

# **PRZEPISY**

PUBLIKACJA 80/P

## **BADANIA NIENISZCZĄCE**

lipiec  
**2021**

Publikacje P (Przepisowe) wydawane przez Polski Rejestr Statków są uzupełnieniem lub rozszerzeniem Przepisów i stanowią wymagania obowiązujące tam, gdzie mają zastosowanie.



GDAŃSK

*Publikacja Nr 80/P – Badania nieniszczące – lipiec 2021, stanowi rozszerzenie wymagań Części I – Zasady klasyfikacji i Części IX – Materiały i spawanie, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich.*

*Publikacja ta została zatwierdzona przez Zarząd PRS S.A. w dniu 28 czerwca 2021 i wchodzi w życie z dniem 1 lipca 2021.*

*Publikacja Nr 80/P – Badania Nieniszczące – lipiec 2021 zastępuje Publikację Nr 80/P – Badania nieniszczące, edycja 2017.*

© Copyright by Polski Rejestr Statków S.A., 2021

PRS/OP, 06/2021

## SPIS TREŚCI

Str

<b>1</b>	<b>Postanowienia ogólne</b> .....	5
1.1	Zakres zastosowania.....	5
1.2	Określenia i definicje.....	5
1.3	Skróty.....	6
1.4	Kwalifikowanie personelu wykonującego badania nieniszczące.....	6
<b>2</b>	<b>badania nieniszczące stalowych spoin kadłubów statków</b> .....	7
2.1	Postanowienia ogólne.....	7
2.2	Zastosowanie.....	7
2.3	Kwalifikacje personelu wykonującego badania NDT.....	8
2.4	Stan powierzchni.....	9
2.5	Ogólny plan badań: dobór metody badania NDT.....	9
2.6	Wykonywanie badań.....	10
2.7	Poziomy (kryteria) akceptacji.....	12
2.8	Zapisy.....	15
2.9	Nieakceptowalne wskazania i naprawy.....	17
2.10	Wymagania dotyczące badania złączy spawanych na kontenerowcach.....	17
<b>3</b>	<b>Zaawansowane badania nieniszczące materiałów i spoin</b> .....	19
3.1	Postanowienia ogólne.....	19
3.2	Zastosowanie.....	19
3.3	Kwalifikowanie personelu wykonującego badania ANDT.....	20
3.4	Kwalifikowanie techniki i procedury.....	21
3.5	Stan powierzchni.....	21
3.6	Plan ogólny badania: dobór metody badania NDT.....	22
3.7	Wymagania dotyczące badania.....	22
3.8	Poziomy akceptacji.....	26
3.9	Raportowanie.....	28
3.10	Nieakceptowalne wskazania i ich naprawy.....	29



# 1 POSTANOWIENIA OGÓLNE

## 1.1 Zakres zastosowania

**1.1.1** Niniejsza *Publikacja* zawiera wymagania minimum dotyczące metod i poziomów jakości, które należy przyjąć w badaniach nieniszczących (NDT) stalowych spoin kadłubów statków nowobudowanych oraz wymagania minimum dotyczące metod i poziomów jakości, które należy przyjąć w zaawansowanych badaniach nieniszczących (ANDT) materiałów i spoin statków nowobudowanych i remontowanych.

**1.1.2** Do stosowania niniejszej *Publikacji* niezbędne są dokumenty przywołane. W przypadku powołań datowanych ma zastosowanie wyłącznie wydanie cytowane. W przypadku powołań niedatowanych stosuje się ostatnie wydanie dokumentu powołanego łącznie ze zmianami.

**1.1.3** Laboratorium wykonujące badania nieniszczące z zastosowaniem metody:

- wizualnej (VT),
- penetracyjnej (PT),
- magnetyczno-proszkowej (MT),
- radiograficznej (RT),
- ultradźwiękowej (UT)

powinno być zatwierdzone przez PRS zgodnie z zasadami podanymi w *Publikacji 51/P – Zasady uznawania firm serwisowych*.

**1.1.4** Zakres badań nieniszczących, zastosowane metody badań nieniszczących i wymagany poziom akceptacji lub jakości powinny być podane w dokumentacji technicznej wyrobu np. *Planie badań nieniszczących*, który podlega uzgodnieniu z PRS.

**1.1.5** Wykryte niezgodności, które nie są akceptowalne, należy naprawić w uzgodnieniu z PRS, a miejsca naprawione ponownie poddać badaniom. Zakres badania po wykonanej naprawie obejmuje obszar naprawianej niezgodności i min. 100 mm od jego końców. Protokoły z badań po naprawie należy przedstawić PRS wraz z dokumentami z badań przed naprawą.

**1.1.6** Protokoły z przeprowadzonych badań powinny być przechowywane przez laboratorium minimum przez 5 lat, licząc od daty przekazania wyrobu lub konstrukcji spawanej do eksploatacji. Protokoły mogą być przechowywane w formie papierowej lub elektronicznej.

## 1.2 Określenia i definicje

**Badania nieniszczące** – opracowanie i zastosowanie metod technicznych w celu zbadania materiałów lub komponentów w taki sposób, który nie wpływa na pogorszenie ich dalszej użyteczności i niezawodności, pomiaru charakterystyki geometrycznej i wykrycia, zlokalizowania, zmierzenia i oceny wad. NDT określane jest także jako badanie nieniszczące (NDE), inspekcja nieniszcząca (NDI) oraz ocena nieniszcząca (NDE).

**Odcinek badania** – odcinek złącza spawanego, na jakim jest prowadzone badanie nieniszczące; do badań penetracyjnych, magnetyczno-proszkowych i ultradźwiękowych należy przyjąć minimalną długość 500 mm, do badań radiograficznych należy przyjąć standardową długość radiogramu 480 mm (minimalna długość radiogramu: 300 mm).

**Plan badań nieniszczących** – dokument zawierający co najmniej następujące informacje: usytuowanie obszarów lub odcinków badania, zastosowana metoda badania, poziom akceptacji, jednoznaczny sposób oznaczania poszczególnych obszarów lub odcinków badania i sposób ich oznaczania po naprawie oraz poziom jakości wyrobu lub konstrukcji spawanej.

**Automatyczne badania ultradźwiękowe** – technika badań ultradźwiękowych wykonywana z użyciem wyposażenia i przyrządów pomiarowych, które są instalowane i prowadzone mechanicznie, obsługiwane zdalnie i sterowane za pomocą napędu, bez regulacji przez technika. Wyposażenie zastosowane do wykonywania badań jest zdolne do zapisywania danych związanych z odpowiedzią ultradźwię-

kową, z uwzględnieniem pozycji skanowania, za pomocą wbudowanych urządzeń kodujących, co pozwala na przedstawienie obrazu pozyskanych danych.

Półautomatyczne badania ultradźwiękowe – technika badań ultradźwiękowych wykonywana z użyciem wyposażenia i przyrządów pomiarowych, które są instalowane i prowadzone mechanicznie, obsługiwane (napęd) ręcznie i które mogą być ręcznie regulowane przez technika. Wyposażenie zastosowane do wykonywania badań jest zdolne do zapisywania danych związanych z odpowiedzią ultradźwiękową, z uwzględnieniem pozycji skanowania, za pomocą wbudowanych urządzeń kodujących, co pozwala na przedstawienie obrazu pozyskanych danych.

Inne definicje zawarte są w serii norm związanych z badaniami nieniszczącymi.

### 1.3 Skróty

NDT	– Badanie nieniszczące
ANDT	– Zaawansowane badanie nieniszczące
RT	– Badanie radiograficzne
RT-D	– Radiografia cyfrowa
RT-S	– Badanie radioskopowe z pozyskaniem obrazu cyfrowego (dynamiczne $\geq 12$ bit)
RT-CR	– Badanie radiografią komputerową z zastosowaniem płytek fosforowych
UT	– Badanie ultradźwiękowe
AUT	– Automatyczne badanie ultradźwiękowe
SAUT	– Półautomatyczne badanie ultradźwiękowe
PAUT	– Badanie ultradźwiękowe techniką <i>Phased Array</i> (wieloprzetwornikową – technika należąca do metod UT)
TOFD	– Technika dyfrakcji czasu przejścia (technika należąca do metod UT)
MT	– Badanie magnetyczno-proszkowe
PT	– Badanie penetracyjne (penetrant barwiący lub ciekły)
VT	– Badanie wizualne
PWHT	– Obróbka cieplna po spawaniu

### 1.4 Kwalifikowanie personelu wykonującego badania nieniszczące

**1.4.1** Stocznia lub jej podwykonawcy są odpowiedzialni za kwalifikowanie i jeśli to możliwe certyfikowanie przez trzecią stronę ich personelu nadzorczego i operatorów, zgodnie z uznanym systemem certyfikacji opartym na normie ISO 9712:2012.

Akceptowane może być kwalifikowanie personelu według wewnętrznego programu stoczni lub podwykonawcy, opartego np. na wymaganiach SNT-TC-1A, 2016 lub ANSI/ASNT CP-189, 2016, jeśli pisemna procedura szkolenia została zweryfikowana i zaakceptowana przez PRS. Procedura ta powinna co najmniej spełniać wymagania normy ISO 9712, 2012, z wyłączeniem wymagań dotyczących bezstronności organizacji certyfikującej i/lub organizacji upoważnionej.

Certyfikaty i kompetencje personelu nadzoru oraz operatorów powinny obejmować wszystkie sektory przemysłu i techniki stosowane przez stocznnię lub podwykonawcę. Personel stopnia 3 powinien być poddany certyfikacji przez akredytowaną jednostkę certyfikującą.

