cięciu

Klauzula	Opcja(-e) do określenia
11. Tolerancje geometryczne	
11.1	Jeśli wymagane są specjalne tolerancje
11.2.3.5	Jeśli podkładki regulacyjne nie mogą być użyte do zmniejszenia szczeliny połączeń śrubowych w styku dociskowym
11.3.1	Jeśli mają zastosowanie alternatywne kryteria tolerancji funkcjonalnej określone w 11.3.3
11.3.2	Poszczególne elementy lub wybrane części wzniesionej konstrukcji, do których stosuje się klasę tolerancji 2
11.3.3	Jeśli określone zostaną alternatywne kryteria
12. Kontrola, testowanie i poprawki	
12.2.1	Jeśli istnieją wymagania dotyczące konkretnych badań produktów składowych
12.3	Inne metody naprawy uszkodzeń powodujące miejscowe wgniecenia na powierzchni kształtowników drążonych
12.4.2.1	Jeśli metal podstawowy ma być sprawdzony pod kątem połączeń warstwowych po spawaniu
12.4.2.3	Jeśli wymagane są inne zasady do określenia procentowego zakresu badań
12.4.2.4	Jeżeli określone połączenia są identyfikowane do kontroli wraz z zakresem i metodą badania dla EXC1, EXC2 i EXC3 Jeśli klasy kontroli spoin mają być użyte do określenia zakresu i procentowego stopnia dodatku, a jeśli tak, to jakie klasy kontroli spoiny dla każdej odpowiedniej spoiny
12.4.4	Jeśli wymagane są badania produkcyjne dla EXC3 i EXC4
12.5.2.4	Inne metody kontroli niż sekwencyjny plan pobierania próbek w Załączniku M Jeśli wymagane jest sprawdzenie nadmiernego dokręcenia dla metody kontrolowanego momentu
12.5.2.5	Jeśli wymagana jest kontrola nadmiernego dokręcenia za pomocą metody kontrolowanego momentu, a jeśli tak, to jakie wymagania dotyczące kontroli
12.7.3.1	Jeśli wymagane są szczegółowe kontrole wymiarowe przy odbiorze
12.7.3.4	Zakres pomiarów do badania położenia geometrycznego węzłów połączeniowych, jeżeli nie są to węzły przesiadkowe obiektu Warunki pomiarów inne niż pod ciężarem własnym konstrukcji stalowej
12.7.3.6	Ogół dopuszczalnych położzeń, jeśli przewiduje się znaczny ruch konstrukcji, który mógłby wpłynąć na kontrolę wymiarów
12.7.4	Zakres tolerancji obciążenia, jeśli elementy konstrukcji mają zostać wzniesione do określonego obciążenia
Załącznik D. Procedura sprawdzania zdolności zautomatyzowanych procesów cięcia termicznego	
D.1	Jeśli weryfikacja jakości ciętych powierzchni nie zostanie przeprowadzona pod nadzorem koordynatora odpowiedzialnego za spawanie
Załącznik E. Połączenia spawane w kształtownikach drążonych	
E.4(d)	Jeśli nie należy spawać ukrytego obszaru spoiny

Klauzula	Opcja(-e) do określenia
Załącznik F. Zabezpieczenie przed korozją	
F.1.2	Jeśli specyfikacja wydajności ma zostać zastosowana
F.2.2	Inne wymagania niż seria EN ISO 8501 i EN ISO 1461 dla przygotowania powierzchni stali węglowych
F.5	Jeśli dolna osadzona część śrub fundamentowych nie ma być pozostawiona bez obróbki
F.7.2	Inne wymagania dotyczące zakresu kontroli wymaganej dla pokrycia farbą
F.7.3	Jeśli nie określono obszarów referencyjnych dla systemów ochrony przed korozją w kategoriach korozyjności C3 do C5 i Im1 do Im3
F.7.4	Jeśli elementy ocynkowane ogniowo nie są poddawane kontroli po cynkowaniu (LMAC)
Załącznik G. Określenie współczynnika tarcia	
G.5	Jeśli zakładany czas użytkowania konstrukcji jest inny niż 50 lat
G.6	Jeśli wymagane jest przedłużona próba pełzania
Załącznik I. Określenie utraty obciążenia wstępnego dla grubej powłoki powierzchniowej	
1.1	Naprężenia wstępne tworzą zaciśnięte zespoły śrub, które mają być dokręcone i ponownie dokręcone metodą kontrolowanego momentu (patrz Tabela 1.1)

A.3 Wymagania dotyczące klas wykonania

W tej klauzuli wymieniono wymagania szczegółowe dla każdej klasy wykonania wymienionej w niniejszej Normie Europejskiej. „Bw” w Tabeli oznacza: Brak specjalnego wymogu w tekście.

Elementy identyfikowane za pomocą [PC] w Tabeli A.3 odnoszą się do ogólnego systemu kontroli wykonania i podlegają wspólnemu wyborowi klasy wykonania w całym zakresie prac (lub fazie prac). Pozostałe elementy identyfikowane za pomocą [PS] zazwyczaj wymagają wyboru odpowiedniej klasy wykonania według pojedynczych komponentów lub szczegółów połączenia danego projektu.

Tabela A.3. Wymagania dla każdej klasy wykonania

Klauzule	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
4. Specyfikacje i dokumentacja				
4.2 Dokumentacja budowniczego				
4.2.1 Dokumentacja jakościowa [PC]	Bw	Tak	Tak	Tak
5. Produkty składowe				
5.2 Identyfikacja, dokumenty kontroli i wykrywalność				
Wykrywalność [PC]	Bw	Tak (przez znakowanie)	Tak (od otrzymania do przekazania)	Tak (od otrzymania do przekazania)
Znakowanie [PC]	Bw	Tak	Tak	Tak

Klauzule	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
6. Przygotowanie i montaż				
6.4 Cięcie				
6.4.3 Cięcie termiczne [PC]	Zob. Tabela 9	Zob. Tabela 9	Zob. Tabela 9	Zob. Tabela 9
7. Spawanie				
7.1 Postanowienia ogólne				
7.1 Postanowienia ogólne [PC]	EN ISO 3834-4	EN ISO 3834-3	EN ISO 3834-2	EN ISO 3834-2
7.4 Kwalifikowanie technologii i personelu spawalniczego				
7.4.1 Kwalifikowanie technologii spawalniczych				
7.4.1.1 Postanowienia ogólne [PC]	Odpowiednie instrukcje pracy (jeśli zostały określone)	Zob. EN ISO 3834-3	Zob. EN ISO 3834-2	Zob. EN ISO 3834-2
7.4.1.2 Kwalifikowanie technologii spawalniczych [PC]	Bw	Zob. Tabela 12	Zob. Tabela 12	Zob. Tabela 12
7.4.2.1 Spawanie i operatorzy urządzeń spawalniczych [PC]	Określona częstotliwość ponownego sprawdzania	Zob. EN ISO 3834-3	Zob. EN ISO 3834-2	Zob. EN ISO 3834-2
7.4.3 Nadzór operacji spawalniczych [PC]	Wystarczający nadzór	Wiedza techniczna zgodnie z Tabelami 14 lub 15	Wiedza techniczna zgodnie z Tabelami 14 lub 15	Wiedza techniczna zgodnie z Tabelami 14 lub 15
7.5 Przygotowanie i wykonanie spawania				
7.5.1 Przygotowanie połączeń				
7.5.1.1 Postanowienia ogólne [PC]	Bw	Powłoki gruntowe antykorozyjne reaktywne nie są dozwolone, chyba że zostały przetestowane	Powłoki gruntowe antykorozyjne reaktywne nie są dozwolone, chyba że zostały przetestowane	Powłoki gruntowe antykorozyjne reaktywne nie są dozwolone, chyba że zostały przetestowane
7.5.6 Przyłączenia tymczasowe [PS]	Bw	Bw	Można określić ograniczenia użycia	Można określić ograniczenia użycia
7.5.7 Spoiny szczepne [PC]	Bw	Kwalifikowana technologia spawania	Kwalifikowana technologia spawania	Kwalifikowana technologia spawania

Klauzule	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
7.5.9 Spoiny czołowe				
7.5.9.1 Postanowienia ogólne [PC]	Bw	Płytki dobiegowe / wybiegowe dla poprzecznych spoin czołowych o pełnym przetopie (jeśli są określone) Płytki dobiegowe / wybiegowe dla wzdłużnych spoin czołowych o pełnym przetopie lub o częściowym przetopie (jeśli określono)	Płytki dobiegowe / wybiegowe dla poprzecznych spoin czołowych o pełnym przetopie Płytki dobiegowe / wybiegowe dla wzdłużnych spoin czołowych o pełnym przetopie lub o częściowym przetopie (jeśli określono)	Płytki dobiegowe / wybiegowe dla poprzecznych spoin czołowych o pełnym przetopie Płytki dobiegowe / wybiegowe dla wzdłużnych spoin czołowych o pełnym przetopie lub o częściowym przetopie (jeśli określono)
7.5.9.2 Spoiny jednostronne [PC]	Bw	Bw	Trwałe podłoże ciągłe	Trwałe podłoże ciągłe
7.6 Kryteria akceptacji				
7.6.1 Rutynowe zobowiązania [PC] [PS for EXC4]	EN ISO 5817 Poziom jakości D, ogółem	EN ISO 5817 Poziom jakości C, ogółem	EN ISO 5817 Poziom jakości B	EN ISO 5817, EXC3 jako minimum z określonymi kryteriami dla zidentyfikowanych spoin
7.6.2 Wymagania dotyczące zmęczenia [PC]	Nie dotyczy	EN ISO 5817:2014, Załącznik C (jeśli zostały określone)	EN ISO 5817:2014, Załącznik C (jeśli zostały określone)	EN ISO 5817:2014, Załącznik C (jeśli zostały określone)
9 - Budowa				
9.6 Budowa i praca na miejscu budowy				
9.6.3 Transport i przechowywanie na miejscu budowy [PC]	Bw	Udokumentowana procedura zwrotu	Udokumentowana procedura zwrotu	Udokumentowana procedura zwrotu
12 - Kontrola, testowanie i naprawa				
12A - Spawanie				
12.4.2 Kontrola po spawaniu				
12.4.2.3 Rutynowa kontrola [PC]	NDT: Zob. Tabela 24	NDT: Zob. Tabela 24	NDT: Zob. Tabela 24	NDT: EXC3 do Tabeli 24 jako minimum
12.4.2.4 Kontrola specjalna dla projektu [PS]	Zob. Tabela A.2	Zob. Tabela A.2	Zob. Tabela A.2	Zidentyfikowano złącza do inspekcji wraz z zakresem testów
12.4.2.7 Korekta spoin [PC]	Bw	Zgodnie z WPS	Zgodnie z WPS	Zgodnie z WPS

Klauzule	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
<i>12.5 Mocowanie mechaniczne</i>				
12.5.2 Kontrola i badanie wstępnie obciążonych połączeń śrubowych				
12.5.2.3 Przed dokręceniem [PC]	Bw	Kontrola procedury dokręcania	Kontrola procedury dokręcania	Kontrola procedury dokręcania
12.5.2.4 Podczas i po dokręceniu [PC]	Bw	5% drugiego etapu dokręcania przy zastosowaniu metody sekwencyjnej typu A (chyba że określono inaczej)	5% pierwszego etapu dokręcania i 10 % drugiego etapu dokręcania przy zastosowaniu metody sekwencyjnej typu A (chyba że określono inaczej)	5% pierwszego etapu dokręcania i 10 % drugiego etapu dokręcania przy zastosowaniu metody sekwencyjnej typu B (chyba że określono inaczej)
12.5.2.5 Metoda kontrolowanego momentu [PC]	Bw	Zob. Tabela 25	Zob. Tabela 25	Zob. Tabela 25
12.5.2.6 Metoda kombinowana [PC]	Bw do sprawdzenia pierwszego kroku dokręcania	Bw do sprawdzenia pierwszego kroku	Sprawdź pierwszy krok dokręcania przed	Sprawdź pierwszy krok dokręcania przed oznaczeniem
12.5.2.7 Metoda HRC [PC]	Bw	Kontrola pierwszego kroku dokręcania	Kontrola pierwszego kroku dokręcania	Kontrola pierwszego kroku dokręcania
12.5.3.1 Kontrola, testowanie i naprawa nitów pełnych do nitowania na gorąco [PC]	Bw	Test pierścienia metoda sekwencyjna typu A	Test pierścienia metoda sekwencyjna typu A	Test pierścienia metoda sekwencyjna typu B
<i>12.7 Budowa</i>				
12.7.3.1 Pomiar położenia geometrycznego węzłów przyłączeniowych [PC]	Bw	Bw	Zapis pomiaru	Zapis pomiaru

Załącznik B (normatywny)

Tolerancje geometryczne

B.1. I Postanowienia ogólne

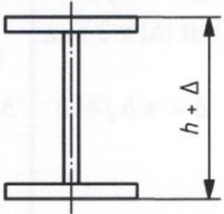
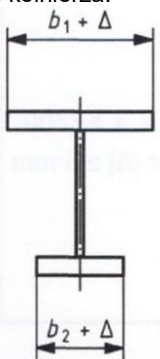
Dopuszczalne odchylenia dla kluczowych i funkcjonalnych tolerancji produkcyjnych są zestawione w Tabelach od B.1 do B.14.

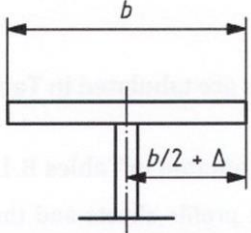
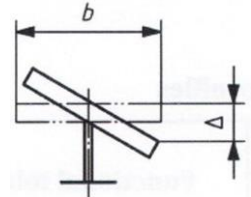
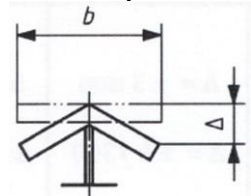
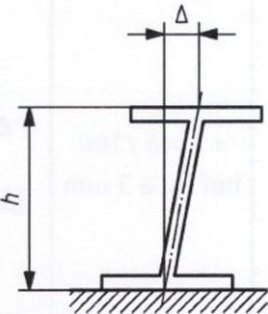
Dopuszczalne odchylenia dla kluczowych i funkcjonalnych tolerancji montażowe są zestawione w Tabelach od B.15 do B.25.

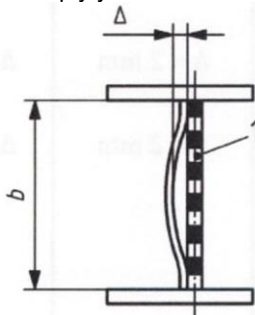
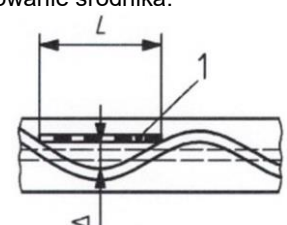
UWAGI Zob. prEN 1090-4 dla tolerancji produkcyjnych dla formowanych na zimno arkuszy profili i tolerancji montażowych dla profilowanych blach stalowych.

B.2. Tolerancje produkcyjne

Tabela B.1. Tolerancje produkcyjne - Profile spawane

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
1	Głębokość 	Całkowita głębokość h : $h \leq 900 \text{ mm}$ $900 < h \leq 1800 \text{ mm}$ $h > 1800 \text{ mm}$	$-\Delta = h / 50$ (uwaga: znak ujemny)	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = \pm h / 300$ $\Delta = \pm 6 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta = \pm h / 450$ $\Delta = \pm 4 \text{ mm}$
2	Szerokość kołnierza: 	Szerokość $b = b_1$ or b_2 :	$-\Delta = b / 100$ (uwaga: znak ujemny)	$+\Delta = b / 100$ ale $ \Delta \geq 3 \text{ mm}$	$+\Delta = b / 100$ ale $ \Delta \geq 2 \text{ mm}$

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
3	Ekscentryczność środka: 	Pozycja środka: — ogólny przypadek: — części kołnierze w kontakcie z łożyskami konstrukcyjnymi:	Brak wymagań	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 4 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
4	Prostokątność kołnierzy: 	Brak prostokątności — ogólny przypadek: — części kołnierza w kontakcie z łożyskami konstrukcyjnymi:	Brak wymagań	$\Delta = \pm b/100$, ale $ \Delta \geq 5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm b/400$	$\Delta = \pm ft/100$ ale $ \Delta \geq 3 \text{ mm}$ $\Delta = \pm ft/400$
5	Płaskość kołnierzy: 	Brak płaskości: — ogólny przypadek: — części kołnierza w kontakcie z łożyskami konstrukcyjnymi:	Brak wymagań	$\Delta = \pm ft/\text{ISO}$, ale $ \Delta \geq 3 \text{ mm}$ $\Delta = \pm ft/400$	$\Delta = \pm ft/150$ ale $ \Delta \geq 2 \text{ mm}$ $\Delta = \pm ft/400$
6	Prostokątność styków: 	Pionowa struktura środka na podporach, dla elementów bez styków usztywniających:	$\Delta = \pm h/200$ ale $ \Delta \geq t_w$ (t_w = grubość środka)	$\Delta = \pm h/300$ Ale $ \Delta \geq 3 \text{ mm}$	$\Delta = \pm ft/500$ ale $ \Delta \geq 2 \text{ mm}$

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
7	Krzywizna płyty: 	Odchylenie Δ na wysokości płyty 6:	$\Delta = \pm b/200$ Jeśli $b/t \leq 80$ $\Delta = \pm b^2/(16\ 0001)$ jeśli $80 < b/t \leq 200$ $\Delta = \pm b/80$ jeśli $b/t > 200$, ale $ \Delta \geq t$ (t = grubość płyty)	$\Delta = \pm b/100$ ale $ \Delta \geq 5\text{ mm}$	$\Delta = \pm b/150$ ale $ \Delta \geq 3\text{ mm}$
8	Zniekształcenia środka: 	Odchylenie Δ na długości pomiarowej L równej wysokości środka b (Zob. (7)): UWAGA W przypadku elementów, które są zwężone lub mają zmienną wysokość środka b dozwolone odchylenie jest związane ze średnią wysokością środka w miejscu pomiaru.	$\Delta = \pm b/100$ ale $ \Delta \geq t$ (t = grubość płyty)	$\Delta = \pm b/100$ ale $ \Delta \geq 5\text{ mm}$	$\Delta = \pm b/150$ ale $ \Delta \geq 3\text{ mm}$
9	Falowanie środka: 	Odchylenie Δ na długości pomiarowej L równej wysokości środka b (Zob. (7)): UWAGA W przypadku elementów, które są zwężone lub mają zmienną wysokość środka b dozwolone odchylenie jest związane ze średnią wysokością środka w miejscu pomiaru.	$\Delta = \pm b/100$ Ale $ \Delta \geq t$ (t = grubość płyty)	$\Delta = \pm b/100$ Ale $ \Delta \geq 5\text{ mm}$	$\Delta = \pm b/150$ ale $ \Delta \geq 3\text{ mm}$

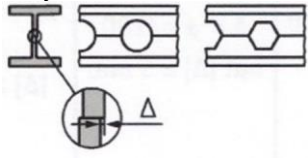
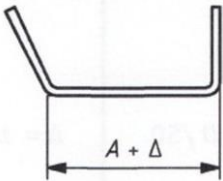
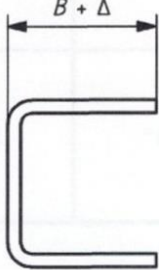
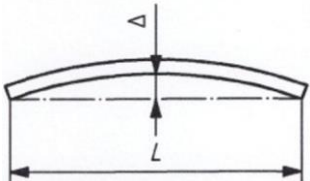
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
10	Belki ażurowe z otworami sześciokątnymi i okrągłymi [wyprodukowane z blachy lub z kształtowników walcowanych na gorąco] o wpisanej nominalnej średnicy D: 	Niewłaściwe dopasowanie średnika- — grubość: — zachodzenie dla otworu o promieniu nominalnym r: $r = D/2 < 200 \text{ mm}$ $r = D/2 \geq 200 \text{ mm}$	Brak wymagań	$\Delta = 2 \text{ mm}$ $\Delta = 2 \text{ mm}$ $\Delta = r/100$ i $A \leq 5 \text{ mm}$	$\Delta = 2 \text{ mm}$ $\Delta = 2 \text{ mm}$ $\Delta = r/100$ i $A \leq 5 \text{ mm}$
Legenda: 1 długość pomiarowa UWAGA Notacje takie jak $\Delta = \pm D/100$, ale $\Delta \geq t$ oznacza, że Δ jest większą z $D/100$ i t.					

Tabela B.2. Tolerancje produkcyjne - Profile gięte prasą krawędziową

Lp	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe; Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
1	Szerokość wewnętrzną elementu: 	Szerokość A pomiędzy zgięciami (element grubości t): $t < 3$ mm: Długość < 7 m Długość ≥ 7 m $t \geq 3$ mm: Długość < 7 m Długość $h \geq 7$ m	$-\Delta = A/50$ (uwaga: znak ujemny)	$\Delta = \pm 3$ mm $\Delta = -3$ mm/ $+5$ mm $\Delta = +5$ mm $\Delta = -5$ mm/ $+9$ mm	$\Delta = \pm 2$ mm $\Delta = -2$ mm/ $+4$ mm $\Delta = \pm 3$ mm $\Delta = -3$ mm/ $+6$ mm
2	Szerokość elementu zewnętrznego: 	Szerokość B między zagięciem a swobodną krawędzią (element grubości t): Krawędź naturalna: $t < 3$ mm $t \geq 3$ mm Krawędź obcięta: $t < 3$ mm	$-\Delta = B/80$ (uwaga: znak ujemny)	$\Delta = -3$ mm/ $+6$ mm $\Delta = -5$ mm/ $+7$ mm $\Delta = -2$ mm/ $+5$ mm $\Delta = -3$ mm/ $+6$ mm	$\Delta = -2$ mm/ $+4$ mm $\Delta = -3$ mm/ $+5$ mm $\Delta = -1$ mm/ $+3$ mm $\Delta = -2$ mm/ $+4$ mm
3	Prostoliniowość dla komponentu, który ma być używany bez ograniczeń: 	Odchylenie Δ od prostoliniowości:	$\Delta = \pm L/1000$	Brak wymagań	Brak wymagań

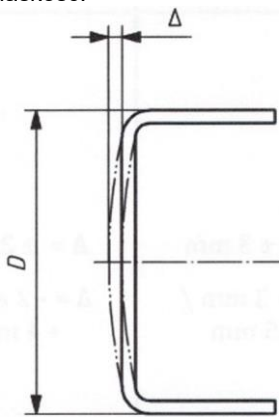
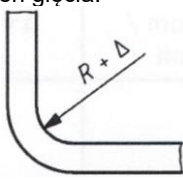
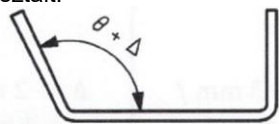
Lp	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
4	Płaskość: 	Wypukłość lub wklęsłość:	Brak wymagań	$\Delta = \pm D / 50$	$\Delta = \pm Df 100$
5	Promień gięcia: 	Wewnętrzny promień zgięcia R :	Brak wymagań	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
6	Kształt: 	Kąt θ między sąsiadującymi komponentami:	Brak wymagań	$\Delta = \pm 3^\circ$	$A = \pm 2^\circ$

Tabela B.3. Tolerancje produkcyjne - Kołnierze spawanych profili

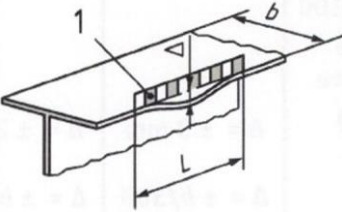
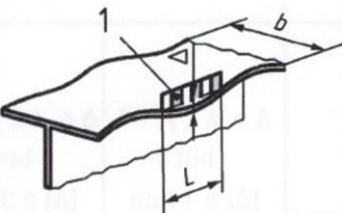
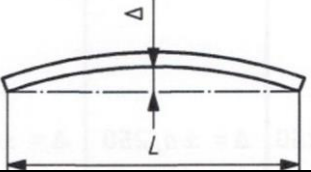
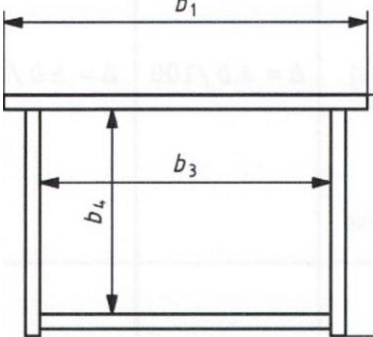
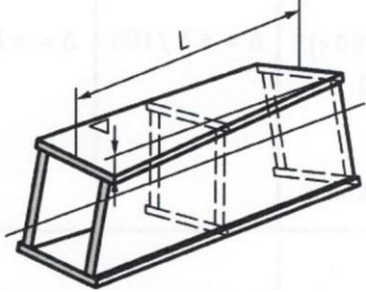
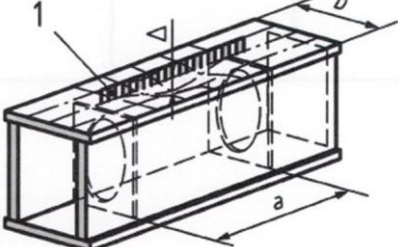
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
1	Zniekształcenie kołnierza sekcji 1:  Klucz 1 długość pomiarowa	Odchylenie Δ na długości pomiarowej L, gdzie L = szerokość kołnierza b:	$\Delta = \pm b/150$ jeśli $b/t \leq 20$ $\Delta = \pm b^2/(3000 t)$ jeśli $b/t \geq 20$ t = grubość kołnierza	$\Delta = \pm b/100$	$\Delta = \pm b/150$
2	Zniekształcenie kołnierza sekcji 1:  Klucz 1 długość pomiarowa	Odchylenie Δ na długości pomiarowej L, gdzie L = szerokość kołnierza b:	$\Delta = \pm b/150$ jeśli $b/t \leq 20$ $\Delta = \pm b^2/(3000 t)$ Jeśli $b/t > 20$ t = grubość kołnierza	$\Delta = \pm b/100$	$\Delta = \pm b/150$
3	Prostoliniowość dla komponentu, który ma być używany bez ograniczeń: 	Odchylenie Δ od prostoliniowości:	$\Delta = \pm L/1000$	$\Delta = \pm L/1000$	$\Delta = \pm L/1000$

Tabela B.4. Tolerancje produkcyjne - Kołnierze spawanych profili skrzynkowych

Lp.	Kryterium	Parametr	Kluczowe tolerancje Dopuszczalne odchylenie	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
1	Wymiary przekroju: 	Odchylenie w wymiarach wewnętrznych lub zewnętrznych: $6 < 900 \text{ mm}$ $900 \text{ mm} \leq b < 1800 \text{ mm}$ $b \geq 1800 \text{ mm}$ gdzie: $b = b_1, b_2, b_3 \text{ lub } b_4$	$-\Delta = b/100$ (uwaga: znak ujemny)	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = \pm b/300$ $\Delta = \pm 6 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta = \pm b/450$ $\Delta = \pm 4 \text{ mm}$
2	Kąt skręcenia: 	Odchylenie Δ na długości pomiarowej L:	Żadnych wymagań	$\Delta = \pm b/700$, ale $\Delta \geq 4 \text{ mm}$ oraz $\Delta \leq 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm b/1000$, ale $\Delta \geq 3 \text{ mm}$ oraz $\Delta \leq 8 \text{ mm}$
3	Niedoskonałości poza płaszczyzną płyt pomiędzy środnikami lub elementami usztywniającymi, przypadek ogólny:  Legenda: 1 miernik długości krawędzi o długości	Odchylenie Δ prostopadłe do płaszczyzny płyty: jeśli $a \leq 2b$: $L = a$ jeśli $a > 2b$: $L = 2b$	$\Delta = \pm a/250$ $\Delta = \pm b/125$	$\Delta = \pm a/250$ $\Delta = \pm b/125$	$\Delta = \pm a/250$ $\Delta = \pm b/125$

