



# Program Uczenie się przez całe życie

## Projekt SKILLS



# WYKONAWSTWO I MONTAŻ – EN 1090

Uwaga: Przy studiowaniu tego modułu szkoleniowego zalecane jest jednoczesne korzystanie z normy PN-EN 1090.



Program  
Uczenie się  
przez całe życie

# ZAKRES MODUŁU SZKOLENIOWEGO

- **EN 1090 to nowa norma dotycząca zagadnień wytwarzania, wykonawstwa i montażu konstrukcji stalowych.**
- **Klasy wykonania (EXC) - Jak wybrać właściwą klasę EXC?**
- **Oznakowanie CE konstrukcji stalowych.**
- **Udział projektanta w realizacji wymagań dotyczących wykonawstwa i montażu.**
- **Wymagania techniczne w zakresie wykonawstwa i montażu.**

# SPIS TREŚCI

- **Wprowadzenie. Ramy prawne.**
- **Klasy wykonania (EXC)**
- **Oznakowanie CE (EN 1090-1)**
- **Wykonawstwo i montaż (EN 1090-2)**
- **Podsumowanie**

# WPROWADZENIE. RAMY PRAWNE



Program  
Uczenie się  
przez całe życie

# WPROWADZENIE. RAMY PRAWNE

- **Dyrektywa dotycząca wyrobów budowlanych (CPD)  
(Dyrektywa Rady 89/106/EEC)**
  - ✓ Przepisy obowiązujące w krajach Unii Europejskiej dotyczące “każdego wyrobu wyprodukowanego w celu wbudowania go na stałe w obiekty budowlane, w tym budynki i konstrukcje inżynierskie”
  
- **Cele:**
  - ✓ Zapewnienie swobodnego obrotu wszystkich wyrobów budowlanych w Unii Europejskiej
  - ✓ Usuwanie przeszkód technicznych w wolnym handlu
  - ✓ Zapewnienie takich samych standardów jakości dla wszystkich krajów Unii Europejskiej

# WPROWADZENIE. RAMY PRAWNE

## ➤ **Zasadnicze wymagania Dyrektywy CPD:**

1. Wytrzymałość mechaniczna i stateczność.
2. Bezpieczeństwo pożarowe.
3. Higiena, zdrowie i środowisko.
4. Bezpieczeństwo użytkowania.
5. Ochrona przed hałasem.
6. Oszczędność energii i izolacji

## ➤ **Zgodność z wymaganiami zasadniczymi:**

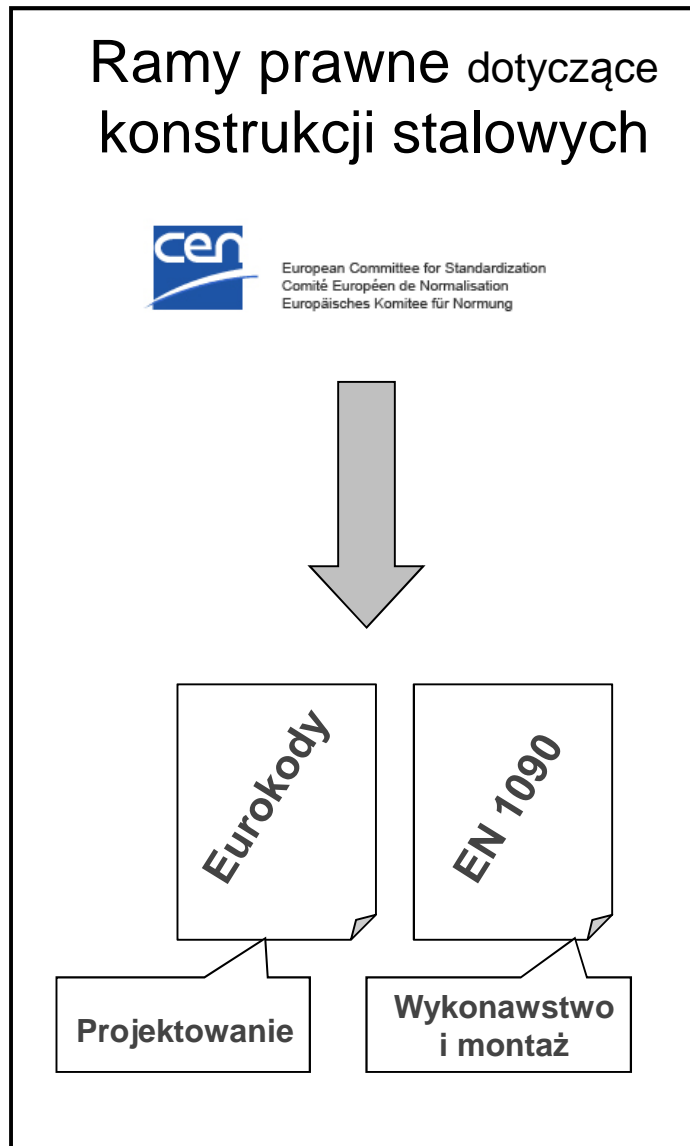
- ✓ **Europejskie normy zharmonizowane** (wymagania techniczne dotyczące wytwarzania poszczególnych wyrobów budowlanych).
- ✓ Każda norma zharmonizowana obejmuje określony wyrób.
- ✓ Pełna lista norm zharmonizowanych i ich aktualny status jest dostępny na stronie internetowej Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego (CEN): <ftp://ftp.cen.eu/CEN/Sectors/List/Construction/Snapshot.pdf>
- ✓ Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) prezentuje aktualizowany na bieżąco wykaz zawierający informacje o polskich normach wprowadzających do zbioru Polskich Norm europejskie normy zharmonizowane:  
[http://www.pkn.pl/var/resources/1/1/814/Obwieszczenia\\_MP.pdf](http://www.pkn.pl/var/resources/1/1/814/Obwieszczenia_MP.pdf)

## WPROWADZENIE. RAMY PRAWNE

- Istnieją inne metody zapewnienia zgodności z wymaganiami zasadniczymi (np. europejskie aprobaty techniczne).
- Europejska Dyrektywa dotycząca wyrobów budowlanych (CPD) będzie zastąpiona przez **Rozporządzenie** Parlamentu Europejskiego i Rady UE **dotyczące wyrobów budowlanych (CPR – Construction Product Regulation)**.
- CPR będzie miało nadrzędny status legislacyjny w stosunku do CPD i będzie „obowiązkowe” dla wszystkich krajów Unii Europejskiej.
- Obecnie CPR zostało zatwierdzone przez Komisję Europejską. Tylko Artykuły 1, 2, 29 – 35, 39 – 55, 64, 67, 68 i Załącznik IV od razu weszły w życie. Artykuły 3 – 28, 36 – 38, 56 – 63, 65, 66 i Załączniki I, II, III i V wchodzi w życie od 1 lipca 2013.



# WPROWADZENIE. RAMY PRAWNE



- **EN 1090-1:** Zasady oceny zgodności elementów konstrukcyjnych.
  - ✓ Ustala zasady oznakowania CE konstrukcji stalowych.
  - ✓ Nie zawiera zasad projektowania (Eurokody) ani wykonywania (EN 1090-2 lub EN 1090-3).
- **EN 1090-2:** Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych
  - ✓ Wymagania dotyczące wytwarzania i wykonywania konstrukcji stalowych w celu zapewnienia odpowiednich poziomów wytrzymałości mechanicznej i stateczności, zgodnie z przeznaczeniem oraz trwałości
- **EN 1090-3:** Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji aluminiowych

# WPROWADZENIE. RAMY PRAWNE

## ➤ EN 1090. Kalendarz

- ✓ EN 1090 została opublikowana w Dzienniku Urzędowym w dniu 17-12-2010 i od tej daty może już być stosowana.
- ✓ Koniec okresu współistnienia z krajową procedurą (DOW) przypada na dzień 01-09-2014.
- ✓ Od tej chwili norma EN 1090 będzie obowiązkowa.

## ➤ Podstawowe normy dotyczące wyrobów budowlanych

STANDARD	PRODUCT	DOW
EN 10025-1	Hot rolled products of structural steels	31/08/2006
EN 10219-1	Cold formed welded structural hollow sections	31/10/2006
EN 10210-1		
EN 14399-1	High-strength structural bolting assemblies for preloading	30/09/2007
EN 15048-1	Non-preloaded structural bolting assemblies	31/10/2009
EN 10088-5	Stainless steels	31/12/2010

## ➤ Pełna lista -> EN 1090-1 § 2 + EN 1090-2 § 2

# KLASY WYKONANIA (EXC)



Program  
Uczenie się  
przez całe życie

# KLASY WYKONANIA (EXC)

- Klasy wykonania EXC są jedną z najważniejszych nowych koncepcji wprowadzonych do EN 1090.
- Wywodzą się z Eurokodu 0 (EN 1990) i będą przeniesione do załącznika Eurokodu 3 (EN 1993).
- Jest to klasyfikacja konstrukcji pod względem:
  - ✓ konsekwencji ewentualnego zniszczenia (straty ekonomiczne lub śmierć ludzi)
  - ✓ ryzyka związanego z użytkowaniem konstrukcji (oddziaływania statyczne, zmęczenie, trzęsienie ziemi ...)
  - ✓ ryzyka związanego z wykonaniem konstrukcji (gatunki stali, połączenia spawane lub śrubowe, ...)

# KLASY WYKONANIA (EXC)

- Wybór EXC jest decyzją projektanta konstrukcji.
- Wiele wymagań normy EN 1090 jest określonych zgodnie z klasyfikacją EXC, zarówno w przypadku wykonania jak i kontroli jakości. W tablicy A3 w EN 1090-2 wyczerpująco wymieniono wymagania dla każdej klasy wykonania EXC.
- Zdefiniowano cztery klasy wykonania:
  - ✓ EXC1 (najmniej rygorystyczna) -> EXC4 (najbardziej rygorystyczna).
- EXC zakładają racjonalizację projektowania i wykonania. Koszt konstrukcji wzrasta z jej klasą wykonania EXC.
- EXC można stosować do całej konstrukcji lub jej poszczególnych części czy detali konstrukcyjnych. Konstrukcja może zawierać kilka EXC.

# KLASY WYKONANIA (EXC)

- Jak wybrać klasę wykonania EXC:
  1. Wybierz klasę konsekwencji (CC1, CC2 lub CC3).
    - ✓ Klasy konsekwencji są określone w Eurokodzie 0 (EN 1990 Załącznik B). Załączniki krajowe mogą podawać dodatkowe instrukcje.

Tablica B1 – Definicja klas konsekwencji

Klasa konsekwencji	Opis	Przykłady konstrukcji budowlanych i inżynierskich
CC3	<b>Wysokie</b> zagrożenie życia ludzkiego lub <b>bardzo duże</b> konsekwencje ekonomiczne, społeczne i środowiskowe	Widownie, budynki użyteczności publicznej których konsekwencje zniszczenia są wysokie
CC2	<b>Przeciętne</b> zagrożenie życia ludzkiego lub <b>znaczne</b> konsekwencje ekonomiczne, społeczne i środowiskowe	budynki mieszkalne i biurowe oraz budynki użyteczności publicznej których konsekwencje zniszczenia są przeciętne
CC1	<b>Niskie</b> zagrożenie życia ludzkiego lub <b>małe lub nieznaczne</b> konsekwencje społeczne, ekonomiczne i środowiskowe	budynki rolnicze, w których ludzie zazwyczaj nie przebywają oraz szklarnie

Załącznik B do normy EN 1990

# KLASY WYKONANIA (EXC)

## 2. Wybierz kategorię użytkowania (SC1 lub SC2).

**Tablica B.1 – Zalecane kryteria kategorii użytkowania**

Kategoria	Kryteria
SC1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konstrukcje i elementy projektowane na oddziaływania przeważająco statyczne, np. budynki</li><li>• Konstrukcje, elementy i połączenia projektowane na oddziaływania sejsmiczne w rejonach niskiej aktywności sejsmicznej, gdy wymagana jest niska klasa ciągliwości DCL*</li><li>• Konstrukcje i elementy projektowane na oddziaływania zmęczeniowe od dźwignic klasy <math>S_0</math>**</li></ul>
SC2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konstrukcje i elementy projektowane na oddziaływania zmęczeniowe wg EN 1993. (np.: mosty drogowe i kolejowe, dźwignice klas od <math>S_1</math> do <math>S_9</math>**, konstrukcje wrażliwe na drgania wywołane wiatrem, tłumem lub maszynami wirnikowymi)</li><li>• Konstrukcje, elementy i połączenia projektowane na oddziaływania sejsmiczne w rejonach średniej i wysokiej aktywności sejsmicznej, gdy wymagana jest średnia lub wysoka klasa ciągliwości DCM* lub DCH*</li></ul>
* DCL, DCM, DCH: klasy ciągliwości wg EN 1998-1	
** Klasyfikacja oddziaływań zmęczeniowych od dźwignic – patrz EN 1991-3 i EN 13001-1.	