**1.4.2** Stocznia lub jej podwykonawcy powinni posiadać osobę (osoby) odpowiedzialną za nadzór nad prawidłowym przeprowadzeniem operacji NDT oraz za spełnianie standardów zawodowych przez operatorów oraz standardów technicznych przez wyposażenie, z uwzględnieniem profesjonalnego zarządzania procedurami roboczymi. Stocznia lub jej podwykonawcy powinni zatrudniać na pełen etat co najmniej jedną osobę nadzorującą, certyfikowaną do stopnia 3 w odniesieniu do rozpatrywanych metod, zgodnie z wymaganiami 2.3.1. Stocznia lub wytwórnia nie może nadawać personelowi uprawnień stopnia 3; musi być on certyfikowany przez akredytowaną organizację certyfikującą. Uznaje się, że Stocznia lub jej podwykonawcy nie zawsze zatrudniają bezpośrednio osoby ze stopniem 3 we wszystkich praktykowanych metodach. W takich przypadkach dopuszcza się zaangażowanie do badań zewnętrznych osób posiadają-

cych certyfikat 3 stopnia wydany przez niezależną instytucję w takim zakresie, którego nie obejmują uprawnienia personelu etatowego.

Osoba nadzorująca powinna bezpośrednio zajmować się przeglądem i akceptowaniem procedur NDT, sprawozdań z badań, kalibracją wyposażenia i przyrządów do badań nieniszczących. Osoba nadzorująca powinna w imieniu stoczni lub podwykonawcy dokonywać corocznej oceny kwalifikacji operatorów.

**1.4.3** Operator wykonujący badania NDT oraz podejmujący ocenę wskazań, powinien być kwalifikowany i certyfikowany co najmniej do stopnia 2 w zakresie stosowanych metod NDT i jak opisano w 2.3.1.

Operatorzy zajmujący się jedynie rejestracją wskazań przy użyciu dowolnej metody i nie wykonujący interpretacji wskazań lub ich analizy mogą być jednak kwalifikowani i certyfikowani odpowiednio do stopnia 1.

Operator powinien posiadać odpowiednią wiedzę na temat materiałów, spawania, konstrukcji lub komponentów, wyposażenia do badań NDT oraz ograniczeń dotyczących tych badań, która jest niezbędna do stosowania właściwej metody NDT.

## **2 BADANIA NIENISZCZĄCE STALOWYCH SPOIN KADŁUBÓW STATKÓW**

### **2.1 Postanowienia ogólne**

**2.1.1** Niniejszy rozdział zawiera wymagania minimum dotyczące metod i poziomów jakości, które należy przyjąć w przypadku badań nieniszczących (NDT) stalowych spoin kadłubów statków nowobudowanych.

**2.1.2** W przypadku statków wykorzystujących paliwa gazowe lub inne paliwa o niskim punkcie zapłonu, badania nieniszczące należy przeprowadzać zgodnie z Kodeksem IGF.

**2.1.3** Poziomy jakości podane w tym dokumencie odnoszą się do jakości wytwarzania, ale nie do przydatności badanych spoin.

**2.1.4** Badania NDT powinny być zwykle wykonywane przez stocznię lub jej podwykonawców zgodnie z tymi wymaganiami. Inspektor PRS może wymagać uczestniczenia w badaniach.

**2.1.5** Stocznia jest odpowiedzialna za zapewnienie przestrzegania specyfikacji i procedur badań w czasie budowy statku i za udostępnienie PRS sprawozdań dotyczących wyników badań NDT.

**2.1.6** Stocznia powinna uzgodnić zakres badań oraz liczbę punktów kontroli z PRS. Istotność elementu konstrukcji należy ocenić według właściwych kategorii elementów konstrukcji zgodnie z wymaganiami *Części II Przepisów – Kadłub*, *Przepisów Common Structural Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers* oraz *Publikacji 48/P*.

**2.1.7** W rozdziale tym przedstawiono konwencjonalne metody badań NDT. Zaawansowane metody badań (ANDT), takie jak PAUT (Badanie ultradźwiękowe techniką *phased array*), TOFD (Technika dyfrakcji czasu przejścia), radiografia cyfrowa (RT-D), badania radioskopowe (RT-S) oraz radiografia komputerowa (RT-CR), przedstawiono w rozdziale 3.

### **2.2 Zastosowanie**

#### **2.2.1 Metale podstawowe**

Niniejszy dokument ma zastosowanie do spoin wykonanych w elementach z konstrukcyjnej stali kadłubowej normalnej i podwyższonej wytrzymałości, wysokiej wytrzymałości oraz spoin łączeniowych z odkuwkami i odlewami stali kadłubowej, zgodnie z *Częścią IX – Materiały i spawanie, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

#### **2.2.2 Procesy spawania**

Ten rozdział ma zastosowanie do spoin wykonywanych przy użyciu ręcznego spawania łukowego (spawanie łukowe elektrodą otuloną, 111), spawania łukowego elektrodą metalową w osłonie gazów (włącznie ze spawaniem drutem proszkowym, 13x), spawania łukowego w osłonie gazowej nietopliwą elektro-

dą wolframową (spawanie łukowe elektrodą wolframową, 14x), spawania łukiem krytym (12x), spawania elektrodużłowego (72x) oraz spawania elektrogazowego (73). Określenia i liczby są zgodne z normą ISO 4063:2009 ("x" oznacza uwzględnienie odpowiednich podgrup). Za zgodą PRS, ten rozdział może być także zastosowany do procesów spawania innych niż wyżej wymienione.

### 2.2.3 Złącza spawane

Ten rozdział ma zastosowanie do spoin czołowych z pełnym przetopem, złączy teowych, narożnych oraz krzyżowych z pełnym przetopem lub bez niego, oraz złączy pachwinowych.

### 2.2.4 Czas wykonania badania NDT

**2.2.4.1** Badanie NDT należy wykonać po ostygnięciu złączy do temperatury otoczenia oraz po obróbce cieplnej po spawaniu, tam gdzie ma to zastosowanie.

**2.2.4.2** W przypadku stali wysokiej wytrzymałości stosowanej na konstrukcje spawane o określonej minimalnej granicy plastyczności w zakresie 420 N/mm<sup>2</sup> do 690 N/mm<sup>2</sup>, badań NDT nie należy wykonywać przed upływem 48 godzin po zakończeniu spawania. W przypadku stali o określonej minimalnej granicy plastyczności większej od 690 N/mm<sup>2</sup> badań NDT nie należy wykonywać przed upływem 72 godzin od zakończenia spawania. Niezależnie od granicy plastyczności, należy uwzględnić wymaganie opóźnionej inspekcji, gdy zaobserwowano opóźnione pękanie spoin produkcyjnych.

Za zgodą inspektora, może być wymagany dłuższy okres do inspekcji i/lub dodatkowa inspekcja wrywkowa w późniejszym terminie (np. w przypadku spoin grubych).

Za zgodą inspektora, okres 72-godzinny przed inspekcją może być skrócony do 48 godzin w przypadku badania radiograficznego (RT) lub ultradźwiękowego (UT), jeśli nie ma oznak opóźnionego pękania, a 72 godziny po zakończeniu spawania i ostygnięciu spoin do temperatury otoczenia przeprowadzane jest całkowite badanie wizualne oraz wrywkowe badanie magnetyczno-proszkowe (MT) lub penetracyjne (PT), za zgodą inspektora PRS.

W przypadku wykonywania obróbki cieplnej po spawaniu (PWHT), badanie po przedłużonym okresie może nie być wymagane, za zgodą inspektora PRS.

### 2.2.5 Stosowane metody badania złączy spawanych

**2.2.5.1** W tym rozdziale przedstawiono metody wykrywania wad powierzchniowych, takie jak badanie wizualne (VT), badanie penetracyjne (PT) oraz magnetyczno-proszkowe (MT). Wykrywaniu wad wewnętrznych służą metody UT oraz RT.

**2.2.5.2** Stosowane metody badania różnych typów złączy spawanych podano w Tabeli 2.2.5.2.

**Tabela 2.2.5.2**  
**Stosowane metody badania złączy spawanych**

Złącze spawane	Materiał rodzimy grubość	Stosowane metody badania
Złącze czołowe z pełnym przetopem	< 8 mm <sup>1)</sup>	VT, PT, MT, RT
	≥ 8 mm <sup>1)</sup>	VT, PT, MT, UT, RT
Złącza teowe, narożne oraz krzyżowe z pełnym przetopem	< 8 mm	VT, PT, MT, RT <sup>3)</sup>
	≥ 8 mm	VT, PT, MT, UT, RT <sup>3)</sup>
Złącza teowe, narożne oraz krzyżowe bez pełnego przetopu oraz złącza pachwinowe	Wszystkie	VT, PT, MT, UT <sup>2)</sup> , RT <sup>3)</sup>

#### Uwagi:

- <sup>1)</sup> Przy grubości poniżej 8 mm PRS może rozpatrzyć zastosowanie odpowiedniej zaawansowanej metody badania ultradźwiękowego.
- <sup>2)</sup> Badanie ultradźwiękowe może być stosowane do sprawdzenia zasięgu przetopu w złączach teowych, narożnych oraz krzyżowych. Wymaganie to należy uzgodnić z PRS.
- <sup>3)</sup> Badanie radiograficzne (RT) może być zastosowane, jednak w ograniczonym zakresie.

### 2.3 Kwalifikacje personelu wykonującego badania NDT

Personel wykonujący badania objęte tym rozdziałem powinien posiadać kwalifikacje zgodne z wymaganiami 1.4.



## 2.4 Stan powierzchni

**2.4.1** Powierzchnia do badań musi być oczyszczona ze zgorzelin, żużla, luźnej rdzy, odprysków spoiny, oleju, smaru, brudu lub farby, mogących negatywnie wpływać na skuteczność badań i interpretację wskazań.

Przygotowanie i oczyszczenie spoin przed badaniami NDT powinny być zgodne z przyjętymi procedurami badań NDT i powinny być zaakceptowane przez inspektora. Stan powierzchni, który uniemożliwia właściwą interpretację wyników, może być przyczyną odrzucenia rozpatrywanego obszaru spoiny.

## 2.5 Ogólny plan badań: dobór metody badania NDT

**2.5.1** Stocznia powinna zaplanować zakres badania oraz związane z tym poziomy jakości, zgodnie z projektem statku, uwzględniając jego typ i stosowane procesy spawania. W przypadku przeglądu nowej budowy, należy zastosować się do wymagań dotyczących badań NDT zawartych w *Publikacji 81/P* oraz mających zastosowanie części Tabeli I i załączników z tej *Publikacji*.