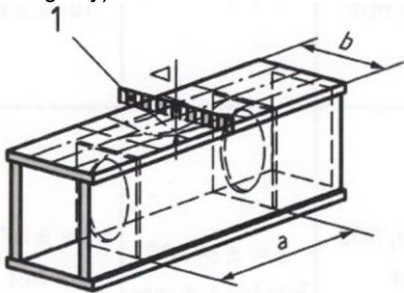
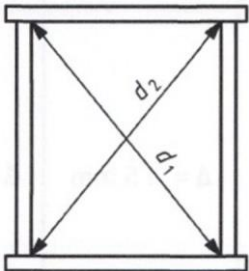
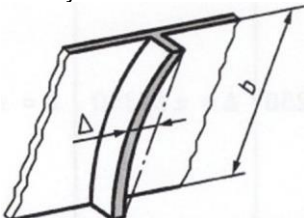
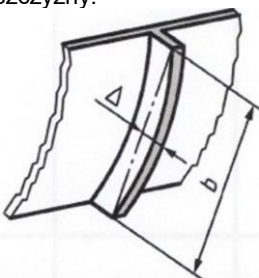
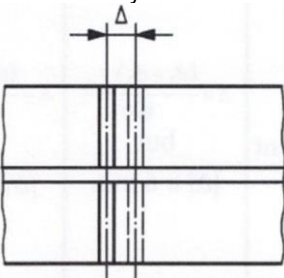
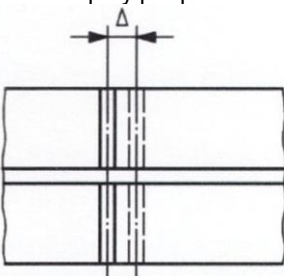
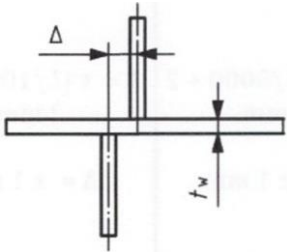
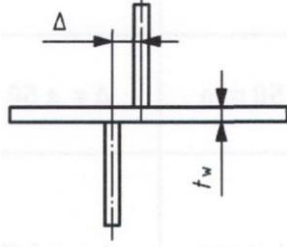
Lp	Kryterium	Parametr	Kluczowe tolerancje Dopuszczalne odchylenie	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
4	Niedoskonałości poza płaszczyzną płyt pomiędzy środnikami lub elementami usztywniającymi (przypadek szczególny z kompresją w kierunku poprzecznym - przypadek ogólny ma zastosowanie, chyba że przewiduje się ten przypadek szczególny):  Legenda: 1 miernik długości krawędzi o długości L	Odchylenie Δ prostopadłe do płaszczyzny płyty: jeśli $b \leq 2a$: $L = b$ jeśli $b > 2a$: $L = 2a$	$\Delta = \pm b/250$ $\Delta = \pm a/125$	$\Delta = \pm b/250$ $\Delta = \pm a/125$	$\Delta = \pm b/250$ $\Delta = \pm a/125$
5	Prostoliniowość:  $(d_1 + d_2)_{act} = (d_1 + d_2) \text{ actual}$ $(d_1 + d_2)_{nom} = (d_1 + d_2) \text{ nominal}$	Różnica Δ między wymiarami przekątnymi na pozycjach przepony: $\Delta = (d_1 - d_2)_{act} - (d_1 - d_2)_{nom}$ (stąd $\Delta = d_1 - d_2 _{act}$ jeśli d_1 i d_2 są nominalnie takie same)	Żadnych wymagań	$\Delta = \text{---}$ ale $\Delta \geq 6 \text{ mm}$	$\Delta = \text{---}$ ale $\Delta \geq 4 \text{ mm}$

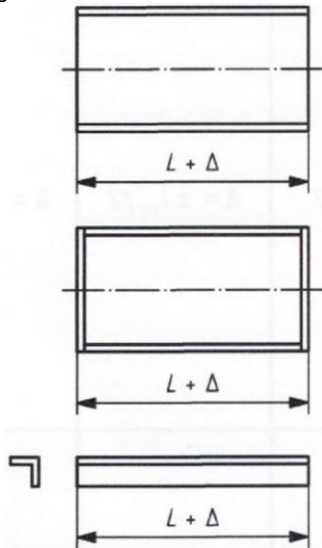
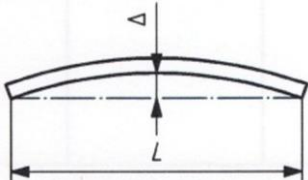
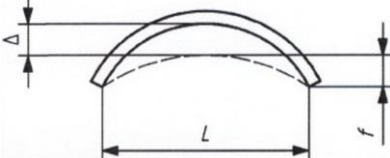
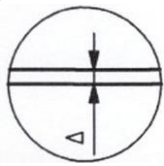
Tabela B.5. Tolerancje produkcyjne - Usztywnienia środników i połączenia krzyżowe profili zwykłych lub skrzynkowych

sections					
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
1	Prostoliniowość na płaszczyźnie: 	Odchylenie Δ od prostoliniowości na płaszczyźnie środnika:	$\Delta = \pm b/250$ ale $ \Delta \geq 4 \text{ mm}$	$\Delta = \pm b/250$ ale $ \Delta \geq 4 \text{ mm}$	$\Delta = \pm b/375$ ale $ \Delta \geq 2 \text{ mm}$
2	Brak prostoliniowości płaszczyzny: 	Odchylenie Δ od prostoliniowości normalnej dla płaszczyzny środnika:	$\Delta = \pm b/500$ ale $ \Delta \geq 4 \text{ mm}$	$\Delta = \pm b/500$ ale $ \Delta \geq 4 \text{ mm}$	$\Delta = \pm b/750$ ale $ \Delta \geq 2 \text{ mm}$
3	Położenie usztywnień środnika: 	Odległość zamierzonego położenia:	$\Delta = + 5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$
4	Położenie usztywnień środników przy podporach: 	Odległość zamierzonego położenia:	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
5	Ekscentryczność usztywnień środka: 	Ekscentryczność pomiędzy parą elementów usztywniających: UWAGA W przypadku połączeń krzyżowych ekscentryczność rozbieżności jest ograniczona do $\pm t/2$, gdzie t jest większą grubością spośród dwóch płyt przymocowanych po obu stronach środka,	$\Delta = \pm t_w/2$	$\Delta = \pm t_w/2$	$\Delta = \pm t_w/3$
6	Ekscentryczność usztywnień środka przy podporach: 	Ekscentryczność pomiędzy parą elementów usztywniających: UWAGA W przypadku połączeń krzyżowych ekscentryczność rozbieżności jest ograniczona do $\pm t/2$, gdzie t jest większą grubością spośród dwóch płyt przymocowanych po obu stronach środka,	$\Delta = \pm t_w/3$	$\Delta = \pm t_w/3$	$\Delta = \pm t_w/4$

UWAGA Notacje takie jak $\Delta = \pm d/100$, ale $|\Delta| \geq 5$ mm oznaczają, że $|\Delta|$ jest większą z $d/100$ i 5 mm.

Tabela B.6. Tolerancje produkcyjne - Komponenty

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1	Klasa 2
1	Długość: 	Długość cięcia mierzona na linii środkowej (lub na rogu pod kątem): - ogólny przypadek: - końce gotowe do styku dociskowego: UWAGA Długość L mierzona łącznie ze spawanymi płytami końcowymi, stosownie do przypadku.	$\Delta = \pm (L/5000 + 2)$ mm $\Delta = \pm 1$ mm	$\Delta = \pm (L/10000 + 2)$ mm $\Delta = \pm 1$ mm
2	Długość, przy której możliwa jest wystarczająca kompensacja przylegającym komponentem:	Długość cięcia mierzona w linii środkowej:	$\Delta = \pm 50$ mm	$\Delta = \pm 50$ mm
3	Prostoliniowość: 	Odchylenie Δ od osi prostokątnych sekcji profilu prefabrykowanych lub prasowanych kątowno:	$\Delta = \pm L/1000$ ale $ \Delta \geq 5$ mm	$\Delta = \pm L/1000$ ale $ \Delta \geq 3$ mm
4	Wygięcie lub zamierzona krzywizna na planie: 	Przesunięcie/w połowie długości: UWAGA Wygięcie pionowe powinno być mierzone uwzględniając	$\Delta = \pm L/500$ ale $ \Delta \geq 6$ mm	$\Delta = \pm L/1000$ ale $ \Delta \geq 4$ mm
5	Powierzchnie wykończone dla styku dociskowego: 	Luka Δ między krawędzią prostą a powierzchnią: UWAGA Nie określono kryterium chropowatości powierzchni.	$\Delta = 0,5$ mm wysokie punkty wystające nie wyżej niż 0,5 mm.	$\Delta = 0,25$ mm wysokie punkty wystające nie wyżej niż 0,25 mm.

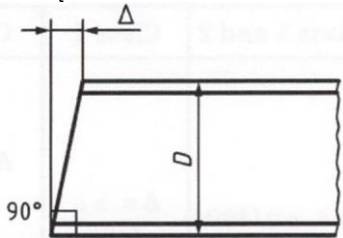
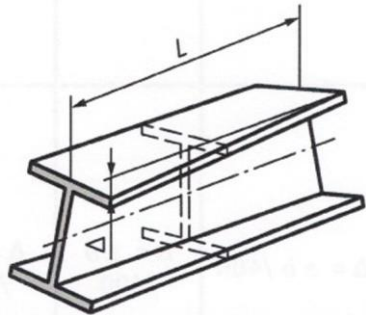
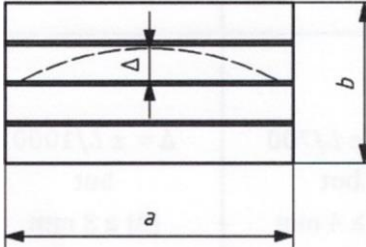
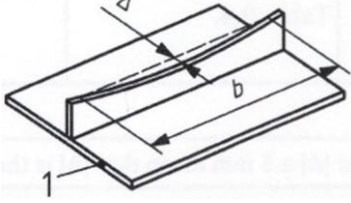
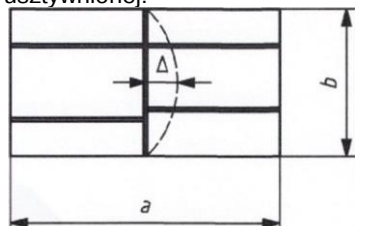
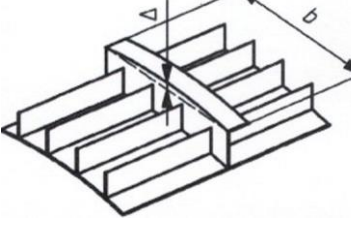
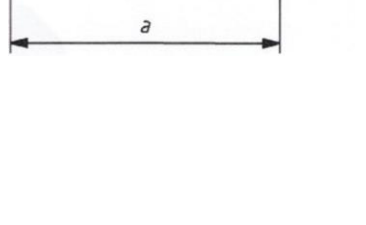
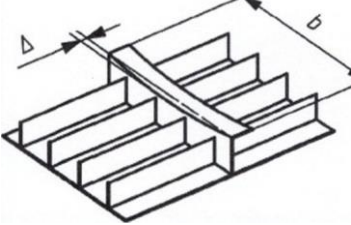
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1	Klasa 2
6	Prostokątność zakończeń: 	Prostopadłość do osi podłużnej: - końce przeznaczone do styku dociskowego: - końce nie przeznaczone do styku dociskowego:	$\Delta = \pm D/1000$ $\Delta = \pm D/100$	$\Delta = \pm D/1000$ $\Delta = \pm D/300$ ale $ \Delta \leq 10 \text{ mm}$
7	Kąt skręcenia: 	Odchylenie Δ na długości pomiarowej L: UWAGA W przypadku profili skrzynkowych, zob. Tabela B.4.	$\Delta = \pm L/700$ ale $ \Delta \geq 4 \text{ mm}$ oraz $ \Delta \leq 20 \text{ mm}$	$\Delta = \pm L/1000$ ale $ \Delta \geq 3 \text{ mm}$ oraz $ \Delta \leq 15 \text{ mm}$
^a . Nie określono tolerancji kluczowych.				
UWAGA Notacje takie jak $\Delta = \pm D/100$, ale $ \Delta \geq 5 \text{ mm}$ oznaczają, że $ \Delta $ jest większą z $D/100$ i 5 mm.				

Tabela B.7. Tolerancje produkcyjne - Powłoka usztywniona

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
1	Prostoliniowość elementów usztywniających: Wzdłużne usztywnienia w powłoce wzdłużnie usztywnionej:	Odchylenie Δ prostopadłe do płyty: 	$\Delta = \pm L/400$	$\Delta = \pm a/400$	$\Delta = \pm a/750$, ale $ \Delta \geq 2 \text{ mm}$
2	Legenda: 1 płyta	Odchylenie Δ równoległe do płyty mierzone w stosunku do długości próbki równej szerokości b powłoki: 	$\Delta = \pm b/400$	$\Delta = \pm b/400$	$\Delta = \pm b/500$
3	Prostoliniowość usztywnień: Poprzeczne usztywnienia w powłoce poprzecznie i wzdłużnie usztywnionej: 	Odchylenie Δ prostopadłe do płyty: 	Wartość mniejsza z: $\Delta = \pm a/400$ lub $\Delta = \pm b/400$	Wartość mniejsza z: $\Delta = \pm a/400$ lub $\Delta = \pm b/400$	Wartość mniejsza z: $\Delta = \pm a/500$ lub $\Delta = \pm b/750$ ale $ \Delta \geq 2 \text{ mm}$
4		Odchylenie Δ równoległe do płyty: 	$\Delta = \pm b/400$	$\Delta = \pm b/400$	$\Delta = \pm b/500$

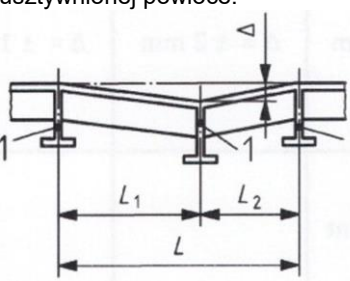
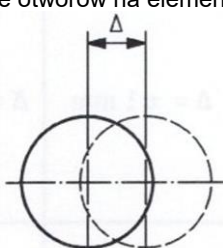
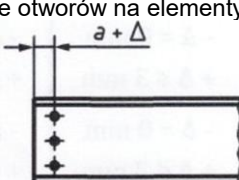
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
5	Poziomy poprzecznik w usztywnionej powłoce:  Legenda: 1 poprzecznicza	Poziom w stosunku do przyległych krat płaskich:	$\Delta = \pm L / 400$	$A = \pm L / 400$	$\Delta = \pm L / 500$ ale $ \Delta \geq 3 \text{ mm}$

Tabela B.8. Tolerancje produkcyjne - otwory elementu złącznego, wycięcia i krawędzie cięte

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe; Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
1	Położenie otworów na elementy  złączne:	Odchylenie Δ linii środkowej pojedynczego otworu od jego zamierzonego położenia w grupie otworów:	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = +1 \text{ mm}$
2	Położenie otworów na elementy  złączne:	Odchylenie Δ w odległości a pomiędzy pojedynczym otworem o średnicy d_0 a końcem cięcia: jeśli $a < 3 d_0$ jeśli $a \geq 3 d_0$	- $\Delta = 0$ (uwaga: znak ujemny) $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$	- $\Delta = 0$ $+ \Delta = 3 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$	- $\Delta = 0$ $+ \Delta = 2 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$

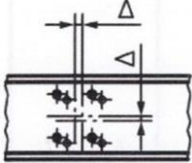
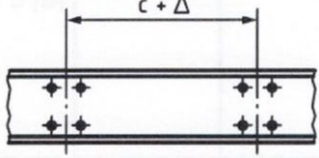
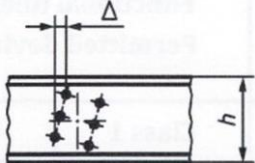
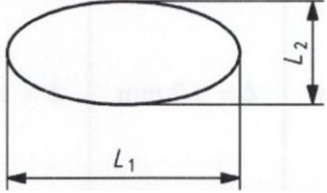
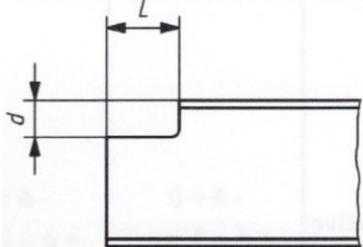
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
3	Położenie grupy otworów: 	Odchylenie Δ grupy otworów od jej zamierzonego położenia:	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
4	Rozstaw grup otworów: 	Odchylenie Δ w odstępie c między środkami grup otworów: - ogólny przypadek: - gdzie pojedynczy element jest połączony przez dwie grupy elementów złącznych:	Żadnych wymagań	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = + 2 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
5	Kąt skręcenia całej grupy: 	Kąt skręcenia A: jeśli $h \leq 1000 \text{ mm}$ jeśli $h > 1000 \text{ mm}$	Żadnych wymagań	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 4 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
6	Owalizacja otworów: 	$\Delta = L_1 - L_2$	Żadnych wymagań	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$
7	Wycięcia: 	Odchylenie Δ głębokości i długości wycięcia: głębokość d długość L	Brak wymagań	- $\Delta = 0 \text{ mm}$ + $\Delta \leq 3 \text{ mm}$ - $\Delta = 0 \text{ mm}$ + $\Delta \leq 3 \text{ mm}$	- $\Delta = 0 \text{ mm}$ + $\Delta \leq 2 \text{ mm}$ - $\Delta = 0 \text{ mm}$ + $\Delta \leq 2 \text{ mm}$

Tabela B.9. Tolerancje produkcyjne - Belki dźwigowe

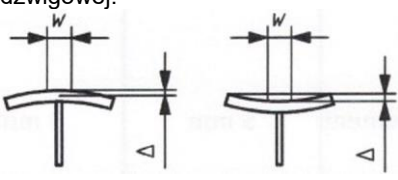
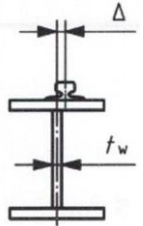
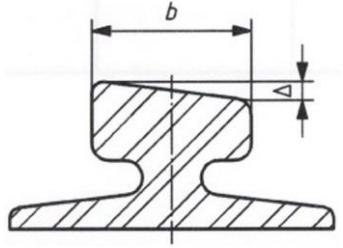
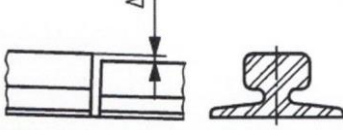
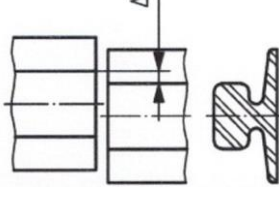
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1	Klasa 2
1	Płaskość górnego kołnierza belki dźwigowej: 	Brak płaskości na środkowej szerokości w równej szerokości szyny plus 10 mm po obu stronach szyny w położeniu nominalnym:	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
2	Ekscentryczność szyny względem środka: 	Dla $t_w < 10 \text{ mm}$ Dla $t_w > 10 \text{ mm}$	$\Delta = 5 \text{ mm}$ $\Delta = 0,5 t_w$	$\Delta = 5 \text{ mm}$ $\Delta = 0,5 t_w$
3	Nachylenie szyny: 	Nachylenie górnej powierzchni przekroju:	$\Delta = \pm b/100$	$\Delta = \pm b/100$
4	Poziom szyny: 	Schodek w górnej części szyny na złączy:	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$
5	Krawędź szyny: 	Schodek na krawędzi szyny na złączy:	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$
^a . Nie określono tolerancji kluczowych				

Tabela B.10. Tolerancje produkcyjne - Spoiny kolumn i płyty podstawy

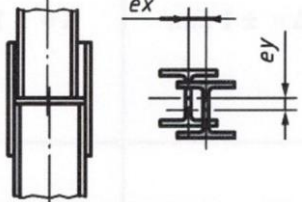
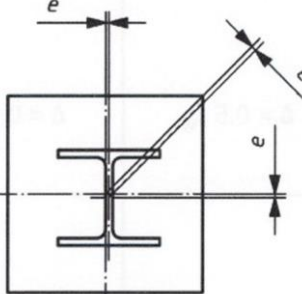
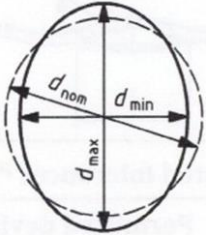
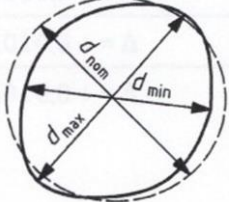
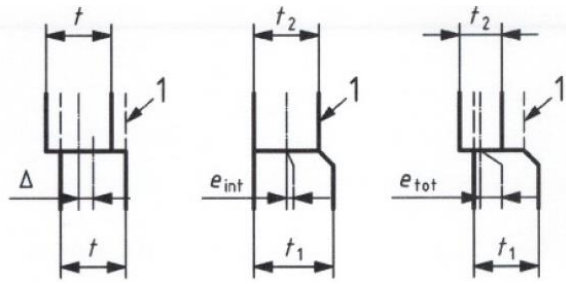
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
1	Spoiny kolumn: 	Niezamierzona ekscentryczność e wokół każdej osi:	Brak wymagań	5 mm	3 mm
2	Płyta podstawy: 	Niezamierzona ekscentryczność e w dowolnym kierunku:	Brak wymagań	5 mm	3 mm

Tabela B.11. Tolerancje produkcyjne - Cylindryczne i stożkowe powłoki

Lp	Kryteria i szczegóły			
1	Poza okrągłością:	Różnica między maksymalnymi i minimalnymi wartościami mierzonej średnicy wewnętrznej w stosunku do nominalnej średnicy wewnętrznej: $\Delta = \text{_____}$		
		Tolerancje kluczowe ^a		
	a) rozplaszczanie	Dopuszczalne odchylenie Δ		
		Średnica	$d \leq 0,50 \text{ m}$	$0,50 \text{ m} < d < 1,25 \text{ m}$
	b) niesymetryczne			$d \geq 1,25 \text{ m}$
		Klasa A	$\Delta = 14$	$\Delta = 7 + 9,3 (1,25 - cQ]$
		Klasa B	$\Delta = 20$	$\Delta = 10 + 13,3 (1,25 - cQ]$
		Klasa C	$\Delta = 30$	$\Delta = 15 + 20,0 (1,25 - d)]$
		UWAGA d jest nominalną średnicą wewnętrzną d_{nom} w metrach.		
2	Niewłaściwe dopasowanie płyt: Niezamierzona (przypadkowa) ekscentryczność w połączeniach prostopadłych do sił ściskających membrany Przy zmianie grubości płyty nie uwzględniono zamierzonej części ekscentryczności.		Tolerancje kluczowe ^a	
			Klasa	Dopuszczalne odchylenie Δ
			Klasa A	$\Delta = \pm 0,14t$ i $ \Delta \leq 2 \text{ mm}$
			Klasa B	$\Delta = \pm 0,20t$ i $ \Delta \leq 3 \text{ mm}$
			Klasa C	$\Delta = \pm 0,30t$ i $ \Delta \leq 4 \text{ mm}$
	Legenda: 1 zamierzona geometria złącza,		Przy zmianie grubości płyty: $t = (t_1 + t_2)/2$ $\Delta = e_{tot} - e_{int}$ gdzie t_1 jest większą grubością; t_2 jest mniejszą grubością.	

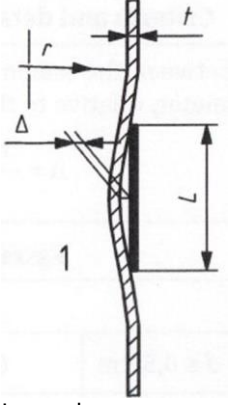
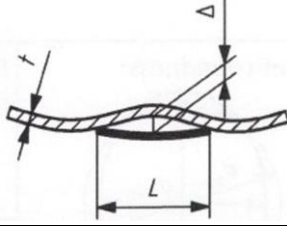
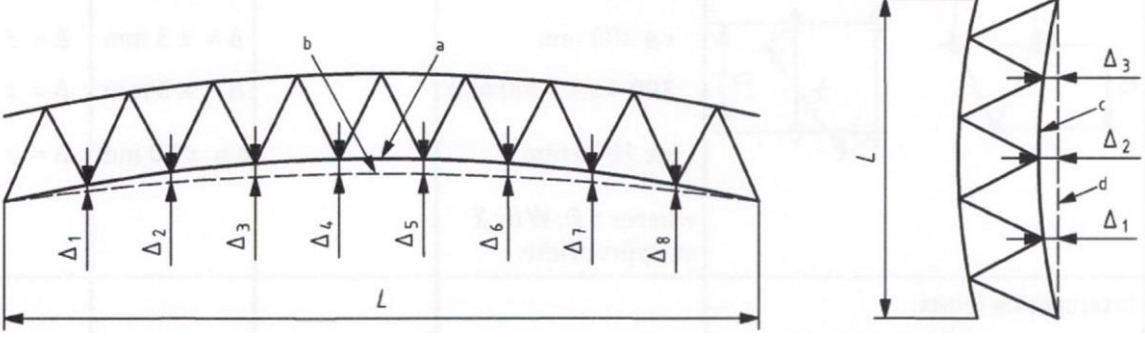
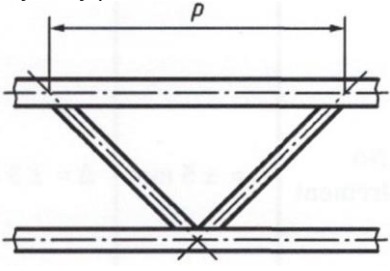
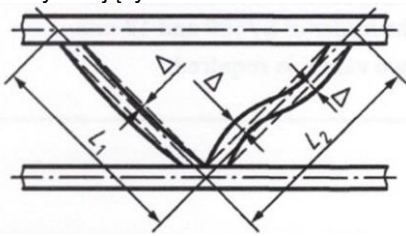
Lp	Kryteria i szczegóły			
3	Wgniecenia (Wgłębienia)^b: Południowo: $L = 4 (rt)^{0,5}$ Obwodowo (promień skrajni = r = nominalny promień środkowej powierzchni powłoki): $L = 4 (rt)^{0,5}$ chyba że określono, że $L = 2,3 (h^2rt)^{0,25}$ z $L \leq r$, gdzie h jest długością osiową segmentu powłoki Dodatkowo na spoinach^c: $L = 25t$, ale $L \leq 500$ mm UWAGA Przy zmianie grubości: t = mniejsza grubość	 Legenda: 1 do wewnątrz		
			Tolerancje kluczowe ^a	
			Klasa	Dopuszczalne odchylenie Δ
			Klasa A	$\Delta = + 0,006L$
			Klasa B	$\Delta = + 0,010L$
Klasa C	$\Delta = + 0,016L$			
a. Nie określono tolerancji funkcjonalnych. b. Pomiary wgłębień są wykonywane przy użyciu mierników długości L (prosto dla kierunku południowego i zakrzywionych dla kierunku obwodowego), z zakresem kontroli podanym w specyfikacji wykonania. c. Rysunek 8.4 normy EN 1993-1-6: 2007 ilustruje pomiary na spoinach.				
UWAGA: W odniesieniu do klas jakości tolerancji produkcyjnej w EN 1993-1-6, klasa A = doskonała, klasa B = wysoka, a klasa C = normalna.				

Tabela B.12. Tolerancje produkcyjne - Komponenty kratowe

Lp	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
1	Prostoliniowość i wygięcie: 				
	UWAGA Odchylenia mierzone po spawaniu, z komponentem leżącym płasko na boku.				
	Legenda: a. Prostoliniowość i wygięcie: b. zamierzone wygięcie c. rzeczywista linia d. zamierzona linia	Odchylenie w każdym punkcie panelu, względem linii prostej lub zamierzonego wygięcie lub krzywizny:	$\Delta = \pm L/50$ ale $ \Delta \geq 12 \text{ mm}$	$\Delta = \pm L/500$, ale $ \Delta \geq 12 \text{ mm}$	$\Delta = \pm L/500$ ale $ \Delta \geq 6 \text{ mm}$
2	Wymiary panelu: 	Odchylenie indywidualnych odległości p między punktami przecięcia linii środkowych w punktach panelu:	Brak wymagań	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$
		Skumulowane odchylenie Σp pozycji punktu panelu:	Brak wymagań	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 6 \text{ mm}$
3	Prostoliniowość komponentów usztywniających: 	Odchylenie długości usztywnień L_i (L_1 lub L_2) od prostoliniowości:	$\Delta = \pm L_i/1000$, ale $ \Delta \geq 4 \text{ mm}$	$\Delta = \pm L_i/1000$, ale $ \Delta \geq 4 \text{ mm}$	$\Delta = \pm L_i/1000$, ale $ \Delta \geq 3 \text{ mm}$

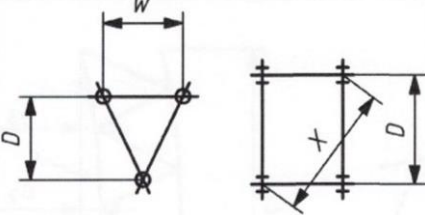
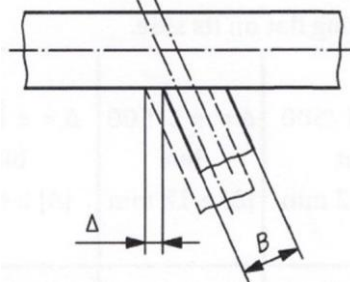
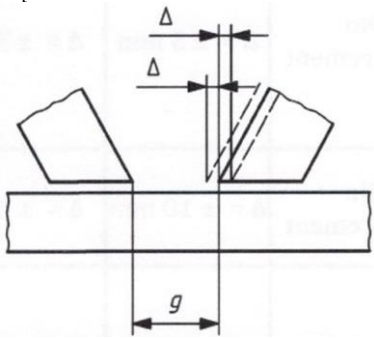
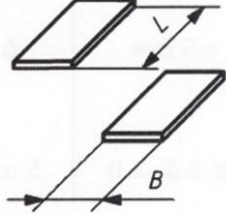
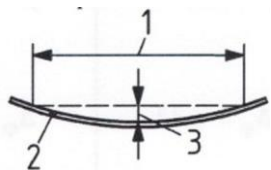
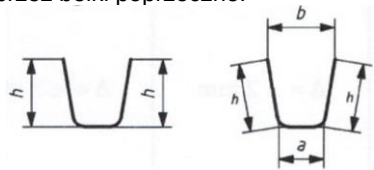
Lp	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
4	Wymiary przekroju poprzecznego: 	Odchylenie odległości D, W i X, jeśli: $s \leq 300$ mm $300 < s < 1000$ mm $s \geq 1000$ mm gdzie $s = D$, W lub X, stosownie do przypadku.	Żadnych wymagań	$\Delta = \pm 3$ mm $\Delta = \pm 5$ mm $\Delta = \pm 10$ mm	$\Delta = \pm 2$ mm $\Delta = \pm 4$ mm $\Delta = \pm 6$ mm
5	Przecinające się połączenia: 	Ekscentryczność [w stosunku do określonej ekscentryczności]:	Brak wymagań	$\Delta = \pm (B/20 + 5)$ mm	$\Delta = \pm (B/40 + 3)$ mm
6	Połączenia szczelinowe: 	Szczelina g pomiędzy usztywniającymi komponentami: $g \geq (t_1 + t)$ gdzie t_1 i t_2 są grubościami ścian usztywnień	Brak wymagań	$\Delta = \pm 5$ mm	$\Delta = \pm 3$ mm
UWAGA Notacje takie jak $\Delta = \pm L / 500$, ale $\Delta \geq 12$ mm oznaczają, że Δ jest większy z $L / 500$ i 12 mm. Zapis taki jak $\Delta = t_1 + t_2$, ale $\Delta \leq 5$ mm oznacza, że wymagana jest mniejsza z dwóch wartości.					