EN 1090-2 § B.2.2.2

# KLASY WYKONANIA (EXC)

3. Wybierz kategorię produkcji (PC1 lub PC2).

**Tablica B.2 – Zalecane kryteria kategorii produkcji**

Kategoria	Kryteria
PC1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elementy niespawane wykonywane ze stali dowolnego gatunku</li><li>• Elementy spawane wykonywane ze stali gatunków niższych niż S355</li></ul>
PC2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elementy spawane wykonywane ze stali gatunku S355 i wyższych</li><li>• Elementy kluczowe dla integralności konstrukcji scalane za pomocą spawania na terenie budowy</li><li>• Elementy formowane na gorąco lub poddawane obróbce termicznej podczas wytwarzania</li><li>• Elementy dźwigarów kratowych z rur okrągłych (CHS), które wymagają profilowania końców</li></ul>

EN 1090-2 § B.2.2.3



# KLASY WYKONANIA (EXC)

4. Wybierz klasę wykonania(EXC1, EXC2, EXC3 lub EXC4).

**Tablica B.3 – Zalecane zależności przy ustalaniu klas wykonania**

Klasy konsekwencji		CC1		CC2		CC3	
Kategorie użytkowania		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Kategorie produkcji	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 <sup>a</sup>	EXC3 <sup>a</sup>
	PC2	<b>EXC2</b>	<b>EXC2</b>	<b>EXC2</b>	<b>EXC3</b>	<b>EXC3<sup>a</sup></b>	<b>EXC4</b>
<sup>a</sup> Klasa EXC4 ma zastosowanie do konstrukcji specjalnych w rozumieniu przepisów krajowych lub konstrukcji, których zniszczenie groziłoby ekstremalnymi konsekwencjami.							

EN 1090-2 § B.3

# KLASY WYKONANIA (EXC)

## ➤ Praktyczne przykłady wyboru EXC

**1.** Budynek biurowy: stal S275; konstrukcja spawana w wytwórni i łączona śrubami na placu budowy; brak oddziaływań sejsmicznych

- ✓ Klasa konsekwencji: CC2
- ✓ Kategoria użytkowania: SC1
- ✓ Kategoria produkcji: PC1
- ✓ **KLASA WYKONANIA: EXC2**

# KLASY WYKONANIA (EXC)

## ➤ Praktyczne przykłady wyboru EXC

2. Budynek biurowy : stal S355; konstrukcja spawana na placu budowy; brak oddziaływań sejsmicznych.

- ✓ Klasa konsekwencji: CC2
- ✓ Kategoria użytkowania: SC1
- ✓ Kategoria produkcji : PC2
- ✓ **KLASA WYKONANIA: EXC2**

3. Założenia takie jak poprzednio, tylko budynek znajduje się w strefie oddziaływań sejsmicznych, gdy wymagana jest średnia (DCM) lub wysoka klasa ciągłości (DHC).

- ✓ Zmienia się tylko kategoria użytkowania: SC2
- ✓ **KLASA WYKONANIA: EXC3**

# KLASY WYKONANIA (EXC)

## ➤ Praktyczne przykłady wyboru EXC

4. Konstrukcja stadionu: stal S355; konstrukcja spawana w wytwórni i łączona śrubami na placu budowy; brak oddziaływań sejsmicznych.

- ✓ Klasa konsekwencji: CC3
- ✓ Kategoria użytkowania: SC1 (przy założeniu konstrukcja może być poddana drganiom => SC2 )
- ✓ Kategoria produkcji: PC2
- ✓ **KLASA WYKONANIA: EXC3 (przy założeniu konstrukcja może być poddana drganiom => EXC4)**

# KLASY WYKONANIA (EXC)

## ➤ Praktyczne przykłady wyboru EXC

5. Magazyn rolniczy: stal S275, konstrukcja spawana w wytwórni i łączona śrubami na placu budowy (ale węzły słupów spawane na placu budowy); brak oddziaływań sejsmicznych.

- ✓ Klasa konsekwencji: CC1
- ✓ Kategoria użytkowania: SC1
- ✓ Kategoria produkcji: PC1 (ale słupy: PC2)
- ✓ **KLASA WYKONANIA: EXC1 (ale słupy: EXC2)**

# OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)



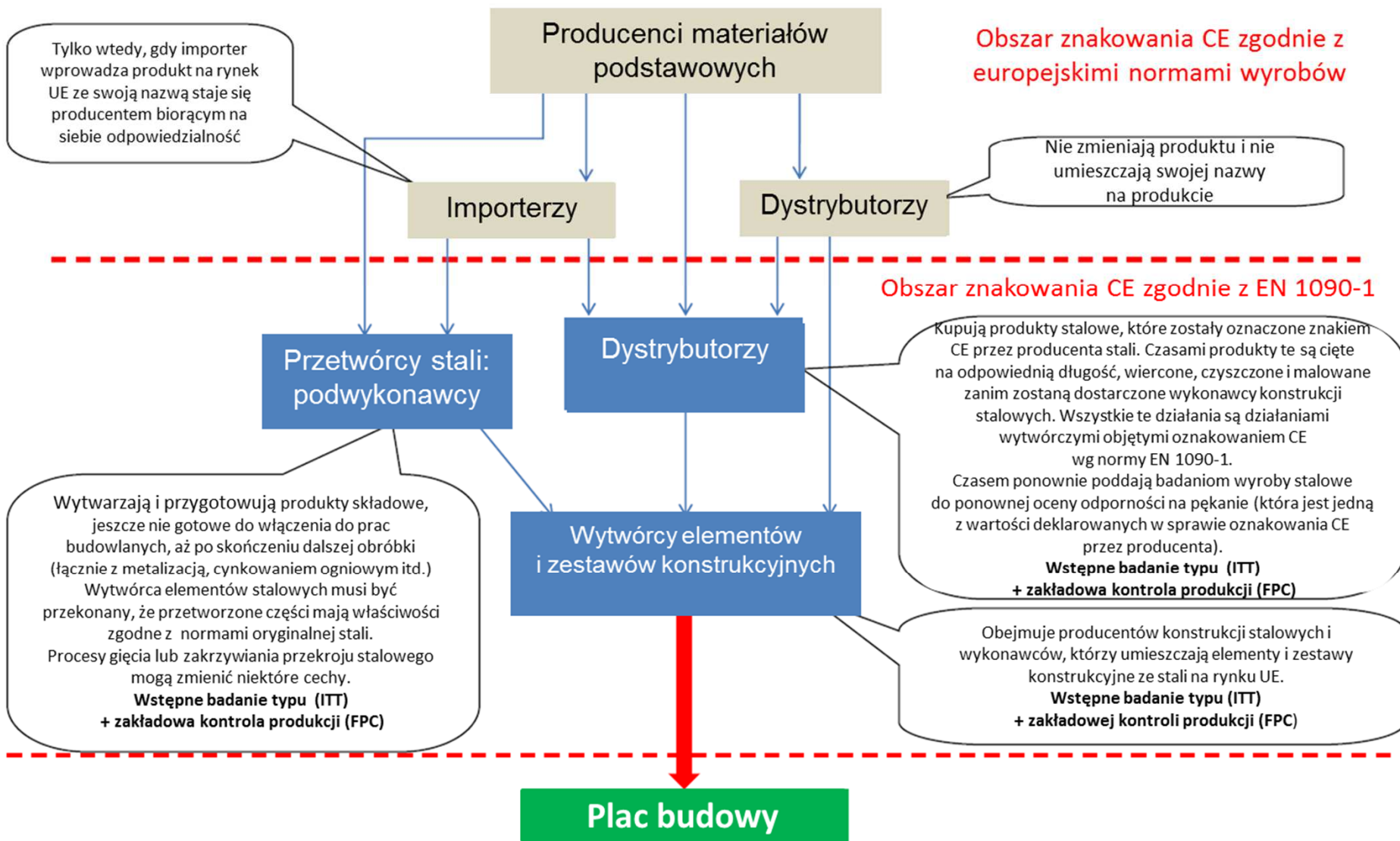
Program  
Uczenie się  
przez całe życie

## OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

- **Oznakowanie CE** jest prawnym oświadczeniem wytwórców konstrukcji, że ich produkt jest w pełni zgodny z normą EN 1090-1 i tym samym spełnia wymagania **Dyrektywy CPD** (Dyrektywy dotyczącej wyrobów budowlanych).
  
- **Podstawowe wymagania:**
  - ✓ Wstępne badanie typu (ITT) lub wstępne obliczenia typu (ITC);
  - ✓ Zakładowa kontrola produkcji (FPC), łącznie z systemem zarządzania jakością spawania (WQMS);
  - ✓ Rola personelu nadzoru spawalniczego;
  - ✓ Regularne kontrole nadzoru w zakładzie i certyfikacja producenta przez jednostkę notyfikowaną (NB).

# OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

## ➤ Zakres normy EN 1090





## OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

- **Wstępne badanie typu (ITT) lub Wstępne obliczenia typu (ITC).**
  - ✓ Wstępne badanie typu obejmuje kompletny zestaw badań lub innych procedur wyznaczających właściwości na próbach reprezentatywnych dla typu wyrobu.
  - ✓ Celem jest wykazanie i ocena, że producent posiada zdolność wytwarzania elementów i zestawów konstrukcyjnych zgodnie z normą EN 1090.
  - ✓ Ponieważ w większości przypadków konstrukcje stalowe są “szyte na miarę”, EN 1090-1 akceptuje ITC jako metodę oceny zgodności.
  - ✓ ITC opracowane do projektowania konstrukcji muszą być oparte na Eurokodach (EN 1990, EN 1991, EN 1993, EN 1994, EN 1998).

# OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

## ➤ ITT i ITC:

### Pobieranie próbek, kryteria oceny i zgodności.

Charakterystyka	Odniesienie do wymagań normowych	Metoda oceny	Liczba próbek	Kryteria zgodności
Tolerancje wymiarów i kształtu	4.2	Kontrola i badanie zgodnie z EN 1090-2 lub EN 1090-3	1	5.3
Spawalność	4.3	Sprawdzenie dokumentów kontroli zgodności z określonymi wymaganiami dotyczącymi wyrobów konstrukcyjnych	1	5.4
Odporność na kruche pękanie (tylko elementy stalowe)	4.4	Sprawdzenie dokumentacji kontroli zgodności z określonymi wymaganiami dotyczącymi wyrobów konstrukcyjnych	1	5.5
Nośność	4.5, 4.5.2	Obliczenia wg odpowiedniej części EN 1993, EN 1994, EN 1999 lub badania konstrukcji zgodne z odpowiednią europejską specyfikacją techniczną <sup>b</sup> Wytwarzanie zgodnie ze specyfikacją elementu oraz EN 1090-2 lub EN 1090-3 <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	5.6
Wytrzymałość zmęczeniowa	4.5, 4.5.3	Obliczenia wg odpowiedniej części EN 1993, EN 1994, EN 1999 <sup>b</sup> Wytwarzanie zgodnie ze specyfikacją elementu oraz EN 1090-2 lub EN 1090-3 <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	5.6
Deformacja konstrukcji w stanie granicznym użyteczności	4.5.5	Obliczenia wg odpowiedniej części EN 1990, EN 1993, EN 1994, EN 1999 lub badania konstrukcji zgodne z odpowiednią europejską specyfikacją techniczną <sup>b</sup> Wytwarzanie zgodnie ze specyfikacją elementu oraz EN 1090-2 lub EN 1090-3 <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	5.6
Odporność ogniowa	4.5, 4.5.4	Obliczenia zgodnie z EN 1993, EN 1994, EN 1999 ze względu na nośność ogniową lub badania i klasyfikacja według EN 13501-2 ze względu na charakterystyki R, E, I i/lub M <sup>b</sup> Wytwarzanie zgodnie ze specyfikacją elementu oraz EN 1090-2 lub EN 1090-3 <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	5.7
Reakcja na ogień	4.6	Sprawdzenie elementów zgodnie z EN 13501-1	1	5.8
Niebezpieczne substancje	4.7	Sprawdzenie zgodności wyrobów z Normami Europejskimi	1	5.9
Udarność	4.8	Ocena określona przy odporności na kruche pękanie	1	5.10
Trwałość	4.9	Przygotowanie powierzchni zgodnie ze specyfikacją elementu, EN 1090-2 lub EN 1090-3	1	5.11

<sup>a</sup> Pojedyncze obliczenia powinny być wystarczające do oceny zgodności. Jeżeli charakterystyka jest określana doświadczalnie, liczba próbek do badań powinna być zgodna z EN 1990, EN 1993, EN 1994 i EN 1999 i odpowiednia do oceny wyników badań

<sup>b</sup> Jeżeli wytwórca powinien zadeklarować charakterystyki określone w projekcie konstrukcji

<sup>c</sup> Zgodnie z klasą wykonania, która jest przedmiotowa do wstępnych badań typu

EN 1090-1 § 6.2

Tablica 1

## OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

- **Zakładowa kontrola produkcji (FPC).**
  - ✓ W normie EN 1090-1 określono zobowiązania zakładowych kontroli produkcji do zapewnienia, że stalowe elementy konstrukcyjne spełniają minimalne wymagania techniczne zdefiniowane w EN 1090-2.
  - ✓ Celem FPC jest zapewnienie, że wytwórca potrafi wyprodukować określone elementy konstrukcyjne bez zmiany ich właściwości.
  - ✓ FPC określona przez normę EN 1090-1 jest podobna do kontroli jakości na podstawie normy EN ISO 9001 .
  - ✓ FPC powinna zawierać system zarządzania jakością spawania (WQMS).

# OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

- **Zakładowa kontrola produkcji (FPC).**
  - ✓ Zasady systemu FPC:
    - Wykonywanie regularnych konserwacji i kalibracji sprzętu i narzędzi;
    - Opracowanie regularnych kontroli w celu zapewnienia zgodności produkowanych wyrobów;
    - Opracowanie systematycznego zarządzania wyrobami nie spełniającymi wymagań;
    - Ocena przydatności kwalifikacji personelu i procedur pracy.
  - ✓ Jeżeli produkcja odbywa się zgodnie z EN 1090-2, większość wymagań normy EN 1090-1 jest spełnionych.

# OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

➤ **FPC: Częstotliwość badania wyrobu jako część zakładowej kontroli produkcji**

Charakterystyka	Odniesienie do wymagań normowych	Metoda oceny	Próbkowanie	Kryteria zgodności
Tolerancje wymiarów i kształtu	4.2	Kontrola i badanie zgodnie z EN 1090-2 lub EN 1090-3	Każdy element <sup>a</sup>	5.3
Spawalność	4.3	Sprawdzenie dokumentów kontroli zgodności z określonymi wymaganiami dotyczącymi wyrobów konstrukcyjnych	Sprawdzenie dokumentacji wszystkich wyrobów konstrukcyjnych wykorzystanych w wytwórni	5.4
Odporność na kruche pękanie (tylko elementy stalowe)	4.4	Sprawdzenie dokumentacji kontroli zgodności z określonymi wymaganiami dotyczącymi wyrobów konstrukcyjnych	Sprawdzenie dokumentacji wszystkich wyrobów konstrukcyjnych wykorzystanych w wytwórni	5.5
+ Udarność	4.8	Sprawdzenie dokumentacji kontroli zgodności z określonymi wymaganiami dotyczącymi wyrobów konstrukcyjnych	Sprawdzenie dokumentacji wszystkich wyrobów konstrukcyjnych wykorzystanych w wytwórni	5.10
(Umowna) granica plastyczności lub wytrzymałość na rozciąganie wyrobów konstrukcyjnych stosowanych w wytwórni	4.5	Sprawdzenie dokumentacji kontroli zgodności z określonymi wymaganiami dotyczącymi wyrobów konstrukcyjnych	Sprawdzenie dokumentacji wszystkich wyrobów konstrukcyjnych wykorzystanych w wytwórni	5.2
Charakterystyki konstrukcji określone w projektowaniu (nośność, wytrzymałość zmęczeniowa, odporność ogniowa)	4.1	Sprawdzenie, czy projektowanie przeprowadzono zgodnie z odpowiednim Eurokodem	Sprawdzenie czy obliczenia są odpowiednie i czy są zweryfikowane wykonane elementy	5.6.2
Charakterystyki konstrukcji określone przy wytwarzaniu	4.5.1	Sprawdzenie czy wytwarzanie wykonano zgodnie ze specyfikacją elementu i EN 1090-2 lub EN 1090-3	Sprawdzenie zgodnie z wymaganiami kontroli w EN 1090-2 lub EN 1090-3 oraz specyfikacją elementu	5.6.3
Trwałość	4.9	Sprawdzenie czy wytwarzanie wykonano zgodnie ze specyfikacją elementu i EN 1090-2 lub EN 1090-3	Sprawdzenie zgodnie z wymaganiami kontroli w EN 1090-2 lub EN 1090-3	5.11

<sup>a</sup> To wymaganie może być zredukowane, jeżeli elementy są wykonywane w podobnych warunkach lub ich geometria nie jest krytyczna przy ich użytkowaniu

<sup>b</sup> Patrz 4.8 i 5.10

EN 1090-1 § 6.3

Tablica 2

# OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

- **System zarządzania jakością spawania (WQMS).**
  - ✓ Zasady systemu WQMS:
    - Przyjęcie spawania jako “procesu specjalnego”, który w całości musi być stale kontrolowany.
    - Opracowanie i kontrola wewnętrznych procedur wykonywania spoin
    - Kontrola i udokumentowanie, że personel spawalniczy posiada odpowiednie kwalifikacje.

# OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

- **System zarządzania jakością spawania (WQMS).**
  - ✓ Wymagania jakościowe muszą spełniać wymagania EN ISO 3834, w zależności od klas wykonania (EXC):
    - EXC1: EN ISO 3834-4 Podstawowe wymagania jakości
    - EXC2: EN ISO 3834-3 Standardowe wymagania jakości
    - EXC3: EN ISO 3834-2 Pełne wymagania jakości
    - EXC4: EN ISO 3834-2 Pełne wymagania jakości

## OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

- **System zarządzania jakością spawania (WQMS).**
  - ✓ Wytwórca musi sporządzić własne instrukcje technologiczne spawania - WPS (EN ISO 15609, EN ISO 14555, EN ISO 15620).
  - ✓ WPS musi zostać zakwalifikowana za pomocą odpowiedniej metody kwalifikacji technologii spawania (WQPR), zgodnie z określoną klasą wykonania (EXC).
  - ✓ Spawacze muszą być zatwierdzeni zgodnie z każdą instrukcją technologiczną spawania (WPS) i przyjętą pozycją spawania.



# OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

## ➤ Opracowanie i stosowanie instrukcji technologicznej spawania WPS

Tablica 12 – Metody kwalifikacji technologii spawania w procesach 111, 114, 12, 13 i 14

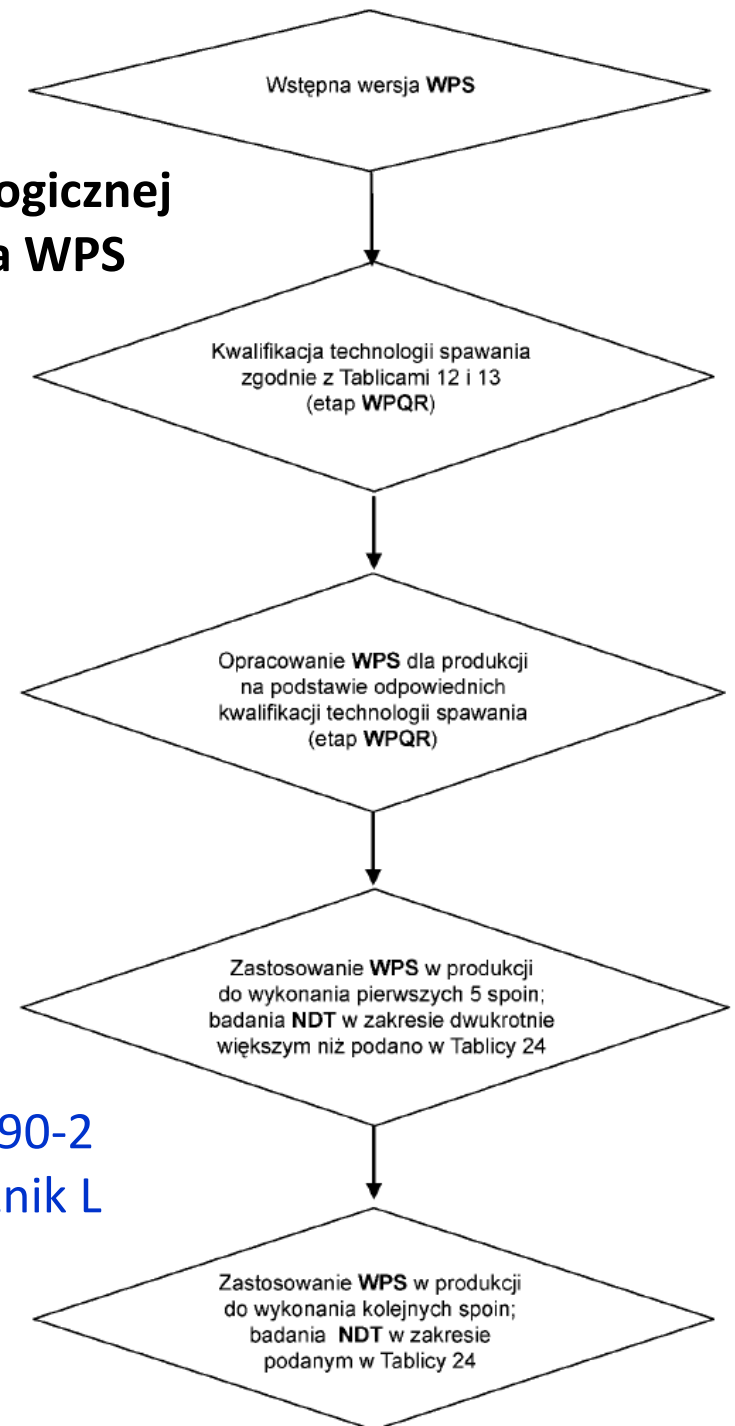
Metoda kwalifikacji		EXC 2	EXC 3	EXC 4
Badanie technologii spawania	EN ISO 15614-1	X	X	X
Przedprodukcyjne badanie spawania	EN ISO 15613	X	X	X
Standardowa technologia spawania	EN ISO 15612	X <sup>a</sup>	-	-
Wcześniej nabyte doświadczenie	EN ISO 15611	X <sup>b</sup>	-	-
Zbadanie materiałów dodatkowych	EN ISO 15610			
X	Dopuszczalne			
-	Niedopuszczalne			
<sup>a</sup> Tylko do materiałów ≤ S 355 i do spawania ręcznego lub półautomatycznego.				
<sup>b</sup> Tylko do materiałów ≤ S 275 i do spawania ręcznego lub półautomatycznego.				

Tablica 13 – Kwalifikowanie technologii spawania w procesach 21, 22, 23, 24, 42, 52, 783 i 784

Procesy spawania (według EN ISO 4063)		Instrukcja technologiczna spawania (WPS)	Kwalifikowanie technologii spawania
Numer	Metoda		
21	Zgrzewanie punktowe	EN ISO 15609-5	EN ISO 15612
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	Zgrzewanie łukiem ciągnionym kółków w osłonie łuku tuleją ceramiczną lub gazem osłonowym	EN ISO 14555	EN ISO 14555 <sup>a</sup>
784	Zgrzewanie krótkotrwałym łukiem ciągnionym kółków		

<sup>a</sup> Dopuszcza się kwalifikowanie technologii spawania konstrukcji klasy EXC2, na podstawie wcześniej nabytego doświadczenia, a konstrukcji klas EXC3 i EXC4, tylko na podstawie badania technologii spawania lub spawania przedprodukcyjnego.

## spawania WPS



EN 1090-2  
Załącznik L

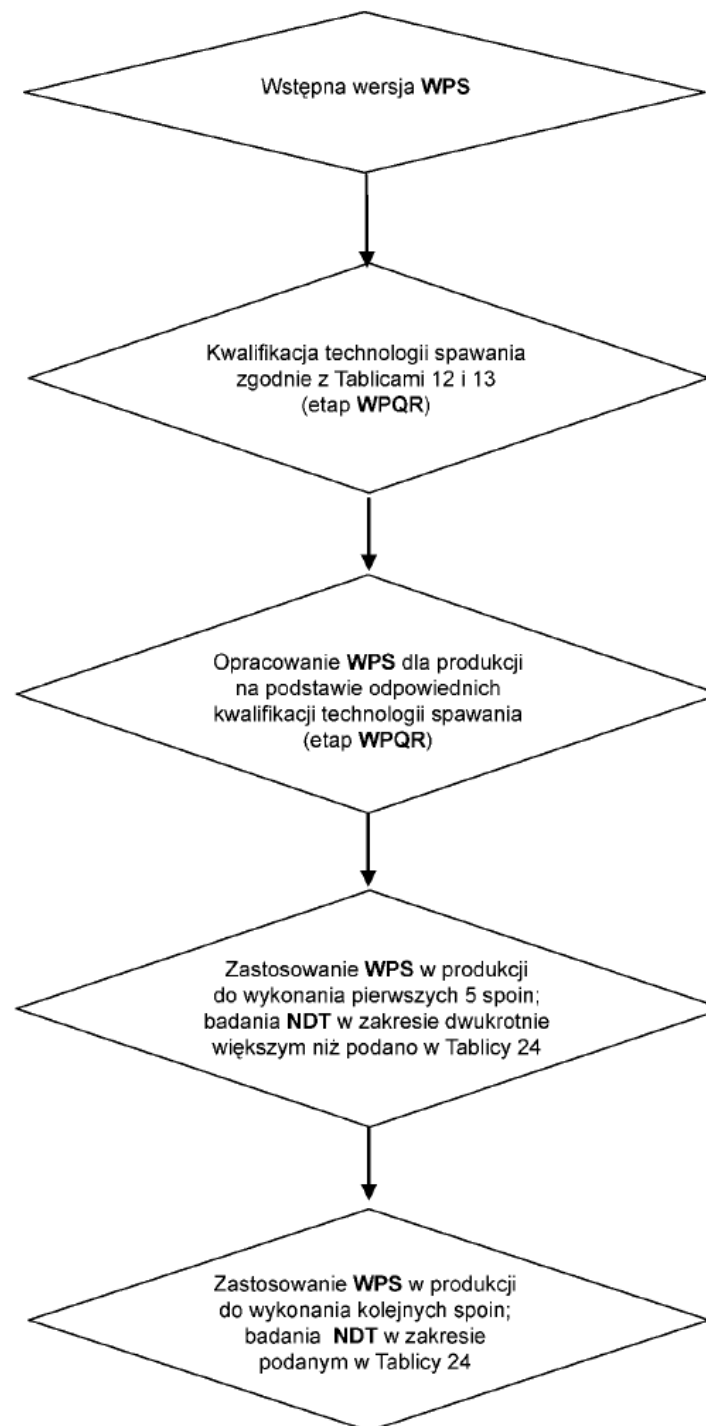
# OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

## ➤ Opracowanie i stosowanie instrukcji technologicznej spawania WPS

### EN 1090-2 Załącznik L

Rodzaj spoin	Spoiny warsztatowe lub montażowe		
	EXC2	EXC3	EXC4
Poprzeczne rozciągane spoiny czołowe z pełnym i niepełnym przetopem: $U \geq 0,5$ $U < 0,5$	10% 0%	20% 10%	100% 50%
Poprzeczne spoiny czołowe z pełnym i niepełnym przetopem: w złączach krzyżowych w złączach T	10% 5%	20% 10%	100% 50%
Poprzeczne spoiny pachwinowe rozciągane lub ścinane: gdy $a > 12$ mm lub $t > 20$ mm gdy $a \leq 12$ mm i $t \leq 20$ mm	5% 0%	10% 5%	20% 10%
☞ Spoiny podłużne z pełnym przetopem między średnikiem a górnym pasem belek podsuwnicowych	10%	20%	100%
Inne spoiny podłużne i spoiny do usztywnień (żeber)	0%	5%	10% ☞
Uwaga 1: Spoinami podłużnymi są spoiny równoległe do osi elementów. Wszystkie pozostałe spoiny traktowane są jako poprzeczne.			
Uwaga 2: $U$ – Stopień wykorzystania nośności spoiny przy oddziaływaniach przeważająco statycznych, $U = E_d/R_d$ , gdzie: $E_d$ – największy efekt oddziaływania, $R_d$ – nośność spoiny			
Uwaga 3: Oznaczenia $a$ i $t$ odnoszą się odpowiednio do grubości spoiny i grubości najcieńszej z łączonych części			

(EN 1090-2 Tablica 24)



# OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

## ➤ **Personel nadzoru spawalniczego (RWC).**

- ✓ Wytwórca powinien dysponować odpowiednim personelem nadzoru spawalniczego (RWC), odpowiedzialnym za jakość wykonywanych prac związanych ze spawaniem.
  