**2.5.2** W przypadku każdej budowy, stocznia powinna przedstawić plan zatwierdzenia przez PRS, określający rejony, które będą poddane badaniu oraz zakres badania oraz poziomy jakości, w odniesieniu do mających zastosowanie procedur badań NDT. Należy zwrócić szczególną uwagę na badanie spoin w obszarach poddawanych wysokim naprężeniom oraz spoin podstawowych i specjalnych elementów konstrukcji wskazanych w *Części II – Kadłub Przepisów PRS* lub w *Common Structural Rules for Bulk Carriers and Oil Tankers*. Procedury badań NDT powinny spełniać wymaganie podane w rozdz. 6 *UR W33 Rev 1 May 2020* oraz w określonych wymaganiach PRS. Plan powinien być wydany jedynie personelowi odpowiedzialnemu za badania NDT i ich nadzór.

Przy doborze punktów kontrolnych, należy szczególnie uwzględnić poniższe miejsca:

- Spoiny w obszarach poddawanych wysokim naprężeniom,
- Obszary podatne na uszkodzenia zmęczeniowe,
- Inne ważne elementy konstrukcji,
- Spoiny, które są niedostępne lub których inspekcja w warunkach eksploatacyjnych jest bardzo trudna,
- Spoiny wykonane na wolnym powietrzu,
- Rejony podejrzane i problematyczne.

Przy doborze punktów kontroli należy uwzględnić spoiny konstrukcji wielowarstwowej (blokowej), wykonywane w stoczniach lub w zakładach podwykonawców.

W przypadku innych konstrukcji morskich i offshore, zakres badania należy uzgodnić z PRS.

W przypadku nieakceptowanego poziomu wskazań należy zwiększyć zakres badań NDT.

**2.5.3** Należy zastosować system identyfikacji pozwalający na określenie dokładnego umiejscowienia odcinków badanych spoin.

**2.5.4** Wszystkie spoiny na całej swej długości należy poddać badaniu wizualnemu (VT) przez personel wyznaczony przez stocznię, który może być zwolniony z wymagań dotyczących kwalifikacji podanych w 1.4.

**2.5.5** Na ile to możliwe, przy badaniu zewnętrznych powierzchni spoin należy stosować badania penetracyjne i magnetyczno-proszkowe, sprawdzając pośrednie warstwy spoin oraz spoiny ze żłobkową granicą, przed położeniem kolejnych warstw. Badanie magnetyczno-proszkowe należy wykonać w odniesieniu do spoin w materiale ferromagnetycznym, jeśli nie zostało to uzgodnione inaczej z PRS. Należy wykonać inspekcję powierzchni ważnych złączy teowych lub narożnych, przy zastosowaniu metod MT lub PT, przy akceptacji inspektora.

**2.5.6** Połączenia spawane dużych komponentów odlewanych lub odkuwanych (takich jak tylnica, piasta śruby, części steru, wsporniki wałów) powinny być badane na całej swej długości przy użyciu metody MT (która jest preferowana) lub PT (która powinna być stosowana w przypadku metali nieżelaznych) i w uzgodnionych miejscach metodą RT lub UT.

**2.5.7** Jak podano w Tabeli 2.2.5.2, badania ultradźwiękowe (UT) lub radiograficzne (RT) lub ich połączenie mogą być stosowane do badania spoin czołowych z pełnym przetopem o grubości co najmniej 8 mm. Stosowane metody powinny być uzgodnione z PRS. Metoda taka powinna być dostosowana do wykry-

wania poszczególnych typów oraz kierunków nieciągłości. Badania RT oraz UT stosowane są do wykrywania nieciągłości wewnętrznych i zasadniczo uzupełniają one siebie nawzajem. Badanie radiograficzne (RT) jest ogólnie najbardziej skuteczne przy wykrywaniu nieciągłości przestrzennych (takich jak porowatość i żużel), podczas gdy badanie ultradźwiękowe (UT) wykazuje większą skuteczność przy wykrywaniu nieciągłości płaszczyznowych (takich jak odwarstwienia, brak przetopu i pęknięcia). Mimo że każda z metod może nie korespondować bezpośrednio z drugą, każda z nich może wskazywać stan niewłaściwej kontroli procesu spawania.

**2.5.8** Ogólnie rzecz biorąc, punkty rozpoczynania/kończenia spoin wykonywanych przy zastosowaniu **automatycznych lub w pełni zmechanizowanych** procesów spawania powinny być badane metodami RT lub UT, z wyjątkiem elementów wewnętrznych, przy których zakres badania powinien być uzgodniony z nadzorującym inspektorem.

**2.5.9** W przypadku gdy inspektor dowiadyuje się, że miejsce badania NDT zostało poddane naprawie bez sporządzenia zapisu dotyczącego pierwotnej wady, stocznia powinna wykonać dodatkowe badania rejonów przyległych do rejonu naprawianego do akceptacji nadzorującego inspektora. Szczegóły podano w *Publikacji 81/P*.

**2.5.10** Spoiny wykonane w grubych elementach stalowych (>50mm) zastosowanych na kontenerowcach, w rejonach pokładów oraz zrębnic luków, należy poddawać inspekcji zgodnie z dodatkowymi wymaganiami zawartymi w 2.10.

**2.5.11** Badania nieniszczące statków wykorzystujących paliwo gazowe lub inne paliwa o niskim punkcie zapłonu powinny być wykonywane zgodnie z wymaganiami *Kodeksu IGF*.

## **2.6 Wykonywanie badań**

### **2.6.1 Postanowienia ogólne**

**2.6.1.1** Metoda, wyposażenie oraz warunki badań powinny spełniać wymagania uznanych norm krajowych lub międzynarodowych, lub innych dokumentów zaakceptowanych przez PRS.

**2.6.1.2** Odpowiednie szczegóły należy podać w pisemnej procedurze dotyczącej każdej techniki NDT, którą należy przedłożyć PRS do akceptacji.

**2.6.1.3** Przestrzenny obszar badania powinien obejmować strefę spoiny i materiału rodzimego w odległości po 10 mm z każdej strony spoiny, lub szerokość strefy wpływu ciepła, przyjmując obszar, który jest większy. We wszystkich przypadkach inspekcja powinna obejmować cały obszar badania.

**2.6.1.4** Należy zapewnić możliwość zweryfikowania przez inspektora inspekcji, sprawozdania i zapisów (np. radiogramów) na jego życzenie .

### **2.6.2 Badania wizualne (VT)**

**2.6.2.1** Personel wykonujący badania wizualne powinien potwierdzić, że stan powierzchni przed inspekcją jest akceptowalny. Badania te należy przeprowadzać zgodnie z normami uzgodnionymi między stoczną a PRS.

### **2.6.3 Badania penetracyjne (PT)**

**2.6.3.1** Badania penetracyjne należy prowadzić zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3452-1:2013 lub zgodnie z zaakceptowaną uznaną normą oraz specyficznymi wymaganiami PRS.

**2.6.3.2** Zakres badania penetracyjnego powinien być zgodny z planami uzgodnionymi z nadzorującym inspektorem i zaakceptowanymi przez niego.

**2.6.3.3** Badana powierzchnia powinna być czysta i pozbawiona zgorzelin, oleju, smaru, brudu lub farby, stanowiących zanieczyszczenia i wewnętrzne cząsteczki, które mogą utrudniać wnikanie czynników inspekcyjnych.

**2.6.3.4** Temperatura badanych części powinna zawierać się w zakresie  $5 \div 50^{\circ}\text{C}$ , przeprowadzanie badań w temperaturze poza tym przedziałem należy wykonywać przy użyciu specjalnego penetrantu nisko/wysokotemperaturowego i porównawczych próbek wzorcowych.

#### **2.6.4 Badania magnetyczno-proszkowe (MT)**

**2.6.4.1** Badania magnetyczno-proszkowe należy prowadzić zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 17638:2016 lub zgodnie z akceptowaną uznaną normą oraz specyficznymi wymaganiami PRS.

**2.6.4.2** Zakres badania magnetyczno-proszkowego powinien być zgodny z planami uzgodnionymi z nadzorującym inspektorem i zaakceptowanymi przez niego.

**2.6.4.3** Badana powierzchnia powinna być pozbawiona zgorzelin, rozprysków spoiny, oleju, smaru, brudu lub farby oraz powinna być czysta i sucha. Wewnętrzne i zewnętrzne części spoiny przeznaczone do badania powinny być ogólnie wystarczająco pozbawione nierówności, które mogą zniekształcać interpretację wyniku badania.

#### **2.6.5 Badania radiograficzne (RT)**

**2.6.5.1** Badania radiograficzne należy prowadzić zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 17636-1:2013 lub zgodnie z akceptowaną uznaną normą oraz specyficznymi wymaganiami PRS.

**2.6.5.2** Dla każdego punktu kontrolnego minimalna długość spoiny poddawana inspekcji powinna być określona w zatwierdzonym planie NDT (patrz 2.5.2) i powinna spełniać wymagania PRS. W przypadku spoin kadłuba, minimalna długość podawana inspekcji radiograficznej wynosi typowo 300 mm.

Zakres badania radiograficznego powinien być zgodny z zatwierdzonymi planami, zaakceptowanymi przez inspektora.

W przypadku spoin wykonanych procesami automatycznymi **lub** w pełni zmechanizowanymi można uwzględnić zmniejszenie częstości badań, jeśli techniki zapewnienia jakości wskazują na osiągnięcie stałej zadowalającej jakości.

Liczbę punktów kontroli należy zwiększyć, jeśli udział wskazań nie spełniających wymaganych wartości jest zbyt wysoki.

**2.6.5.3** Wewnętrzne i zewnętrzne powierzchnie spoin poddawanych badaniom radiograficznym powinny być wystarczająco pozbawione nierówności, które mogą zniekształcać interpretację wskazań. Stan powierzchni spoiny, który uniemożliwia właściwą interpretację radiogramu może być przyczyną odrzucenia badanego obszaru spoiny.