Tabela B.13. Tolerancje produkcyjne - Nawierzchnie mostowe

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1	Klasa 2
1	Długość L głębokość / szerokość B płyty dla nawierzchni: 	Wymiar całkowity L i B po cięciu i prostowaniu przez walcowanie przy uwzględnieniu zapasu na kurczenie i po przygotowaniu powierzchni do spawów	Brak wymagań	$-\Delta = 2 \text{ mm}$ $+\Delta = 0 \text{ mm}$
2	Płaskość płyty nawierzchni:  Legenda: 1 długość pomiarowa 2000 mm 2 płyta 3 odchylenie Δ	Po przygotowaniu powierzchni do spawów	Klasa S zgodna z EN 10029	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
3	Uformowany profil wysokości h i szerokości a i b do przechodzenia przez belki poprzeczne: 	Z wycięciami: Δ jest odchyleniem h lub a, lub b Uwaga na: a lub b: Jeśli tolerancje zostaną przekroczone, wycięcia w belkach poprzecznych należy dostosować do maksymalnej szerokości szczeliny mierzonej w odległości co najmniej 500 mm od końca.	$\Delta h = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta a = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta b = \pm 3 \text{ mm}$	$-\Delta = 1 \text{ mm}$ $+\Delta = 2 \text{ mm}$
		Bez wycięć: Δ jest odchyleniem h lub a, lub b Uwaga na: b: Jeśli tolerancje zostaną przekroczone, wycięcia w belkach poprzecznych należy dostosować do maksymalnej szerokości szczeliny mierzonej w odległości co najmniej 500 mm od końca.	$\Delta h = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta a = \pm 1 \text{ mm}$ $\Delta b = \pm 2,5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$

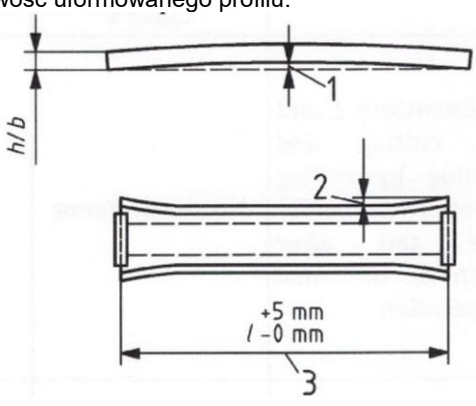
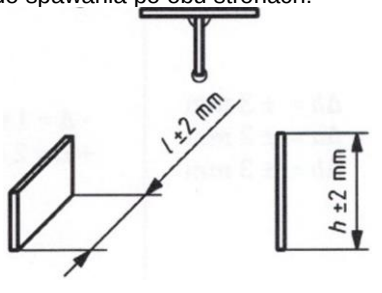
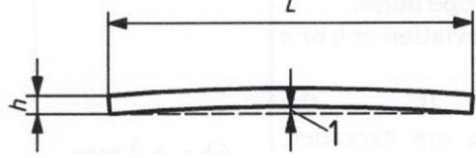
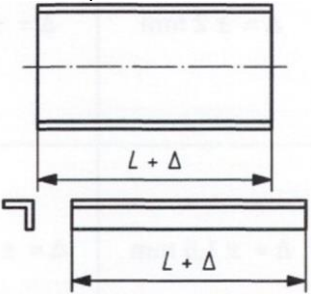
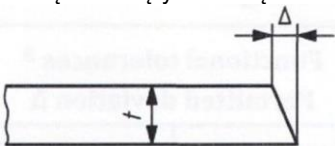
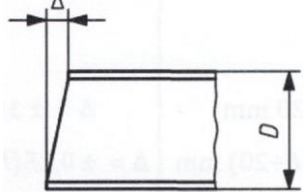
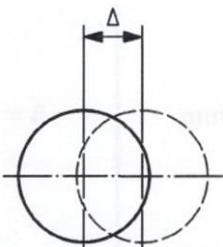
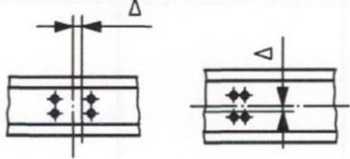
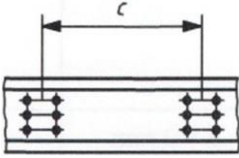
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1	Klasa 2
4	Prostoliniowość uformowanego profilu:  Legenda: 1. max. przerwa Δ_1 2. max. poszerzenie Δ_2 3. dla połączeń usztywniających z płytkami łączącymi Δ_3 promień $r = r \pm \Delta_r$ obrot Δ_ϕ zmierzony na płaskiej powierzchni ponad równoległość 4 m Δ_p		$\Delta_1 = \pm L/500$ $\Delta_2 = 5 \text{ mm}$ $5 \text{ mm} \geq \Delta_3 \geq 0$ $\Delta_r = \pm 0,20 r$ $\Delta_\phi < p = \pm 1^\circ$ $\Delta_p = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta_1 = \pm L/1000$ $\Delta_2 = 1 \text{ mm}$ $5 \text{ mm} \geq \Delta_3 \geq 0$ $\Delta_r = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta_\phi = \pm 1^\circ$ $\Delta_p = \pm 2 \text{ mm}$
5	Długość / szerokość płaskiego profilu do spawania po obu stronach:  Wymiary całkowite l, h		$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
6	Prostoliniowość płaskiego profilu do spawania po obu stronach:  Legenda: 1 max. przerwa Δ_1 Długość Δ_L		$\Delta_1 = \pm L/1000$ $5 \text{ mm} \geq \Delta_L \geq 0$	$\Delta_1 = \pm L/1000$ $5 \text{ mm} \geq \Delta_L \geq 0$

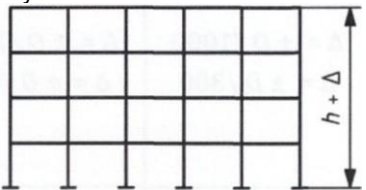
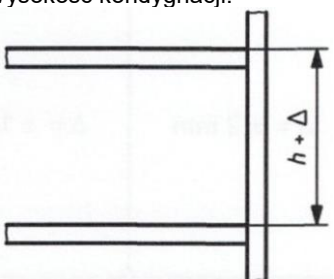
Tabela B.14. Tolerancje produkcyjne - Wieże i maszty

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1	Klasa 2
1	Długość komponentów: 	Długość cięcia mierzona na linii środkowej (lub na rogu pod kątem):	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = +1 \text{ mm}$
2	Długość lub rozstaw:	Jeśli określono minimalne wymiary:	- $\Delta = 0 \text{ mm}$ + $\Delta = 1 \text{ mm}$	- $\Delta = 0 \text{ mm}$ + $\Delta = 1 \text{ mm}$
3	Odległości od tylnej krawędzi kątów do linii środkowej otworów śrub/nitów:	Odległość spoiny kąta do środka otworu:	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$
4	Prostokątność ciętych krawędzi: 	Odchylenie Δ ciętej krawędzi od 90°:	$\Delta = \pm 0,05t$	$\Delta = \pm 0,05t$
5	Prostokątność zakończeń: 	Prostopadłość do osi podłużnej: - końce przeznaczone do styku dociskowego: - końce nie przeznaczone do styku dociskowego:	$\Delta = \pm D/1000$ $\Delta = \pm D / 300$	$\Delta = \pm D/1000$ $\Delta = \pm D / 300$
6	Powierzchnie przeznaczone do styku dociskowego:	Płaskość:	1 w 1500	1 w 1500
7	Położenie otworów na elementy złączne: 	Odchylenie Δ linii środkowej pojedynczego otworu od jego zamierzonego położenia w grupie otworów:	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1	Klasa 2
8	Położenie grupy otworów: 	Odchylenie Δ grupy otworów od jej zamierzonego położenia:	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
9	Rozstaw grup otworów: 	Odchylenie Δ w odstępie c między środkami grup otworów:	$\Delta = \pm 1,5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$
^a Nie określono tolerancji kluczowych.				

D.1. Tolerancje montażu

Tabela B.15. Tolerancje montażu - Budynki

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ³ Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1	Klasa 2
1	Wysokość: 	Całkowita wysokość w stosunku do poziomu podstawowego: $h \leq 20 \text{ m}$ $20 \text{ m} < h < 100 \text{ m}$ $h \geq 100 \text{ m}$	$\Delta = \pm 20 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,5 (h+20) \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,2 (h+200) \text{ m}$ $\text{m } [h \text{ w metrach}]$	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,25 (h+20) \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,1 (h+200) \text{ m}$ $\text{m } [h \text{ w metrach}]$
2	Wysokość kondygnacji: 	Wysokość w stosunku do sąsiednich poziomów:	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$

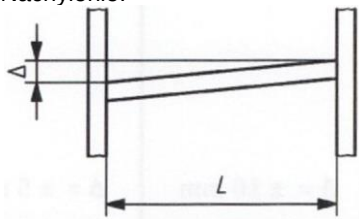
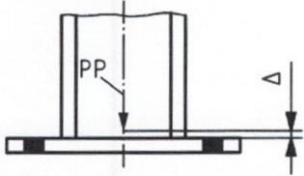
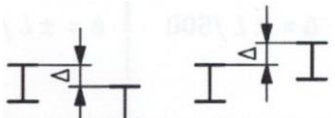
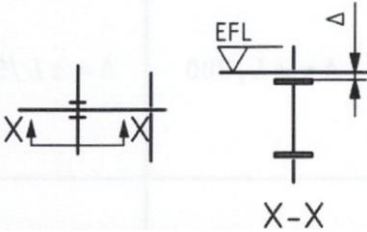
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1	Klasa 2
3	Nachylenie: 	Wysokość względem drugiego końca belki:	$\Delta = \pm L / 500$ ale $ \Delta \leq 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm L / 1000$ ale $ \Delta \leq 5 \text{ mm}$
4	Spoiny kolumn 	Niezamierzona ekscentryczność e wokół każdej osi:	5 mm	3 mm
5	Podstawa kolumny: 	Poziom dna szybu kolumny, względem określonego poziomu jego punktu położenia (PP):	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
6	Poziomy względne: 	Poziomy sąsiednich belek, mierzone na odpowiednich końcach:	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
7	Poziomy połączeń: 	Poziom belki przy połączeniu wiązka-kolumna, mierzony w stosunku do ustalonego poziomu podłogi (EFL):	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
^a . Nie określono tolerancji kluczowych				

Tabela B.16. Tolerancje montażu - Belki w budynkach

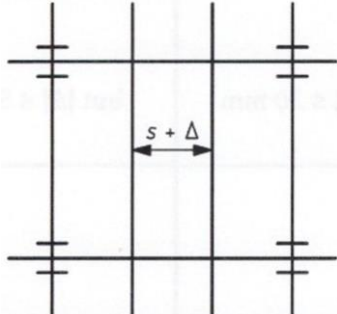
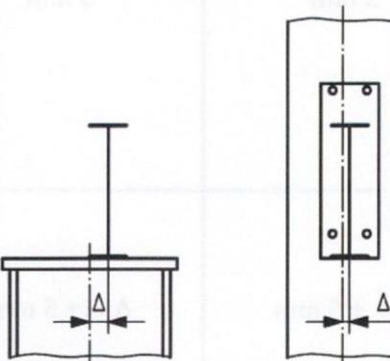
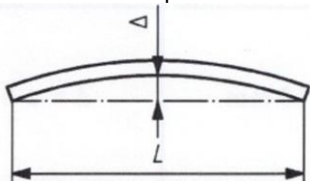
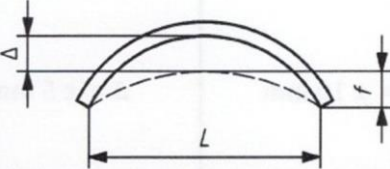
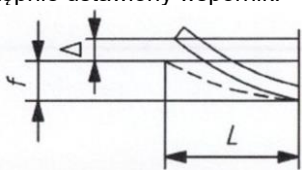
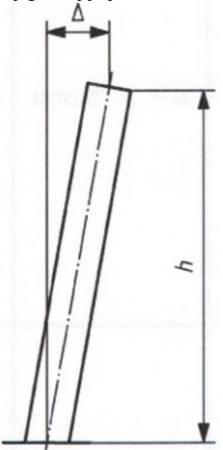
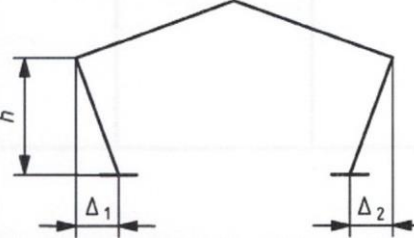
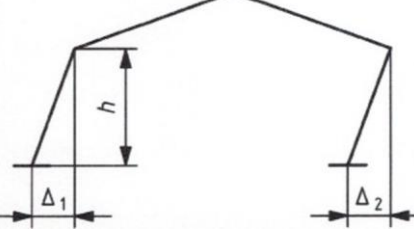
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1	Klasa 2
1	Odstęp między liniami środkowymi belek: 	Odchylenie Δ od zamierzonej(-ych) odległości między sąsiednimi wzniesionymi belkami, mierzone na każdym końcu:	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
2	Położenie w kolumnach: 	Odchylenie Δ od zamierzonego położenia połączenia wiązka-kolumna, mierzone względem kolumny:	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$
3	Prostoliniowość w planie: 	Odchylenie Δ od prostoliniowości wzniesionej belki lub wspornika o długości L:	$\Delta = \pm L / 500$	$\Delta = \pm L / 1000$
4	Wygięcie: 	Odchylenie Δ w połowie rozpiętości od zamierzonego wygięcia/ wzniesionej belki lub elementów kratowych o długości L:	$\Delta = \pm L / 300$	$\Delta = \pm L / 500$
5	Wstępnie ustawiony wspornik: 	Odchylenie Δ od zamierzonego ustawienia wstępnego na zakończeniu wzniesionego wspornika o długości L:	$\Delta = \pm L / 200$	$\Delta = \pm L / 300$
^a Nie określono tolerancji kluczowych				

Tabela B.17. Tolerancje montażu - Kolumny budynków jednokondygnacyjnych

Lp	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
1	Nachylenie kolumn budynków jednokondygnacyjnych: 	Całkowite nachylenie wysokości kondygnacji h: w	$\Delta = \pm h/300$	$\Delta = \pm h/300$	$\Delta = \pm h/500$
2	Nachylenie poszczególnych kolumn w jednokondygnacyjnych budynkach z ramą portalową: 	Nachylenie każdej kolumny: $\Delta = A_1$ lub A_2 A	Brak wymagań	$\Delta = \pm h/150$	$\Delta = \pm h/300$
3	Nachylenie jednokondygnacyjnych budynków z ramą portalową: 	Średnie nachylenie wszystkich kolumn w tej samej ramie: [Dla dwóch kolumn średnia wynosi: $\Delta = (A_1 + A_2)/2$]	$\Delta = \pm h/500$	$\Delta = \pm h/500$	$\Delta = \pm h/500$

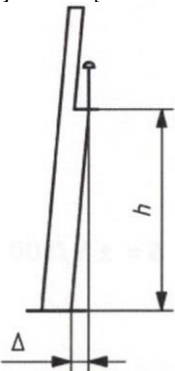
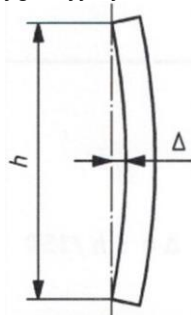
L p.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
4	Nachylenie dowolnej kolumny wspierającej suwnicę bramową: 	Nachylenie od poziomu podłogi do łożyska belki dźwigu:	$\Delta = \pm h/1000$	$\Delta = \pm 25 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 15 \text{ mm}$
5	Prostoliniowość kolumny jednokondygnacyjnej: 	Położenie kolumny w planie względem linii prostej między punktami położenia na górze i na dole:	$\Delta = \pm h/1000$	Żadnych wymagań	Żadnych wymagań

Tabela B.18. Tolerancje montażu - Budynki wielokondygnacyjne

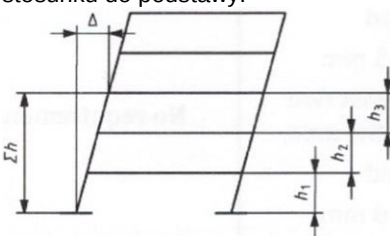
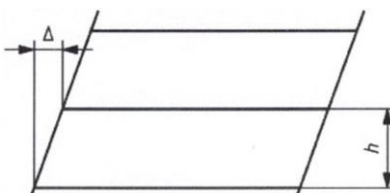
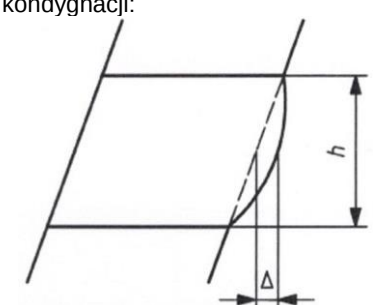
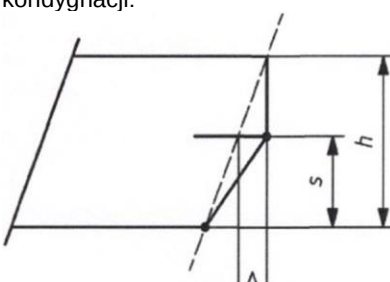
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1 i 2	Klasa 1	Klasa 2
1	Położenie w kondygnacji n poziomów ponad podstawą, w stosunku do podstawy: 	Położenie kolumny w planie względem linii pionowej przechodzącej przez jej środek na poziomie podstawy:	$\Delta = \pm \Sigma h / (300\sqrt{n})$	$\Delta = \pm \Sigma h / (300\sqrt{n})$	$\Delta = \pm \Sigma h / (500\sqrt{n})$
2	Nachylenie kolumny, pomiędzy sąsiednimi poziomami kondygnacji: 	Położenie kolumny w planie względem linii pionowej przechodzącej przez jej środek na następnym niższym poziomie:	$\Delta = \pm h / 300$	$\Delta = \pm h / 300$	$\Delta = \pm h / 500$
3	Prostoliniowość ciągłej kolumny między sąsiednimi poziomami kondygnacji: 	Położenie kolumny w planie względem prostej między punktami pozycyjnymi na sąsiednich poziomach kondygnacji:	$\Delta = h / 1000$	$\Delta = \pm h / 1000$	$\Delta = \pm h / 1000$
4	Prostoliniowość kolumny złożonej między sąsiednimi poziomami kondygnacji: 	Położenie kolumny w planie względem prostej między punktami pozycyjnymi na sąsiednich poziomach kondygnacji:	$\Delta = \pm s / 1000$ $z s \leq h / 2$	$\Delta = \pm s / 1000$ $z s \leq h / 2$	$\Delta = \pm s / 1000$ $z s \leq h / 2$
UWAGA Tabela B.18 „Budynki wielopiętrowe” dotyczy kolumn ciągłych na więcej niż jednej kondygnacji. Tabela B.17 dotyczy kolumn na wysokość kondygnacji w budynkach wielokondygnacyjnych.					

Tabela B.19. Tolerancje montażu - Styk dociskowy zakończeń

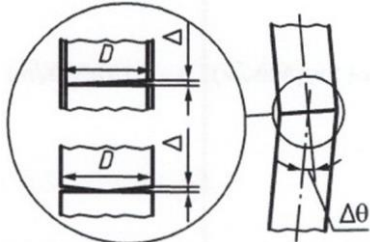
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe Dopuszczalne odchylenie Δ	Tolerancje funkcjonalne Dopuszczalne odchylenie Δ
			Klasa 1 i 2	Klasa 1 i 2
1	Miejscowa niewspółosiowość A0 występująca w tym samym czasie co szczelina A w punkcie „X”: 		$A \theta = \pm 1/500$ oraz $\Delta = 0,5 \text{ mm}$ przez co najmniej dwie trzecie powierzchni, oraz $\Delta = 1,0 \text{ mm}$ max. miejscowo	Brak wymogu

Tabela B.20. Tolerancje montażu - Pozycje kolumn

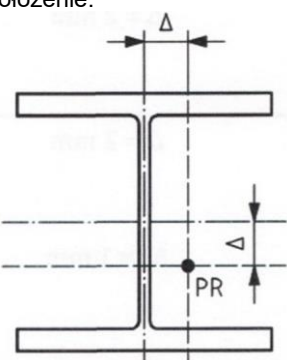
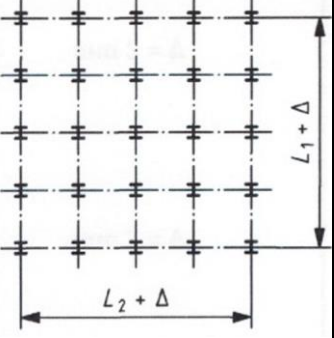
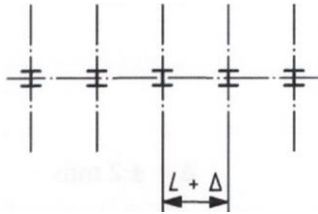
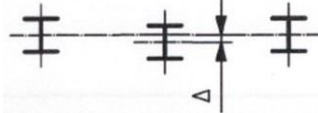
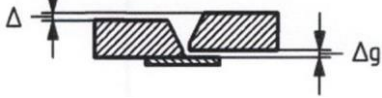
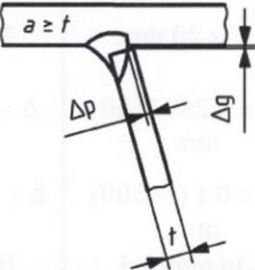
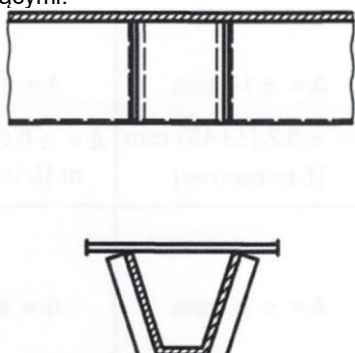
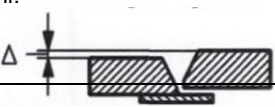
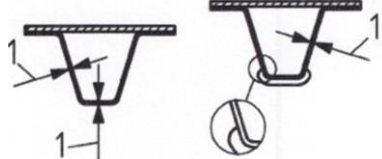
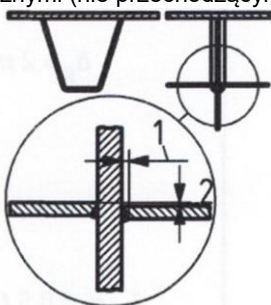
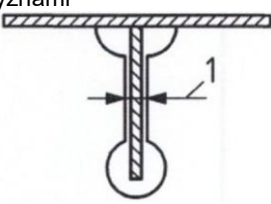
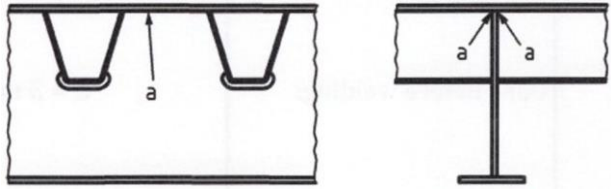
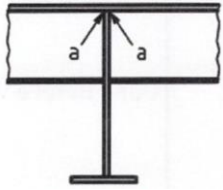
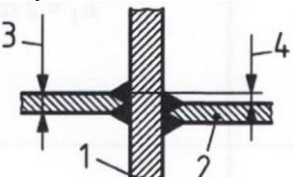
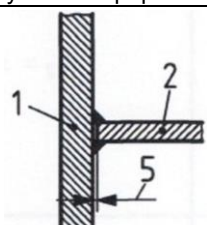
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1	Klasa 2
1	Położenie: 	Lokalizacja w planie środka kolumny na poziomie jej podstawy, względem pozycyjnego odniesienia (PR):	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
2	Całkowita długość budynku: 	Odległość między kolumnami końcowymi w każdej linii, na poziomie podstawy: $L \leq 30 \text{ m}$ $30 \text{ m} < L < 250 \text{ m}$ $L \geq 250 \text{ m}$	$\Delta = \pm 20 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,25 (L+50) \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,1 (L+500) \text{ mm}$ [L w metrach]	$\Delta = \pm 16 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,2 (L+50) \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,1 (L+350) \text{ mm}$ [L w metrach]
3	Rozstaw kolumn: 	Odległość między środkami sąsiednich kolumn na poziomie podstawy: $L \leq 5 \text{ m}$ $L > 5 \text{ m}$	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,2 (L+45) \text{ mm}$ [L w metrach]	$\Delta = \pm 7 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,2 (L+30) \text{ mm}$ [L w metrach]
4	Ogólne ustawienie kolumn: 	Położenie środka kolumny na poziomie podstawy, względem ustalonej linii kolumny (ECL):	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 7 \text{ mm}$
5	Ustawienie kolumny na obwodzie: 	Położenie zewnętrznej powierzchni kolumny na obwodzie na poziomie podstawy względem linii łączącej powierzchnie sąsiednich kolumn:	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 7 \text{ mm}$
^a . Nie określono tolerancji kluczowych				

Tabela B.21. Tolerancje montażu - Nawierzchnie mostowe

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ
1	Niewspółosiowość połączeń płyty nawierzchni bez podkładki lub połączenia dolnego kołnierza lub środника belki poprzecznej: 	Niewspółosiowość Δ przed spawaniem:	$\Delta = 2 \text{ mm}$
2	Niewspółosiowość i dopasowanie spawów płyty nawierzchni z podkładką pozostawioną po spawaniu: 	Niewspółosiowość Δ po spajaniu szczepnym i po spawaniu: Luki Δ_g między płytą a podkładką po spawaniu (nie pokazano spoiny):	$\Delta = 2 \text{ mm}$ $\Delta_g = 1 \text{ mm}$
3	Spawanie połączenia płyty usztywnieniowo-nawierzchniowej ze spawem o nominalnej spoinie, a: 	Brak przetopu grani Δ_p : Przygotowana szczelina Δ_g przed i po spawaniu:	$\Delta = 2 \text{ mm}$ $\Delta = 2 \text{ mm}$
4	Niewspółosiowość połączenia usztywniacz-usztywniacz z płytkami łączącymi: 	Niewspółosiowość Δ między usztywniaczem a płytką łączącą przed spawaniem:	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
5	Niewspółosiowość na połączeniu usztywniacz-usztywniacz z płytkami łączącymi: 	Niewspółosiowość Δ przed spawaniem:	$\Delta = 2 \text{ mm}$

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ
6	Szczeliny wokół połączenia usztywniacza-belka poprzeczna z usztywnieniami przechodzącymi przez belkę poprzeczną z lub bez wycięć  Legenda: 1 max. przerwa Δ	Szczeliny przed spawaniem:	$\Delta = 3 \text{ mm}$
7	Niewspółosiowość i szczeliny wokół połączenia usztywnienie-belka poprzeczna z usztywnieniami zamontowanymi między belkami poprzecznymi (nie przechodzącymi)  Legenda: 1 max. przerwa Δ_1 2 niewspółosiowość Δ_2 przed spawaniem:	Szczeliny przed spawaniem: Niewspółosiowość przed spawaniem:	$A_x = 2 \text{ mm}$ $\Delta_2 = \pm 2 \text{ mm}$
8	Połączenie usztywniacz-belka poprzeczna z przechodzącymi płaszczyznami  Legenda: 1 max. przerwa Δ wokół płaszczyzny	Szczeliny przed spawaniem:	$\Delta = 1 \text{ mm}$

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ
9	Szczeliny w połączeniu środniaka belki poprzecznej z płytą nawierzchni (z lub bez wycięć)  Legenda: a połączenie środniaka belki poprzecznej z płytą nawierzchni	Szczeliny przed spawaniem: 	$\Delta = 1 \text{ mm}$
10	Niewspółosiowość i szczeliny wokół połączenia środków belek poprzecznych ze środkiem dźwigara głównego dla ciągłych belek poprzecznych  dla nieciągłych belek poprzecznych  Legenda: 1 środek dźwigara głównego 2 środek belki poprzecznej 3 grubość środniaka belki poprzecznej, $t_{w,crossb}$ 4 niewspółosiowość środków Δ_w 5 przerwa Δ_g	Szczeliny przed spawaniem: Niewspółosiowość przed spawaniem:	$\Delta_g = 2 \text{ mm}$ $\Delta_w = \pm 0,5 t_{w,crossb}$