- ✓ Zadania RWC:
  - Przegląd wymagań kontraktowych i technicznych dotyczących spawania;
  - Zapewnienie, że personel spawalniczy ma odpowiednie kwalifikacje;
  - Zapewnienie odpowiedniej technologii spawania i urządzeń towarzyszących;
  - Opracowanie instrukcji technologicznych spawania (WPS);
  - Opracowanie/kwalifikacja technologii spawania;
  - Planowanie produkcji;
  - Magazynowanie i transport wewnętrzny materiałów podstawowych oraz kontrola materiałów dodatkowych do spawania;
  - Kontrola i badania przed, w trakcie i po spawaniu.

# OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

- **Personel nadzoru spawalniczego (RWC).** EN 1090-2 § 7.4.3
- ✓ Wiedza techniczna personelu nadzoru (EN ISO 14731):

Tablica 14 – Wiedza techniczna personelu nadzoru  
Stale węglowe konstrukcyjne

EXC	Stal (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 <sup>c</sup>
	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 <sup>d</sup>	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

<sup>a</sup> Blachy podstaw słupów i blachy czołowe  $\leq 50$  mm.  
<sup>b</sup> Blachy podstaw słupów i blachy czołowe  $\leq 75$  mm.  
<sup>c</sup> Dla stali gatunków nie wyższych niż S275 wystarczający jest poziom S.  
<sup>d</sup> Dla stali N, NL, M i ML wystarczający jest poziom S.

UWAGA 2 Symbole B, S i C oznaczają odpowiednio: podstawową, specjalistyczną i pełną wiedzę techniczną, jak podano w EN ISO 14731.

# OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

## ➤ Jednostka notyfikowana (NB).

- ✓ NB powinna sprawdzić poprawność, zatwierdzić i wydać certyfikat właściwego wdrożenia zakładowej kontroli produkcji (FPC), łącznie z systemem zarządzania jakością spawania (WQMS).
  
- ✓ Zadania:
  - Wstępna inspekcja w wytwórni i przegląd FPC z WQMS, jej procedur i skuteczności wdrażania.
  - Wydanie odpowiedniego certyfikatu o ważności 1 lub 2 lat;
  - Prowadzenie regularnych kontroli i monitoringu, w odstępach czasu zależnych od klasy wykonania EXC.

Klasa wykonania	Odstępy pomiędzy inspekcjami FPC wytwórcy po wykonaniu ITT (lata)
EXC1 i EXC2	1-2-3-3
EXC3 i EXC4	1-1-2-3-3

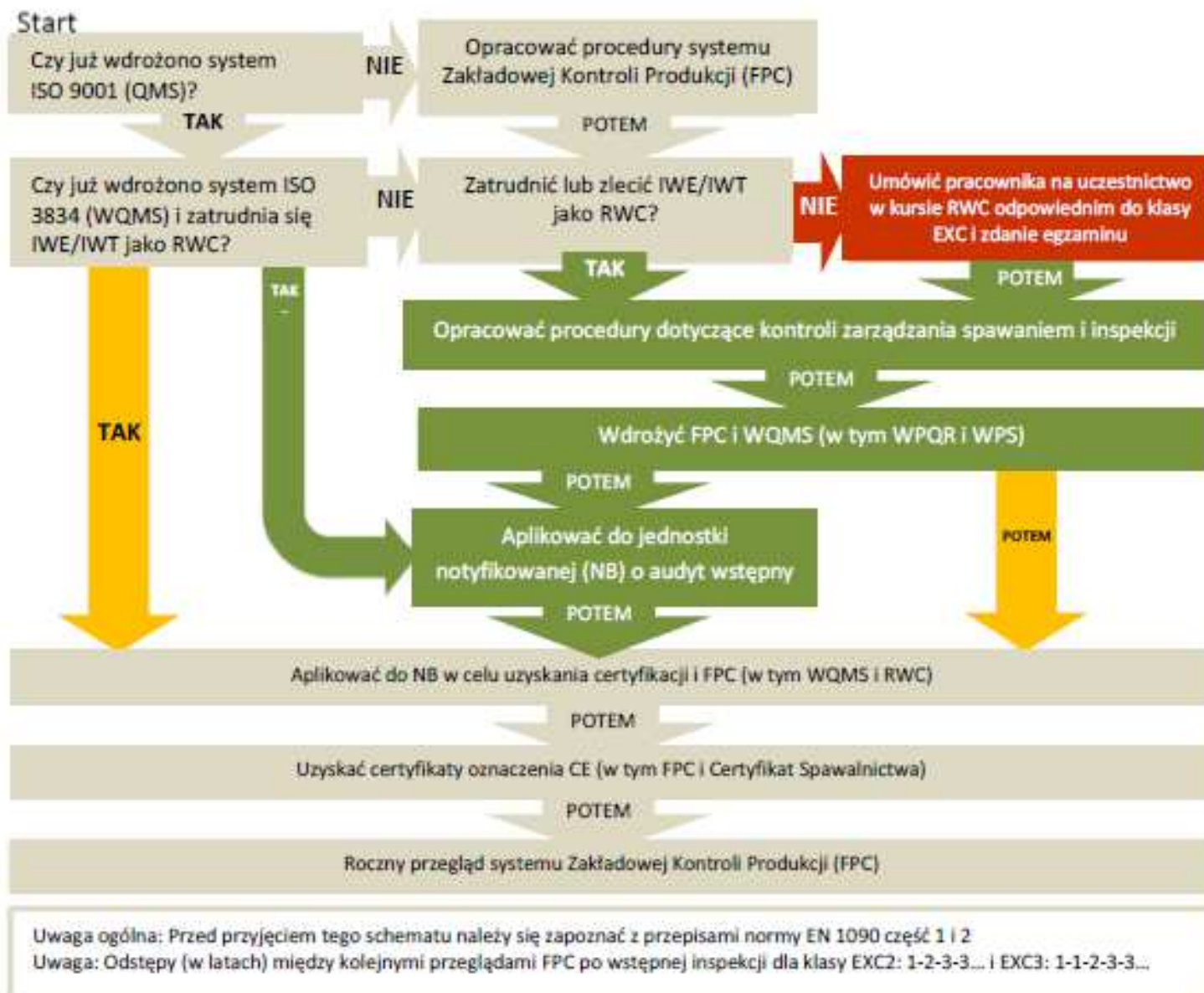
**EN 1090-1 § B.4.2**

# OZNAKOWANIE ZNAKIEM CE (EN 1090-1)

- **Odpowiednie postanowienia normy EN 1090-2 dotyczące oznakowania CE.**
  - ✓ Dokumentacja: EN 1090-2 § 4 i Załącznik A
  - ✓ Wyroby konstrukcyjne i części składowe: EN 1090-2 § 5, 12.1 i 12.2
  - ✓ Tolerancje geometryczne: EN 1090-2 § 11 i Załącznik D
  - ✓ Spawanie, obróbka i scalanie: EN 1090-2 § 6, 7 i 12.4
  - ✓ Zabezpieczenie powierzchni i trwałość: EN 1090-2 10, 12.6 i Załącznik F

# OZNAKOWANIE CE (EN 1090-1)

## ➤ Schemat procesu oznakowania CE



# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)



Program  
Uczenie się  
przez całe życie



# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- **Specyfikacja wykonawcza (EN 1090-2 § 4.1)**
  - ✓ EN 1090 wymaga dużego zaangażowania projektanta w zakresie produkcji, realizacji i kontroli jakości.
  - ✓ Specyfikacja wykonawcza:
    - Klasy wykonania (EXC) EN 1090-2 § 4.1.2
    - Stopnie przygotowania powierzchni EN 1090-2 § 4.1.3
    - Tolerancje geometryczne EN 1090-2 § 4.1.4
    - Bezpieczeństwo robót EN 1090-2 § 4.2.3 i 9.2
    - Informacje dodatkowe EN 1090-2 § A.1
    - Opcje EN 1090-2 § A.2

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Specyfikacja wykonawcza (EN 1090-2 § 4.1)

- ✓ Dobrym punktem wyjściowym do przygotowania Specyfikacji wykonawczej są przewodniki „Konstrukcje stalowe w Europie” opracowane w ramach europejskiego projektu “Sechalo”:
    - Wielokondygnacyjne konstrukcje stalowe. Część 7: “Wzorcową specyfikacją konstrukcji”
    - Jednokondygnacyjne konstrukcje stalowe. Część 10: “Wzorcową specyfikacją konstrukcji”
- <http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=167>

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Dokumentacja wykonawcy (EN 1090-2 § 4.2)

EN 1090-2 § 4.2.1

### ✓ Dokumentacja jakości (wymagana dla klas EXC2, EXC3, EXC4):

- Schemat organizacyjny i odpowiedzialność zespołu zarządzającego
- Stosowane procedury, metody i instrukcje wykonywania.
- Plan kontroli konkretnej konstrukcji, w tym określenie punktów kontrolnych
- Procedury wprowadzania zmian i postępowania przy niezgodnościach.

### ✓ Plan jakości:

EN 1090-2 § 4.2.2

- Podział zadań i uprawnień
- Dokumentacja jakości.
- Zapisy podczas kontroli i odbiorów.

### ✓ EN 1090-2 Załącznik C -> Lista kontrolna zawartości planu jakości.

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ **Wyroby konstrukcyjne (EN 1090-2 § 5)**

- ✓ Norma EN 1090-2 określa normy dla prawie wszystkich wyrobów budowlanych najczęściej stosowanych przy wykonywaniu konstrukcji stalowych.
- ✓ Identyfikowalność: W przypadku konstrukcji klas EXC3 i EXC4, powinny być one rozpoznawalne we wszystkich stadiach, od dostawy do wbudowania w konstrukcję obiektu.
- ✓ Gdy do wytwarzania konstrukcji klas EXC2, EXC3 i EXC4 stosuje się wyroby ze stali różnych gatunków lub jakości, każdy z nich powinien być oznakowany w sposób umożliwiający identyfikację.

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- **Obróbka (cięcie, kształtowanie, wykonywanie otworów) i scalanie (EN 1090-2 § 6)**
- **Cięcie:**
  - ✓ Metody: cięcie piłą, cięcie nożycą gilotynową lub tarczową, techniki cięcia wodą i cięcie termiczne.
  - ✓ W ogólnym przypadku, przydatność procesów cięcia powinna być okresowo sprawdzana -> (EN 1090-2 Tablica 9)
  - ✓ Twardość powierzchni brzegów po cięciu (cięcie termiczne, przecinanie, wykrawanie):

**EN 1090-2 Tablica 10**

Normy wyrobów	Gatunek stali	Twardość maksymalna
EN 10025-2 do -5	S235 do S460	380
EN 10210-1, EN 10219-1		
EN 10149-2 i EN 10149-3	S260 do S700	450
EN 10025-6	S460 do S690	
UWAGA Te wartości, zgodnie z EN ISO 15614-1, stosuje się do gatunków stali wymienionych w ISO/TR 20172.		

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)



Cięcie termiczne



Cięcie piłą

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ **Kształtowanie**

### ✓ **Kształtowanie na gorąco:**

- powinny być zgodne z wymaganiami odpowiedniej normy wyrobu

### ✓ **Prostowanie termiczne:**

- Maksymalna temperatura stali i proces dopuszczalnego chłodzenia muszą być kontrolowane
- W przypadku konstrukcji klas EXC3 i EXC4 opracowuje się odpowiednią procedurę (temperatury maksymalne, metody nagrzewania i pomiaru temperatury, badania, identyfikacja pracowników itd.)

### ✓ **Kształtowanie na zimno:**

- powinny być zgodne z wymaganiami odpowiedniej normy wyrobu.
- należy kontrolować możliwość zmniejszenia ciągliwości
- EN 1090-2 określa odpowiednie warunki geometryczne (np. promień gięcia, proporcje ścianek)



## WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)



Kształtowanie na zimno  
przez zaginanie na prasie



Kształtowanie na zimno  
przez profilowanie na rolkach



# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Otwory

- ✓ Wymiary otworów:

Tablica 11 – Prześwity nominalne w otworach na śruby i sworznie (mm)

Średnica nominalna śruby lub sworznia d (mm)	12	14	16	18	20	22	24	27 i więcej
Otwory okrągłe normalne <sup>a</sup>	1 <sup>b c</sup>		2					3
Otwory okrągłe powiększone	3		4				6	8
Otwory owalne krótkie (długość) <sup>d</sup>	4		6				8	10
Otwory owalne długie (długość) <sup>d</sup>	1,5 d							

<sup>a</sup> W konstrukcjach takich jak wieże i maszty prześwit nominalny w otworach okrągłych normalnych powinien być zmniejszony o 0,5 mm, jeśli nie zdefiniowano inaczej.