#### **2.6.6 Badania ultradźwiękowe (UT)**

**2.6.6.1** Badania ultradźwiękowe należy prowadzić zgodnie z wymaganiami norm PN-EN ISO 17640:2018 (procedura badania), PN-EN ISO 23279 (charakterystyka) oraz PN-EN ISO 11666:2018 (poziomy akceptacji) lub zgodnie z akceptowaną normą oraz specyficznymi wymaganiami PRS.

**2.6.6.2** Dla każdego punktu kontrolnego minimalna długość spoiny poddawana inspekcji powinna być określona w zatwierdzonym planie NDT (patrz 2.5.2) i powinna spełniać wymagania PRS.

Zakres badania ultradźwiękowego powinien być zgodny z zatwierdzonymi planami, zaakceptowanymi przez inspektora.

Kontrola powinna być prowadzona na długości całej spoiny lub na długości uzgodnionej z towarzystwem klasyfikacyjnym.

## 2.7 Poziomy (kryteria) akceptacji

### 2.7.1 Postanowienia ogólne

**2.7.1.1** W tym rozdziale zawarto postanowienia dotyczące poziomów (kryteriów) akceptacji, które dotyczą oceny wyników badań NDT. Badania te obejmują co najmniej następujące techniki: VT, MT, PT, RT oraz UT.

**2.7.1.2** Na ile jest to niezbędne, techniki badań należy łączyć w celu ułatwienia oceny wskazań przy podanych kryteriach akceptacji.

**2.7.1.3** Ocenę wskazań nie objętych tym rozdziałem należy przeprowadzać zgodnie z normą uzgodnioną z PRS. Można stosować uzgodnione z PRS alternatywne kryteria akceptacji, jeśli ustalono ich równowagę.

Przyjęte metody badań spoin podano w Tabelach 2.7.1.3-1 oraz 2.7.1.3-2 odnoszących się odpowiednio do nieciągłości powierzchniowych oraz wewnętrznych. Patrz PN-EN ISO 17635:2016.

**Tabela 2.7.1.3-1**  
**Metody wykrywania nieciągłości powierzchniowych**  
**(wszystkie typu spoin, włącznie z pachwinowymi)**

Materiały	Metody badań
Stal ferrytyczna	VT
	VT, MT
	VT, PT

**Tabela 2.7.1.3-2**  
**Metody wykrywania nieciągłości wewnętrznych**  
**(złącza czołowe oraz teowe z pełnym przetopem)**

Materiały oraz typ złącza spawanego	Nominalna grubość $t$ materiału rodzimego spawanego [mm]		
	$t < 8$	$8 \leq t \leq 40$	$t > 40$
Złącze czołowe ferrytyczne	RT lub UT <sup>1)</sup>	RT lub UT	UT lub RT <sup>2)</sup>
Złącze teowe ferrytyczne	UT <sup>1)</sup> lub RT <sup>2)</sup>	UT lub RT <sup>2)</sup>	UT lub RT <sup>2)</sup>

**Uwagi:**

<sup>1)</sup> W przypadku grubości poniżej 8 mm PRS może rozpatrzyć zastosowanie odpowiedniej zaawansowanej metody UT.

<sup>2)</sup> Metoda RT może być zastosowana, jednak z pewnymi ograniczeniami.

### 2.7.2 Poziomy jakości

Wymagania dotyczące badań wynikają z oznaczenia poszczególnych poziomów jakości w odniesieniu do wad złączy spawanych, zgodnie z normą PN-EN ISO 5817:2014. Wyszczególniono trzy poziomy jakości (B, C oraz D).

Ogólnie, poziom jakości C należy stosować do konstrukcji kadłuba.

Poziom jakości B odpowiada najwyższym wymaganiom dotyczącym zakończonej spoiny i może on być stosowany do spoin ważnych.

Ten standard ma zastosowanie do materiałów stalowych o grubości powyżej 0,5 mm. Tabela 1 z normy PN-EN ISO 5817:2014 zawiera wymagania dotyczące zakresów wad dla każdego poziomu jakości. Aneks A z normy PN-EN ISO 5817:2014 zawiera także przykłady określania procentowego udziału wad (liczba por w procentowej powierzchni).

Wszystkie poziomy (B, C oraz D) odnoszą się do jakości wytwarzania, a nie do przydatności wyrobu (zdolność wyrobu, procesu lub usługi do służenia w określonym celu w określonych warunkach). Korelacja pomiędzy poziomami jakości określonymi w normie PN-EN ISO 5817:2014, poziomami/technikami badań oraz poziomami akceptacji (dla każdej techniki NDT) posłuży do określenia celu przy określonych warunkach. Poziom akceptacji wymagany do badania powinien być uzgodniony z PRS.

W ten sposób zostanie ustalony poziom jakości wymagany zgodnie z wybraną techniką badania nieniszczącego. Patrz Tabele 2.7.5, 2.7.6, 2.7.7, 2.7.8, 2.7.9.1-1 oraz 2.7.9.1-2.

### 2.7.3 Poziomy badań

**2.7.3.1** Obszar pokryty badaniami i w związku z tym prawdopodobieństwo wykrycia wzrasta z przejściem od poziomu badania A do poziomu badania C. Poziom badania należy uzgodnić z PRS. Poziom badania D przeznaczony jest do zastosowań specjalnych. Może być zastosowany jedynie gdy zostało to ustalone w specyfikacji. Tabele A.1 do A.7 w Aneksie A z normy PN-EN ISO 17640:2018 zawierają wytyczne dotyczące doboru poziomu badań wszystkich typów złączy w relacji do grubości materiału rodzimego oraz wymagań dotyczących inspekcji.

**2.7.3.2** Należy także określić technikę badań stosowaną do oceny wskazań.

### 2.7.4 Poziomy akceptacji

**2.7.4.1** Poziomy akceptacji określone są dla każdej techniki badań stosowanej do prowadzenia inspekcji. Zastosowane kryteria powinny być zgodne z każdą normą określoną w Tabelach 2.7.5, 2.7.6, 2.7.7, 2.7.8, 2.7.9.1-1 oraz 2.7.9.1-2 (lub z każdą akceptowalną normą uznaną uzgodnioną z PRS).

**2.7.4.2** Prawdopodobieństwo wykrycia (Probability of detection (POD)) wskazuje na prawdopodobieństwo wykrycia danej wady za pomocą danej techniki badania.

### 2.7.5 Badanie wizualne (VT)

Poziomy akceptacji oraz wymagane poziomy jakości dotyczące badania wizualnego podano w Publikacji 107/P oraz w Tabeli 2.7.5.

**Tabela 2.7.5**  
**Poziomy jakości i akceptacji w przypadku badania wizualnego**

Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817:2014 <sup>a)</sup>	Techniki/poziomy badań wg PN-EN ISO 17636:2016 <sup>a)</sup>	Poziomy akceptacji <sup>b)</sup>
B	Poziom nie został określony	B
C		C
D		D
<sup>a)</sup> lub każda uznana norma uzgodniona z PRS i wykazana jako akceptowalna <sup>b)</sup> Poziomy akceptacji dla badań wizualnych (VT) są zgodne z wymaganiami dla poziomów jakości z normy PN-EN ISO 5817:2014		

### 2.7.6 Badanie penetracyjne (PT)

Poziomy akceptacji oraz wymagane poziomy jakości dotyczące badania penetracyjnego podano w Tabeli 2.7.6.

**Tabela 2.7.6**  
**Poziomy jakości i akceptacji w przypadku badania penetracyjnego**

Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817:2014 <sup>a)</sup>	Techniki/poziomy badania wg PN-EN ISO 3452-1:2013 <sup>a)</sup>	Poziomy akceptacji wg PN-EN ISO 23277:2015 <sup>a)</sup>
B	Poziom nie został określony	2X
C		2X
D		3X

<sup>a)</sup> lub każda uznana norma uzgodniona z PRS i wykazana jako akceptowalna

### 2.7.7 Badanie magnetyczno-proszkowe (MT)

Poziomy akceptacji oraz wymagane poziomy jakości dotyczące badania magnetyczno-proszkowego podano w Tabeli 2.7.7.

**Tabela 2.7.7**  
**Poziomy jakości i akceptacji w przypadku badania magnetyczno-proszkowego**

Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817:2014 <sup>a)</sup>	Techniki/poziomy badania wg PN-EN ISO 17638:2016 <sup>a)</sup>	Poziomy akceptacji wg PN-EN ISO 23278:2015 <sup>a)</sup>
B	Poziom nie został określony	2X
C		2X
D		3X

<sup>a)</sup> lub każda uznana norma uzgodniona z PRS i wykazana jako akceptowalna

### 2.7.8 Badanie radiograficzne (RT)

Poziomy akceptacji oraz wymagane poziomy jakości dotyczące badania radiograficznego podano w Tabeli 2.7.8. Referencyjne radiogramy służące ocenie wad spoin powinny być zapewnione zgodnie z normą PN-EN ISO 5817:2014 lub akceptowaną uznaną normą uzgodnioną z PRS.

**Tabela 2.7.8**  
**Poziomy jakości i akceptacji w przypadku badania radiograficznego**

Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817:2014 <sup>a)</sup>	Techniki/poziomy badania wg PN-EN ISO 17636-1:2013 <sup>a)</sup>	Poziomy akceptacji wg PN-EN ISO 10675-1:2016 <sup>a)</sup>
B	B (klasa)	1
C	B <sup>b)</sup> (klasa)	2
D	Co najmniej A (klasa)	3

<sup>a)</sup> lub każda uznana norma uzgodniona z PRS i wykazana jako akceptowalna

<sup>b)</sup> w przypadku badania spoin obwodowych, minimalna liczba ekspozycji może odpowiadać wymaganiom PN-EN ISO 17636-1:2013, klasa A

### 2.7.9 Badanie ultradźwiękowe (UT)

2.7.9.1 Poziomy akceptacji oraz wymagane poziomy jakości dotyczące badania ultradźwiękowego podano w Tabelach 2.7.9.1-1 oraz 2.7.9.1-2.