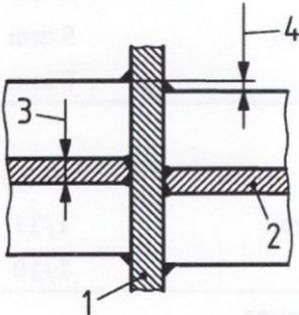
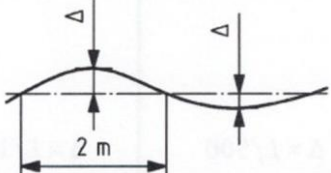
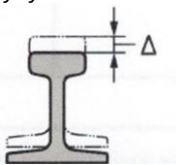
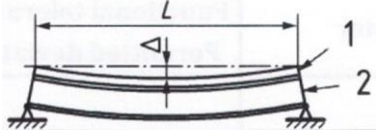
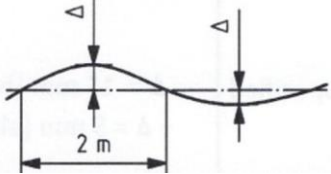
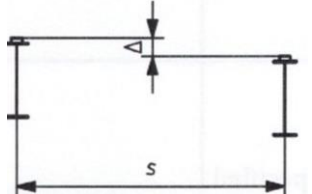
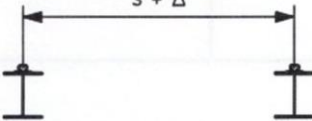
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ
11	Niewspółosiowość połączenia kołnierzy belki poprzecznej ze środnikiem dźwigara głównego i promienia spoiny  Legenda: - środnik dźwigara głównego - środnik belki poprzecznej - grubość środnika belki poprzecznej, $t_{w,crossb}$ - niewspółosiowość kołnierzy Δ_r	Niewspółosiowość przed spawaniem: Promień spoiny:	$\Delta = \pm 0,5 t_{w,crossb}$ Promień, r, spoiny pomiędzy kołnierzem a środnikiem belki poprzecznej powinien być większy niż 8 mm lub 0,5-krotnością grubości środnika dźwigara głównego, $t_{w,maingirder}$

Tabela B.22. Tolerancje montażu - Tory jezdne suwnicy

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1	Klasa 2
1	Położenie szyny w planie:	W stosunku do położenia zamierzonego:	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
2	Miejscowe wyrównanie szyny: 	Wyrównanie powyżej 2 m długości pomiarowej:	$\Delta = \pm 1,5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
3	Poziom szyny: 	W stosunku do poziomu zamierzonego:	$\Delta = \pm 15 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$
4	Poziom szyny: 	Poziom na rozpiętości L belki dźwigowej:	$\Delta = \pm L/500$, ale $ \Delta \geq 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm L/1000$, ale $ \Delta \geq 10 \text{ mm}$
5	Poziom szyny: 	Odchylenie powyżej 2 m długości pomiarowej:	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
6	Względne poziomy szyn po obu stronach toru jazdy z rozpiętością s: 	Odchylenie poziomu: dla $s \leq 10 \text{ m}$ dla $s > 10 \text{ m}$	$\Delta = \pm 20 \text{ mm}$ $\Delta = \pm s/500$	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$ $\Delta = \pm s/1000$
7	Rozstaw na rozpiętość s pomiędzy środkami szyn suwnicy: 	Odchylenie od rozstawu: dla $s \leq 16 \text{ m}$ dla $s > 16 \text{ m}$	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$ $\Delta = \pm (10 + [s-16]/3) \text{ mm}$ [s w metrach]	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm (5 + [s-16]/4) \text{ mm}$ [s w metrach]

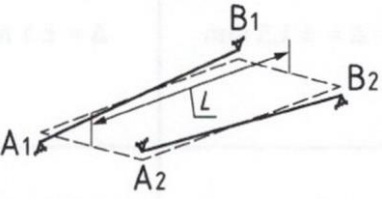
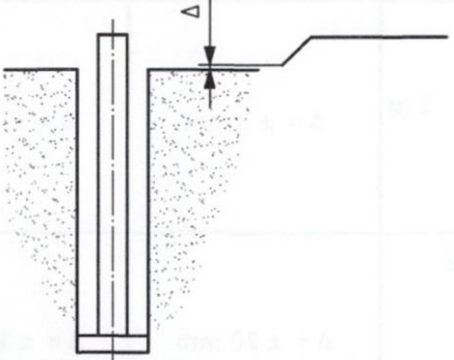
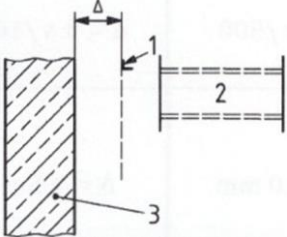
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ	
			Klasa 1	Klasa 2
8	Strukturalne kozły oporowe:	Względne położenie kozłów oporowych na tym samym końcu, mierzone w kierunku jazdy na torze jazdy	$\Delta = \pm s/1000$, ale $ \Delta \leq 10$ mm	$\Delta = \pm s/1000$, ale $ \Delta \leq 10$ mm
9	Nachylenie przeciwnych szyn:  L odległość sąsiednich podpór	Przesunięcie: $\Delta = N_1 - N_2 $, gdzie: N_1 nachylenie $A_1 B_1$ N_2 nachylenie $A_2 B_2$	$\Delta = L/500$	$\Delta = L/1000$
^a . Nie określono tolerancji kluczowych				

Tabela B.23. Tolerancje montażu - Fundamenty i podpory betonowe

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie
1	Poziom fundamentu: 	Odchylenie od określonego poziomu:	- $\Delta = 15$ mm (poniżej) + $\Delta = 5$ mm (powyżej)
2	Ściana pionowa:  Legenda: 1 określona pozycja 2 elementu stalowego 3 ściana nośna	Odchylenie od określonej pozycji w punkcie podparcia elementu stalowego:	$\Delta = \pm 25$ mm

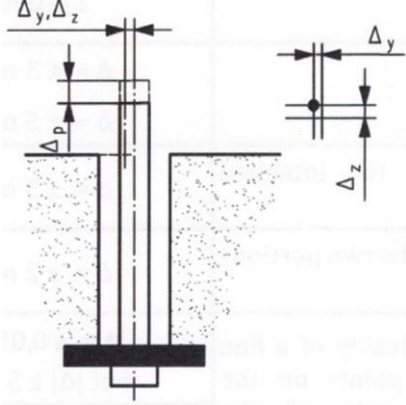
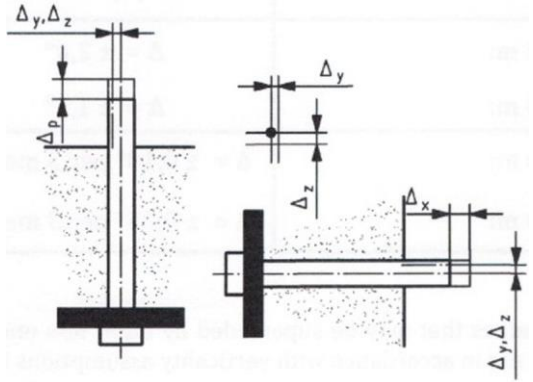
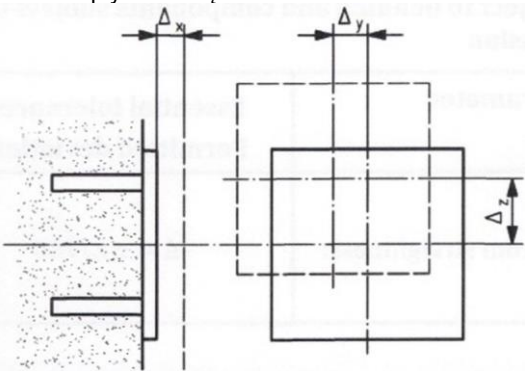
Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje funkcjonalne ^a Dopuszczalne odchylenie Δ
3	Wstępnie ustawiona śruba fundamentowa, gdy przygotowana do regulacji: 	Odchylenie Δ od określonego położenia i występ: Położenie na końcu: Występ pionowy Δ_p: UWAGA Dozwolone odchylenie położenia środka grupy śrub wynosi 6 mm.	$y, \Delta z = \pm 10 \text{ mm}$ - $\Delta_p = 5 \text{ mm}$ (niski) + $\Delta_p = 25 \text{ mm}$ (wysoki)
4	Wstępnie ustawiona śruba fundamentowa, gdy nie przygotowana do regulacji: 	Odchylenie Δ od określonego położenia i występ: Położenie lub poziom na końcu: Występ pionowy Δ_p: Występ poziomy Δ_x: UWAGA Dozwolone odchylenie położenia również dotyczy środka grupy śrub.	$y, \Delta = \pm 3 \text{ mm}$ - $\Delta = 5 \text{ mm}$ (niski) + $\Delta_p = 45 \text{ mm}$ (wysoki) - $\Delta_x = 5 \text{ mm}$ (wewn.) + $\Delta_x = 45 \text{ mm}$ (zewn.)
5	Stalowa płyta kotwiąca osadzona w betonie: 	Odchylenia $\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$ od określonego położenia i poziomu:	$\Delta_x, \Delta_y, \Delta = \pm 10 \text{ mm}$
^a. Nie określono tolerancji kluczowych			

Tabela B.24. Tolerancje montażowe - Wieże i maszty

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe ^a Dopuszczalne odchylenie Δ
1	Prostoliniowość boków i pasów:	Prostoliniowość fragmentu (L) między połączonymi miejscami:	$L/1000$
2	Główne wymiary przekroju masztu i stężenia:	Panel < 1000 mm: Panel > 1000 mm:	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
3	Położenie środka elementów usztywniających w połączeniach:	Położenie względem planowanego położenia:	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$
4	Wyrównanie środków elementów nóg w złączu nogi:	Względne położenie dwóch części nogi:	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
5	Pionowość masztu:	Odchylenie od pionowości linii między dowolnymi dwoma punktami w zamierzonej osi pionowej konstrukcji, mierzone w warunkach bezwietrznych b;	$\Delta = \pm 0,05 \%$, ale $ \Delta \geq 5 \text{ mm}$
6	Pionowość wieży:		$\Delta = \pm 0,20 \%$, ale $ \Delta \geq 5 \text{ mm}$
7	Kąt skręcenia A na całej wysokości konstrukcji [zob. UWAGA 1]:	Struktura < 150 m: Struktura $\geq 150 \text{ m}$:	$\Delta = \pm 2,0^\circ$ $\Delta = \pm 1,5^\circ$
8	Kąt skręcenia A między sąsiednimi poziomami konstrukcji [zob. UWAGA 1]:	Struktura < 150 m: Struktura $\geq 150 \text{ m}$:	$\Delta = \pm 0,10^\circ$ na 3 metry $\Delta = \pm 0,05^\circ$ na 3 metry
^{a.} Nie określono tolerancji funkcjonalnych ^{b.} Dozwolone odchylenia dla pionowości są wartościami domyślnymi, które mogą zostać zastąpione przez inne mniej uciążliwe wartości podane w specyfikacji wykonania, pod warunkiem, że są one zgodne z założeniami pionowości w projekcie masztu lub wieży.			
UWAGA 1 To kryterium kąta skręcania nie dotyczy wież z trwałym obciążeniem bocznym. UWAGA 2 Notacje takie jak $\Delta = \pm 0,10 \%$, ale $ \Delta \geq 5 \text{ mm}$ oznaczają, że $ \Delta $ jest większą z $0,10 \%$ i 5 mm .			

Tabela B.25. Tolerancje montażu - Belki narażone na zginanie i elementy podlegające ściskaniu

Lp.	Kryterium	Parametr	Tolerancje kluczowe ^a Dopuszczalne odchylenie Δ
1	Prostoliniowość belek podlegających zginaniu i elementów poddawanych ściskaniu, jeśli nie są utwierdzone	Odchylenie Δ od prostoliniowości:	$\Delta = \pm L/750$
^{a.} Nie określono tolerancji funkcjonalnych			

Załącznik C (informacyjny)

Lista kontrolna treści planu jakości

C.1. Postanowienia ogólne

Zgodnie z pkt 4.2.2 niniejszy Załącznik zawiera listę zalecanych elementów, które należy uwzględnić w planie jakości wykonania konstrukcji stalowej dla określonego projektu. Jest rozwijany w odniesieniu do ogólnych wytycznych ISO 10005.

C.2. Treść

C.2.1. Zarządzanie

- Definicja konkretnej konstrukcji stalowej i jej położenia w odniesieniu do projektu;
- Plan organizacji zarządzania projektem zawierający nazwiska kluczowych pracowników, ich funkcje i obowiązki w trakcie projektu, struktura dowodzenia i linie komunikacyjne;
- Ustalenia dotyczące planowania i koordynowania z innymi stronami w trakcie realizacji projektu oraz monitorowania wyników i postępów;
- Identyfikacja funkcji powierzonych podwykonawcom i innym podmiotom zewnętrznym;
- Identyfikacja i dowód kompetencji wykwalifikowanego personelu do zatrudnienia w projekcie, w tym personel ds. koordynacji spawania, personel wykonujący badania techniczne, spawacze i operatorzy spawalniczy;
- Ustalenia dotyczące kontroli odchyleń, zmian, które mają miejsce podczas projektu.

C.2.2. Przegląd specyfikacji

- Wymóg dokonania przeglądu określonych wymagań projektu w celu zidentyfikowania następstw, w tym wyboru klas wykonania, które wymagałyby dodatkowych lub nietypowych środków wykraczających poza zapewnione przez system zarządzania jakością firmy;
- Dodatkowe procedury zarządzania jakością wynikające z przeglądu określonych wymagań projektu.

C.2.3. Dokumentacja

C.2.3.1. Postanowienia ogólne

- Procedury zarządzania wszystkimi otrzymanymi i wydanymi dokumentami wykonawczymi, w tym identyfikacja aktualnego statusu rewizji i zapobieganie wykorzystywaniu nieważnych lub przestarzałych dokumentów we własnym zakresie lub przez podwykonawców.

C.2.3.2. Dokumentacja przed wykonaniem

— Procedury dostarczania dokumentacji przed wykonaniem, w tym:

- 1) certyfikaty dla produktów składowych, w tym materiałów eksploatacyjnych;
- 2) specyfikacje procedury spawania i zapisy dotyczące kwalifikacji;
- 3) projekt technologii i organizacji robót, w tym instrukcje dotyczące montażu i wstępnego mocowania elementów złącznych;
- 4) obliczenia projektowe dla prac tymczasowych wymaganych metodami montażowymi;
- 5) ustalenia dotyczące zakresu i terminu zatwierdzenia lub przyjęcia dokumentacji przez drugą lub trzecią stronę przed wykonaniem.

C.2.3.3. Zapisy wykonawcze

— Procedury dostarczania zapisów wykonawczych, w tym:

- 1) produkty składowe powiązane z gotowymi komponentami;
- 2) raporty z inspekcji i badań oraz działania podjęte w celu rozwiązania niezgodności dotyczące:
 - i) przygotowanie powierzchni wspólnych przed spawaniem;
 - ii) spawanie i gotowe elementy spawane;
 - iii) tolerancje geometryczne produkowanych elementów;
 - iv) przygotowanie powierzchni i obróbka;
 - v) kalibracja sprzętu, w tym sprzętu używanego do kontroli wstępnego obciążania elementów złącznych;
- 3) pozytywne wyniki badania poprzedzającego montaż potwierdzające stosowność rozpoczęcia montażu;
- 4) harmonogramy dostaw komponentów dostarczonych na wskazane miejsce budowy określone w oparciu o położenie ukończonej konstrukcji;
- 5) badania wymiarowe konstrukcji i działania podjęte w celu rozwiązania niezgodności;
- 6) certyfikaty ukończenia montażu i przekazania.

C.2.3.4. Dokumenty ewidencyjne

— Uzgodnienia dotyczące udostępniania dokumentacji do wglądu i przechowywania jej przez okres co najmniej dziesięciu lat lub dłużej, jeśli wymaga tego projekt.

C.2.4. Procedury kontroli i badań

- a) Identyfikacja obowiązkowych badań i inspekcji wymaganych przez normę oraz tych przewidzianych w systemie jakości wykonawcy, które są niezbędne do realizacji projektu, w tym:
 - 1) zakres kontroli;
 - 2) kryteria przyjęcia;
 - 3) działania mające na celu usunięcie niezgodności i wprowadzenie poprawek;
 - 4) procedury dopuszczenia/odrzucenia.
- b) Specyficzne dla projektu wymagania dotyczące kontroli i badań, w tym wymagania, wg których szczególne badania lub kontrole będą obserwowane, lub punkty, w których wyznaczony podmiot zewnętrzny ma przeprowadzić kontrolę;
- c) Identyfikacja punktów zatrzymania związanych z obserwacją, zatwierdzeniem lub przyjęciem wyników badań lub kontroli przez stronę drugą lub trzecią.

Załącznik D (informacyjny)

Procedura sprawdzania zdolności zautomatyzowanych procesów cięcia termicznego

D.1. Postanowienia ogólne

Niniejszy Załącznik zawiera wytyczne dotyczące procedur badania i oceny zautomatyzowanych procesów cięcia termicznego zgodnie z EN 1090-2 i EN ISO 9013.

Procedurę tę można zastosować do wszystkich zautomatyzowanych procesów cięcia termicznego, w tym cięcia laserowego i plazmowego.

UWAGA Niektóre odmienne lub dodatkowe parametry mogą być potrzebne do sterowania cięciem laserowym i plazmowym.

Podstawą procedury sprawdzania zdolności zautomatyzowanych procesów cięcia termicznego są ogólne zasady specyfikacji i kwalifikacji procedur spawania w normie EN ISO 15607.

Procedura opiera się na przygotowaniu wstępnej specyfikacji technologii cięcia (pCPS) i weryfikacji jakości ciętych powierzchni wytworzonych przy użyciu pCPS w celu sfinalizowania protokołu kwalifikacji technologii cięcia (CPQR). Ten CPQR jest następnie wykorzystywany jako podstawa do kontroli operacji cięcia w produkcji przy użyciu specyfikacji technologii cięcia (CPSs).

Tabela D.3 zawiera przykład CPQR. Tabela D.4 zawiera przykład pCPS i CPS.

CPQR zawiera zakres kwalifikacji, w których może być stosowany. Zakresy podano dla następujących zmiennych:

- a) Grupa materiału;
- b) Grubość materiału;
- c) Ciśnienia gazów;
- d) Szybkość i wysokość cięcia;
- e) Temperatura podgrzewania.

O ile nie określono inaczej, potwierdzenie jakości ciętych powierzchni może być przeprowadzone pod nadzorem Koordynatora Odpowiedzialnego za Spawanie działającego jako badacz i oceniający badania. Należy sporządzić raport z badań podsumowujący wyniki testów, na których opiera się CPQR.

UWAGA Terminy i definicje użyte w niniejszym Załączniku wyjaśniono w EN ISO 9013.

D.2. Opis procedury

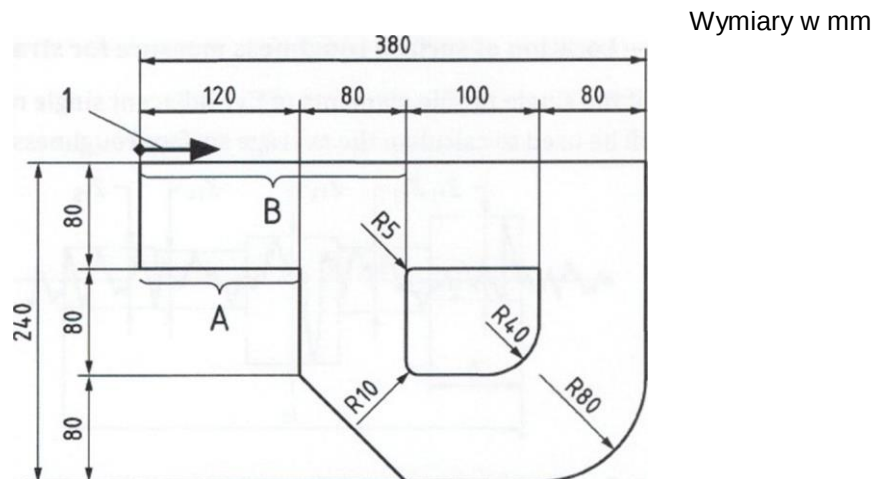
D.2.1. Postanowienia ogólne

Cięcie wycinków do badań należy przeprowadzić zgodnie ze wstępną specyfikacją technologii cięcia (pCPS), w której podano wszystkie parametry i wpływy istotne dla procesu.

Zgodnie z normą EN 1090-2 można określić prostopadłość i tolerancję kątowości, średnią chropowatość powierzchni oraz twardość krawędzi cięcia. Jeśli proces cięcia ma być stosowany tylko do prostopadłych cięć, to nie trzeba określać tolerancji kątowości. W takim przypadku zalecane jest użycie próbki testowej, jak pokazano na Rysunku D.1. Jeśli proces cięcia ma być stosowany do faz, należy określić tolerancję kątowości.

UWAGA Jeśli podczas przygotowań do wykonania spawania używane są fazy, tolerancja kątowności fazy nie może być krytyczna, jeśli powierzchnia zostanie następnie poddana obróbce.

Badany (-e) wycinek (-i) powinien (-nny) mieć proste cięcie, narożnik o ostrych krawędziach oraz zgięcie w kształcie łuku. Krawędzie nacięcia w obszarach zagięcia w kształcie łuku, jak również narożnika o ostrych krawędziach, powinny mieć porównywalną lub wyższą jakość, jak w obszarze cięcia prostego w stosunku do tolerancji prostokątności i kątowności, jak również do chropowatości powierzchni. Powyższe parametry należy wyznaczyć w obszarach cięcia prostego, przy czym badanie twardości należy przeprowadzić w szczególności w obszarach o najwyższej prędkości cięcia i chłodzenia.



Legenda

1 początek procedury i kierunek cięcia

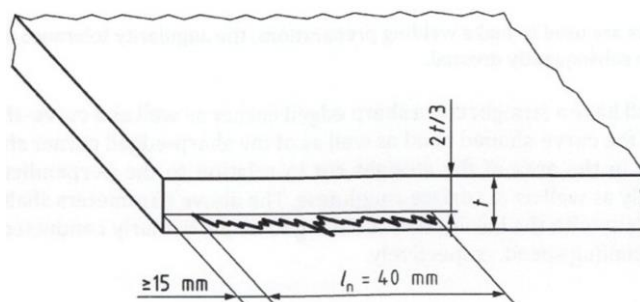
UWAGA Pomiarów dokonuje się na prostym obszarze B na długości co najmniej 200 mm, a twardość mierzy się w obszarach A i B na każdej próbce i sprawdza się pod kątem wymaganej klasy jakości. Próbki o ostrym kącie oraz próbki zakrzywione są poddawane oględzinom w celu ustalenia, czy wytwarzają krawędzie o standardzie równoważnym do cięć prostych.

Rysunek D.1. Zalecany kształt wycinka do badań i miejsce pomiarów (wymiary w mm)

D.2.2. Średnia chropowatość powierzchni R_5

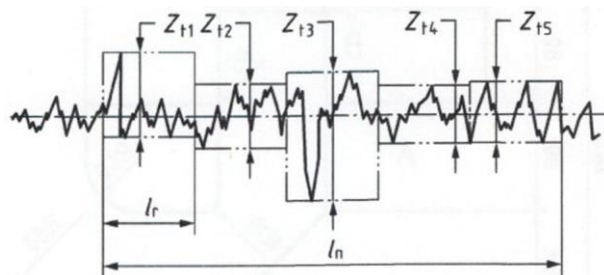
Średnia chropowatość powierzchni R_{Z5} powinna być określona zgodnie z EN ISO 9013.

W miejscu reprezentatywnym dla prostego cięcia płomieniem, chropowatość powierzchni mierzy się poprzecznie do ścieżki rowka wzdłuż długości maksymalnie 40 mm (zob. Rysunek D.2).



Rysunek D.2. Miejsce miary chropowatości powierzchni dla prostego cięcia płomieniem

Średnia arytmetyczna pięciu sąsiednich pojedynczych pomiarów elementów pojedynczego profilu (Z_{t1} do Z_{t5} , jak pokazano na Rysunku D.3) powinna być użyta do obliczenia średniej chropowatości powierzchni R_{Z5} .



Rysunek D.3. Określenie średniej chropowatości powierzchni R_{Z5}

W celu określenia średniej chropowatości powierzchni R_{Z5} należy zastosować tester chropowatości powierzchni odpowiedni do wysokich chropowatości. Należy zapewnić dostateczną i stabilną powierzchnię styku urządzenia.

W przypadku grubości blach (t) < 6 mm, dodatkowe pasy o gładkiej powierzchni należy przymocować równo z krawędzią cięcia do boków powierzchni płytki próbki przeznaczonej do badania za pomocą zacisku, aby zapewnić odpowiedni styk.

Najwyższą wartość chropowatości powierzchni R_{Z5} z odpowiednią odległością górnej krawędzi płyty należy określić i zarejestrować.

D.2.3. Prostota i tolerancja kątości

Tolerancja prostota i kątości (u) powinna być określona zgodnie z EN ISO 9013 w odniesieniu zarówno do cięcia pionowego, jak i ukośnego. Mikroskop pomiarowy może być również używany w przekroju poprzecznym. Podczas przygotowywania przekroju poprzecznego należy dostarczyć krawędź cięcia bez zadziorów.

Tolerancję prostota lub kątości (u) określa się w reprezentatywnym miejscu (gdzie znajduje się spodziewana najwyższa zmierzona wartość) prostego cięcia płomieniem.

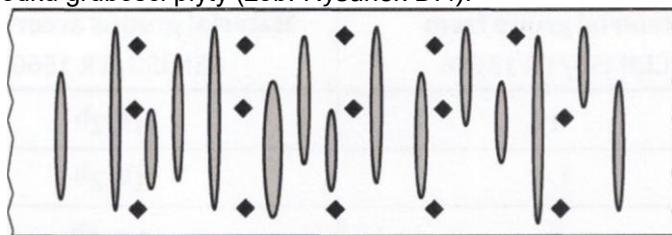
Aby uzyskać lepszy kontrast podczas pomiaru, próbkę można wytrawić przy użyciu odpowiedniego środka trawiącego. W zależności od grubości płyty można wykonać kilka ekspozycji, aby uzyskać jedną liczbę i zmierzyć. Należy zanotować zmniejszenie grubości cięcia (Δa), która ogranicza pomiary obszaru.

D.2.4 Badanie twardości

Badanie twardości krawędzi cięcia płomieniem należy wykonać zgodnie z EN ISO 6507-1.

Próbki do pomiaru twardości powinny mieć płaskie, równoległe powierzchnie stykowe. Szlifowanie krawędzi ciętych płomieniem należy przeprowadzić przy użyciu stosując papier o granulacji 600. Powierzchnia cięcia płomieniem powinna być szlifowana, tak aby niektóre wcięcia powierzchni cięcia płomienia były nadal widoczne.

Pomiary twardości należy wykonywać w obszarach w pobliżu górnej i dolnej krawędzi, jak również w środku grubości płyty (zob. Rysunek D.4).



Rysunek D.4. Miejsca pomiaru na oszlifowanej powierzchni cięcia płomieniem

W zależności od grubości płyty należy wykonać 5 lub 15 pomiarów twardości rozmieszczonych w przekroju (zob. Tabela D1). Podczas badania twardości w pobliżu powierzchni płyty należy przestrzegać minimalnej odległości zgodnie z EN ISO 6507-1, a także obserwować topnienia powierzchni.

Tabela D.1. Liczba i powierzchnia pomiarów twardości

Grubość płyty t [mm]	Pomiary twardości
$t \leq 5$	5, w środku grubości płyty
$t > 5$	5, w pobliżu górnej części płyty 5, w pobliżu dolnej części płyty 5, w środku grubości płyty

D.3. Zakres kwalifikacji D.3.1 Grupy materiałów

Z powodu utwardzania się różnych materiałów, Tabela D.2 powinna być użyta do określenia zakresu obowiązywania.

Tabela D.2. Grupy materiałów

Próbka Grupa materiałowa z CEN ISO/TR 15608	Zakres Grupy materiałów wg CEN ISO/TR 15608
1	1 ^a , 2 ^b
1.4	1 ^b , 2 ^b
2	1.1, 2 ^b
3	1 ^a , 2 ^b , 3 ^b
^{a.} Z wyjątkiem 1.4 i obowiązuje dla stali o tej samej lub niższej ustalonej minimalnej granicy plastyczności ^{b.} Obowiązuje dla stali o tej samej lub niższej ustalonej minimalnej granicy plastyczności	

Niezależnie od Tabeli D.2, temperatura podgrzewania może wymagać regulacji dla materiałów w tym zakresie, ale mających wyższy równoważnik węgla niż próbka, aby zapewnić, że wzrost twardości powierzchni cięcia nie jest niedopuszczalny.

D.3.2 Grubość materiału

Badanie najcieńszej i najgrubszej próbki testowej powinno kwalifikować wszystkie grubości materiału w tym zakresie grubości.

D.3.3 Ciśnienia gazów

Kwalifikacja jest ważna w następujących zakresach:

- ciśnienie tlenu podgrzewającego +0 % / -20 %;
- ciśnienie paliwa gazowego: +/- 5 %;
- ciśnienie tlenu tnącego: +0%/-15%.

D.3.4 Szybkość i wysokość cięcia

Kwalifikacja jest ważna w następujących zakresach:

- szybkość cięcia: +10%/-0%;
- wysokość cięcia między końcówką głowicy tnącej a płytką: +/- 10 %.

D.3.5 Temperatura podgrzewania

Kwalifikacja jest ważna w następujących zakresach:

- temperatura podgrzewania: +/-10%.