<sup>b</sup> Dla łączników powlekanych, prześwit nominalny 1 mm może być zwiększony o grubość powłok łącznika.

<sup>c</sup> Śruby o średnicy nominalnej 12 i 14 mm lub śruby z łbem wpuszczanym mogą być także stosowane w otworach z prześwitem 2 mm, w warunkach określonych w EN 1993-1-8.

<sup>d</sup> Prześwit nominalny na szerokości otworów owalnych powinien być taki sam, jak prześwit zdefiniowany dla otworów okrągłych normalnych.

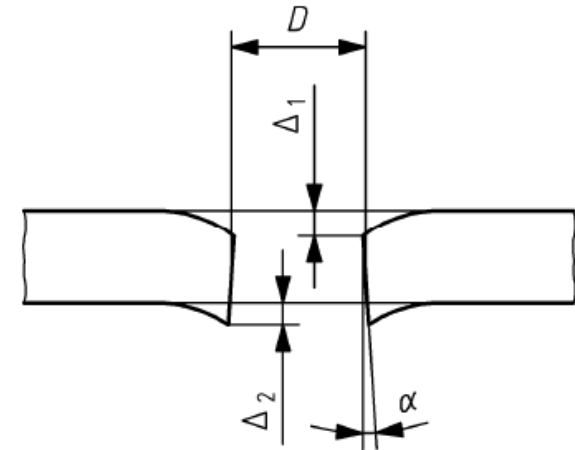
(EN 1090-2 Tablica 11)

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Otwory

### ✓ Wykonywanie otworów:

- Metody: wiercenie, wykrawanie, wycinanie laserem, plazmą lub inną metoda termiczną.
- W ogólnym przypadku, przydatność procesów wykonywania otworów powinna być okresowo sprawdzana.
- Wykrawanie: nominalna grubość materiału powinna być mniejsza niż nominalna średnica otworu.
- W elementach klas EXC3 i EXC4 oraz  $t \geq 3$  mm, wykrawanie bez rozwiercania nie jest dopuszczalne. Należy wtedy wykrawać otwory o średnicy zmniejszonej min. o 2 mm od średnicy nominalnej.
- W przypadku elementów i blach profilowanych, w których  $t \leq 3$  mm, otwory mogą być wykonywane przez pełnowymiarowe wykrawanie.



$$D = \frac{(d_{\max} + d_{\min})}{2}$$

$$\max(\Delta_1 \text{ or } \Delta_2) \leq \boxed{A_1} D/10 \boxed{A_1}$$

$$\alpha \leq 4^\circ \text{ (tj. 7 \%)}$$

Dopuszczalne  
zniekształcenia otworów

**(EN 1090-2 § 6.6.3)**

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)



Wiercenie

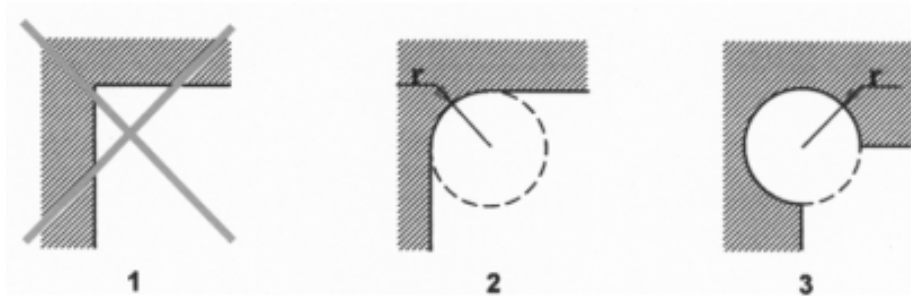


Wykończone otwory

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Wycięcia

- ✓ Nadcięcia we wklęsłych narożach są niedopuszczalne.
- ✓ Minimalny promień:  
EXC2 i EXC3:  $r > 5 \text{ mm}$ .  
EXC4:  $r > 10 \text{ mm}$ .



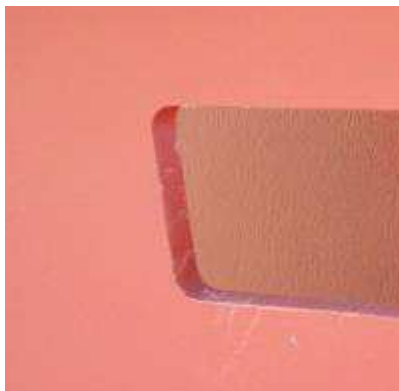
### Objaśnienia

- 1 wycięcia niedopuszczalne
- 2 wycięcie typu A (zalecane przy w pełni zmechanizowanym lub automatycznym cięciu)
- 3 wycięcie typu B (dopuszczalne)

## ➤ Scalanie:

- ✓ Scalanie części powinno się odbywać przy zachowaniu wyspecjalizowanych tolerancji.
- ✓ Należy przedsięwziąć środki ostrożności niezbędne do zabezpieczenia styku różnych metali przed korozją elektrolityczną.
- ✓ Dokładność dopasowania wykonanych elementów, które są wzajemnie połączone przez wielokrotne styki, powinna być sprawdzana za pomocą szablonów, dokładnych pomiarów trójwymiarowych lub próbnego montażu.

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)



Prawidłowe  
wycięcie



Scalanie





# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Spawanie (EN 1090-2 § 7)

✓ Plan spawania sporządza się jako składnik planu produkcyjnego. Powinien on zawierać następujące dane:

- a) instrukcje technologiczne spawania, zawierające również wymagane materiały dodatkowe do spawania, temperaturę podgrzewania i międzyściegową oraz obróbkę termiczną po spawaniu;
- b) zabiegi potrzebne do uniknięcia zniekształceń podczas spawania i po spawaniu;
- c) kolejność spawania, z ewentualnymi ograniczeniami i akceptowalnym położeniem pozycji początkowych i końcowych, łącznie z pozycjami pośrednimi w miejscach, gdzie geometria połączenia uniemożliwia wykonywanie spawania ciągłego;

UWAGA Wytyczne dotyczące połączeń kształtowników rurowych, patrz Załącznik E.

- d) wymagania dotyczące kontroli międzyoperacyjnych;
- e) przebieg elementów w procesie wykonywania połączeń o określonej kolejności spawania;

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ✓ Plan spawania (ciąg dalszy):

- f) szczegóły usztywnień, które powinny być stosowane;
- g) zabiegi potrzebne do uniknięcia pęknięć lamelarnych;
- h) wyposażenie specjalne do materiałów dodatkowych (niski wodór, obróbka wstępna itp.);
- i) kształt i wykończenie spoin w przypadku stali nierdzewnej;
- j) wymagania i kryteria odbioru spoin według 7.6;
- k) odniesienie do 12.4, dotyczące planu kontroli i badań;
- l) wymagania dotyczące identyfikacji spoin;
- m) wymagania dotyczące ochrony powierzchni zgodnie z Rozdziałem 10.

Gdy spawanie lub scalanie zakrywa lub zachodzi na poprzednie spoiny, należy zwrócić szczególną uwagę na to, które spoiny będą wykonywane najpierw oraz na możliwość kontroli/badań spoiny, zanim zostanie wykonana druga spoina lub przed zmontowaniem elementów zakrywających.

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)



Przygotowanie  
do spawania

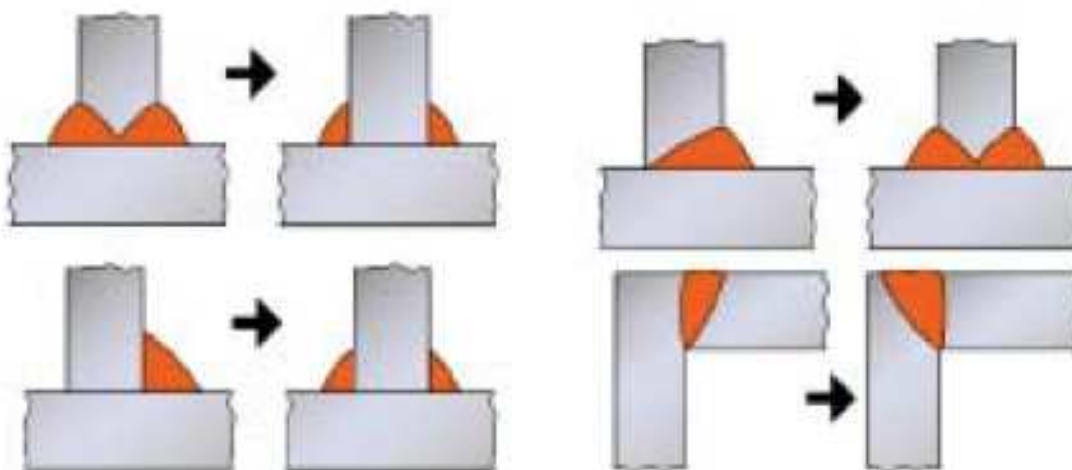
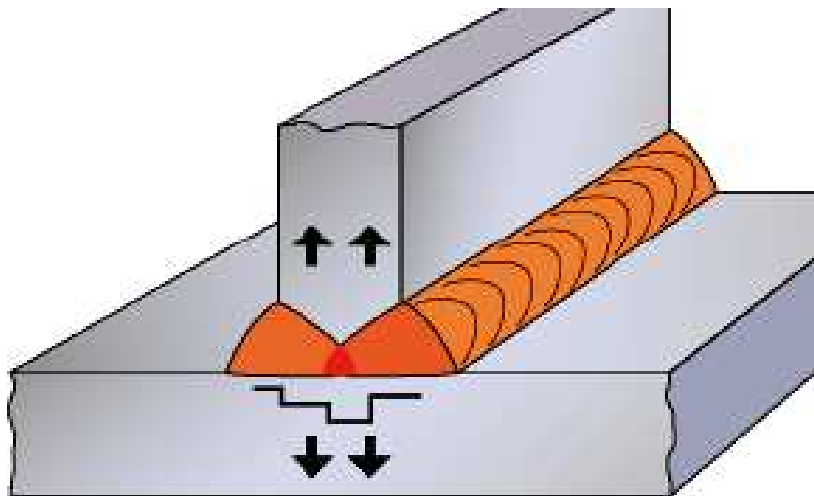


# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)



Wykonywanie spawania

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)



Pęknięcia  
lamelarne

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Przygotowanie i wykonywanie spawania

- ✓ Zalecane normy: EN ISO 9692-1 i EN ISO 9692-2
- ✓ Przygotowane brzegi nie powinny mieć widocznych pęknięć, natomiast powinny być suche i pozbawione materiału, który mógłby obniżyć jakość spoin lub utrudniać proces spawania.
- ✓ Powłoki ochrony czasowej można pozostawić na ściankach tylko w przypadku klas EXC1 i ECX2.
- ✓ **Kształtowniki rurowe:** EN 1090-2 Załącznik E ->  
Wytyczne wykonania węzłów spawanych z kształtowników rurowych.

## ➤ Przygotowanie i wykonywanie spawania

### ✓ Spoiny łączące elementy tymczasowe:

- Przyłączenia tymczasowe muszą być wykonywane zgodnie z instrukcją WPS.
- Zastosowanie przyłączy tymczasowych w konstrukcjach klasy EXC3 i EXC4 powinno być określone w specyfikacji.

### ✓ Spoiny szepne:

- Spoiny szepne w konstrukcjach klas EXC2, EXC3 i EXC4 powinny być wykonywane według kwalifikowanej technologii spawania.
- Minimalną długość spoin przyjmuje się mniejszą z dwóch wartości: 4 x grubość grubszej części i 50 mm.
- Spoiny szepne wbudowywane w spoiny docelowe powinny być wykonane przez wykwalifikowanych spawaczy zgodnie z wymaganym kształtem i bez wtrąceń.

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- Spoiny pachwinowe:
  - ✓ Główne kryterium: poprawna grubość spoiny, poprawna długość i brak wad powierzchniowych.
  
- Spoiny czołowe:
  - ✓ Główne kryterium: zapewnić pełen przetop i odpowiednią grań spoiny.
  - ✓ Spoiny jednostronne: mogą być wykonywane z użyciem lub bez podkładek. W przypadku zastosowania podkładek, wymagania powinny być podane w WPS
  
- Pozostałe rodzaje spoin opisane w EN 1090-2:
  - ✓ Zgrzewanie kołków.
  - ✓ Spoiny otworowe.
  - ✓ Spoiny punktowe.

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

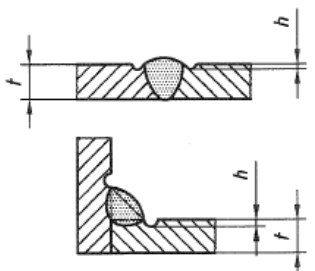
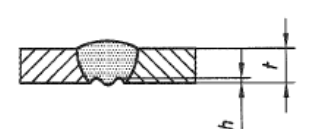
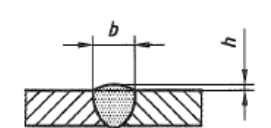
## ➤ Kryteria akceptacji:

- ✓ Zdefiniowano w normie [EN ISO 5817](#), w zależności od klas wykonania:
  - EXC1: poziom jakości D
  - EXC2: poziom jakości C
  - EXC3: poziom jakości B
  - EXC4: poziom jakości B+ (poziom jakości B z wymaganiami dodatkowymi zawartymi w [EN 1090-2 Tablica 17](#))
  
- ✓ Przy ocenie akceptacji niezgodności spawalniczych można stosować normy: [EN 1993-1-1](#), [EN 1993-1-9](#) i [EN 1993-2](#).