**Tabela 2.7.9.1-1**  
**Poziomy jakości i akceptacji w przypadku badania ultradźwiękowego**

Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817:2014 <sup>a) b)</sup>	Techniki/poziomy badania wg PN-EN ISO 17640:2018 <sup>a) b)</sup>	Poziomy akceptacji wg PN-EN ISO 11666:2018 <sup>a) b)</sup>
B	Co najmniej B	2
C	Co najmniej A	3
D		3 <sup>c)</sup>

<sup>a)</sup> lub każda uznana norma uzgodniona z PRS i wykazana jako akceptowalna.  
<sup>b)</sup> Gdy wymagana jest charakterystyka wskazań należy stosować normę PN-EN ISO 23279:2017.  
<sup>c)</sup> Badanie UT nie jest zalecane, ale może być określone w specyfikacji z tym samym wymaganiem jak poziom jakości C.

**Tabela 2.7.9.1-2**  
**Zalecane poziomy badania i poziomy jakości wg Normy PN-EN ISO 17640:2018**

Poziom badania <sup>a) b) c)</sup> wg PN-EN ISO 17640:2018	Poziom jakości wg PN-EN ISO 5817:2014
A	C, D
B	B
C	Po uzgodnieniu
D	Zastosowanie specjalne

<sup>a)</sup> Prawdopodobieństwo wykrycia (POD) wzrasta przy przejściu od poziomu badania A do poziomu C ze wzrostem obszaru objętego badaniem  
<sup>b)</sup> Poziom badania D dla zastosowania specjalnego powinien być uzgodniony z PRS.  
<sup>c)</sup> W przypadku poziomów badania A do C specjalne wymagania określone są dla różnych typów złączy w Aneksie A normy PN-EN ISO 17640:2018.

**2.7.9.2** Poziomy akceptacji badania UT mają zastosowanie do badania spoin ze stali ferrytycznej z pełnym przetopem, o grubości od 8 do 100 mm. Nominalna częstotliwość stosowanych głowic powinna mieścić się między 2 MHz a 5 MHz. Procedury badania w przypadku innych typów spoin, materiału, grubości ponad 100 mm oraz warunki badania powinny być przedstawione PRS do rozpatrzenia.

**2.7.9.3** Poziomy akceptacji w przypadku badania UT spoin należy określić zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 11666:2018 lub innej uznanej akceptowalnej normy uzgodnionej z PRS. Norma ustala poziom akceptacji 2 oraz 3 w przypadku złączy spawanych ze stali ferrytycznych z pełnym przetopem, odpowiadający poziomom jakości B oraz C (patrz Tabela 2.7.9.1-1).

**2.7.9.4** Ustawienia i poziomy czułości.

Poziomy czułości ustawiane są przy następujących technikach:

- Technika 1: według otworów bocznych o średnicy 3 mm,
- Technika 2: według wykresu krzywych DGS (odległość-wzmocnienie rozmiar/distance gain size) dla reflektorów w kształcie dysku w postaci otworów płaskodennych,
- Technika 3: stosowanie wykresu krzywych DAC (odległość-amplituda-korekta/distance-amplitude-corrected) na podstawie karbu prostokątnego o głębokości 1 mm i szerokości 1 mm,
- Technika 4: stosowanie techniki podwójnej w odniesieniu do reflektora w kształcie dysku w postaci otworu płaskodennego 6 mm.

Poziomy oceny (odniesienia, oceny, rejestrowania i akceptacji) zostały opisane w Aneksie A normy PN-EN ISO 11666:2018.

## 2.8 Zapisy

**2.8.1** Sprawozdanie z badań NDT powinno być sporządzane przez stocznię i udostępnione PRS.

**2.8.2** Sprawozdanie z badań NDT powinno zawierać następujące typowe dane:

- Data badania,

- Numer kadłuba, lokalizacja i długość spoin poddanych inspekcji,
- Nazwiska, stopnie uprawnień oraz podpisy personelu wykonującego badanie,
- Oznaczenie badanego komponentu
- Oznaczenie badanych spoin,
- Kategoria stali, typ złącza, grubość materiału rodzimego, proces spawania,
- Kryteria akceptacji,
- Stosowane normy dotyczące badania,
- Stosowane wyposażenie do badań oraz jego układ,
- Ograniczenia dotyczące badania, widoczność oraz temperatura,
- Wyniki badań w odniesieniu do kryteriów akceptacji, miejsca oraz rozmiary raportowalnych wskazań,
- Oświadczenie dotyczące akceptacji/braku akceptacji, data oceny, nazwisko i podpis osoby oceniającej,
- Liczba napraw, jeśli dany obszar był poddawany naprawie ponad dwa razy.

**2.8.3** Oprócz elementów typowych, sprawozdanie z badań penetracyjnych powinno uwzględniać:

- Typ stosowanego penetrantu, zmywacza oraz wywoływacza,
- Czas penetracji oraz czas wywoływania.

**2.8.4** Oprócz elementów typowych, sprawozdanie z badań magnetyczno-proszkowych powinno uwzględniać:

- Typ magnetyzacji
- Natężenie pola magnetycznego,
- Czynniki wykrywania,
- Widoczność
- Demagnetyzację, jeśli jest wymagana.

**2.8.5** Oprócz elementów typowych, sprawozdanie z badań radiograficznych powinno zawierać:

- Typ i wielkość źródła promieniowania (jego szerokość), napięcie lampy rentgenowskiej,
- Typ/oznaczenie kliszy oraz liczba klisz w każdym aparacie/kasecie,
- Liczba radiogramów (ekspozycji),
- Typ ekranów wzmacniających,
- Technika ekspozycji, czas ekspozycji oraz odległość od źródła do kliszy jak poniżej:
- Odległość od źródła promieniowania do spoiny,
- Odległość od boku spoiny od strony źródła promieniowania do kliszy radiograficznej,
- Kąt padania wiązki promieniowania przez spoinę (w stosunku do kierunku prostopadłego),
- Czułość, typ i położenie wskaźnika jakości obrazu (od strony źródła lub od strony kliszy),
- Gęstość,
- Geometryczna nieostrość,
- Specyficzne kryteria klasyfikacji dla badania radiograficznego.

Badania stosowane do akceptacji lub odrzucenia spoin powinny być zapisywane w postaci akceptowalnej. Należy uwzględnić pisemny zapis następujących danych: oznaczenie i opis spoin, stosowane procedury i wyposażenie, umiejscowienie w zapisywanym medium oraz wyniki. Kontrola oryginalnych obrazów nieprzetworzonych w dokumentacji oraz obrazów przetworzonych cyfrowo powinna być zaakceptowana przez inspektora.

**2.8.6** Oprócz elementów typowych, sprawozdanie z badań ultradźwiękowych powinno zawierać:

- Typ oraz oznaczenie stosowanych przyrządów ultradźwiękowych (wytwórnia, model, numer seryjny), głowic (wytwórnia, numer seryjny), typ przetwornika (kąt, numer seryjny oraz częstotliwość) oraz typ środka sprzęgającego (marka).
- Poziomy czułości kalibrowane i stosowane, dla każdej głowicy,
- Stosowana korekta utraty przejścia,
- Typ próbek wzorcowych,
- Odpowiedź sygnału stosowana do wykrycia wady,
- Odbicia interpretowane jako niespełniające kryteriów akceptacji.



Metoda przeglądu oraz oceny sprawozdań z badań UT jest wymagana do właściwej kontroli jakości i powinna być zaakceptowana przez inspektora.

**2.8.7** Stocznia powinna utrzymywać zapisy z inspekcji, podane w 2.8.2 do 2.8.6, przez co najmniej 5 lat.

## **2.9 Nieakceptowalne wskazania i naprawy**

**2.9.1** Nieakceptowalne wskazania należy eliminować oraz naprawiać tam gdzie to niezbędne. Naprawione spoiny należy poddać badaniu na całej długości przy użyciu odpowiedniej metody NDT, według uznania inspektora.

**2.9.2** Po stwierdzeniu nieakceptowalnych wskazań należy poddać badaniu dodatkowe obszary tego samego odcinka spoiny, chyba że zostało uzgodnione z inspektorem i wytwórnią, że bez żadnej wątpliwości wskazanie to jest izolowane. W przypadku złączy spawanych przy użyciu technik zautomatyzowanych lub w pełni zmechanizowanych, należy rozszerzyć dodatkowe badania NDT na wszystkie obszary tego samego odcinka spoiny.

Wszystkie radiogramy pokazujące wskazania niespełniające wymagań powinny być przedstawione inspektorowi. Spoiny takie powinny być poddane naprawie oraz inspekcji, według wymagań inspektora. Po spostrzeżeniu wskazań niespełniających wymagań na brzegu radiogramu, ogólnie wymagane są dodatkowe badania radiograficzne w celu ustalenia zasięgu tych wskazań. Alternatywnie, zasięg spoin niespełniających wymagań może być stwierdzony poprzez odkrywkę, po zatwierdzeniu przez inspektora.

**2.9.3** Zakres badania może być rozszerzony według uznania inspektora po ponownym stwierdzeniu nieakceptowalnych nieciągłości.

**2.9.4** Zapisy z inspekcji określone w rozdziale 2.8 powinny obejmować zapisy dotyczące naprawionych spoin.

**2.9.5** Stocznia powinna podjąć odpowiednie działania w celu monitorowania i naprawienia jakości spoin do wymaganego poziomu jakości. Stocznia powinna rejestrować wskaźnik napraw i określić wszelkie niezbędne działania korygujące w swoim systemie zapewnienia jakości.