D.4 Raport z badań

Raport z badań powinien zawierać następujące informacje:

- odwołanie do EN 1090-2 i EN ISO 9013;

EN 1090-2:2018 (E)

- numer specyfikacji cięcia pCPS;
- oznakowanie próbki testowej;
- materiał;
- grubość płyty;
- typ próbki testowej;
- szkic z położeniami testowymi na krawędzi cięcia płomieniem (w razie potrzeby);
- urządzenia pomiarowe;
- przeprowadzone badania i kryteria oceny;
- wyniki badań;
- ocena wyników badań.

Table D.3. Przykład zapisu kwalifikacji technologii cięcia

Zapis kwalifikacji technologii cięcia					
(p)CPS-No.:		CPQR-No.:			
Producent próbki cięcia termicznego:					
Adres producenta:		Załączniki:	1	Parametry cięcia	strona
Norma:			2	Raport z badań materiału	strona
Data wytworzenia:			3	Świadectwo kontroli	strona
Producent:					
Specyfikacje protokołu kwalifikacji technologii cięcia					
Proces cięcia:					
Producent maszyny do cięcia:					
Typ cięcia:					
Oznaczenie palnika do cięcia:					
Oznaczenie dyszy tnącej:					
Producent palnika do cięcia/dyszy tnącej:					
Norma:					
Grupa materiałowa:					
Grubość materiału (mm):					
Typ paliwa gazowego:					
Ciśnienie tlenu tnącego:*					
Ciśnienie paliwa gazowego:*					
Ciśnienie tlenu tnącego:*					
Regulacja płomienia:					
Szybkość cięcia:					
Wysokość cięcia:					
Temperatura podgrzewania:					
Dalsza obróbka termiczna:					
Typ palnika do podgrzewania:					
Oznaczenie palnika do podgrzewania:					
Producent palnika do podgrzewania:					
Typ paliwa gazowego:					
Ciśnienie tlenu/sprężonego powietrza:					
Ciśnienie paliwa gazowego:					
* Ciśnienie mierzone na wlocie palnika					
Zapis ten potwierdza, że wytworzenie termicznie pociętej próbki zostało przygotowane, zrealizowane i przetestowane zadowalająco i zgodnie z wymogami określonymi w punktach 6.4.3 i 6.4.4 normy EN 1090-2: EXC2 / EXC3 / EXC4 (<i>niepotrzebne skreślić</i>)					
Miejsce i data wydania:					
Przedstawiciel producenta: Imię i nazwisko, data i podpis:					
Osoba wyznaczona lub organ: Imię i nazwisko, data i podpis (jeśli inny niż RWC producenta):					

Tabela D.4. Przykład wstępnej specyfikacji technologii cięcia

Specyfikacja technologii cięcia	
Proces cięcia:	
Producent maszyny do cięcia:	
Typ cięcia:	
Oznaczenie palnika do cięcia:	
Oznaczenie dyszy tnącej:	
Producent palnika do cięcia/dyszy tnącej:	
Norma:	
Grupa materiałowa:	
Grubość materiału (mm):	
Typ paliwa gazowego:	
Ciśnienie tlenu tnącego:*	
Ciśnienie paliwa gazowego:*	
Ciśnienie tlenu tnącego:*	
Regulacja płomienia:	
Szybkość cięcia:	
Wysokość cięcia:	
Temperatura podgrzewania:	
Kąt cięcia (jeśli faza nie jest prostopadła):	
Dalsza obróbka termiczna:	
Typ palnika do podgrzewania wstępnego/końcowego:	
Oznaczenie palnika do podgrzewania:	
Producent palnika do podgrzewania:	
Typ paliwa gazowego:	
Ciśnienie tlenu/sprężonego powietrza:	
Ciśnienie paliwa gazowego:	
* Ciśnienie mierzone na wlocie palnika	

Załącznik E (informacyjny)

Połączenia spawane w kształtownikach drążonych

E.1. Postanowienia ogólne

Niniejszy Załącznik zawiera wskazówki dotyczące wykonywania połączeń spawanych w kształtownikach drążonych.

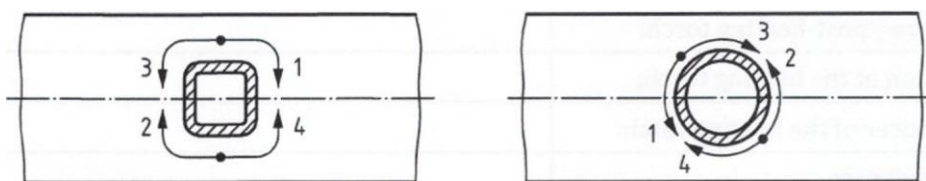
E.2. Wskazówki dotyczące pozycji początkowej i końcowej

Poniższe wskazówki mogą być stosowane do połączeń liniowych:

- a) pozycje zatrzymania i startu spawania dla połączeń liniowych spawanych w pasach należy wybrać tak, aby uniknąć tych pozycji, które będą bezpośrednio pod miejscem kolejnego spawania między usztywnieniem a pasem;
- b) pozycje zatrzymania i startu dla spawania między dwoma kwadratowymi i prostokątnymi kształtownikami wydrążonymi będących w linii nie powinny znajdować się na narożnikach lub w ich pobliżu.

Poniższe wskazówki mogą być stosowane do innych połączeń:

- c) pozycje zatrzymania i startu nie powinny być umiejscowione w lub w pobliżu spoiny lub w położeniu bocznym połączenia między dwoma okrągłymi kształtownikami drążonymi zgodnie z Rysunkiem E.1;
- d) pozycje zatrzymania i startu nie powinny być umiejscowione w lub w pobliżu narożników połączenia pomiędzy usztywnieniem kwadratowym lub prostokątnym kształtownikiem drążonym a drążonym elementem pasa;
- e) chyba że puste odcinki, które mają być łączone, mają ten sam rozmiar, zalecana kolejność spawania usztywnienia do połączeń pasów jest przedstawiona na Rysunku E.1;
- f) spawanie pomiędzy kształtownikami drążonymi powinno być zakończone dookoła, nawet jeśli ta całkowita długość spoiny nie jest konieczna ze względów wytrzymałościowych.



Rysunek E.1. pozycje zatrzymania i startu oraz kolejność spawania

E.3. Przygotowanie powierzchni połączeń

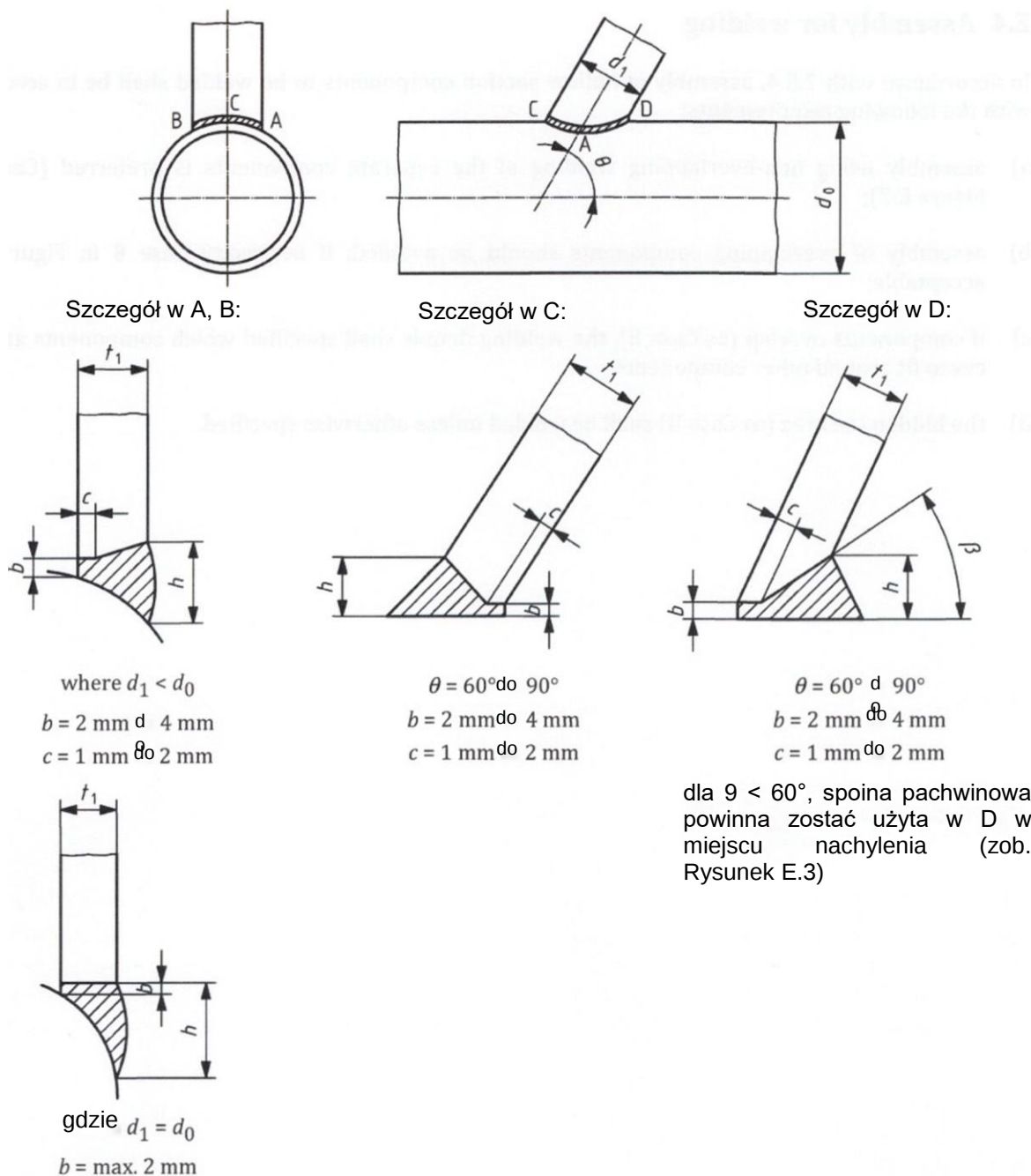
W odniesieniu do punktu 7.5.1.2, przykłady zastosowania EN ISO 9692-1 do usztywnienia połączeń pasów pomiędzy kształtownikami drążonymi przedstawiono na Rysunkach od E.2 do E.5.

Zalecenia dotyczące przygotowania spawu i montażu spoin czołowych ukosu są miejscowo takie same, jak w przypadku spoin czołowych między dwoma komponentami w linii, co wymaga zwiększenia kąta ukosu na wewnętrznej stronie ścicia i zmniejszenia na zewnątrz, jak pokazano na Rysunku E.6.

E.4. Montaż do spawania

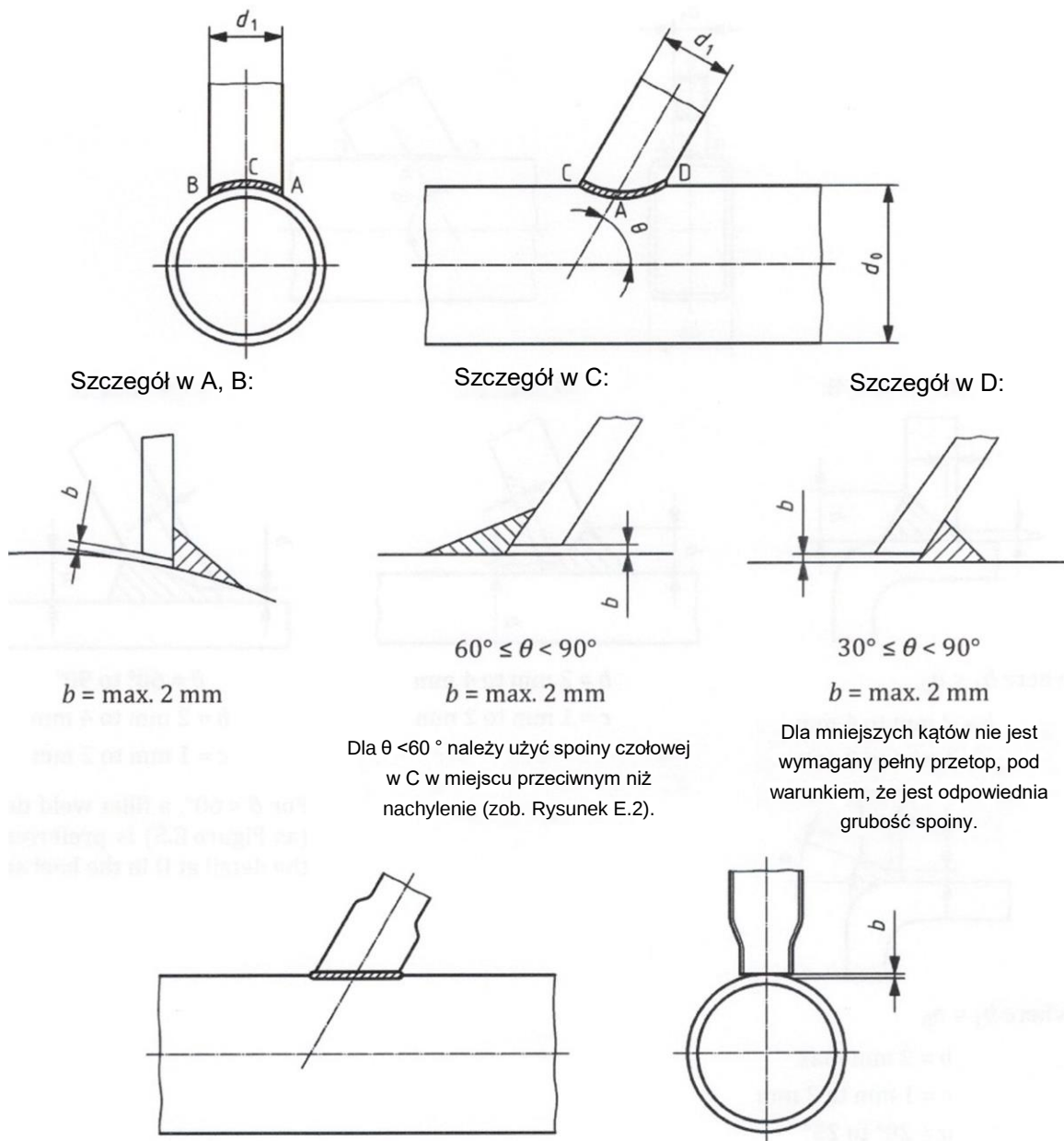
Zgodnie z punktem 7.5.4 montaż spawanych komponentów kształtownika drążonego powinien być zgodny z następującymi wymaganiami:

- a) preferowany jest montaż oddzielnych komponentów poprzez spawanie bez zakładek (Przypadek A na Rysunku E.7);
- b) należy unikać nakładających się elementów; w razie potrzeby Przypadek B na rysunku E.7 jest dopuszczalny;
- c) jeżeli elementy zachodzą na siebie (jak w Przypadku B), szczegóły spawania powinny określać, które elementy mają zostać przycięte, aby pasowały do innych elementów;
- d) ukryty obszar spoiny (jak w Przypadku B) powinien być spawany, chyba że określono inaczej.



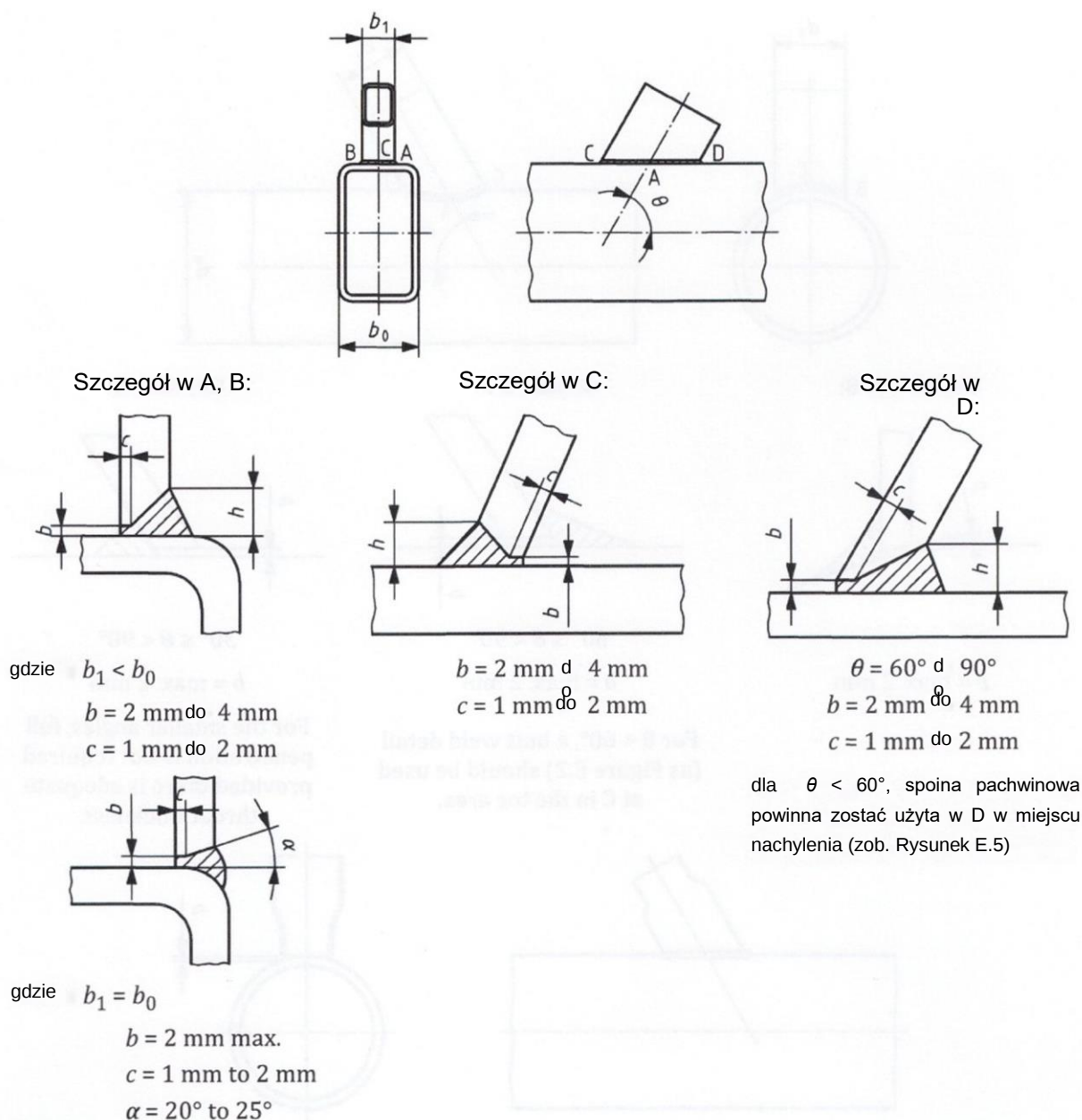
UWAGA Zastosowanie EN ISO 9692-1 przypadku 1.4 do okrągłych kształtowników drążonych.

Rysunek E.2. Przygotowanie spoiny i montaż - spoiny czołowe w usztywnieniu okrągłych kształtowników drążonych do połączeń pasów



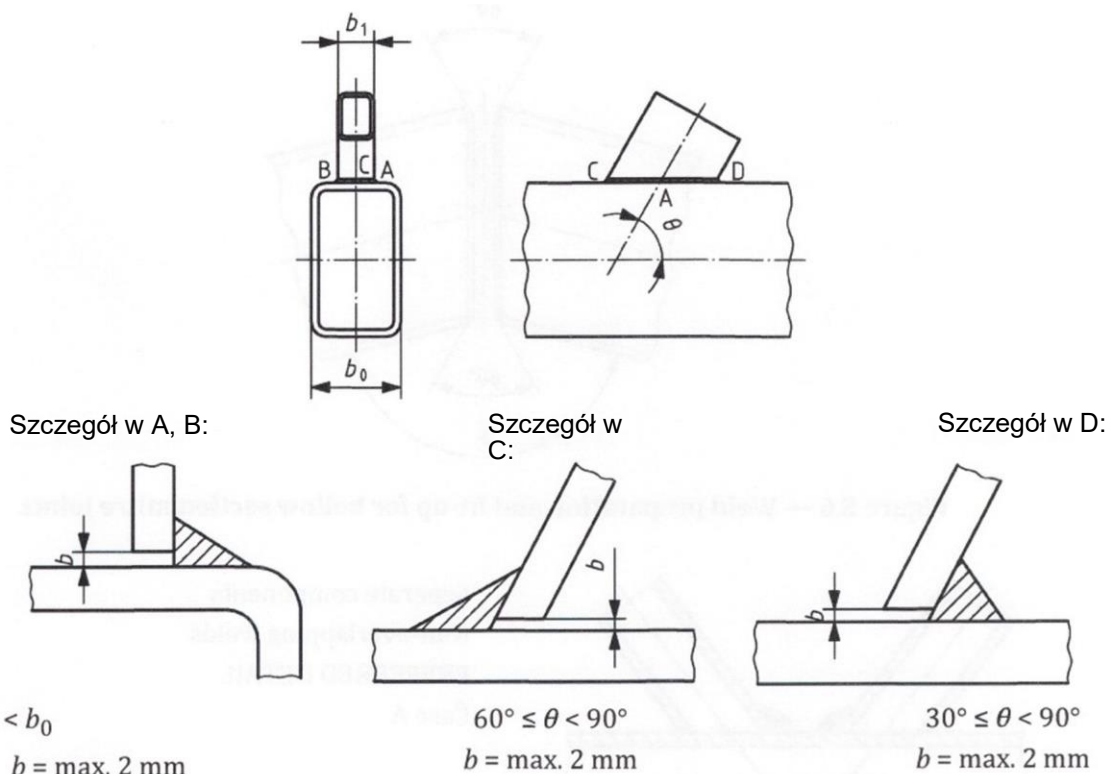
UWAGA Zastosowanie EN ISO 9692-1 przypadku 3.1.1 do okrągłych kształtowników drążonych.

Rysunek E.3. Przygotowanie spoiny i montaż - spoiny pachwinowe w usztywnieniu okrągłych kształtowników drążonych do połączeń pasów



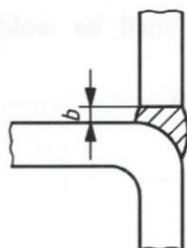
UWAGA Zastosowanie EN ISO 9692-1 przypadku 1.4 do kwadratowych lub prostokątnych kształtowników drążonych

Rysunek E.4. Przygotowanie spoiny i montaż - spoiny czołowe w usztywnieniu kwadratowych lub prostokątnych kształtowników drążonych do połączeń pasów



Dla $\theta < 60^\circ$ należy użyć spoiny czołowej w C w miejscu przeciwnym niż nachylenie (zob. Rysunek E.4).

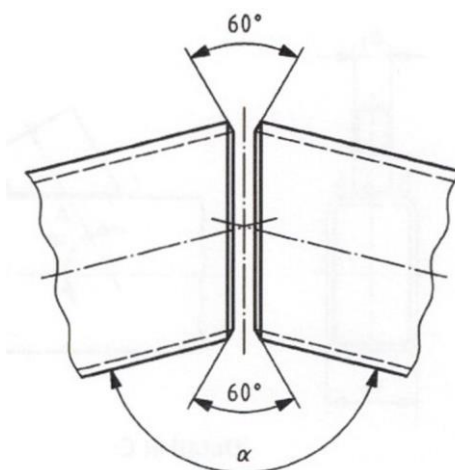
Dla najmniejszych kątów nie jest wymagany pełny przetop, pod warunkiem, że jest odpowiednia grubość spoiny.



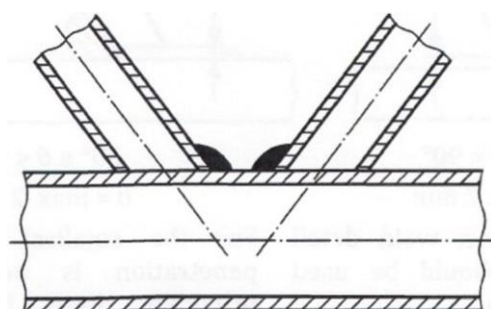
gdzie $b_1 = b_0$
 $b = \max. 2 \text{ mm}$

UWAGA Zastosowanie EN ISO 9692-1 przypadku 3.101 do kwadratowych lub prostokątnych kształtowników drążonych.

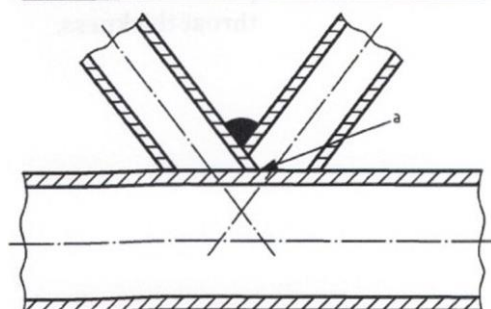
Rysunek E.5. Przygotowanie spoiny i montaż - spoiny pachwinowe w usztywnieniu kwadratowych lub prostokątnych kształtowników drążonych do połączeń pasów



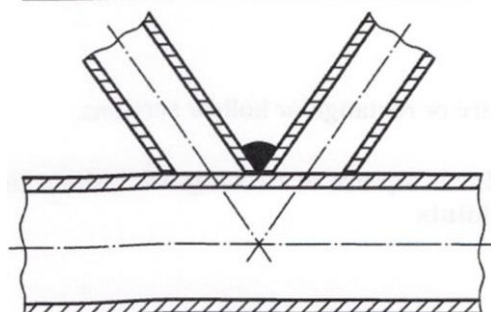
Rysunek E.6. Przygotowanie spoiny i montaż dla połączeń ukośnych kształowników drążonych



Oddzielne komponenty
Nie nakładające się spoiny
PREFEROWANY SZCZEGÓŁ
Przypadek A



a = Ukryty obszar spoiny
Ukryty obszar spoiny powinien być spawany, chyba, że określono inaczej
Nakładające się komponenty
DOPUSZCZALNY SZCZEGÓŁ
Przypadek B



Oddzielne komponenty
ale nakładające się spawy
SZCZEGÓŁ, KTÓREGO NALEŻY UNIKAĆ
Przypadek C

Rysunek E.7. Montaż dwóch elementów usztywniających do elementu pasa

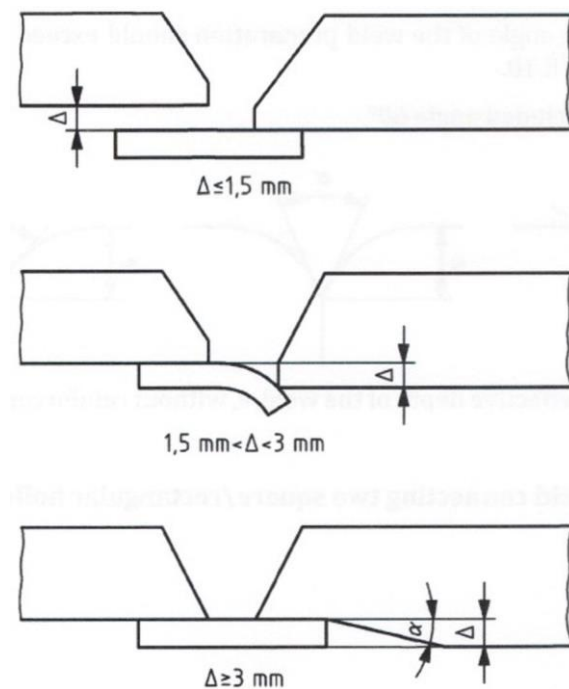
W przypadku połączeń, które nie są znacząco poddane obciążeniu dynamicznemu, następujące odchylenia mogą być dozwolone dla wyrównania krawędzi lub powierzchni grani spoin czołowych wykonanych w linii między kształtownikami drążonymi:

- 25% grubości cieńszego produktu składowego dla materiału o grubości <12 mm;
- 3 mm dla materiału o grubości powyżej 12 mm.

Takie wyrównanie można uzyskać, stosując obróbkę końców w celu skorygowania zmian grubości ścianki i owalności lub nierównomierności kształtowników drążonych, pod warunkiem, że pozostała grubość materiału jest zgodna z podanym minimum.

W przypadku połączeń czołowych łączonych w linii pomiędzy kształtownikami drążonymi o różnej grubości, grubości można dopasować za pomocą następujących wskazówek (zob. Rysunek E.8):

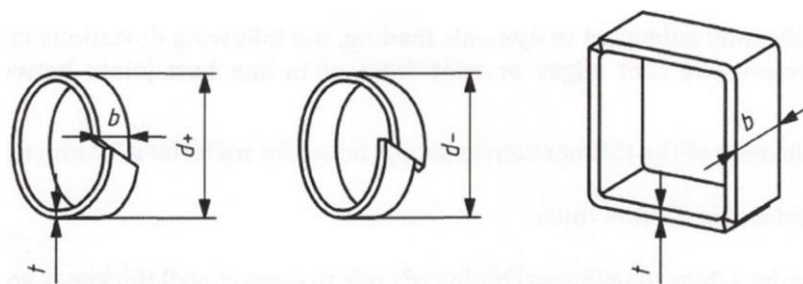
- a) jeżeli różnica grubości nie przekracza 1,5 mm, nie są wymagane żadne dodatkowe środki;
- b) jeżeli różnica grubości nie przekracza 3 mm, materiał podkładki może być ukształtowany w celu dostosowania do różnicy (można zastosować miejscowe formowanie podkładki na gorąco);
- c) jeżeli różnica przekracza 3 mm, ścianka grubszego elementu powinna być zwężona do nachylenia 1 w 4 lub mniejszego.