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- Przykład kryteriów akceptacji: norma EN ISO 5817 § 5.

Tablica 1 (ciąg dalszy)

Nr	Powołanie na ISO 6520-1	Oznaczenie niezgodności spawalniczej	Komentarze	t mm	Wartości graniczne niezgodności spawalniczych dla poziomów jakości			
					D	C	B	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1.7	5011 5012	Podtopienie ciągłe Podtopienie przerywane	Wymagane jest łagodne przejście. Nie jest to traktowane jako niezgodność spawalnicza systematyczna.		od 0,5 do 3	Niezgodności spawalnicze krótkie: $h \leq 0,2 t$	Niezgodności spawalnicze krótkie: $h \leq 0,1 t$	Nie dopuszcza się
					> 3	$h \leq 0,2 t$ , ale max 1 mm	$h \leq 0,1 t$ , ale max 0,5 mm	$h \leq 0,05 t$ , ale max 0,5 mm
1.8	5013	Podtopienie grani	Wymagane jest łagodne przejście.		od 0,5 do 3	$h \leq 0,2 \text{ mm} + 0,1 t$	Niezgodności spawalnicze krótkie: $h \leq 0,1 t$	Nie dopuszcza się
					> 3	Niezgodności spawalnicze krótkie: $h \leq 0,2 t$ , ale max 2 mm	Niezgodności spawalnicze krótkie: $h \leq 0,1 t$ ale max 1 mm	Niezgodności spawalnicze krótkie: $h \leq 0,05 t$ , ale max 0,5 mm
1.9	502	Nadlew spoiny (spoina czółowa)	Wymagane jest łagodne przejście.		$\geq 0,5$	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$ , ale max 10 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,125 b$ , ale max 7 mm	$h \leq 1 \text{ mm} + 0,1 b$ , ale max 5 mm

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ **Łączenie mechaniczne (EN 1090-2 § 8)**

- ✓ Śruby i nakrętki nie powinny być spawane.
- ✓ Nominalna średnica śruby w połączeniach elementów konstrukcji nie powinna być mniejsza niż M12.
- ✓ Minimalne długości:
  - w połączeniach niesprężanych: pod nakrętką powinien zostać co najmniej jeden pełny zwoj gwintu.
  - w połączeniach sprężanych: pod nakrętką powinny zostać co najmniej cztery pełne zwoje gwintu.
- ✓ Nakrętki powinny obracać się swobodnie na gwintach trzpieni śrub. W przeciwnym razie nakrętki i śruby powinny być odrzucone.
- ✓ Podkładki:
  - w połączeniach niesprężanych: na ogół podkładki nie są wymagane.
  - w połączeniach sprężanych:

Klasa 8.8 -> wymagana 1 podkładka pod elementem dokręcanym.

Klasa 10.9 -> wymagane 2 podkładki (po jednej pod łbem i pod nakrętką).



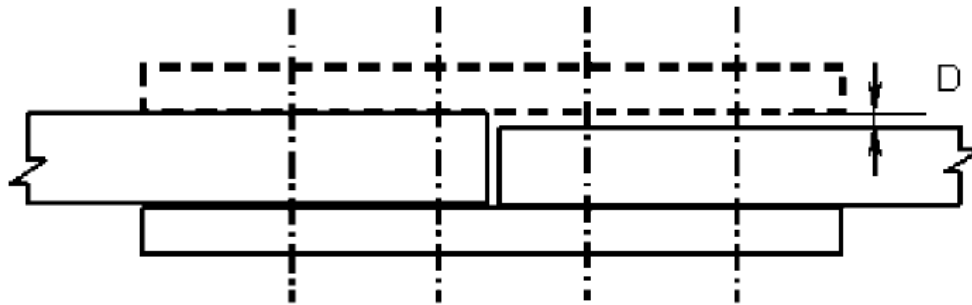
# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)



Połączenia śrubowe

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Różnica grubości



$D < 2$  mm w połączeniach  
niesprężanych

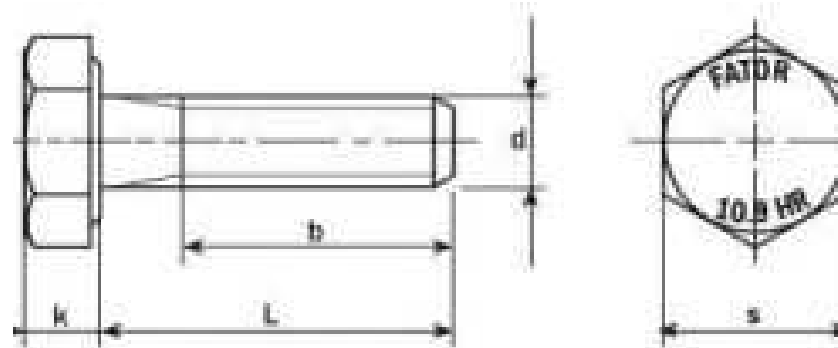
$D < 1$  mm w połączeniach  
sprężanych

- ✓ Jeżeli stosuje się przekładki wyrównujące, ich grubość nie powinna być mniejsza niż 2 mm.

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Śruby do połączeń sprężanych – system HR

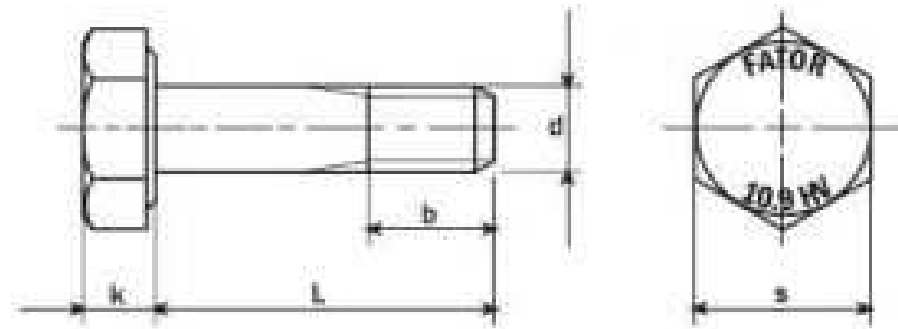
- ✓ Angielska i francuska wersja śrub do połączeń sprężanych.
- ✓ Odpowiednią normą europejską jest EN 14399-3.
- ✓ Część gwintowana jest długa i stosowane są szerokie nakrętki.



# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Śruby do połączeń sprężanych – system HV

- ✓ Niemiecka wersja śrub do połączeń sprężanych.
- ✓ Odpowiednią normą europejską jest EN 14399-4.
- ✓ Część gwintowana jest krótka i stosowane są węższe nakrętki.



# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Dokręcanie śrub

- ✓ Proces dokręcania śrub powinien być przeprowadzany począwszy od części najbardziej sztywnej w kierunku malejącej sztywności.

## ➤ Przygotowanie powierzchni styków w połączeniach ciernych

Tablica 18 – Klasyfikacja powierzchni ciernych

Sposób przygotowania powierzchni	Klasa	Współczynnik tarcia $\mu$
Powierzchnia śrutowana lub piaskowana, bez wżerów, z usunięciem luźnej rdzy.	A	0,50
Powierzchnia śrutowana lub piaskowana: a) metalizowanie natryskowe stopami aluminium lub cynku; b) malowanie farbą alkilokrzemianowo-cynkową o grubości od 50 $\mu\text{m}$ do 80 $\mu\text{m}$	B	0,40
Powierzchnia oczyszczona szczotkami drucianymi lub oczyszczona płomieniowo, z usunięciem luźnej rdzy	C	0,30
Powierzchnia po walcowaniu	D	0,20

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- **Dokręcanie śrub w połączeniach sprężanych**
  - ✓ Nominalna wartość minimalnej siły sprężania:  $F_{p,c} = 0.7 f_{ub} A_s$   
 $f_{ub}$ : nominalna wytrzymałość na rozciąganie materiału śruby  
 $A_s$ : pole przekroju czynnego śruby

**Tablica 19 – Wartości  $F_{p,c}$  w [kN]**

Klasa śruby	Średnica śruby w mm							
	12	16	20	22	24	27	30	36
8.8	47	88	137	170	198	257	314	458
10.9	59	110	172	212	247	321	393	572

(EN 1090-2 Tablica 19)

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Dokręcanie śrub w połączeniach sprężanych

### ✓ Metody dokręcania:

Tablica 20 – k-klasy w zależności od metody dokręcania

EN 1090-2 § 8.5.3

EN 1090-2 § 8.5.4

EN 1090-2 § 8.5.5

EN 1090-2 § 8.5.6

Metoda dokręcania	k-klasy
Metoda kontrolowanego momentu dokręcania	K2
Metoda kombinowana	K2 lub K1
Metoda HRC	K0 tylko z nakrętką HRD lub K2
Metoda bezpośrednich wskaźników napięcia (DTI)	K2, K1 lub K0

(EN 1090-2 Tablica 20)

k-klasy określają kalibrowanie w warunkach dostawy



# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)



Trudnodostępne połączenie sprężane

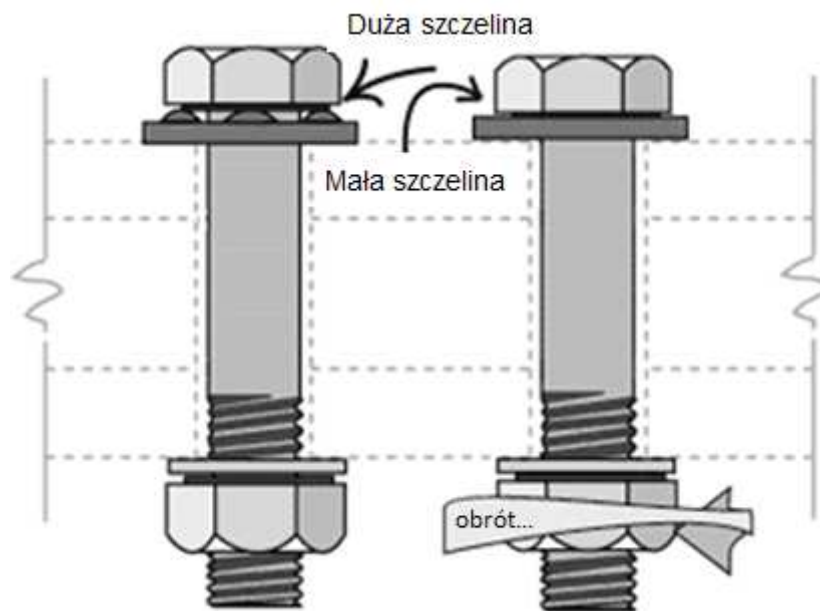


Klucz dynamometryczny





# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)



- **Podkładki ściśliwe DTI (bezpośrednie wskaźniki napięcia):**
- ✓ Upraszczają wykonanie połączeń sprężanych i inspekcje kontroli jakości.
- ✓ Ich koszt jest dość wysoki.

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- Inne rodzaje łączenia mechanicznego opisane w EN 1090-2:
  - ✓ Nity osadzane na gorąco [EN 1090-2 § 8.7](#)
  - ✓ łączenie elementów cienkościennych:
    - Wkręty samogwintujące i samowiercące [EN 1090-2 § 8.8.2](#)
    - Nity jednostronne [EN 1090-2 § 8.8.3](#)

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Montaż (EN 1090-2 § 9)

- ✓ Przed rozpoczęciem montażu należy sprawdzić, czy są spełnione wymagania techniczne dotyczące bezpieczeństwa robót opisane w EN 1090-2 § 9.2.
- ✓ Metoda montażu (EN 1090-2 § 9.3.1 i 9.3.2).
  - **Projektant:** musi być opracowana podstawowa metoda montażu, zgodnie z projektem, w celu zapewnienia stateczności konstrukcji w trakcie realizacji.
  - **Wykonawca + Projektant:** powinien być sporządzony projekt wykonawczy montażu, który należy sprawdzić zgodnie z regułami obliczeń projektowych

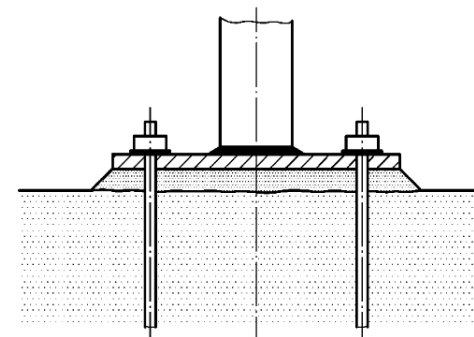
# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ✓ Podpory, zakotwienia i łożyska:

- Przed rozpoczęciem montażu sprawdza się stan i usytuowanie podpór, stosując odpowiednie środki wizualne i pomiarowe.
- Usytuowanie i rzędne podpór, zakotwień i łożysk powinny spełniać kryteria akceptacji opisane w [EN 1090 § 11.2](#).
- Ujawnione niezgodności podpór powinny być udokumentowane i usunięte przed rozpoczęciem montażu.

## ✓ Podlewka i uszczelnienie:

- Główne kryteria: Wolna przestrzeń pod blachą podstawy musi być całkowicie wypełniona (odpowiednia konsystencja, odpowiednie usuwanie tymczasowych podpór i klinów, otwory odpowietrzające, ...)



# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- Rysunki montażowe:
  - ✓ Rysunki montażowe powinny stanowić część składową projektu wykonawczego montażu.
  - ✓ Na rysunkach pokazuje się szczegóły scalania konstrukcji stalowej oraz innych elementów tymczasowych, niezbędnych do zapewnienia stateczności konstrukcji i bezpieczeństwa pracowników podczas montażu.
  - ✓ Na rysunkach należy podawać ciężary elementów lub zestawów montażowych o masie powyżej 5 ton oraz określać położenie środków ciężkości wszystkich dużych elementów o nieregularnym kształcie.
- Znakowanie:
  - ✓ Elementy indywidualnie montowane lub wbudowywane powinny mieć znakowanie montażowe (z oznaczeniem kierunku usytuowania , jeśli to nie wynika jasno z jego kształtu).