## **2.10 Wymagania dotyczące badania złączy spawanych na kontenerowcach**

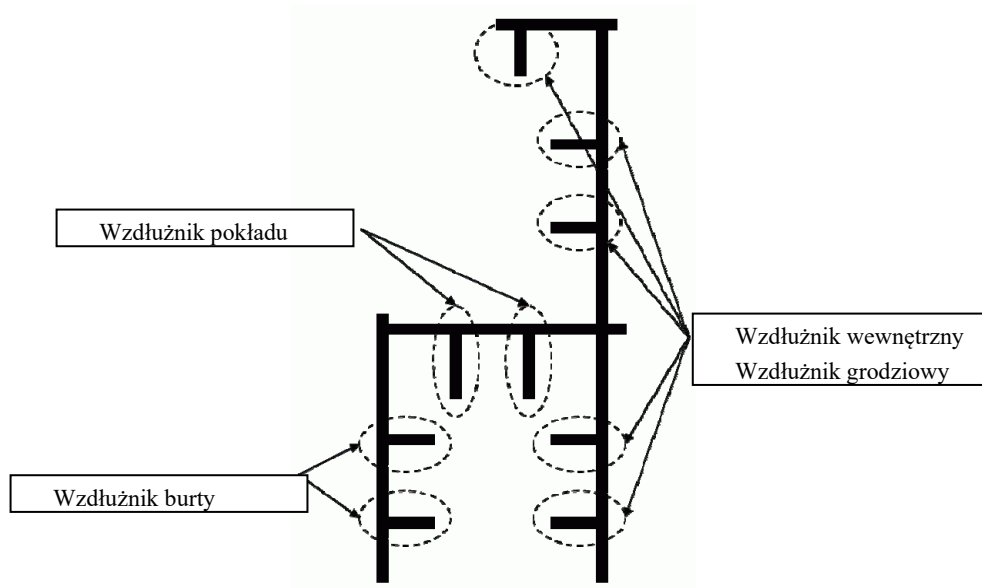
### **2.10.1 Badania nieniszczące statku w budowie**

**2.10.1.1** Jeśli w Aneksie I UR S33 wymagane jest badanie NDT podczas budowy statku, badanie takie powinno być zgodne z 2.10.1.2 ÷ 2.10.1.4. Rozszerzone badanie NDT jak określono w Przepisach PRS Część II – Kadłub, p. 18.6.3.3 powinno być wykonane zgodnie z odpowiednią normą.

**2.10.1.2** Badanie ultradźwiękowe spoin na kontenerowcu powinno być wykonane na wszystkich zblokowanych złączach czołowych wszystkich wzdłużnych elementów konstrukcyjnych górnego mocnika w rejonie ładowni. Wzdłużne elementy konstrukcyjne mocnika górnego obejmują najwyżej położone pasy kadłuba wewnętrznego/ grodzi, mocnicę burtową, pokład główny, płytę zrębnicy, płytę górną zrębnicy oraz wszystkie związane usztywnienia wzdłużne określone na Rys. 2.10.1.1.

**2.10.1.3** Kryteria akceptacji badań UT powinny być zgodne z 2.7.9.

**2.10.1.4** Kryteria akceptacji mogą być dostosowane przy rozpatrywaniu procedury zapobiegania powstawaniu kruchej pęknięcia oraz jeśli jest to bardziej restrykcyjne niż w 2.7.9, procedura badań UT powinna być odpowiednio zmieniona w dostosowaniu do bardziej restrykcyjnej czułości.



Rys.. 2.10.1.1 Wzdłużne elementy konstrukcji mocnicy górnej

## 2.10.2 Okresowe badanie NDT po dostarczeniu statku

**2.10.2.1** Jeśli wymagane jest przeprowadzenie okresowego badania NDT po dostarczeniu statku, badanie to powinno być zgodne z wymaganiami PRS.

**2.10.2.2** Procedura badania NDT powinna być zgodna z 2.6.6, niezależnie od klauzuli zastosowania dla nowych budów w 2.1.1.

**2.10.2.3** Gdy wykonywane jest badanie UT, częstość przeglądu powinna być zgodna z wymaganiami PRS.

**2.10.2.4** Gdy wykonywane jest badanie UT, akceptacja badania powinna być zgodna z 2.7.9, niezależnie od klauzuli zastosowania dla nowych budów w 2.1.1.

### 3 ZAAWANSOWANE BADANIA NIENISZCZĄCE MATERIAŁÓW I SPOIN

#### 3.1 Postanowienia ogólne

**3.1.1** W tym rozdziale zawarto wymagania minimum dotyczące metod i poziomów jakości, które należy przyjąć w odniesieniu do zaawansowanego badania nieniszczącego (ANDT) materiałów i spoin podczas nowych budów i napraw statków. Zaawansowane metody przeznaczone do zastosowania w ramach tego rozdziału wymieniono w 3.2.5.

**3.1.2** Badanie ANDT będzie przeprowadzone przez stocznię, wytwórnię lub ich podwykonawców, zgodnie z wymaganiami tego rozdziału. Inspektor PRS może wymagać udziału w badaniach.

**3.1.3** Stocznia lub wytwórnia jest odpowiedzialna za zapewnienie zgodności ze specyfikacją i procedurami badań w czasie budowy statku oraz za udostępnienie PRS sprawozdania dotyczącego wyników ANDT.

**3.1.4** Zakres i metoda badań oraz liczba punktów kontroli są zwykle uzgodniane między stocznią a PRS.

#### 3.2 Zastosowanie

##### 3.2.1 Materiały

Ten rozdział ma zastosowanie do następujących materiałów i wyrobów wytwarzanych zgodnie z *Przepisami PRS, Część IX – Materiały i spawanie*:

- Materiały i spawanie w odniesieniu do gazowców,
- Kadłubowe stale normalnej i podwyższonej wytrzymałości,
- Stale na konstrukcje spawane o wysokiej wytrzymałości w stanie ulepszonym cieplnie,
- Złącza ze stalowymi odkuwkami elementów kadłuba,
- Odlewy stalowe elementów kadłuba,
- Bardzo grube płyty stalowe na kontenerowcach,
- Łańcuch cumowniczy offshore,
- Pędniki z odlewów stopów miedzi,
- Elementy ze stopów aluminium na konstrukcje kadłuba,
- Pędniki z odlewów stalowych,
- Stale YP47 oraz stale odporne na kruche pękanie,
- Odkuwki stalowe na elementy kadłuba i maszynowe,
- Odlewy staliwne stosowane na elementy kadłuba.

##### 3.2.2 Procesy spawania

Ten rozdział ma zastosowanie do procesów spawania podanych w Tabeli 3.2.2. W przypadku procesów, które nie zostały ujęte w tej Tabeli, metody badania ANDT powinny być przyjęte według uzgodnienia z PRS.

**Tabela 3.2.2**  
**Stosowane procesy spawania**

Proces spawania		Oznaczenie procesu wg PN-EN ISO 4063:2009
Spawanie ręczne	Spawanie łukowe elektrodą otuloną (SMAW)	111
Zgrzewanie rezystancyjne	Zgrzewanie iskrowe (FW)	24
Spawanie półautomatyczne	(1) Spawanie elektrodą metalową w osłonie gazów obojętnych (MIG)	131
	(2) Spawanie elektrodą metalową w osłonie gazów aktywnych (MAG)	135, 138
	(3) Spawanie łukowe w osłonie gazu aktywnego drutem proszkowym (FCAW)	136
Spawanie TIG	Spawanie elektrodą wolframową w osłonie gazów obojętnych (GTAW)	141
Spawanie automatyczne	(1) Spawanie łukiem krytym (SAW)	12
	(2) Spawanie elektrogazowe (EGW)	73
	(3) Spawanie elektrożułowe (ESW)	72

### 3.2.3 Złącza spawane

Ten rozdział ma zastosowanie do spoin czołowych z pełnym przetopem. Różne typy projektowe złączy, np. teowe, narożne i krzyżowe (z pełnym przetopem i bez niego) mogą być poddawane badaniom metodą PAUT. Ograniczenia projektowe złączy ze względu na metodę badania należy uznawać, dokumentować i uzgadniać z PRS przed ich zastosowaniem.

### 3.2.4 Czas stosowania ANDT

**3.2.4.1** Badanie metodami ANDT wykonywane jest po ostygnięciu spoin do temperatury otoczenia oraz po obróbce cieplnej po spawaniu, jeśli ma to zastosowanie.

**3.2.4.2** Czas stosowania metody ANDT powinien być zgodny z odpowiednimi wymaganiami PRS. Czas stosowania metod ANDT w przypadku spoin kadłuba dla stali o określonej granicy plastyczności w przedziale 420 MPa do 690 MPa powinien być zgodny z 2.2.4.2.

### 3.2.5 Metody badania

**3.2.5.1** W tym rozdziale rozpatrywane są następujące metody wykrywania wad: PAUT (tylko automatyczne / półautomatyczne), TOFD, RT-D.