Symbole Δ i α oznaczają: Δ = różnica grubości; $\tan \alpha$ = nachylenie, które nie może przekraczać 1 w 4.

Rysunek E.8. Szczegóły materiału podkładki dla elementów o różnej grubości

Jeśli nie jest właściwe użycie części konstrukcji stalowej jako materiału podkładowego, Rysunek E.9 zawiera wskazówki dotyczące odpowiednich kształtów pierścieni lub pasków spełniających rolę podkładki.



Grubość t : 3-6 mm

Szerokość b : 20-25 mm

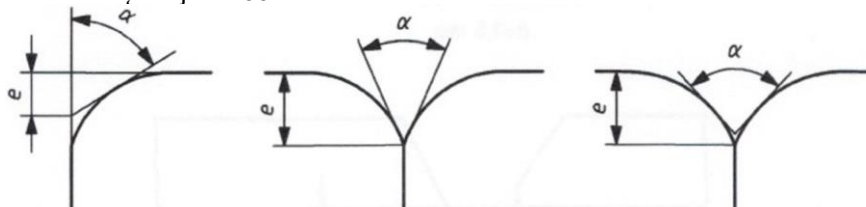
Rysunek E.9. Odpowiednie kształty podkładek pierścieniowych lub paskowych

F.1.1. Spoiny pachwinowe

W przypadku połączenia usztywnień i pasów należy wybrać technologię spawania i miejscowy profil szczeliny spawu, aby zapewnić płynne przejście między tymi częściami spoiny, które są czołowe (które powinny być zgodne z Rysunkami E.2 i E.4) i tymi, które są pachwinowe (które powinny być zgodne z Rysunkami E.3 i E.5).

W przypadku spoin w miejscu odejścia dwóch łuków powierzchni uwzględniony kąt przygotowania spoiny powinien przekraczać 60° dla efektywnej głębokości spoiny, jak pokazano na Rysunku E.10.

Tutaj symbol α oznacza: kąt wejścia 60° .



Określenie maksymalnej głębokości skutecznej spoiny, e , bez zbrojenia na podstawie kąta wejścia, α , 60° .

Rysunek E.10. Spoina w miejscu odejścia dwóch łuków powierzchni łącząca dwa kwadratowe/prostokątne kształtowniki drażone

Załącznik F
(normatywny)

Ochrona przed korozją

F.1. Postanowienia ogólne

F.1.1. Obszar pokrycia

Niniejszy Załącznik zawiera wymagania i wytyczne dotyczące zastosowania ochrony antykorozyjnej poza miejscem montażu i/lub na miejscu na elementach stalowych z wyjątkiem stali nierdzewnych. Obszar pokrycia stanowi ochronę antykorozyjną poprzez przygotowanie powierzchni i zaaplikowanie systemów malarskich lub powłok metalicznych za pomocą natryskiwania termicznego lub cynkowania ogniowego. Ochrona katodowa nie jest uwzględniona.

Wymagania dotyczące ochrony przed korozją powinny być podane w specyfikacji wykonania pod względem specyfikacji działania (jak w F.1.2) lub jako wymagania normatywne dla zastosowanej obróbki ochronnej (jak w F.1.3).

UWAGA 1 Norma EN ISO 12944-8 zawiera wytyczne dotyczące opracowywania specyfikacji ochrony antykorozyjnej przy użyciu farb i produktów pokrewnych stosowanych do podłoży stalowych zwykłych lub cynkowanych ogniowo (tj. powłok duplex). Normy EN ISO 1461, EN ISO 14713-1 i EN ISO 14713-2 zawierają wytyczne dotyczące opracowywania specyfikacji ochrony antykorozyjnej za pomocą cynkowania ogniowego. Normy EN 13438 i EN 15773 zawierają wytyczne dotyczące malowania proszkowego stali cynkowanej ogniowo.

UWAGA 2 Wskazówki dotyczące natryskiwania termicznego podano w EN ISO 2063.

Niniejszy Załącznik nie obejmuje ochrony antykorozyjnej kabli i osprzętu.

UWAGA 3 Zob. EN 1993-1-11: 2006, Załącznik A.

F.1.2. Specyfikacja działania

Jeżeli specyfikacja działania jest stosowana do określenia wymagań dotyczących ochrony przed korozją, powinna ona określać:

- a) przewidywany okres ochrony antykorozyjnej (zob. EN ISO 12944-1 i EN ISO 14713-1: 2017, Tabela 2) i;
- b) kategoria korozyjności (zob. EN ISO 12944-2 i EN ISO 14713-1: 2017, Tabela 1).

Specyfikacja działania może również określać preferencje dotyczące malowania, natryskiwania termicznego lub cynkowania ogniowego.

UWAGA Pod względem wydajności seria EN ISO 4628 może być stosowana do oceny degradacji farb i produktów pokrewnych.

F.1.3. 1.3 Wymogi nakazowe

Jeżeli oczekiwany okres użytkowania ochrony antykorozyjnej i kategoria korozyjności są określone zgodnie z F.1.2, należy opracować zgodnie z nimi wymagania nakazowe.

W przeciwnym razie specyfikacja wykonania określi wymagania nakazowe, podając szczegóły następujących istotnych elementów:

- a) przygotowanie powierzchni dla produkowanych elementów stalowych przeznaczonych do malowania (zob. F.2.1);

- b) przygotowanie powierzchni produkowanych elementów stalowych do natryskiwania termicznego (zob. EN ISO 12679 i F.2.1);
- c) przygotowanie powierzchni produkowanych elementów stalowych do cynkowania ogniowego (zob. F.2.2);
- d) procesy przygotowania powierzchni elementów złącznych (zob. F.5);
- e) Może to obejmować wymagania dotyczące kolejnych powłok dekoracyjnych i ograniczenia wyboru koloru środków powlekających;
- f) metody pracy przy początkowym nakładaniu produktów malarskich i naprawie (zob. EN ISO 12944-8 i F.6.1); UWAGA Naprawa na miejscu powłok nakładanych w warsztacie może wymagać szczególnej uwagi.
- g) natryskiwanie termiczne (zob. F.6.2);
- h) cynkowanie ogniowe (zob. F.6.3);
- i) szczególne wymagania dotyczące kontroli i sprawdzania (zob. F.7);
- j) specjalne wymagania dotyczące połączeń bimetalicznych.

F.1.4. Metoda pracy

Ochrona antykorozyjna powinna być stosowana zgodnie z metodami pracy opartymi na planie jakości, jeśli jest wymagany, i zgodnie z punktami od F.2 do F.7, stosownie do przypadku. Jeśli jest to wymagane, plan jakości powinien być opracowany na podstawie wymogów nakazowych w F.1.3.

Metody pracy określają, czy prace mają być podjęte przed, czy po produkcji.

Środki ochrony antykorozyjnej powinny być stosowane zgodnie z zaleceniami producenta. Procedury postępowania i przechowywania materiałów powinny zapewniać, że materiały, które mają być użyte, znajdują się w okresie ich trwałości i przydatności.

Wszystkie produkty malowane, natryskiwane termicznie lub ocynkowane ogniowo powinny być ostrożnie przenoszone, przechowywane i transportowane, aby uniknąć uszkodzenia ich powierzchni. Stosowanie materiałów do pakowania, zawijania i innych materiałów używanych do przeładunku i składowania powinny być na ogół niemetalowe.

Należy utrzymać środowiskowe warunki pracy, aby umożliwić utwardzanie farb do akceptowalnego poziomu i uniknąć korozji powłok metalicznych.

Nie należy przenosić, przechowywać i transportować materiałów przed utwardzeniem systemu powłokowego do akceptowalnego poziomu.

Procedury naprawcze powinny być odpowiednie do szkód poniesionych przy stosowaniu procedur przenoszenia, przechowywania i montażu oraz powinny być zgodne z zaleceniami producenta produktu.

F.2. Przygotowanie powierzchni stali węglowych

F.2.1. Przygotowanie powierzchni stali węglowych przed malowaniem lub natryskiem metalu

Powierzchnie należy przygotować zgodnie z 10.2 i 12.6.

W celu ustalenia czystości powierzchni i chropowatości powierzchni należy przeprowadzić badania proceduralne w procesach czyszczenia strumieniowo-ściernego. Będą one powtarzane w odstępach czasu w trakcie produkcji.

Wyniki badań procedur dotyczących procesów czyszczenia strumieniowo-ściernego powinny być wystarczające do ustalenia, że proces nadaje się do kolejnego procesu powlekania.

Pomiar i ocenę chropowatości powierzchni należy przeprowadzić zgodnie z EN ISO 8503-1 i EN ISO 8503-2. Jeśli powlekane materiały mają być poddane dalszej obróbce, powierzchnia powinna być do tego odpowiednio przygotowana.

UWAGA Czyszczenie narzędzi ręcznych/elektrycznych nie jest odpowiednie dla nieuszkodzonych elementów metalowych lub powlekanych organicznie. Jeśli jednak naprawy powłok są nieuniknione, konieczne może być usunięcie zanieczyszczeń lub osadów korozyjnych miejscowo, aby odsłonić podstawowe podłoże stalowe przed przeprowadzeniem naprawy.

Jeśli przeprowadza się malowanie stali ocynkowanej, czyszczenie powierzchni wymaga szczególnej uwagi. Powierzchnie należy oczyścić (usunąć kurz i tłuszcz) i ewentualnie poddać obróbce odpowiednim gruntem wytrawiającym lub oczyścić strumieniowo zgodnie z EN ISO 12944-4 do chropowatości powierzchni „drobnoziarnista” (FINE) zgodnie z EN ISO 8503-2. Obróbkę wstępną należy sprawdzić przed kolejnym malowaniem.

F.2.2. Przygotowanie powierzchni stali węglowych przed cynkowaniem ogniowym

Powierzchnie należy przygotować zgodnie z punktem 10.5, EN ISO 14713-2 i EN ISO 1461, chyba że określono inaczej.

UWAGA Przy wytrawianiu przed cynkowaniem ogniowym, stale o wysokiej wytrzymałości mogą stać się podatne na pękanie wywołane wodorem, kruchość po starzeniu mechanicznym, pękanie pod wpływem ciekłych metali lub kruchość ciekłego metalu (zob. EN ISO 14713-2).

F.3. Spoiny i powierzchnie do spawania

Jeżeli komponent ma być następnie spawany, powierzchnie elementu w odległości 150 mm od spoiny nie powinny być powlekane materiałami, które pogorszą jakość spoiny (zob. też 7.5.1.1).

Spoiny i przyległy metal podstawowy nie powinny być malowane przed odżużlaniem, czyszczeniem, sprawdzaniem i akceptacją spoiny (zob. też 10.2 - Tabela 22).

F.4. Powierzchnie w wstępnie załadowanych połączeniach

W przypadku połączeń antypoślizgowych specyfikacja wykonania powinna określać wymagania dotyczące powierzchni ciernych oraz wymaganej klasy obróbki lub badań (zob. 8.4 i 12.5.2.1).

W przypadku połączeń wstępnie obciążonych, które nie muszą być odporne na poślizg, należy określić zasięg powierzchni, na które wpływają wstępnie obciążone zestawy śrubowe. Jeśli powierzchnie kontaktowe mają być pomalowane przed montażem, należy nałożyć tylko powłokę gruntową o maksymalnej grubości suchej powłoki 100 µm.

F.5. Przygotowanie łączników

Specyfikacja przygotowania elementów złącznych powinna być zgodna z:

- a) klasyfikacją ochrony antykorozyjnej określoną dla prac lub części prac;
- b) materiałem i typem łącznika;
- c) przylegającymi materiałami będącymi w kontakcie z umiejscowionym łącznikiem i powłokami na tych materiałach;
- d) metodą docięnięcia łącznika;
- e) potencjalną potrzebą naprawy łącznika po docięnięciu.

Jeśli po montażu koniecznym jest przygotowanie do montażu łączników, nie należy go podejmować do czasu przeprowadzenia niezbędnej kontroli łącznika.

Minimum pierwsze 50 mm osadzonej części śrub fundamentowych poniżej gotowej powierzchni betonu powinno być chronione. Pozostałe powierzchnie stali należy pozostawić bez obróbki, chyba że określono inaczej (zob. EN ISO 12944-3).

F.6. Metody powlekania

F.6.1. Malowanie

Stan powierzchni elementu należy sprawdzić tuż przed malowaniem, aby upewnić się, że jest on zgodny z wymaganymi specyfikacjami, EN ISO 12944-4, serią EN ISO 8501 i EN ISO 8503-2 oraz zaleceniami producenta dotyczącymi produktu, który ma być zastosowany.

Malowanie należy wykonywać zgodnie z EN ISO 12944-7.

Jeśli mają być nałożone dwie lub więcej warstw, dla każdej warstwy należy zastosować inny odcień koloru.

Prace nie powinny być kontynuowane, jeżeli warunki środowiskowe i powierzchniowe nie są zgodne z zaleceniami producenta produktu. Po nałożeniu pomalowane powierzchnie należy chronić przez okres po nałożeniu, zgodnie z zaleceniami producenta produktu.

F.6.2. Metalizacja natryskowa

Termiczna metalizacja natryskowa powinna być wykonana za pomocą stopu cynku, aluminium lub cynku/aluminium 85/15 i powinno być wykonane zgodnie z normą EN ISO 2063.

Powierzchnie poddane termicznej metalizacji natryskowej powinny być uszczelnione odpowiednią warstwą uszczelniającą przed nałożeniem farby zgodnie z F.6.1. Wspomniana warstwa uszczelniająca musi być kompatybilna z farbą ją pokrywającą i powinna być nakładana natychmiast po schłodzeniu metalizacji natryskowej, aby uniknąć utleniania lub zatrzymania wilgoci.

F.6.3. Cynkowanie ogniowe

Cynkowanie ogniowe należy wykonywać zgodnie z EN ISO 1461.

Jeżeli cynkowanie ogniowe po produkcji jest określone dla elementów formowanych na zimno, należy je wykonać zgodnie z normą EN ISO 1461 i określić wymagania dotyczące kwalifikacji technologii procesu zanurzania.

Należy określić wymagania dotyczące kontroli, sprawdzania lub kwalifikacji przygotowania, które należy przeprowadzić przed kolejnym malowaniem.

F.7. Kontrola i sprawdzanie

F.7.1. Postanowienia ogólne

Kontrola i sprawdzanie powinny być stosowane zgodnie z planem jakości, jeśli jest wymagany, i punktami od F.7.2 do F.7.4. Specyfikacja wykonania określa wszelkie wymagania dotyczące dodatkowej kontroli i badań.

Należy odnotować przeprowadzone kontrolę i sprawdzanie, w tym rutynowe sprawdzanie F.7.2.

F.7.2. Rutynowe sprawdzanie

Rutynowe sprawdzanie ochrony przed korozją obejmuje:

- a) sprawdzenie, czy przygotowane powierzchnie stalowe, które mają być poddane ochronie antykorozyjnej, mają określony stopień czystości, ocena zgodnie z 10.2 i 12.6;

b) pomiar grubości:

- 1) każdej warstwy powłoki farby zgodnie z ISO 19840, ale gdy ochronę uzyskuje się przez cynkowanie ogniowe, powłokę farby należy sprawdzić zgodnie z EN ISO 2808;
- 2) natryskiwania termiczne zgodnie z EN ISO 2063;
- 3) cynkowania ogniowego zgodnie z EN ISO 1461;

c) kontrola wizualna, czy obróbka farby jest zgodna z przepisami normy EN ISO 12944-7;

d) o ile nie określono inaczej, w przypadku malowania zakres sprawdzania powinien obejmować:

- 1) wykonanie pięciu odczytów grubości suchej powłoki (DFT) na każde 100 m² każdej warstwy pokrycia;
- 2) średnia z tych pięciu odczytów nie powinna być mniejsza niż określona nominalna DFT (NDFT);
- 3) minimum tych pięciu odczytów nie powinno być mniejsze niż 80% NDFT;
- 4) maksimum tych pięciu odczytów nie powinno przekraczać 2 x NDFT ogólnie lub 3 x NDFT dla wyrobionych krawędzi, spoin i innych obszarów.

F.7.3. Obszary odniesienia

Zgodnie z normą EN ISO 12944-7 specyfikacja wykonania określa wszelkie obszary odniesienia, które zostaną wykorzystane do ustalenia minimalnego akceptowalnego standardu pracy. O ile nie określono inaczej, należy określić obszary odniesienia dla systemów ochrony przed korozją w kategoriach korozyjności od C3 do C5 i od Im1 do Im3.

F.7.4. Komponenty ocynkowane ogniowo

O ile nie określono inaczej, ze względu na ryzyko pęknięcia pod wpływem ciekłych metali (LMAC), elementy ocynkowane ogniowo należy poddać kontroli po ocynkowaniu.

UWAGA Informacje na temat LMAC podano w [39], [40], [42] i [43].

Specyfikacja komponentu powinna określać:

- a) komponenty, dla których nie jest wymagana kontrola po cynkowaniu;
- b) elementy lub określone miejsca, które będą poddane dodatkowemu badaniu nieniszczącemu (NDT), którego zakres i metoda zostaną określone.

Wyniki kontroli po cynkowaniu należy zapisać.

Jeśli zostaną zaobserwowane przejawy pęknięcia, wówczas komponent i wszystkie podobnie ukształtowane elementy wykonane z podobnych materiałów jak również szczegóły spawania powinny zostać zidentyfikowane i poddane kwarantannie jako produkty niezgodne. Należy wykonać zdjęcie miejsca pęknięcia i następnie zastosować specjalną procedurę w celu ustalenia zakresu i pochodzenia problemu.

Załącznik G (normatywny)

Określenie współczynnika tarcia

G.1. Postanowienia ogólne

Celem tego badania jest określenie współczynnika poślizgu dla określonej obróbki powierzchni, często obejmującego powlekanie powierzchni.

Procedura badania ma na celu zapewnienie uwzględnienia możliwości deformacji pełzania połączenia.

Ważność wyników badań dla powierzchni powlekanych jest ograniczona do przypadków, w których wszystkie zmienne istotne są podobne do tych z próbek testowych.

G.2. Zmienne istotne

Następujące zmienne będą traktowane jako istotne dla wyników badania:

- a) skład powłoki;
- b) obróbka powierzchni i obróbka warstw powłok podkładowych w przypadku systemów wielowarstwowych (zob. G.3);
- c) maksymalna grubość powłoki (zob. G.3);
- d) procedura utwardzania;
- e) minimalny odstęp czasowy między zastosowaniem powłoki a zastosowaniem obciążenia do połączenia;
- f) klasa właściwości śruby (zob. G.6);
- g) liczba i konfiguracja podkładek;
- h) gatunek blach stalowych.

G.3. Próbkki do badań

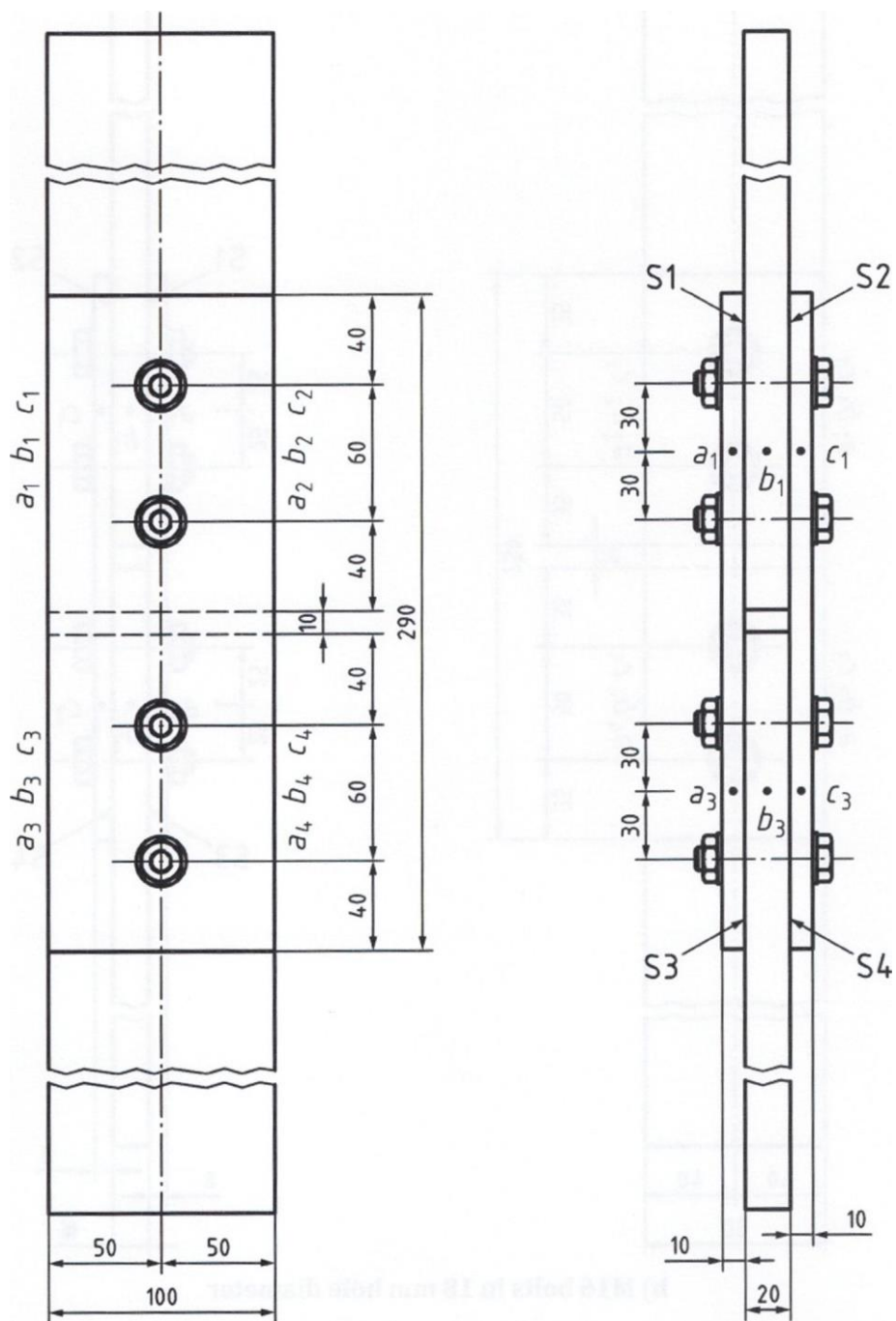
Próbki do badań powinny odpowiadać szczegółom wymiarowym pokazanym na Rysunku G.1.

Materiał stalowy powinien być zgodny z EN 10025-2 do EN 10025-6 i stalami nierdzewnymi zgodnie z EN 10088-4 lub EN 10088-5.

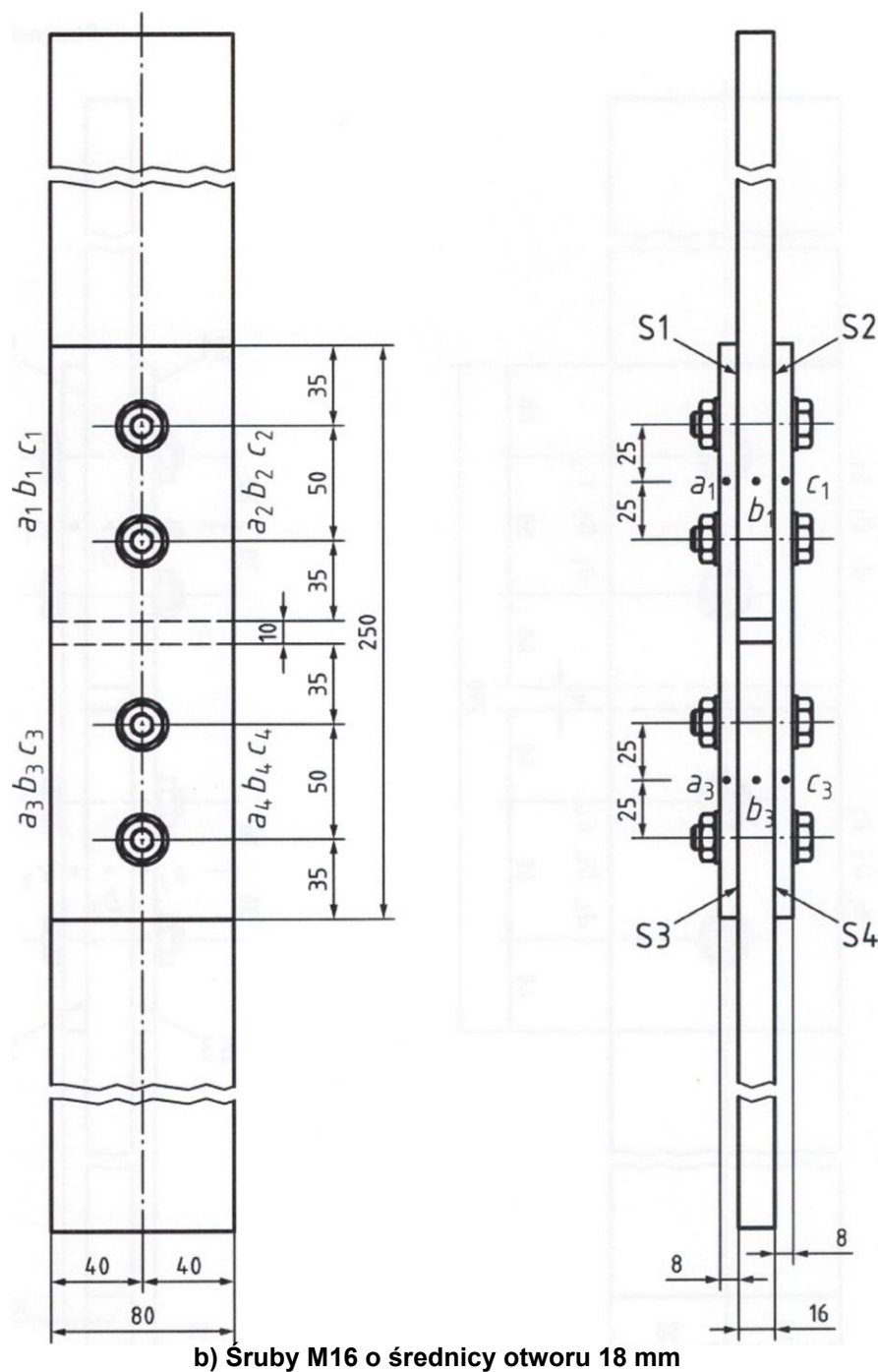
Aby zapewnić, że dwie wewnętrzne płytki mają tę samą grubość, powinny być wytwarzane przez cięcie ich kolejno z tego samego kawałka materiału i montowane w ich pierwotnych względnych położeniach.

Płyty muszą mieć dokładnie przycięte krawędzie, które nie kolidują w kontakcie między powierzchniami płyty. Płyty muszą być dostatecznie płaskie, aby przygotowane powierzchnie były w styku, gdy śruby zostały wstępnie obciążone zgodnie z punktami 8.1 i 8.5.

Wymiary w milimetrach



a) Śruby M20 o średnicy otworu 22 mm



b) Śruby M16 o średnicy otworu 18 mm

Legenda

- S.1 Płaszczyzna ślizgowa 1
- S.2 Płaszczyzna ślizgowa 2
- S.3 Płaszczyzna ślizgowa 3
- S.4 Płaszczyzna ślizgowa 4

Rysunek G.1. Standardowe próbki do badania współczynnika poślizgu

Na powierzchnie stykowe badanych próbek powinny być zastosowana określona obróbka powierzchni i powlekanie w sposób zgodny z zamierzonym zastosowaniem konstrukcyjnym. Średnia grubość powłoki na powierzchni styku próbek do badań powinna być co najmniej o 25% grubsza niż grubość nominalna określona do stosowania w konstrukcji.

Procedurę utwardzania należy udokumentować poprzez odniesienie do opublikowanych zaleceń lub opis rzeczywistej procedury.

Próbki należy zmontować w taki sposób, aby śruby nosiły ciężar w przeciwnym kierunku niż ciężar, któremu są poddawane.

Należy zapisać przedział czasu (w godzinach) między powlekaniami a badaniem.

Śruby należy dokręcić z dokładnością do $\pm 5\%$ określonego docisku wstępnego, F_{pC} , dla rozmiaru i klasy właściwości użytej śruby.

Docisk wstępny w śrubach należy mierzyć bezpośrednio za pomocą sprzętu o dokładności $\pm 4\%$.

Jeśli wymagane jest oszacowanie strat docisku wstępnego śruby w czasie, próbki mogą być pozostawione na określony czas, na końcu którego dociski wstępne mogą zostać ponownie zmierzone.

Wstępne dociski śrub w każdej próbce testowej należy zmierzyć tuż przed badaniem i, w razie potrzeby, śruby należy dokręcić z wymaganą dokładnością $\pm 5\%$.

G.4. Procedura badania poślizgu i ocena wyników

Początkowo należy przetestować pięć próbek do badań. Cztery próbki należy obciążyć z normalną prędkością (czas trwania testu około 10 minut do 15 minut). Do testu pełzania należy użyć piątej próbki.