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)





## WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- Uszkodzenia konstrukcji podczas transportu, rozładunku, składowania i montażu powinny być naprawione, w stopniu zapewniającym zgodność konstrukcji z wymaganiami:
  - ✓ EXC2, EXC3, EXC4: Sposób naprawy powinien być określony w specyfikacji, przed jej rozpoczęciem oraz udokumentowany.
- W przypadku budynków, co najmniej 1/3 stałych śrub w każdym połączeniu powinna być instalowana zanim połączenie zapewni stateczność fragmentu całej konstrukcji budynku
- Odchyłki i dopasowanie
  - ✓ Każdą podniesioną część konstrukcji należy niezwłocznie dopasować, a następnie jak najszybciej zakończyć jej montaż.
  - ✓ Stałe połączenia elementów nie powinny być wykonywane ostatecznie, przed odpowiednim wyregulowaniem konstrukcji pod względem poziomowania, pionowania i dopasowania styków.

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- **Zabezpieczenie powierzchni (EN 1090-2 § 10 i Załącznik F)**
  - ✓ EN 1090-2 nie podaje szczegółowych wymagań technicznych, natomiast podano dokumenty odniesienia:
    - Farby i lakiery: EN ISO 12944 i EN 1090-2 – Załącznik F
    - Metalowe powłoki zanurzeniowe i natryskowe: EN 14616, EN 15311 i EN 1090-2 – Załącznik F
    - Metalowe powłoki galwaniczne: EN ISO 1461, EN ISO 14713 i EN 1090-2 – Załącznik F
  - ✓ Specyfikacja wykonawcza (projektant):
    - Oczekiwana trwałość powłoki ochronnej (plan renowacji): EN ISO 12944-1
    - Kategoria korozyjności: EN ISO 12944-2



## WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- Trwałość powłoki ochronnej jest określana w trzech okresach:  
(EN ISO 12944-1 § 4.4)

niska (L)	2 do 5 lat
średnia (M)	5 do 15 lat
długa (H)	powyżej 15 lat

- ✓ Pozwala ustalić plan renowacji (odstępny pomiędzy naprawami ochronnego systemu malarskiego)

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Kategorie korozyjności (EN ISO 12944-2 § 5)

Tablica 1 – Kategorie korozyjności atmosfery i przykłady typowych środowisk

Kategoria korozyjności	Ubytek masy na jednostkę powierzchni/ubytok grubości (po pierwszym roku eksploatacji)				Przykłady środowisk typowych dla klimatu umiarkowanego (tylko informacyjnie)	
	Stal niskowęglowa		Cynk		Na zewnątrz	Wewnątrz
	Ubytek masy g/m <sup>2</sup>	Ubytek grubości μm	Ubytek masy g/m <sup>2</sup>	Ubytek grubości μm		
C1 bardzo mała	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	—	Ogrzewane budynki z czystą atmosferą, np. biura, sklepy, szkoły, hotele.
C2 mała	> 10 do 200	> 1,3 do 25	> 0,7 do 5	> 0,1 do 0,7	Atmosfery w małym stopniu zanieczyszczone. Głównie tereny wiejskie.	Budynki nie ogrzewane, w których może mieć miejsce kondensacja, np. magazyny, hale sportowe.
C3 średnia	> 200 do 400	> 25 do 50	> 5 do 15	> 0,7 do 2,1	Atmosfery miejskie i przemysłowe, średnie zanieczyszczenie tlenkiem siarki(IV). Obszary przybrzeżne o małym zasoleniu.	Pomieszczenia produkcyjne o dużej wilgotności i pewnym zanieczyszczeniu powietrza, np. zakłady spożywcze, pralnie, browary, mleczarnie.
C4 duża	> 400 do 650	> 50 do 80	> 15 do 30	> 2,1 do 4,2	Obszary przemysłowe i obszary przybrzeżne o średnim zasoleniu.	Zakłady chemiczne, pływalnie, stocznie remontowe statków i łodzi.
C5-I bardzo duża (przemysłowa)	> 650 do 1 500	> 80 do 200	> 30 do 60	> 4,2 do 8,4	Obszary przemysłowe o dużej wilgotności i agresywnej atmosferze.	Budowle lub obszary z prawie ciągłą kondensacją i dużym zanieczyszczeniem.
C5-M bardzo duża (morska)	> 650 do 1 500	> 80 do 200	> 30 do 60	> 4,2 do 8,4	Obszary przybrzeżne i oddalone od brzegu w głąb morza o dużym zasoleniu.	Budowle lub obszary z prawie ciągłą kondensacją i dużym zanieczyszczeniem.
<p><b>UWAGI</b></p> <p>1 Ubytki masy zastosowane do określenia kategorii korozyjności są identyczne z podanymi w ISO 9223.</p> <p>2 Na obszarach przybrzeżnych w strefach gorących i wilgotnych, ubytek masy lub grubości może przewyższać limity kategorii C5-M. W przypadku doboru ochronnych systemów malarskich dla konstrukcji na tych obszarach, powinny być przedsięwzięte z tego powodu szczególne środki ostrożności.</p>						

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- Tablice do specyfikacji ochronnych systemów malarskich (EN ISO 12944-5)
  - ✓ Norma EN ISO 12944-5 określa różne możliwe kombinacje farb w celu zapewnienia odpowiedniej trwałości powłoki ochronnej w środowiskach o różnych kategoriach korozyjności.
  - ✓ Tablice te są bardzo przydatne przy projektowaniu zabezpieczenia konstrukcji stalowej przed korozją przy użyciu ochronnych powłok malarskich.

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Przykład dla kategorii korozyjności C3 (EN ISO 12944-5)

Tablica A.3 – Systemy malarskie na niskostopową stal węglową dla kategorii korozyjności C3

Podłoże: Niskostopowa stal węglowa										
Przygotowanie powierzchni: Sa 2½, jedynie ze stopni skorodowania A, B lub C (patrz ISO 8501-1)										
Nr systemu	Powłoka(-i) gruntowa(-e)				Następna(-e) warstwa(-y)	System malarski		Oczekiwana trwałość		
	Substancja błonotwórcza	Rodzaj gruntu <sup>a</sup>	Liczba warstw	NDFT <sup>b</sup> w µm	Substancja błonotwórcza	Liczba warstw	NDFT <sup>b</sup> w µm	Krótką	Średnia	Długa
A3.01	AK	Różn.	1-2	80	AK	2-3	120			
A3.02	AK	Różn.	1-2	80	AK	2-4	160			
A3.03	AK	Różn.	1-2	80	AK	3-5	200			
A3.04	AK	Różn.	1-2	80	AY, PVC, CR <sup>c</sup>	3-5	200			
A3.05	AY, PVC, CR <sup>c</sup>	Różn.	1-2	80	AY, PVC, CR <sup>c</sup>	2-4	160			
A3.06	AY, PVC, CR <sup>c</sup>	Różn.	1-2	80	AY, PVC, CR <sup>c</sup>	3-5	200			
A3.07	EP	Różn.	1	80	EP, PUR	2-3	120			
A3.08	EP	Różn.	1	80	EP, PUR	2-4	160			
A3.09	EP	Różn.	1	80	EP, PUR	3-5	200			
A3.10	EP, PUR, ESI <sup>d</sup>	Zn (R)	1	60 <sup>e</sup>	—	1	60			
A3.11	EP, PUR, ESI <sup>d</sup>	Zn (R)	1	60 <sup>e</sup>	EP, PUR	2	160			
A3.12	EP, PUR, ESI <sup>d</sup>	Zn (R)	1	60 <sup>e</sup>	AY, PVC, CR <sup>c</sup>	2-3	160			
A3.13	EP, PUR	Zn (R)	1	60 <sup>e</sup>	AY, PVC, CR <sup>c</sup>	3	200			

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Przykład dla kategorii korozyjności C3 (EN ISO 12944-5)

Substancja błonotwórcza powłoki(-k) gruntowej(-ych)	Rodzaj	Możliwe wodne	Substancja błonotwórcza warstwy(-w) następczej(-ych)	Rodzaj	Możliwe wodne
AK = Alkidowa	1-składnikowa	X	AK = Alkidowa	1-składnikowa	X
CR = Chlorokauczukowa	1-składnikowa		CR = Chlorokauczukowa	1-składnikowa	
AY = Akrylowa	1-składnikowa	X	AY = Akrylowa	1-składnikowa	X
PVC = Poli(chlorek winylu)	1-składnikowa		PVC = Poli(chlorek winylu)	1-składnikowa	
EP = Epoksydowa	2-składnikowa	X	EP = Epoksydowa	2-składnikowa	X
ESI = Etylokrzemianowa	1- lub 2-składnikowa	X	PUR = Poliuretanowa, alifatyczna	1- lub 2-składnikowa	X
PUR = Poliuretanowa, aromatyczna lub alifatyczna	1- lub 2-składnikowa	X			

<sup>a</sup> Zn (R) = Grunt wysokopigmentowany cynkiem, patrz 5.2. Różn. = Grunty z różnorodnymi rodzajami pigmentów antykorozyjnych.

<sup>b</sup> NDFT = Nominalna grubość suchej powłoki. Dalsze szczegóły, patrz 5.4.

<sup>c</sup> Zaleca się, aby kompatybilność skonsultować z producentem farby.

<sup>d</sup> W przypadku gruntów ESI zaleca się zastosowanie jednej z następczych warstw jako powłoki poprawiającej przyczepność.

<sup>e</sup> Możliwa jest również NDFT od 40 µm do 80 µm, pod warunkiem że wybrany grunt wysokopigmentowany cynkiem jest dostosowany do takiej NDFT.

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- Przygotowanie powierzchni stalowych:
  - ✓ Przygotowanie powierzchni do nakładania powłok malarskich lub innych powinno spełniać warunki określone w EN ISO 8501. Stopień przygotowania powierzchni powinien być określony w specyfikacji (np. Sa 2 ½)

Oczekiwana trwałość powłok <sup>a</sup>	Kategoria korozyjności <sup>b</sup>	Stopień przygotowania
> 15 lat	C1	P1
	od C2 do C3	P2
	powyżej C3	P2 lub P3 (jak określono)
Od 5 lat do 15 lat	od C1 do C3	P1
	powyżej C3	P2
< 5 lat	od C2 do C3	P1
	C5 - Im	P2

<sup>a b</sup> Oczekiwane trwałości powłok i kategorie korozyjności podano w kontekście EN ISO 12944 i EN ISO 14713-1

(EN 1090-2 § Tablica 22)

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- **Tolerancje geometryczne (EN 1090-2 § 11 i Załącznik D)**
  - ✓ **Tolerancje podstawowe:** istotne ze względu na podstawowe kryteria oceny nośności i stateczności całej konstrukcji (EN 1090-2 Załącznik D.1)
  - ✓ **Tolerancje funkcjonalne:** istotne ze względu na możliwość dopasowania i wygląd (EN 1090-2 Załącznik D.2)
  - ✓ Jest zalecenie, aby to projektant określił klasę tolerancji funkcjonalnych (Klasa 1 lub Klasa 2).

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- **Kontrola, badania i działania korygujące (EN 1090-2 § 12)**
  - ✓ Wszystkie kontrole i badania prowadzi się według uprzednio opracowanego planu i udokumentowanych procedur.
  - ✓ Specjalistyczne badania kontrolne i towarzyszące im korekty należy udokumentować.
  - ✓ Wyroby konstrukcyjne:
    - Wszystkie dokumenty dostarczane z wyrobami konstrukcyjnymi muszą być sprawdzone.
    - Musi być sprawdzona identyfikowalność wyrobów.
  - ✓ Wymiary geometryczne wytwarzanych elementów:
    - Wymiary elementów powinny być zawsze sprawdzane.
    - Miejsca i częstotliwość pomiarów powinny być określone w planie kontroli.



# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Kontrola spawania

- ✓ **Kontrola wizualna spoin:** Wszystkie spoiny powinny być kontrolowane wizualnie na całej długości.
  
- ✓ **Badania nieniszczące (NDT):**
  - Badania penetracyjne (PT): [EN 571-1](#).
  - Badania magnetyczno - proszkowe (MT): [EN 1290](#).
  - Badania ultradźwiękowe (UT): [EN 1714](#) i [EN 1713](#).
  - Badania radiologiczne (RT): [EN 1435](#).
  
- ✓ Badania NDT stosuje personel o kwalifikacjach na poziomie 2 według [EN 473](#).

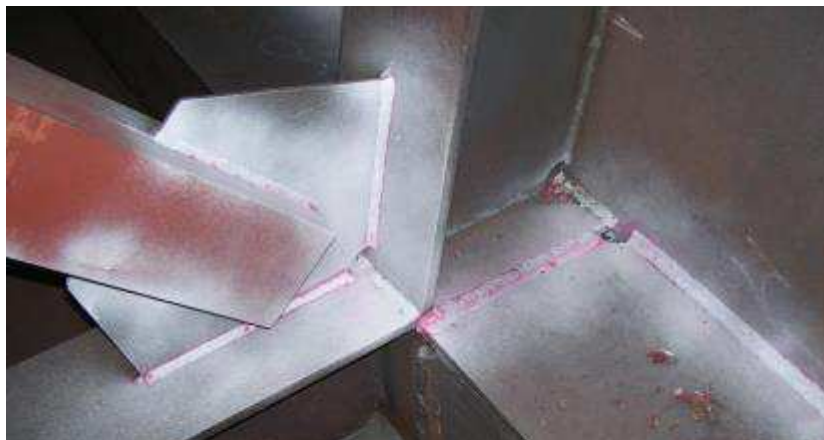
# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Spoiny pachwinowe:

- ✓ Kontrola wizualna (VI), kontrola wymiarów (DC), badania szczelności (LT) i badania magnetyczno - proszkowe (MT).