**3.2.5.2** Stosowane metody badania różnych typów materiałów oraz złączy spawanych podano w Tabeli 3.2.5.2.

**Tabela 3.2.5.2**  
**Stosowane metody badania materiałów i złączy spawanych**

<b>Materiały i złącza spawane</b>	<b>Grubość materiału rodzimego, <math>t</math> [mm]</b>	<b>Stosowane metody</b>
Ferrytyczne złącza czołowe z pełnym przetopem	$t < 6$	RT-D
	$6 \leq t < 40$	PAUT, TOFD, RT-D
	$t > 40$	PAUT, TOFD, RT-D <sup>1)</sup>
Ferrytyczne złącza teowe i narożne z pełnym przetopem	$t \geq 6$	PAUT, RT-D <sup>1)</sup>
Ferrytyczne złącza krzyżowe z pełnym przetopem	$t \geq 6$	PAUT <sup>1)</sup>
Złącza czołowe austenitycznej stali nierdzewnej z pełnym przetopem <sup>1)</sup>	$t < 6$	RT-D
	$6 \leq t \leq 40$	RT-D, PAUT <sup>1)</sup>
	$t > 40$	PAUT <sup>1)</sup> , RT-D <sup>1)</sup>
Złącza teowe i narożne austenitycznej stali nierdzewnej z pełnym przetopem <sup>2)</sup>	$t \geq 6$	PAUT <sup>1)</sup> , RT-D <sup>1)</sup>
Złącza teowe i narożne z aluminium z pełnym przetopem	$t \geq 6$	PAUT <sup>1)</sup> , RT-D <sup>1)</sup>
Złącza krzyżowe z aluminium z pełnym przetopem	$t \geq 6$	PAUT <sup>1)</sup>
Złącza czołowe z aluminium z pełnym przetopem	$t < 6$	RT-D
	$6 \leq t \leq 40$	RT-D, TOFD, PAUT
	$t > 40$	TOFD, PAUT, RT-D <sup>1)</sup>
Odlewy ze stopów miedzi	Wszystkie	PAUT, RT-D <sup>1)</sup>
Odkuwki stalowe	Wszystkie	PAUT, RT-D <sup>1)</sup>
Odlewy stalowe	Wszystkie	PAUT, RT-D <sup>1)</sup>
Materiały podstawowe/stale walcowane, stopy aluminium poddane obróbce plastycznej	$t < 6$	RT-D
	$6 \leq t \leq 40$	PAUT, TOFD, RT-D
	$t > 40$	PAUT, TOFD, RT-D <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Stosowane tylko z ograniczeniami, wymaga specjalnej kwalifikacji po akceptacji PRS  
<sup>2)</sup> Badanie ultradźwiękowe materiału anizotropowego przy zastosowaniu metod zaawansowanych będzie wymagało specyficznych procedur i technik. Dodatkowo, może być także wymagane zastosowanie uzupełniających technik i wyposażenia, np. przy użyciu kątowych fal kompresyjnych i/lub głowic fal pelzających do wykrywania wad podpowierzchniowych.

### 3.3 Kwalifikowanie personelu wykonującego badania ANDT

Kwalifikowanie personelu wykonującego czynności objęte tym rozdziałem powinno spełniać wymagania 1.4.

### 3.4 Kwalifikowanie techniki i procedury

#### 3.4.1 Postanowienia ogólne

Stocznia lub wytwórnia powinna przedstawić PRS do wglądu następującą dokumentację:

- Techniczna dokumentacja dotycząca metody ANDT.
- Metodologia i procedura funkcjonowania ANDT, zgodnie z 3.7.
- Wynik symulacji oprogramowania, tam gdzie ma to zastosowanie.

#### 3.4.2 Symulacja oprogramowania

PRS może wymagać symulacji oprogramowania, jeśli ma to zastosowanie w przypadku technik PAUT lub TOFD. Symulacja może obejmować wstępne ustawienia testowe, plan skanowania, obszar pokrycia badaniem, wynikowy obraz pozorowanej wady, itp. W pewnych okolicznościach może być potrzebne lub wymagane przez projekt modelowanie/symulacja pozorowanej wady.

#### 3.4.3 Test kwalifikacyjny procedury

Kwalifikacja procedury systemu ANDT powinna obejmować następujące etapy:

- Przegląd dostępnych danych dotyczących sprawności systemu inspekcyjnego (zdolności wykrywania oraz dokładności wymiarowania wad).
- Identyfikację oraz ocenę istotnych parametrów oraz ich zmienności.
- Planowanie oraz wykonanie programu testowego powtarzalności oraz niezawodności<sup>1)</sup> uwzględniającego demonstrację w miejscu badania.
- Dokumentację wyników programów testujących powtarzalności i niezawodności.

**Uwaga:** <sup>1)</sup> Dane z programu testującego powtarzalności i niezawodności powinny być poddane analizie w zakresie raportu z porównawczego testu bloku kwalifikacyjnego oraz demonstracji w miejscu badania. Blok kwalifikacyjny powinien być zgodny z ASME V Article 14 Mandatory Appendix II UT Performance Demonstration Criteria lub uzgodniony z PRS. Należy stosować co najmniej bloki kwalifikacyjne dotyczące poziomu pośredniego. Bloki kwalifikacyjne poziomu wysokiego należy stosować przy wymiarowaniu rozkładów błędów i należy ocenić dokładne prawdopodobieństwo wykrycia (POD). Demonstracja w miejscu badania powinna odbywać się w obecności inspektora PRS.

#### 3.4.4 Zatwierdzanie procedury

Procedura badania powinna być oceniana w oparciu o wyniki kwalifikacji. Jeśli są zadowalające procedura powinna być zatwierdzona.

#### 3.4.5 Przegląd w miejscu badania

W przypadku spoin testowych, należy przeprowadzić uzupełniające badania NDT na uzgodnionej części spoin, w celu ich porównania z innymi metodami. Alternatywnie, można zastosować inne udokumentowane techniki referencyjne, w celu porównania z wynikami badania ANDT.

Analizy danych należy wykonać według powyższych działań. Tam gdzie ma to zastosowanie, należy ustalić prawdopodobieństwo wykrycia (POD) oraz dokładność wymiarowania.

Jeśli wynik przeglądu inspekcji nie jest zgodny z zatwierdzoną procedurą, inspekcję należy niezwłocznie zawiesić. Należy przeprowadzić dodatkową kwalifikację i demonstrację przeglądu procedury, aby odnieść się do wszelkich niezgodności.

Po wykryciu istotnej niezgodności PRS ma prawo odrzucić wyniki powyższych działań.

### 3.5 Stan powierzchni

**3.5.1** Obszar poddawany badaniu powinien być pozbawiony zgorzeliny, luźnej rdzy, rozprysków spawalniczych, oleju, smaru, brudu lub farby, które mogą mieć wpływ na czułość metody badania.

**3.5.2** Jeśli wymagane jest wykonywanie badania techniką PAUT lub TOFD przez warstwę farby, przydatność i czułość badania należy potwierdzić za pomocą odpowiedniej metody uwzględniania strat przejścia określonej w procedurze. We wszystkich przypadkach gdy straty przejścia przekraczają 12 dB, należy ustalić przyczynę i ponownie przygotować powierzchnie skanowane, jeśli ma to

zastosowanie. Jeśli badanie wykonuje się przez warstwę farby, procedura powinna być kwalifikowana na powierzchni pomalowanej.

**3.5.3** Spełnianie wymagania dotyczącego akceptowalnego wykończenia powierzchni badanej ma na celu dokładne i niezawodne wykrywanie wad. Jeśli w czasie badania spoin powierzchnia badana jest nierówna lub ma inne właściwości, które mogą mieć negatywny wpływ na interpretację wyników badania NDT, spoina powinna być przeszlifowana lub poddana obróbce skrawaniem.

### **3.6 Plan ogólny badania: dobór metody badania NDT**

Stocznia lub wytwórnia powinna planować zakres badania zgodnie z projektem statku, typem statku lub wyposażenia oraz stosowanymi procesami spawania. Należy zwrócić szczególną uwagę na rejonny poddawane wysokim naprężeniom. Zakres badania powinien być zgodny z Przepisami mającymi zastosowanie w odniesieniu do materiału badanej spoiny.

### **3.7 Wymagania dotyczące badania**

#### **3.7.1 Postanowienia ogólne**

**3.7.1.1** Stocznia lub wytwórnia powinny zapewnić, aby personel wykonujący badania NDT lub interpretujący wyniki tych badań był kwalifikowany zgodnie z odpowiednim stopniem, zgodnie z 1.4.

#### **3.7.1.2 Procedury**

.1 Wszystkie badania NDT należy wykonywać zgodnie z procedurą właściwą dla badanego elementu.

.2 Procedury powinny identyfikować badany komponent, określać technikę NDT, stosowane wyposażenie oraz pełen zakres badań, z uwzględnieniem ich ograniczeń.

.3 Procedury powinny uwzględniać wymaganie pozytywnej identyfikacji komponentu oraz stosowania systemu odniesienia lub systemu oznakowania pozwalającego na powtarzalność inspekcji.

.4 Procedury powinny uwzględniać metodę oraz wymagania dotyczące wzorcowania wyposażenia oraz sprawdzeń funkcjonowania, a także zawierać specyficzne arkusze techniczne/plany skanowania badanego komponentu.

.5 Procedury powinny być zatwierdzane przez personel kwalifikowany do stopnia 3 w zakresie odpowiedniej techniki, zgodnie z uznaną normą.

.6 Procedury powinny być poddawane przeglądom przez inspektora PRS.

**3.7.1.3** Metody rozpatrywane w zakresie zastosowania objętym tym rozdziałem określono w 3.2.5.1.

**3.7.1.4** Techniki PAUT powinny być zgodne, co najmniej, z postanowieniami 3.7.2. W zależności od złożoności badanego elementu oraz możliwości dostępu do powierzchni badanych, może być wymagane wykonanie dodatkowych skanów i/lub zastosowanie uzupełniających technik NDT, w celu zapewnienia uzyskania pełnego pokrycia danego obszaru badaniem.

Badanie spoin techniką PAUT powinno obejmować liniowe skanowanie płaszczyzny przetopu oraz inne skanowania określone w specyfikacji tej techniki. Wymagania dotyczące skanu liniowego podano w 3.7.2.2.4.

**3.7.1.5** Techniki TOFD powinny być zgodne, co najmniej, z postanowieniami 3.7.3. W zależności od złożoności badanego elementu oraz możliwości dostępu do powierzchni badanych, może być wymagane wykonanie dodatkowych skanowań i/lub zastosowanie uzupełniających technik NDT, w celu zapewnienia uzyskania pełnego pokrycia danego obszaru badaniem.

**3.7.1.6** Techniki RT-D powinny być zgodne, co najmniej, z postanowieniami 3.7.4. W celu spełnienia wymagań tego rozdziału, technika RT-D zawiera dwie podstawowe metody badań radiograficznych: techniki RT-S oraz RT-CR. Można uwzględnić inne metody (np. radioskopię), jednak muszą one speł-

niać mające zastosowanie wymagania tego rozdziału, a w odniesieniu do innych specyficznych wymagań należy wykazać ich równoważność.

Procedury dotyczące wszystkich metod RT-D powinny zawierać, oprócz wymagań specyficznych, metody kontroli jakości i sprawności detektorów.

Procedury te powinny określać poziom powiększenia, narzędzia stosowane w obróbce końcowej, bezpieczeństwo i przechowywanie obrazów/danych, w celu zapewnienia końcowej oceny i raportowania.