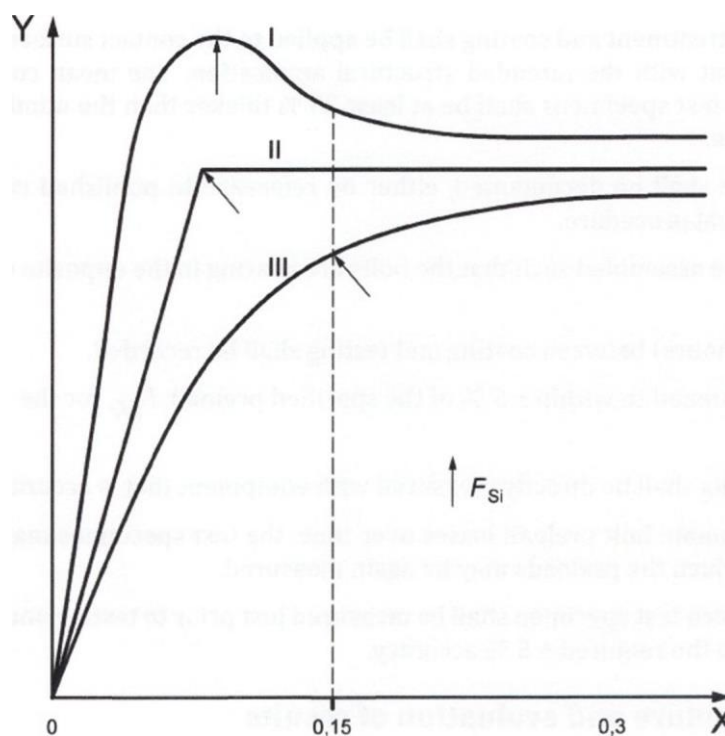
Próbki należy badać w maszynie wytrzymałościowej. Zapisuje się zależność obciążenia od poślizgu.

W próbce testowej istnieją cztery płaszczyzny ślizgowe: płaszczyzny ślizgowe 1 do 4 zgodnie z Rysunkiem G.1.

Poślizg należy traktować jako względne przemieszczenie między sąsiednimi punktami na płycie wewnętrznej (pozycja b, Rysunek G.1) i płycie osłonowej (pozycje a i c, Rysunek G.1) w kierunku przyłożonego obciążenia. Należy go zmierzyć dla każdego końca i każdej strony próbki oddzielnie, uzyskując osiem wartości przemieszczenia, patrz Rysunek G.1.

Poślizg może wystąpić w trybie błędu połączenia poślizgu w płaszczyznach ślizgowych 1 i 2, 3 i 4 lub po przekątnej w płaszczyznach ślizgowych 1 i 4 lub 2 i 3. Przesunięcie należy ocenić zgodnie z istniejącym trybem błędu, tak że w końcu dwie średnie wartości poślizgu są określone na podstawie ośmiu zmierzonych przemieszczeń.

Indywidualne obciążenie poślizgu dla połączenia, F_{Si} , definiuje się jako obciążenie przy przemieszczeniu 0,15 mm lub przy obciążeniu szczytowym przed przesunięciem 0,15 mm zgodnie ze schematem przemieszczenia obciążenia, jak to przedstawiono na Rysunku G.2.



Legenda

X przemieszczenie poślizgu [mm]

Y siła, F_{Si}

UWAGA

- I Obciążenie poślizgowe to obciążenie szczytowe przed poślizgiem 0,15 mm.
- II Obciążenie poślizgowe jest obciążeniem przy nagłym poślizgu przed 0,15 mm
- III Obciążenie poślizgowe to obciążenie przy poślizgu 0,15 mm.

Rysunek G.2. Definicja obciążenia poślizgowego dla różnych zachowań związanych z przemieszczaniem obciążenia

Piąta próbka badawcza powinna być obciążona obciążeniem specyficznym wynoszącym 90% średniego obciążenia poślizgowego F_{Sm} z pierwszych czterech próbek (tj. średniej z ośmiu wartości).

Jeżeli opóźniony poślizg przekracza 0,002 mm, należy przeprowadzić rozszerzone próby pełzania zgodnie z G.5.

Jeżeli odchylenie standardowe s_{Fs} dziesięciu wartości (otrzymanych z pięciu próbek do badań) dla obciążenia poślizgowego przekracza 8 % wartości średniej, należy zbadać dodatkowe próbki.

Całkowita liczba próbek do badań (w tym pierwszych pięciu) zostanie ustalona na podstawie:

$$n > (s / 3,5)^2 \quad (G.1)$$

gdzie

n stanowi liczbę próbek do badań;

s jest odchyleniem standardowym s_{Fs} dla obciążenia poślizgowego z pierwszych pięciu próbek (dziesięć wartości) wyrażonych jako procent średniej wartości obciążenia poślizgu.

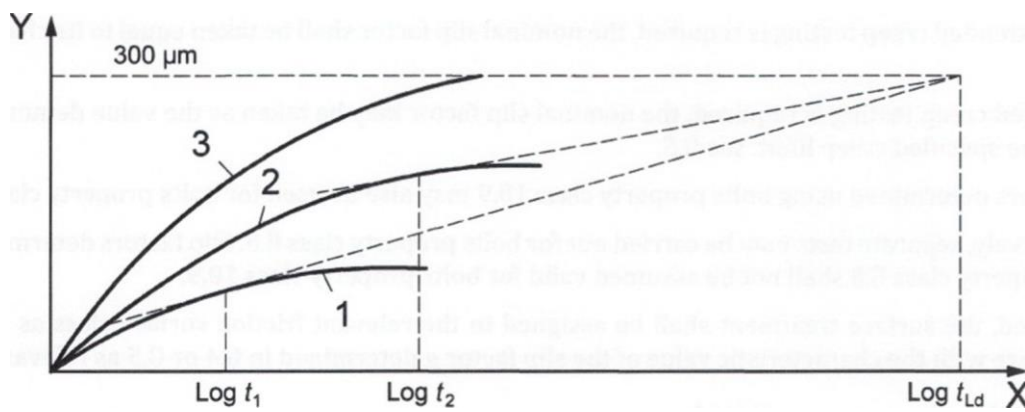
G.5. Rozszerzona procedura badania pełzania i ocena

Jeśli konieczne jest przeprowadzenie rozszerzonych prób pełzania, po G.4 należy zbadać co najmniej trzy próbki do badań (sześć połączeń).

Do badanej próbki przykładana się obciążenie specyficzne, którego wartość należy określić tak, aby uwzględnić zarówno wynik badania pełzania przeprowadzonego w G.4, jak i wyniki wszystkich poprzedzających rozszerzonych prób pełzania.

Obciążenie odpowiadające zaproponowanemu współczynnikowi poślizgu może zostać zaadoptowane do zastosowania konstrukcyjnego. Jeżeli obróbka powierzchni ma należeć do określonej klasy, obciążenie odpowiadające współczynnikowi poślizgu dla tej klasy można przyjąć zgodnie z Tabelą 16.

Krzywa „przeszyczenie - czas logarytmiczny” powinna zostać wykreślona (zob. Rysunek G.3), aby wykazać, że obciążenie określone przy użyciu proponowanego współczynnika poślizgu nie spowoduje przeszczeń większych niż 0,3 mm podczas zakładanego okresu użytkowania konstrukcji, przyjmowanego jako 50 lat, chyba że określono inaczej. „Krzywą przeszczenia - logarytmiczną” można ekstrapolować liniowo, gdy tylko można określić styczną z wystarczającą dokładnością.



Legenda

- X czas (skala logarytmiczna)
- Y przeszczenie poślizgu

UWAGA

- t_{Ld} Zakładany okres użytkowania
- t_1 Minimalny czas trwania badania 1
- t_2 Minimalny czas trwania badania 2
- Krzywa 1 Zaliczone rozszerzone badanie pełzania.
- Krzywa 2 Zaliczone rozszerzone badanie pełzania.
- Krzywa 3 Niezaliczone rozszerzone badanie pełzania.

Rysunek G.3. Wykorzystanie krzywej przeszczenia - czasu logarytmicznego dla rozszerzonego testu pełzania

G.6. Wyniki badania

Indywidualne wartości współczynnika poślizgu są określone w następujący sposób:

$$\mu_i = \frac{F_{Si}}{4F_{p,C}} \quad (G.2)$$

Średnia wartość obciążenia poślizgu i jego odchylenie standardowe s_{Fi} są określone w następujący sposób:

$$F_{Sm} = \frac{\sum F_{Si}}{n}, \quad s_{Fs} = \sqrt{\frac{\sum (F_{Si} - F_{Sm})^2}{n-1}} \quad (G.3)$$

Średnia wartość współczynnika poślizgu μ_m i jej odchylenie standardowe s_μ są określone w następujący sposób:

$$\mu_m = \frac{\sum \mu_i}{n}, \quad s_\mu = \sqrt{\frac{\sum (\mu_i - \mu_m)^2}{n-1}} \quad (G.4)$$

Wartość charakterystyczną współczynnika poślizgu przyjmuje się jako 5% wartości przy poziomie ufności 75%.

Dla dziesięciu wartości, $n = 10$, z pięciu próbek, wartość charakterystyczną można przyjąć jako wartość średnią minus 2,05 razy odchylenie standardowe.

O ile nie jest wymagane przedłużone badanie pełzania, współczynnik poślizgu nominalnego przyjmuje się za równy jego wartości charakterystycznej.

Jeżeli wymagane są rozszerzone próby pełzania, współczynnik poślizgu nominalnego można przyjąć jako wartość wykazaną jako spełniającą określony limit pełzania, zob. G.5.

Współczynniki poślizgu określone za pomocą klasy własności śrub 10.9 można również zastosować dla klasy własności śrub 8.8.

Współczynniki poślizgu określone za pomocą klasy własności śrub 8.8 nie powinny być przyjmowane jako ważne dla klasy własności śrub 10.9.

W razie potrzeby obróbkę powierzchni należy przypisać do odpowiedniej klasy powierzchni cieńszej w następujący sposób, zgodnie z wartością charakterystyczną współczynnika poślizgu n określonego w G.4 lub G.5, w zależności od przypadku:

$\mu \geq 0,50$	klasa A
$0,40 \leq \mu < 0,50$	klasa B
$0,30 \leq \mu < 0,40$	klasa C
$0,20 \leq \mu < 0,30$	klasa D

Załącznik H (normatywny)

Test kalibracyjny dla wstępnie obciążonych zespołów śrubowych w warunkach terenowych

H.1. Postanowienia ogólne

W niniejszym Załączniku określono badanie dokręcania mające na celu przedstawienie warunków w miejscu kalibracji wysokiej wytrzymałości zespołów śrubowych dla wstępnie obciążonych połączeń śrubowych.

Celem badania jest określenie niezbędnych parametrów, celem zapewnienia, że minimalne wymagane obciążenie wstępne zostanie wiarygodnie uzyskane za pomocą metod dokręcania określonych w niniejszej normie europejskiej.

Celem tego testu nie jest ulepszenie właściwości zespołu śrubowego zadeklarowanego zgodnie z EN 14399-1.

H.2. Symbole i jednostki

A_s	nominalny obszar naprężeń śruby, (mm^2) (zob. EN ISO 898-1);
e_M	stosunek $e_M = (M_{\max} - M_{\min})/M_m$;
F_b	siła śruby określona podczas badania (kN);
F_m	średnia wartość liczby i wartości testowych $F_{b,i}$ dla F_b (kN);
$F_{p,C}$	wymagane obciążenie wstępne $0,7 f_{ub} A_s$ (kN);
f_{ub}	nominalna wytrzymałość śruby (R_m) (MPa);
M_i	indywidualna wartość momentu obrotowego w odniesieniu do $F_{p,C}$ (Nm);
M_m	średnia wartość liczby i wartości M_i (Nm);
$M_{\max}$	maksymalna wartość liczby i wartości M_i (Nm);
$M_{\min}$	minimalna wartość liczby i wartości M_i (Nm);
$M_{r,\text{test}}$	wartość odniesienia momentu obrotowego (Nm) (zob. 8.5.2 b));
S_M	szacowane odchylenie standardowe liczby i wartości M_i (kN);
V_M	współczynnik zmienności liczby i wartości M_i ;
V_F	współczynnik zmienności liczby i wartości $iF_{b,i}$;
$\theta_{p,i}$	indywidualna wartość kąta θ , przy której siła śruby po raz pierwszy osiągnęła wartość $F_{p,C}$ (°);
$\theta_{1,i}$	indywidualna wartość kąta θ , przy której siła śruby osiągnęła maksymalną wartość $F_{b,i,\max}$ (°);
$\theta_{2,i}$	indywidualna wartość kąta θ , przy której badanie jest wstrzymane (°);
$\Delta\theta_{1,i}$	indywidualna różnica kątów ($\theta_{1,i} - \theta_{p,i}$) (°);
$\Delta\theta_{2,i}$	indywidualna różnica kątów ($\theta_{2,i} - \theta_{p,i}$) (°);
$\Delta\theta_{2,\min}$	minimalna wymagana wartość różnicy kątów A62 \ jak określono w odpowiedniej normie produktu (°).

H.3. Podstawa badania

Badanie umożliwia pomiar następujących parametrów podczas dokręcania:

- siła śruby;
- moment obrotowy, jeśli jest wymagany;
- względny obrót między nakrętką a śrubą, jeśli jest to wymagane.

H.4. Przyrząd badawczy

Urządzenie do pomiaru siły śruby może być zgodne z EN 14399-2 lub urządzeniem mechanicznym lub hydraulicznym, takim jak ogniwo obciążnikowe, pod warunkiem, że dokładność urządzenia do pomiaru siły śruby spełnia wymagania podane w H.8. Urządzenie do pomiaru siły śruby powinno być kalibrowane co najmniej raz w roku (lub częściej, jeśli jest to zalecane przez producenta sprzętu) przez uznany organ badawczy.

Klucze dynamometryczne, które mają być użyte do badania, będą jednym z typów kluczy używanych na miejscu. Oferują one odpowiedni zakres działania. Można używać kluczy ręcznych lub mechanicznych, z wyjątkiem kluczy udarowych. Wymóg dokładności dla kluczy wynosi $\pm 4\%$ dla metody kontrolowanego momentu dokręcania lub $\pm 10\%$ dla metody łączonej, stosownie do przypadku. Klucz dynamometryczny należy kalibrować co najmniej raz w roku (lub częściej, jeśli zaleci to producent).

H.5. Badane zespoły

Oddzielne badania przeprowadza się na reprezentatywnych próbkach z każdej partii danych zespołów elementów złącznych. Badane zespoły powinny być tak dobrane, aby wszystkie istotne aspekty dot. stanu każdego z nich były podobne.

UWAGA Stan elementów złącznych na miejscu montażu, w szczególności wydajność smarowania, mogą się różnić, jeśli zostaną one wystawione na działanie skrajnych warunków środowiskowych na miejscu montażu lub jeśli są przechowywane przez długi okres czasu.

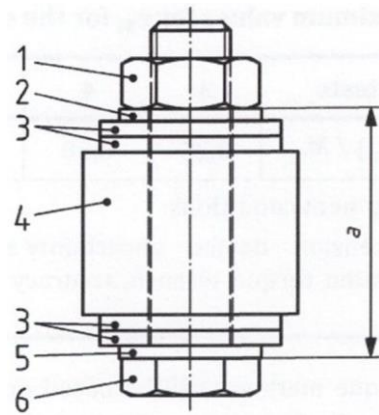
Reprezentatywne zespoły powinny składać się z wielu śrub, nakrętek i podkładek każdej partii kontrolnej. Zespołów używanych do badań nie wolno ponownie wykorzystywać do badań uzupełniających lub do konstrukcji.

H.6. Konfiguracja próbna

Konfiguracja próbna (zob. Rysunek H.1) może zawierać podkładki regulacyjne potrzebne do dopasowania urządzenia pomiarowego.

Badane zespoły i podkładki regulacyjne powinny być umiejscowione w taki sposób, że:

- skład zespołu jest podobny do wykorzystywanego w praktyce;
- skośnie ścięta podkładka zwykła lub regulacyjna jest umieszczona pod łbem śruby;
- podkładka jest umieszczana pod nakrętką, gdy nakrętka zostanie obrócona podczas dokręcania;
- długość zacisku wraz z podkładkami regulacyjnymi i podkładką (-ami) zwykłą (-ymi) jest minimalną dopuszczalną w odpowiedniej normie produktu.



Legenda:

- a długość zacisku l_t
- 1 nakrętka
- 2 podkładka pod nakrętką, gdy nakrętka jest obracana podczas dokręcania
- 3 podkładka (-i) regulacyjna (-e)
- 4 urządzenie do pomiaru napięcia śruby
- 5 sfazowana podkładka zespołu lub sfazowana podkładka regulacyjna
- 6 łeb śruby

Rysunek H.1. Typowy montaż urządzenia do pomiaru napięcia

H.7. Procedura badania

Badania mogą być przeprowadzane w laboratorium lub w innym miejscu w odpowiednich warunkach. Metoda zastosowana do dokręcania powinna być taka sama, jak metoda stosowana na miejscu montażu.

UWAGA W niektórych przypadkach wygodniejsze może być sprawdzenie przez producenta, czy zespoły elementów złącznych nadal spełniają deklarowane właściwości od momentu dostawy.

Należy wykonać wystarczające pomiary momentu obrotowego, odpowiadającego mu napięcia śruby oraz, w razie potrzeby, odpowiedniego obrotu obracanej części, aby umożliwić ocenę wyników badań zgodnie z H.8.

Ani część stała, ani podkładka pod częścią toczoną nie powinny obracać się podczas badania.

Podstawą kalibracji jest zapisanie wartości momentu obrotowego M_i , związanych z siłami śrub $F_{b, i}$ oraz odniesienie tych wartości do docelowego napięcia obciążenia wstępnego w śrubie jako proporcji $F_{p, c} = 0,7 f_{ub} A_s$.

W przypadku metody kontrolowanego momentu dokręcania badanie kończy się, gdy spełniony jest jeden z następujących warunków:

- a) siła śruby przekracza $1,1 F_{p, c}$;
- b) kąt obrotu nakrętki przekracza $(\theta_{p, i} + \Delta\theta_1)$ i/lub $(\theta_{p, i} + \Delta\theta_{2, min})$, jeśli jest to wymagane;
- c) następuje uszkodzenie śruby przez pęknięcie.

H.8. Ocena wyników badania

Kryteria dopuszczalnych maksymalnych wartości momentu obrotowego dla metody kombinowanej podano w Tabeli H.1, gdzie zmierzone wartości momentu obrotowego M_i są określone przez wstępne obciążenie w jednym zestawie zespołów śrubowych do wartości dokładnej wynoszącej $0,75 F_{p, c}$.

Tabela H.1. Maksymalne wartości e_M dla metody kombinowanej

Liczba (i) testów	3	4	5	6
$e_M = (M_{\max} - M_{\min}) / M_m$	0,25	0,30	0,35	0,40
Wymagane warunki sprzętu badawczego: niepewność urządzenia do kalibracji napięcia śruby $\pm 6\%$, błąd powtarzalności $\pm 3\%$, skalibrowana dokładność klucza dynamometrycznego $\pm 4\%$, błąd powtarzalności $\pm 2\%$.				

Kryteria akceptacji dla metody kontrolowanego momentu dokręcania powinny opierać się na ośmiu zmierzonych wartościach momentu obrotowego M g określonych przez wstępne obciążenie w jednym zestawie ośmiu zespołów śrubowych do wartości dokładnej wynoszącej $1,10 F_{pC}$.

Wynikający z tego moment obrotowy $M_{r\text{test}}$ dla wstępnego obciążenia opartego na wszystkich ośmiu badaniach zostanie przyjęta jako

$$M_{r\text{test}} = (M_{\max} + M_{\min.}) / 2 \quad (\text{H.1})$$

pod warunkiem, że

$$(M_{\max} - M_{\min.}) \leq 0,20 M_{r\text{test}} \quad (\text{H.2})$$

Jeśli zaistnieje konieczność sprawdzenia, kryteria akceptacji dla obrotów $\Delta\theta_1$ i $\Delta\theta_2$ powinny być zgodne z odpowiednią częścią serii EN 14399 dla elementów złącznych w partii montażowej.

UWAGA 1 Obroty $\Delta\theta_1$ i $\Delta\theta_2$ zilustrowano w EN 14399-2: 2015, Rysunek 2.

Jeśli sprawdzane są obroty, wówczas należy zmierzyć maksymalne napięcie śruby (tj. siłę odpowiadającą obrotowi $\Delta\theta_1$). Wymagane jest, aby maksymalne napięcie było równe lub większe niż $0,9 f_{ub} A_S$ z f_{ub} i A_S na podstawie wartości nominalnych.

Kryteria akceptacji dla metody HRC powinny opierać się na wstępnym obciążeniu ośmiu śrub po pęknięciu końców wielowypustowych.

Obowiązują następujące wymagania:

- a) indywidualna wartość $F_b \geq F_{p,C}$;
- b) średnia wartość $F_m \geq 1,1 F_{p,C}$;
- c) współczynnik zmienności $F_{b,i} \quad V_F \leq 0,06$.

Kryteria akceptacji dla metody DTI opierają się na pomiarze obciążenia wstępnego ośmiu śrub, gdy odkształcenia występow wskaźnika osiągnęły właśnie wartości podane w EN 14399-9.

Następujące wymaganie ma zastosowanie do wszystkich ośmiu wartości próbki $F_{b,i}$:

$$F_{p,C} \leq F_{b,i} \leq 1,2 F_{p,C}$$

UWAGA 2 Wartości dla $F_{p,C}$ podano w Tabeli 18.

H.9. Raport z badań

W raporcie z badań należy zawrzeć następujące obowiązkowe informacje:

- data badania;
- numer identyfikacyjny partii montażowej lub powiększonej partii montażowej;
- liczba zbadanych zespołów;
- oznaczenie elementów złącznych;
- znakowanie śrub, nakrętek i podkładek;
- powłoka lub wykończenie powierzchni i stan smarowania; jeśli dotyczy, opis zmian powierzchni wywołany ekspozycją na warunki miejsca montażu;
- długość badanego zacisku;
- szczegóły konfiguracji badania i urządzenia używane do pomiaru napięcia i momentu obrotowego;
- uwagi dotyczące wykonania testów (w tym specjalne warunki badania i procedury, takie jak obracanie łba śruby);
- wyniki badań zgodnie z niniejszym Załącznikiem;
- specyfikacje dotyczące wstępnego obciążenia elementów złącznych związanych z kontrolą badanej partii;
- certyfikaty kalibracji kluczy dynamometrycznych i kalibrowanych urządzeń do pomiaru siły.

Sprawozdanie z badań powinno być podpisane i opatrzone datą.

Załącznik I (informacyjny)

Określenie utraty obciążenia wstępnego dla grubej powłoki powierzchniowej

I.1. Postanowienia ogólne

W przypadku wstępnie obciążonych przykręconych połączeń śrubowych powierzchnie styku, na których powłoki nakładane na każdą powierzchnię są grubsze niż 100 µm lub składają się z materiału szczególnie podatnego na pękanie, należy sprawdzić potencjalną utratę obciążenia wstępnego.

W razie potrzeby Tabelę 1.1 można wykorzystać jako punkt odniesienia dla sprawdzenia przydatności powłok powierzchniowych i oszacowania potencjalnej utraty obciążenia wstępnego. Oznaczenia systemu malarskiego użyte w Tabeli 1.1 są zgodne z normą EN ISO 12944-5. Tabela 1.1 zakłada, że powleczone powierzchnie na trzech warstwach są łączone za pomocą wstępnie obciążonych elementów łącznych ze wszystkimi pokrytymi powierzchniami (tj. sześć powlekanych powierzchni jest ściskanych razem, w tym powierzchnie zewnętrzne poniżej podkładek lub nakrętek, lub łbów śrub). Ograniczenia grubości powłok przyjęte w Tabeli 1.1 są takie, że grubości suchej powłoki (DFT) badanych próbek mieszczą się w zakresie nominalnej $DFT \pm 20\%$.

UWAGA 1 Maksymalna $DFT_{1,2} * NDFT$ jest bardziej restrykcyjnym limitem niż ten określony w punkcie F.7.2.

W przeciwnym razie badanie może zostać przeprowadzone zgodnie z punktem 1.2. Celem testu jest powiązanie utraty obciążenia wstępnego z maksymalną dozwoloną grubością warstw powłoki.

Celem badania nie jest ocena wpływu na współczynnik tarcia farby na powierzchniach przylgowych połączeń antypoślizgowych wstępnie obciążonych.

UWAGA 2 Potencjalna utrata siły obciążenia wstępnego nie większa niż 10% jest uwzględniana w metodach dokręcania określonych w punkcie 8.5.

Tabela I.1. Potencjalna utrata obciążenia wstępnego z powłok/systemów powłokowych w połączeniu ze wstępnie obciążonymi powierzchniami kontaktowymi

Powłoka/system powłokowy (Zob. EN ISO 12944-5, aby uzyskać szczegółowe informacje o systemie)	Odniesienie systemowe w EN ISO 12944-5	Potencjalna utrata napięcia wstępnego
Niepomalowane cynkowanie ogniowe zgodnie z EN ISO 1461	nie dot. Wymienione jako wartość referencyjna	Utrata siły obciążenia wstępnego $\leq 10\%$ Nadaje się do wszystkich wstępnie obciążonych połączeń śrubowych ^{ab}
Grunt krzemianowo-alkaliczny pokryty cynkiem metalicznym	nie dot.	Utrata siły obciążenia wstępnego $\leq 10\%$
Jedna warstwa powłoki 2 pack-EP lub -PUR z Zn(R)	A 3.10	Nadaje się do wszystkich wstępnie obciążonych połączeń śrubowych ^{ab}
Systemy powłok wielowarstwowych 1 pack-PUR z Zn (R)	A 3.11 A 4.13 A 4.14 A 4.15	Utrata siły obciążenia wstępnego $\leq 30\%$. Odpowiedni dla połączeń śrubowych kategorii A i D zgodnie z EN 1993-1-8, które są wstępnie obciążone ze względów funkcjonalnych (np. trwałość lub minimalizacja deformacji)
Powłoki z PCV/powłoki z PCV mieszane z dowolnej grubości powłokami AK lub AY-Hydro o grubościach przekraczających 120 μm	nie dot.	Utrata siły obciążenia wstępnego $> 30\%$. Niezdadny dla komponentów w połączeniach wstępnie obciążonych
^a Przydatność do powierzchni ciernych patrz Tabela 17 ^b W połączeniach śrubowych kategorii B, C i E zgodnie z normą EN 1993-1-8 może być konieczne wykonanie projektu konstrukcyjnego z $0,9 F_{p,c}$ lub (w przypadku metody momentu obrotowego dokręcania) określenie obciążeń wstępnych i zespołów śrubowych, które mogą być ponownie dokręcone po kilku dniach		

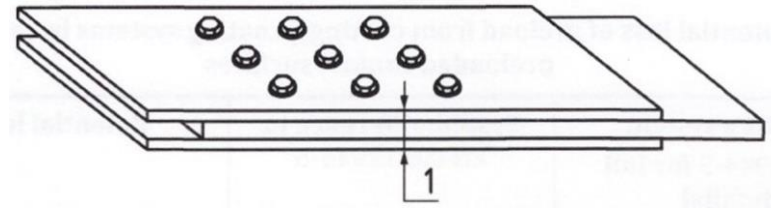
I.2. Procedura badania

W przypadku powłok/systemów powłokowych niewymienionych w Tabeli 1.1 lub w przypadku ściśnięcia więcej niż dwóch powlekanych elementów, należy przeprowadzić badania proceduralne w celu oceny potencjalnej utraty obciążenia wstępnego.

Jeśli stosuje się więcej niż trzy warstwy lub powlekane podkładki regulacyjne, potencjalną stratę można oszacować na podstawie Tabeli 1.1, biorąc pod uwagę całkowitą liczbę pokrytych powierzchni zawartych we wstępnie załadowanym połączeniu.

Proponuje się następującą procedurę:

- Próbki do badań powinny stanowić 2 warstwy 170 mm x 170 mm x 10 mm i 1 warstwę 170 mm x 170 mm x 20 mm z 9 równomiernie rozmieszczonymi otworami przelotowymi o średnicy 18 mm (zob. Rysunek 1.1);

**Legenda**

1 długość zacisku

Rysunek I.1. Przykład próbki badania

- b) Badane warstwy powinny być pokryte systemem powłok po obu stronach;
- c) Warstwy powinny być połączone razem za pomocą 9 wstępnie załadowanych śrub/nakrętek/podkładek M16 x 70 mm, które są cynkowane ogniowo zgodnie z EN ISO 10684;
- d) Elementy złączne powinny być wstępnie obciążone zgodnie z odpowiednią metodą podaną w 8.5;
- e) Utrata obciążenia wstępnego powinna być oceniana na podstawie zmiany długości zaciśniętej długości zespołu śrubowego przez okres co najmniej 30 dni.

Wyniki badań powinny być udokumentowane.

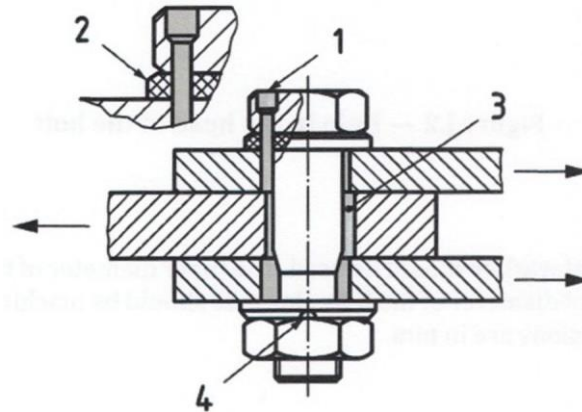
Załącznik J (informacyjny)

Śruby dostosowane do wtrysku żywicy

7 Postanowienia ogólne

Niniejszy Załącznik zawiera informacje na temat dostarczania i stosowania śrub dostosowanych do wtrysku żywicy.