DC



LT

MT



# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Spoiny czołowe:

- ✓ Kontrola wizualna (VI), kontrola wymiarów (DC) przed spawaniem, badania ultradźwiękowe (UT), badania radiologiczne (RT).



DC





UT



# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Zakres kontroli (NTD)







Rodzaj spoin	Spoiny warsztatowe lub montażowe		
	EXC2	EXC3	EXC4
Poprzeczne rozciągane spoiny czołowe z pełnym i niepełnym przetopem: $U \geq 0,5$ $U < 0,5$	10% 0%	20% 10%	100% 50%
Poprzeczne spoiny czołowe z pełnym i niepełnym przetopem: w złączach krzyżowych w złączach T	10% 5%	20% 10%	100% 50%
Poprzeczne spoiny pachwinowe rozciągane lub ścinane: gdy $a > 12$ mm lub $t > 20$ mm gdy $a \leq 12$ mm i $t \leq 20$ mm	5% 0%	10% 5%	20% 10%
 Spoiny podłużne z pełnym przetopem między średnikiem a górnym pasem belek podsuwnicowych	10%	20%	100%
Inne spoiny podłużne i spoiny do usztywnień (żeber)	0%	5%	10% 
Uwaga 1: Spoinami podłużnymi są spoiny równoległe do osi elementów. Wszystkie pozostałe spoiny traktowane są jako poprzeczne. Uwaga 2: $U$ – Stopień wykorzystania nośności spoiny przy oddziaływaniach przeważająco statycznych, $U = E_d/R_d$ , gdzie: $E_d$ – największy efekt oddziaływania, $R_d$ – nośność spoiny Uwaga 3: Oznaczenia $a$ i $t$ odnoszą się odpowiednio do grubości spoiny i grubości najcieńszej z łączonych części			

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- NDT w warunkach produkcyjnych:
  - ✓ W odniesieniu do pierwszych pięciu złączy wykonanych według tej samej nowej instrukcji WPS powinny być spełnione następujące wymagania:
    - Wymagany poziom jakości spoin B.
    - Zakres badań dwukrotnie większy niż podano w Tablicy 24 (min. 5%, max. 100 %).
    - Minimalna badana długość spoiny 900 mm.
  
- Naprawa spoin:
  - ✓ Naprawę spoin w konstrukcjach klasy EXC2, EXC3 i EXC4 wykonuje się zgodnie z kwalifikowanymi technologiami spawania. Naprawione spoiny powinny być sprawdzone.

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Minimalny czas przetrzymania do badań NTD:

Wymiar spoiny (mm) <sup>a</sup>	Ciepło wprowadzone Q (kJ/mm) <sup>b</sup>	Czas przetrzymania (godzin) <sup>c</sup>	
		S235  do S460 	 powyżej S460 
a lub s ≤ 6	wszystkie	tylko czas stygnięcia	24
6 < a lub s ≤ 12	≤ 3	8	24
	> 3	16	40
a lub s > 12	≤ 3	16	40
	 > 3	24	48 

<sup>a</sup> Wymiar odnosi się do nominalnej grubości a spoiny pachwinowej lub nominalnej grubości s materiału ze spoiną czołową z pełnym przetopem. Dla spoin czołowych z niepełnym przetopem kryterium wiodącym jest nominalna grubość spoiny a lub suma grubości spoin a, gdy spoiny te są wykonywane jednocześnie z obu stron.

<sup>b</sup> Ciepło wprowadzone Q oblicza się zgodnie z EN 1011-1: 1998/Rozdział 19.

<sup>c</sup> Czas pomiędzy zakończeniem spawania a rozpoczęciem badań NDT powinien być zapisany w raporcie z badań. Jako „czas stygnięcia” przyjmuje się czas potrzebny do ostudzenia spoiny do temperatury pozwalającej na rozpoczęcie badań NDT.

**(EN 1090-2 Tablica 23)**



# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

## ➤ Kontrola połączeń mechanicznych

- ✓ Wszystkie połączenia na łączniki mechaniczne powinny być sprawdzone wizualnie przed i po montażu.
- ✓ Powierzchnie cierne w połączeniach sprawdza się wizualnie bezpośrednio przed scaleniem.

## ➤ Kontrola połączeń śrubowych sprężanych

- ✓ Rodzaj kontroli zależy od metody sprężania:
  - Metoda kontrolowanego momentu dokręcania: **EN 1090-2 § 12.5.2.4**
  - Metoda kombinowana: **EN 1090-2 § 12.5.2.5**
  - Metoda HRC: **EN 1090-2 § 12.5.2.6**
  - Metoda bezpośrednich wskaźników napięcia (DTI): **EN 1090-2 § 12.5.2.7**

## WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

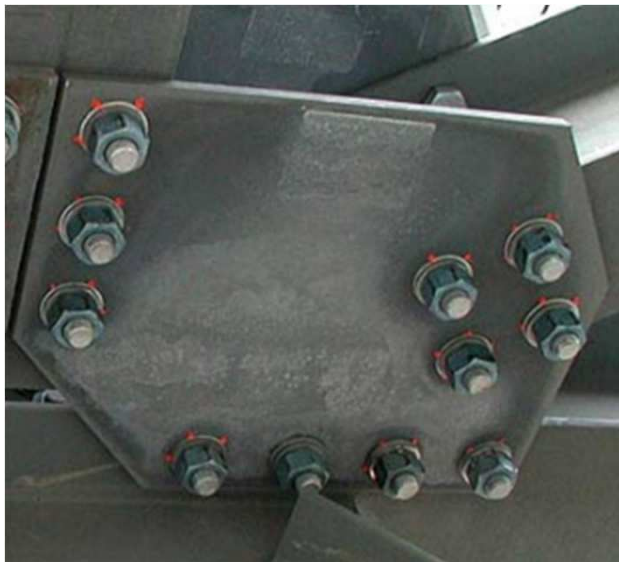
- Liczba zestawów śrubowych kontrolowana w całej konstrukcji klasy:
  - ✓ EXC2: 5 % w drugim etapie metody kontrolowanego momentu, metody kombinowanej lub metody DTI.
  - ✓ EXC3, EXC4: 5 % w pierwszym etapie i 10% w drugim etapie metody kombinowanej.  
10 % w drugim etapie metody kontrolowanego momentu i przy metodzie DTI.
  
- Kontrolę przeprowadza się na wystarczającej liczbie zestawów śrubowych metodą sekwencyjną zgodnie z [EN 1090-2 Załącznik M](#)



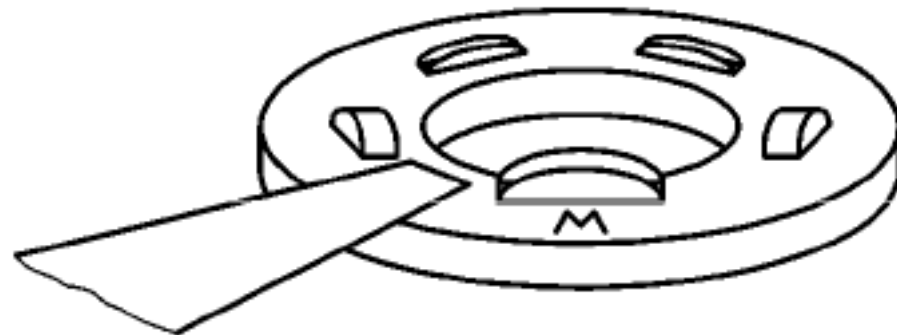
# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)



Metoda kontrolowanego momentu z kluczem dynamometrycznym



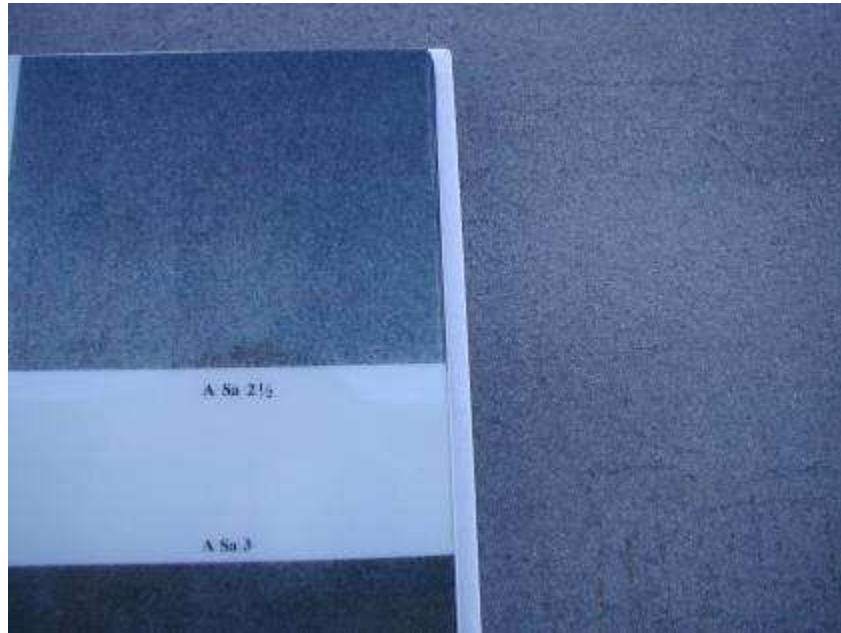
Kontrola sprężenia metodą DTI



# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)

- **Kontrola zabezpieczenia przed korozją EN 1090-2 Załącznik F**
  - ✓ Właściwe przygotowanie powierzchni stalowych, które mają zostać zabezpieczone przed korozją, musi być sprawdzone.
  - ✓ Pomiar grubości:
    - Warstwy powłoki malarskiej: [EN ISO 19840](#) i [EN ISO 2808](#)
    - Powłoki natryskiwane cieplnie: [EN ISO 2063](#)
    - Powłoki cynkowej zanurzeniowej: [EN ISO 1461](#)
  - ✓ Systemy malarskie: przeprowadza się badania przyczepności, o ile jest to określone w projekcie

# WYKONAWSTWO I MONTAŻ (EN 1090-2)



Kontrola przygotowania  
powierzchni stalowej



Pomiar grubości

## ➤ Kontrola montażu

- ✓ Stan zmontowanej konstrukcji powinien być sprawdzony w celu wykrycia deformacji lub przeciążenia elementów i upewnienia się, że wszystkie tymczasowe przyłącza zostały usunięte w odpowiedni sposób.
- ✓ Geometryczne usytuowanie punktów węzłowych:
  - Należy wykonać pomiar kompletnie zmontowanej konstrukcji.
  - EXC3 i EXC4: Wyniki pomiarów powinny być udokumentowane.

# PODSUMOWANIE



Program  
Uczenie się  
przez całe życie

## PODSUMOWANIE

- **Nowa norma europejska EN 1090 dotycząca wytwarzania, wykonywania i montażu konstrukcji stalowych będzie obowiązywała od 2014 roku.**
- **EN 1090-1: Reguluje przepisy związane z oznakowaniem znakiem CE konstrukcji stalowych.**
- **EN 1090-2: Kompleksowo określa minimalne wymagania techniczne dotyczące wytwarzania, wykonania i montażu konstrukcji stalowych.**
- **Wybór klasy wykonania określa koszt konstrukcji (wpływa na metody produkcji, poziom kontroli, itd.).**
- **EN 1090 wymaga większego zaangażowania projektanta w zakresie wymagań dotyczących wytwarzania, realizacji i kontroli jakości.**

# LITERATURA



Program  
Uczenie się  
przez całe życie

# LITERATURA

- **EN 1090:** Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych
  - ✓ Część 1: Zasady oceny zgodności elementów konstrukcyjnych.
  - ✓ Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych.
- **EN 1990** – Eurokod 0: Podstawy projektowania konstrukcji.
- **EN ISO 5817:** Złącza spawane ze stali, niklu, tytanu i ich stopów (z wyjątkiem spawanych wiązką). Poziomy jakości według niezgodności spawalniczych.
- **EN ISO 12944:** Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.
- **ECCS TC 9. Guide to the CE Marking of Structural Steelwork.** 1st Edition, 2011. ECCS – European Convention for Constructional Steelwork.



# PODZIĘKOWANIA ZA UDOSTĘPNIENIE MATERIAŁÓW

- **Rationing** (Engineering firm): [www.ratio-n-ing.com](http://www.ratio-n-ing.com)
- **Applus+** (Quality Control firm): [www.applus.com](http://www.applus.com)
- **Grupo Salmeron** (Steelwork fabricator):  
[www.gruposalmeron.com](http://www.gruposalmeron.com)
- **FATOR** (Bolt fabricator): [www.tindsa.com](http://www.tindsa.com)
- **Applied Bolting** (Bolt fabricator): [www.appliedbolting.com](http://www.appliedbolting.com)



# Program Uczenie się przez całe życie

Moduły szkoleniowe SKILLS zostały opracowane przez konsorcjum organizacji, podanych na dole slajdu.  
Materiał jest w objęty licencją Creative Commons



Ten projekt został zrealizowany przy wsparciu finansowym Komisji Europejskiej.  
Publikacje w ramach tego projektu odzwierciedlają jedynie stanowisko ich autorów i Komisja Europejska  
nie ponosi odpowiedzialności za umieszczoną w nich zawartość merytoryczną.