Śruby dostosowane do wtrysku mogą być stosowane jako śruby wstępnie nieobciążone lub obciążone, jak określono. Wypełnianie luzu między śrubą a wewnętrzną powierzchnią otworu odbywa się poprzez wtryskiwanie żywicy przez mały otwór w łbie śruby, jak pokazano na Rysunku J.1. Po wtrysku i całkowitym utwardzeniu żywicy połączenie jest antypoślizgowe.



Legenda

- 1 otwór wtryskowy
- 2 sfazowana podkładka
- 3 żywica
- 4 rowek wylotowy powietrza w podkładce

Rysunek J.1. Śruba dostosowana do wtrysku w podwójnym połączeniu zakładkowym

Śruby wtryskowe powinny być wykonane z materiałów zgodnie z Klauzulą 5 i użyte zgodnie z Klauzulą 8 uzupełnioną zaleceniami w niniejszym Załączniku.

UWAGA Szczegółowe informacje podano w ECCS nr 79.

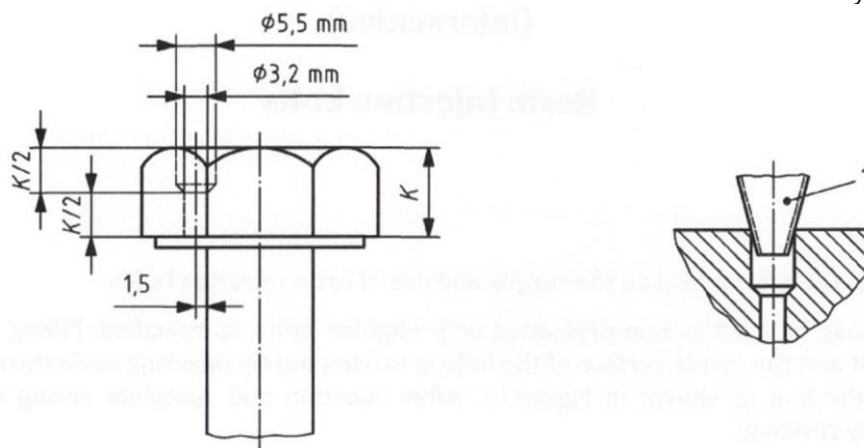
8 Rozmiary otworów

Nominalny luz dla śrub w otworze powinien wynosić 3 mm. W przypadku śrub mniejszych niż M27 luz może zostać zmniejszony do 2 mm, jak określono w punkcie 6.6 dla zwykłych otworów okrągłych.

9 Śruby

Łeb śruby powinien być zaopatrzony w otwór o położeniu i wymiarach określonych na Rysunku J.2.

Jeśli stosowane są inne rodzaje dysz niż dysze z tworzywa sztucznego, krawędź może wymagać sfazowania w celu zagwarantowania wystarczającego uszczelnienia.

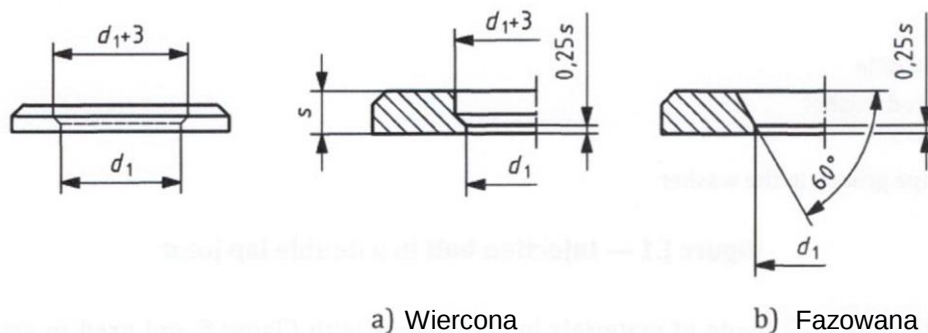
**Legenda**

1 dysza urządzenia do iniekcji

Rysunek J.2. Otwór w łbie śruby**J.4. Podkładki**

Pod łbem śruby należy użyć specjalnej podkładki. Wewnętrzna średnica tej podkładki powinna być co najmniej 0,5 mm większa niż rzeczywista średnica śruby. Jedną stronę należy obrobić zgodnie z Rysunkiem J.3 a) lub J.3 b), w którym wymiary podano w mm.

Wymiary w milimetrach



a) Wiercona

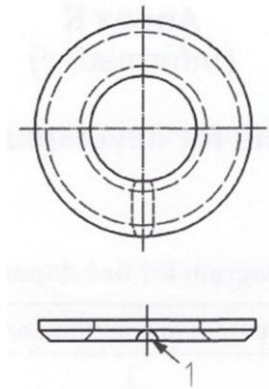
b) Fazowana

Rysunek J.3. Przygotowanie podkładki do użycia pod łbem śruby

Podkładka pod łbem śruby powinna być ustawiona z wcięciem w kierunku łba śruby.

Pod nakrętką należy użyć specjalnej podkładki z rowkiem zgodnie z Rysunkiem J.4. Krawędzie rowka powinny być gładkie i zaokrąglone.

Podkładka pod nakrętką powinna być ustawiona z rowkiem w kierunku nakrętki.



Legenda

1 rowek

Rysunek J.4. Przygotowanie podkładki do użycia pod nakrętką

J.5. Nakrętki

Można założyć, że nakrętki są wystarczająco zabezpieczone żywicą.

J.6. Żywica

Należy użyć żywicy dwuskładnikowej.

Po wymieszaniu dwóch składników masa powinna mieć taką lepkość w temperaturze otoczenia podczas instalacji, aby wąskie przestrzenie w połączeniu śrubowym mogły być łatwe do wypełnienia. Jednak przepływ masy powinien się zatrzymać po usunięciu ciśnienia wtrysku.

Czas przydatności żywicy powinien wynosić co najmniej 15 minut w temperaturze otoczenia.

Jeśli nie ma żadnych dostępnych danych, należy przeprowadzić badania proceduralne w celu określenia odpowiedniej temperatury i czasu utwardzania.

Zakładana wytrzymałość żywicy powinna być określona podobnie do procedury wyznaczania współczynnika poślizgu, jak określono w Załączniku G.

J.7. Dokręcanie

Dokręcanie śrub zgodnie z Klauzulą 8 należy przeprowadzić przed rozpoczęciem procedury wtrysku.

J.8. Montaż

Montaż powinien być przeprowadzony zgodnie z zaleceniami producenta produktu.

Temperatura żywicy powinna wynosić od 15 ° C do 25 ° C. W bardzo zimnej pogodzie żywica i jeśli to konieczne, elementy stalowe powinny być wstępnie podgrzane. Jeśli temperatura jest zbyt wysoka, modelina może być użyta do zamknięcia otworu w głowicy i rowka w podkładce bezpośrednio po wtrysku.

Połączenie powinno być wolne od wody w momencie wstrzykiwania.

UWAGA Aby pozbyć się wody, przed rozpoczęciem procedury wstrzykiwania zazwyczaj potrzebny jest jeden dzień suchej pogody.

Czas utwardzania powinien być taki, aby żywica była utwardzana przed załadowaniem struktury.

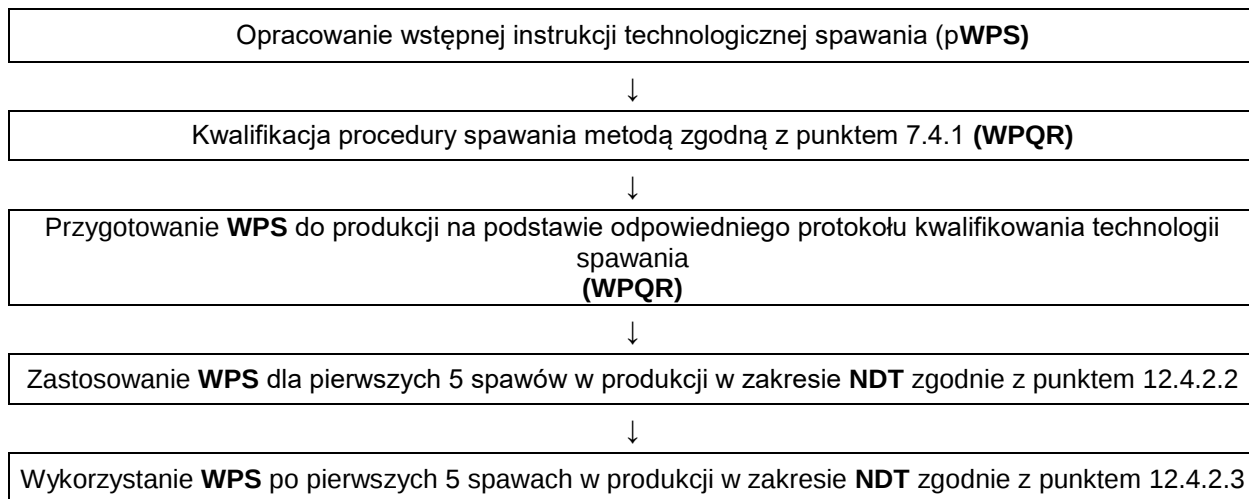
W razie potrzeby dopuszcza się ogrzewanie po wtrysku, aby skrócić czas utwardzania.

W niektórych przypadkach, np. naprawa mostów kolejowych, czas ten może być raczej krótki. Aby skrócić czas utwardzania (do około 5 godzin), połączenie może zostać podgrzane do maksimum 50 ° C po upływie czasu przydatności.

Załącznik K
(informacyjny)

**Przewodnik po schemacie rozwoju i użytkowania instrukcji technologicznej
spawania (WPS)**

Tabela K.1. Schemat rozwoju i użytkowania instrukcji technologicznej spawania (WPS)



Załącznik L (informacyjny)

Wskazówki dotyczące doboru klas kontroli spoin

L.1. Postanowienia ogólne

Specyfikacja EXC może nie zawsze być wystarczająca dla zróżnicowania kryteriów akceptacji i zakresu kontroli spoin/szczegółów o różnym poziomie znaczenia lub krytyczności. Może to skutkować:

- a) kryteria akceptacji mogą stać się zbyt wysokie dla spoin, które nie są ważne;
- b) zakres określonej kontroli może stać się zbyt obszerny dla spoin, które nie są ważne;
- c) określona kontrola może przeoczyć krytyczne miejsca.

Zastosowanie klas kontroli spoin (WIC) może być przydatne w kierowaniu zakresem i procentowym zasięgiem dodatkowych badań w zależności od krytyczności spoiny. Może to być korzystne zarówno ze względów bezpieczeństwa, jak i z ekonomicznego punktu widzenia, ponieważ można uniknąć niepotrzebnych kontroli i napraw.

Początkowy wybór klas kontroli spoin (WICs) powinien uwzględniać prawdopodobieństwo, że pojawią się defekty w określonych konfiguracjach spoin (np. spoiny do wykonania w trudnych warunkach, takich jak spoiny nad głową, spoiny na miejscu montażu, spoiny tymczasowe). Potem klasy kontroli spoin (WIC) mogą zostać zmniejszone lub przywrócone na podstawie doświadczenia w produkcji. To doświadczenie powinno zostać przeanalizowane oddzielnie dla każdego procesu spawania i miejsca produkcji.

L.2 Kryteria wyboru

Jeśli mają być stosowane klasy kontroli spoin, Tabela L.1 zawiera wskazówki dotyczące systematycznej metody wyboru klasy kontroli spoiny. Tabela L.1 opiera się na następujących kryteriach wyboru:

- a) wykorzystanie w przypadku **zmęczenia**;
- b) **konsekwencja** awarii spoiny konstrukcji;
- c) kierunek, typ i poziom **naprężeń**.

Tabela L.1. Wskazówki dotyczące doboru klas kontroli spoin

Poziom wykorzystania zmęczenia ^a	Skutki awarii połączenia lub komponentu ^c	Naprężenie w spoinie ^b	Klasa Kontroli Spoiny (WIC)
Wysokie wykorzystanie zmęczenia	Znaczące ^b	Spoiny z kierunkiem dynamicznego naprężenia podstawowego poprzecznie do spoiny (między 45 ° a 135 °)	WIC5
		Spoiny z kierunkiem dynamicznego naprężenia podstawowego w kierunku spoiny (od -45 ° do + 45 °)	WIC4
	Nieistotne ^c	Spoiny z kierunkiem dynamicznego naprężenia podstawowego poprzecznie do spoiny (między 45 ° a 135 °)	WIC3
		Spoiny z kierunkiem dynamicznego naprężenia podstawowego w kierunku spoiny (od -45 ° do + 45 °)	WIC2
Brak zmęczenia (tj. quasi-statyczne) lub niskie zużycie zmęczeniowe	Znaczące ^b	Spoiny o wysokich ^d naprężeniach rozciągających poprzecznych do spoin	WIC5
		Spoiny o niskich naprężeniach rozciągających poprzecznych do spoin i/lub wysokich ^d naprężeń ścinających	WIC4
	Nieistotne ^c	W przypadku spoin w EXC3 lub EXC4 z wysokimi ^d naprężeniami rozciągającymi poprzecznymi do spoiny	WIC3
		Wszystkie inne spoiny nośne z wyjątkiem spawów w EXC1	WIC2
		Spoiny w EXC1 i spoiny nienośne	WIC1

^a Niskie wykorzystanie zmęczenia oznacza połączenie z obliczoną wytrzymałością zmęczeniową dłuższą niż 4-krotność wymaganej trwałości zmęczeniowej,

^b Znaczące konsekwencje oznaczają, że awaria połączenia lub członu pociągnie za sobą:

- możliwa wielokrotna utrata życia ludzkiego; i/lub;
- znaczne zanieczyszczenie; i/lub;
- poważne konsekwencje finansowe.

^c Konsekwencje mogą być ocenione jako nieistotne, jeśli struktura została wyposażona w wystarczającą wytrzymałość resztkową, aby sprostać określonym działaniom przypadkowym.

^d Wysokie naprężenia to takie, których (quasi-)statyczne naprężenia przekraczają 50% wytrzymałości na rozciąganie lub ścinanie spoin, w zależności od sytuacji. Odwrotnie niskie naprężenia. Należy również zwrócić szczególną uwagę na wybór WIC, gdy główne naprężenie jest wzdłuż grubości materiału podstawowego.

L.3. Zakres dodatkowych badań

Tabela L.2 określa zakres i metodę dodatkowych badań związanych z klasami kontroli spoin.

Tabela L.2. Procentowy zakres dodatkowych badań według WIC

Klasa Kontroli Spoiny (WIC)	Rodzaj połączenia	RT	UT	MT/PT
WIC5	Spoina czołowa o pełnym przetopie w linii	10	100	100
	Spoina czołowa typu T o pełnym przetopie	0	100	100
	Spoiny o częściowym przetopie na głębokość większą niż 12 mm	0	20	100
	Inne spoiny o częściowym przetopie i wszystkie spoiny pachwinowe	0	0	100
WIC4	Spoina czołowa o pełnym przetopie w linii	5	50	100
	Spoina czołowa typu T o pełnym przetopie	0	50	100
	Spoiny o częściowym przetopie na głębokość większą niż 12 mm	0	10	100
	Inne spoiny o częściowym przetopie i wszystkie spoiny pachwinowe	0	0	100
WIC3	Spoina czołowa o pełnym przetopie w linii	0	20	20
	Spoina czołowa typu T o pełnym przetopie	0	20	20
	Spoiny o częściowym przetopie na głębokość większą niż 12 mm	0	5	20
	Inne spoiny o częściowym przetopie i wszystkie spoiny pachwinowe	0	0	20
WIC2	Spoina czołowa o pełnym przetopie w linii	0	10	10
	Spoina czołowa typu T o pełnym przetopie	0	10	10
	Spoiny o częściowym przetopie na głębokość większą niż 12 mm	0	5	5
	Inne spoiny o częściowym przetopie i wszystkie spoiny pachwinowe	0	0	5
WIC1	Wszystkie typy połączeń	0	0	0

Załącznik M (normatywny)

Sekwencyjna metoda kontroli elementów złącznych

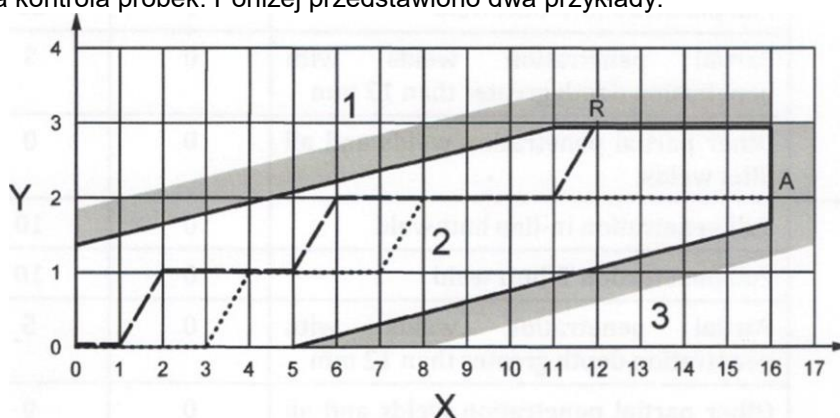
M.1. Postanowienia ogólne

Sekwencyjna metoda kontroli elementów złącznych powinna być przeprowadzona zgodnie z zasadami ISO 2859-5, których celem jest określenie zasad opartych na stopniowym określaniu wyników kontroli.

ISO 2859-5 przedstawia dwie metody ustalania planów sekwencyjnego pobierania próbek: metodę numeryczną i metodę graficzną. Metoda graficzna jest stosowana do kontroli elementów złącznych.

W metodzie graficznej (zob. Rysunek M.1) oś pozioma oznacza liczbę skontrolowanych elementów złącznych, a oś pionowa liczbę wadliwych elementów złącznych.

Linie na wykresie definiują trzy strefy: strefę akceptacji, strefę odrzucenia i strefę niezdecydowania. Dopóki wynik kontroli znajduje się w strefie niezdecydowania, kontrola jest kontynuowana do momentu, gdy łączny wykres pojawi się albo w strefie akceptacji, albo w strefie odrzucenia. Akceptacja oznacza, że nie jest wymagana dalsza kontrola próbek. Poniżej przedstawiono dwa przykłady.



Legenda

X liczba skontrolowanych elementów złącznych

Y liczba wadliwych elementów złącznych

1 strefa odrzucenia

2 strefa niezdecydowania

3 strefa akceptacji

PRZYKŁADY:

Linia przerywana: Drugi, szósty i dwunasty element złączny zostały uznane za uszkodzone.

Wyjście ze strefy niezdecydowania prowadzi do strefy odrzucenia. Rezultatem jest „odrzucenie”

Linia kropka-kreska: Drugi, szósty i dwunasty element złączny zostały uznane za uszkodzone. Kontrolę kontynuowano aż do przekroczenia pionowej linii ograniczającej. Rezultatem jest „akceptacja”

Rysunek M.1. Przykład schematu kontroli sekwencyjnej

M.2. Zastosowanie

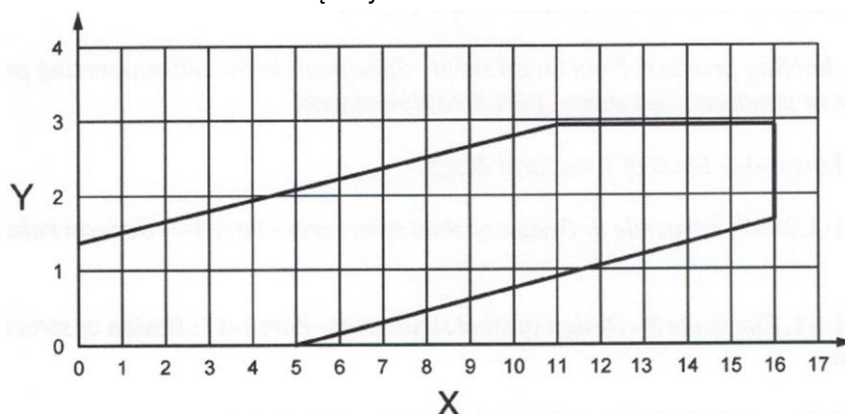
Obowiązują poniższe schematy: Rysunek M.2 (sekwencyjny typu A) i Rysunek M.3 (sekwencyjny typu B).

EN 1090-2:2018 (E)

a) Sekwencyjny typu A:

4) minimalna liczba elementów złącznych do kontroli: 5

maksymalna liczba elementów złącznych do kontroli: 16

**Legenda**

X liczba skontrolowanych elementów złącznych

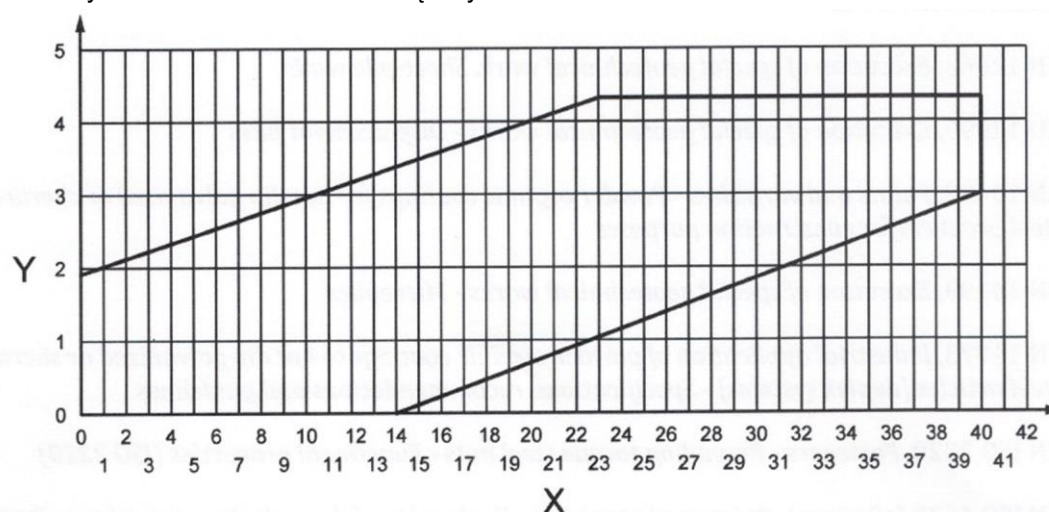
Y liczba wadliwych elementów złącznych

Rysunek M.2. Schemat sekwencyjny typu A

b) Sekwencyjny typu B:

5) minimalna liczba elementów złącznych do kontroli: 14

maksymalna liczba elementów złącznych do kontroli: 40

**Legenda**

X liczba skontrolowanych elementów złącznych

Y liczba wadliwych elementów złącznych

Rysunek M.3. Schemat sekwencyjny typu B

Bibliografia

- [1] EN 508-1, *Wyroby do pokryć dachowych i okładzin z metalu - Charakterystyka wyrobów samonośnych z blachy stalowej, aluminiowej lub ze stali odpornej na korozję - Część 1: Stal*
- [2] EN 508-3, *Wyroby do pokryć dachowych z metalu - Charakterystyka wyrobów samonośnych z blachy stalowej, aluminiowej lub ze stali odpornej na korozję - Część 3: Stal odporna na korozję*
- [3] EN 1990, *Eurokod - Podstawy projektowania konstrukcji*
- [4] EN 1993-1-1:2005, *Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków*
- [5] EN 1993-1-11, *Eurokod 3 - Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 1-11: Konstrukcje ciągnowe*
- [6] EN 1993-5, *Eurokod 3 - Projektowanie konstrukcji stalowych - Część 5: Palowanie i ścianki szczelne*
- [7] EN 1994 (wszystkie części), *Eurokod 4 - Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo-betonowych*
- [8] EN 10020, *Definicja i klasyfikacja gatunków stali*
- [9] EN 10027-1, *Systemy oznaczania stali - Część 1: Znaki stali*
- [10] EN 10027-2, *Systemy oznaczania stali - Część 2: System cyfrowy*
- [11] EN 10079, *Terminologia wyrobów stalowych*
- [12] EN 10162, *Kształtowniki stalowe wykonane na zimno - Warunki techniczne dostawy - Tolerancje wymiarów i przekroju poprzecznego*
- [13] EN 12063, *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych - Ścianki szczelne. Ścianki szczelne*
- [14] EN 12699, *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych - Pale przemieszczeniowe*
- [15] EN 13438, *Farby i lakiery - Powłoki z farb proszkowych do ocynkowanych lub szeraldyzowanych wyrobów stalowych do celów konstrukcyjnych*
- [16] EN 14199, *Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych - Mikropale*
- [17] EN 15773, *Przemysłowe nakładanie organicznych farb proszkowych na wyroby ze stali ocynkowanej zanurzeniowo lub szeraldyzowanej (systemy duplex) - Specyfikacje, zalecenia i wskazówki*
- [18] EN ISO 2320, *Części złączne - Nakrętki stalowe samozabezpieczające - Własności funkcjonalne (ISO 2320)*
- [19] EN ISO 4628 (wszystkie części), *Farby i lakiery - Ocena zniszczenia powłok - Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie*
- [20] EN ISO 7040, *Nakrętki sześciokątne samozabezpieczające z wkładką niemetalową, odmiana 1 - Klasy własności mechanicznych 5, 8 i 10 (ISO 7040)*

EN 1090-2:2018 (E)

- [21] EN ISO 7042, *Nakrętki sześciokątne samozabezpieczające jednolite - Klasy własności mechanicznych 5, 8, 10 i 12 (ISO 7042)*
- [22] EN ISO 7719, *Nakrętki sześciokątne samozabezpieczające jednolite, odmiana 1 - Klasy własności mechanicznych 5, 8 i 10 (ISO 7719)*
- [23] EN ISO 9000, *Systemy zarządzania jakością - Podstawy i terminologia (ISO 9000)*
- [24] EN ISO 10511, *Nakrętki sześciokątne samozabezpieczające z wkładką niemetalową, niskie (ISO 10511)*
- [25] EN ISO 13920, *Spawalnictwo - Tolerancje ogólne dotyczące konstrukcji spawanych - Wymiary liniowe i kąty - Kształt i położenie (ISO 13920)*
- [26] EN ISO 17663, *Spawanie - Wytyczne dotyczące wymagań jakości dla obróbki cieplnej związanej ze spawaniem i procesami pokrewnymi (ISO 17663)*
- [27] EN ISO/IEC 17020, *Ocena zgodności - Wymagania dotyczące działania różnych rodzajów jednostek przeprowadzających inspekcję*
- [28] EN ISO/IEC 17024, *Ocena zgodności - Ogólne wymagania dotyczące jednostek certyfikujących osoby*
- [29] CEN ISO/TR 3834-6, *Wymagania jakości dotyczące spawania materiałów metalowych - Część 6: Wytyczne dotyczące wdrażania ISO 3834 (ISO/TR 3834-6)*
- [30] ISO 1803, *Budownictwo - Tolerancje - Wyrażanie dokładności wymiarowej - Zasady i terminologia*
- [31] ISO 3443-1, *Tolerancje w budownictwie - Część 1: Podstawowe zasady oceny i określania*
- [32] ISO 3443-2, *Tolerancje w budownictwie - Część 2: Statystyczne podstawy przewidywania pasowań elementów o normalnym rozkładzie wymiarów*
- [33] ISO 3443-3, *Tolerancje w budownictwie - Część 3: Procedury doboru wymiarów nominalnych i przewidywania pasowań*
- [34] ISO 7976-1, *Tolerancje w budownictwie - Metody pomiaru budynków i elementów budowlanych - Część 1: Metody i przyrządy*
- [35] ISO 7976-2, *Tolerancje w budownictwie - Metody pomiaru budynków i elementów budowlanych - Część 2: Usytuowanie punktów pomiarowych*
- [36] ISO 10005, *Systemy zarządzania jakością - Wytyczne dotyczące planów jakości*
- [37] ISO 17123, *Optyka i instrumenty optyczne -- Terenowe procedury testowania instrumentów geodezyjnych i pomiarowych*
- [38] ASTM A325, *Specyfikacja standardowa dla śrub konstrukcyjnych, stalowych, poddanych obróbce cieplnej, 120/105 ksi Minimalna wytrzymałość na rozciąganie*
- [39] Publikacja Stowarzyszenia BCSA i Galwanizatorów nr 40/05 - *Ocynkowana stal konstrukcyjna - Podejście do zarządzania pękaniem wspomagany ciekłym metalem; 2005*
- [40] DAST-Ri 022 - *Wytyczne dotyczące cynkowania ogniowego prefabrykowanych stalowych elementów nośnych*

- [41] ECCS nr 79, Europejskie zalecenia dotyczące połączeń śrubowych za pomocą śrub wtryskowych;
- [42] Sierpień 1994 r.
- [43] Wytyczne EGGA - Kontrolowanie pęknięcia wspomagane ciekłym metalem podczas cynkowania konstrukcji stalowych (2014)
- [44] WCB Raporty naukowe i techniczne - Cynkowanie ogniowe prefabrykowanych elementów ze stali konstrukcyjnej
- [45] ISO/TR 20172, *Spawanie - Systemy grupowania materiałów - Materiały europejskie*
- [46] ISO/TR 20173, *Spawanie - Systemy grupowania materiałów - Materiały amerykańskie*
- [47] ISO/TR 20174, *Spawanie - Systemy grupowania materiałów - Materiały japońskie*
- [48] EN 1991-1-6, *Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje - Część 1-6: Oddziaływania ogólne - Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji*
- [49] [47] Seria EN ISO 16228, *Urządzenia wiertnicze i fundamentowe - Bezpieczeństwo*