### 3.7.2 Badanie ultradźwiękowe “phased array”

Badanie “phased array” (PAUT) powinno być wykonywane zgodnie z procedurami opartymi na normach PN-EN ISO 13588:2019, PN-EN ISO 18563-1:2015, PN-EN ISO 18563-2:2017, PN-EN ISO 18563-3:2015 oraz PN-EN ISO 19285:2017 lub uznanych normach oraz specyficznych wymaganiach PRS.

#### 3.7.2.1 Informacja wymagana przed badaniem

Należy sporządzić pisemną procedurę, która będzie zawierała następujące informacje minimum według wykazu w Tabeli 3.7.2.1. W przypadku gdy istotna zmienna zmienia wartość, lub zakres wartości, podane w Tabeli, należy ją poddać ponownej kwalifikacji w pisemnej procedurze. W przypadku gdy nieistotna zmienna zmienia wartość, lub zakres wartości, podane w Tabeli, nie jest wymagane ponowne kwalifikowanie tej zmiennej w procedurze. Wszystkie zmiany zmiennych istotnych lub nieistotnych dotyczące wartości, lub zakresu wartości, podanych w pisemnej procedurze, wymagają nowej edycji tej procedury lub zmiany do niej.

**Tabela 3.7.2.1**  
**Wymagania dotyczące procedury PAUT**

Wymaganie	Zmienna istotna	Zmienna nieistotna
Typy materiału lub konfiguracje spoin poddawane badaniu, włącznie z grubością oraz formą wyrobu materiału (odlewy, odkuwki, rury, płyty, itp.)	X	–
Powierzchnie, z których przeprowadza się badania	X	–
Techniki badań (wiązka prosta, wiązka kątowa, kontakt i/lub zagłębienie)	X	–
Kąty oraz rodzaje propagacji fali w materiale	X	–
Typ przyrządu, częstotliwość, rozmiar i liczba elementów, wymiary i kształt skoku i szczeliny	X	–
Zakres ogniskowych (określić płaszczyznę, głębokość oraz ścieżkę sygnału)	X	–
Rozmiar przysłony wirtualnej (tj. liczba elementów, wysokość skuteczna <sup>1)</sup> , oraz szerokość elementu)	X	–
Prawa ogniskowania dla skanu E oraz skanu S (tj. stosowany zakres numerów elementów, stosowany zakres kątów, stopniowa zmiana elementu lub kąta)	X	–
Specjalne przyrządy, kliny, nasadki głowic lub łoża, gdy są stosowane	X	–
Przyrządy ultradźwiękowe	X	–
Wzorcowanie [próbki wzorcowe i techniki wzorcowania]	X	–
Kierunki i zakres skanowania	X	–
Skanowanie (ręczne lub automatyczne)	X	–
Metoda wymiarowania wskazań oraz rozróżniania wskazań geometrycznych od wadliwych	X	–
Komputerowe pozyskiwanie danych, jeśli stosowane	X	–
Obszar objęty skanowaniem (tylko zmniejszenie)	X	–
Wymagania dotyczące wykonawstwa personelu	X	–
Poziomy badania, poziomy akceptacji i/lub poziomy zapisywania	X	–
Wymagania dotyczące kwalifikowania personelu	–	X
Stan powierzchni (powierzchnia badania, próbki wzorcowe)	–	X
Ośrodek sprzęgający (marka lub typ)	–	X
Technika czyszczenia po badaniu	–	X
Wyposażenie automatycznego sygnału alarmowego i/lub rejestrujące, jeśli ma zastosowanie	–	X
Zapisy, włącznie z minimalnymi danymi dot. wzorcowania (np. ustawienia przyrządu)	–	X
Zagadnienia środowiskowe i bezpieczeństwa	–	X

<sup>1)</sup> Wysokość skuteczna – odległość od zewnętrznej krawędzi pierwszego do ostatniego elementu stosowanego w prawie ogniskowania

### **3.7.2.2 Badanie**

#### **3.7.2.2.1 Poziomy badania**

Poziomy badania podane w procedurze badania powinny być zgodne z uznanymi normami przyjętymi przez Towarzystwo klasyfikacyjne. W normie PN-EN ISO 13588:2019 podano cztery poziomy badania, z których każdy odpowiada różnemu prawdopodobieństwu wykrycia wady.

#### **3.7.2.2.2 Badania spoin**

Badania spoin powinny być zgodne z normą PN-EN ISO 13588:2019 oraz dodatkowymi specjalnymi wymaganiami tego rozdziału.

#### **3.7.2.2.3 Badania materiału**

Badania materiału powinny być zgodne co najmniej z wymaganiami 3.2.1.

#### **3.7.2.2.4 Objętość poddawana inspekcji**

Cel badania powinien być określony przez procedurę badania. W oparciu o to należy ustalić objętościowy zakres badania.

Należy przedstawić plan skanowania. Plan ten powinien przedstawiać obszar pokrycia wiązką, grubość spoiny oraz jej geometrię.

Jeśli ocena wskazań oparta jest jedynie na amplitudzie, wymagane jest aby skan "E" (lub liniowy) był stosowany do skanowania płaszczyzny wtopu spoin, tak aby wiązka sygnału była prostopadła do płaszczyzny wtopu  $\pm 5^\circ$ . Wymaganie to można pominąć, jeśli można wykazać, że skanowanie "S" (lub sektorowe) weryfikuje czy nieciągłości na płaszczyźnie wtopu mogą być wykryte i zwymiarowane, przy zastosowaniu ustalonej procedury (uwaga: wykazanie to powinno wykorzystywać próbki wzorcowe zawierające odpowiednie reflektory w miejscu strefy wtopu).

#### **3.7.2.2.5 Próbki wzorcowe**

W zależności od poziomu badania należy stosować próbkę wzorcową w celu ustalenia adekwatności badania (tj. obszaru pokrycia, czułości). Projekt i wytwarzanie próbek wzorcowych powinno być zgodne z normą PN-EN ISO 13588:2019 lub uznanymi równoważnymi normami oraz specyficznymi wymaganiami PRS.

#### **3.7.2.2.6 Ocena wskazania**

Wskazania wykryte przy stosowaniu procedury badania powinny być poddane ocenie w odniesieniu do długości i szerokości lub długości i maksymalnej amplitudy. Ocena wskazania powinna być zgodna z normą PN-EN ISO 19285:2017 lub normami uznanymi oraz specyficznymi wymaganiami PRS. Techniki wymiarowania obejmują poziomy referencyjne, wzmocnienie skorygowane (TCG), odległość-wzmocnienie-rozmiar (DGS) oraz technikę spadku o 6 dB. Technikę spadku o 6 dB należy stosować jedynie do pomiaru wskazań większych niż szerokość wiązki.

### **3.7.3 Technika dyfrakcyjna czasu przejścia (TOFD)**

Technika TOFD powinna być wykonywana zgodnie z procedurą opartą na normach PN-EN ISO 10863:2011 oraz ISO 15626:2018 lub na normach uznanych oraz specyficznych wymaganiach PRS.

#### **3.7.3.1 Informacje wymagane przed badaniem**

Należy sporządzić pisemną procedurę zawierającą następujące informacje zawarte w Tabeli 3.7.3.1. W przypadku gdy istotna zmienna zmienia wartość, lub zakres wartości, podane w Tabeli, należy ją poddać ponownej kwalifikacji w pisemnej procedurze. W przypadku gdy nieistotna zmienna zmienia wartość, lub zakres wartości, podane w Tabeli, nie jest wymagane ponowne kwalifikowanie tej zmiennej w procedurze. Wszystkie zmiany zmiennych istotnych lub nieistotnych dotyczące wartości, lub zakresu wartości, podanych w pisemnej procedurze, wymagają nowej edycji tej procedury lub zmiany do niej,



**Tabela 3.7.3.1**  
**Wymagania dotyczące procedury TOFD**

Wymagania	Zmienna istotna	Zmienna nieistotna
Konfiguracje spoin poddawane badaniu, włącznie z grubością oraz formą wyrobu materiału (odlewy, odkuwki, rury, płyty, itp.)	X	–
Powierzchnie, z których przeprowadza się badania	X	–
Kąty propagacji fali w materiale	X	–
Typ przyrządu pomiarowego, częstotliwość, rozmiar i kształt elementów	X	–
Specjalne przyrządy pomiarowe, kliny, nasadki głowic lub łoża, gdy są stosowane	X	–
Przyrząd ultradźwiękowy i oprogramowanie	X	–
Wzorcowanie [próbki wzorcowe i techniki wzorcowania]	X	–
Kierunki i zakres skanowania	X	–
Skanowanie (ręczne lub automatyczne)	X	–
Odstęp próbkowania danych (tylko zwiększenie)	X	–
Metoda wymiarowania wskazań oraz rozróżniania wskazań geometrycznych od wadliwych	X	–
Komputerowe pozyskiwanie danych, jeśli stosowane	X	–
Obszar objęty skanowaniem (tylko zmniejszenie)	X	–
Wymagania dotyczące wykonawstwa personelu, jeśli istnieją	X	–
Poziomy badania, poziomy akceptacji i/lub poziomy zapisywania	X	–
Wymagania dotyczące kwalifikowania personelu	–	X
Stan powierzchni (powierzchnia badania, próbki wzorcowe)	–	X
Ośrodek sprzęgający (marka lub typ)	–	X
Technika czyszczenia po badaniu	–	X
Wyposażenie automatycznego sygnału alarmowego i/lub rejestrujące, jeśli ma zastosowanie	–	X
Zapisy, włącznie z minimalnymi danymi dot. wzorcowania (np. ustawienia przyrządu)	–	X
Zagadnienia środowiskowe i bezpieczeństwa	–	X

### 3.7.3.2 Badanie

#### 3.7.3.2.1 Poziomy badania

Poziomy badania podane w procedurze badania powinny być zgodne z uznanymi normami przyjętymi przez Towarzystwo klasyfikacyjne. W normie PN-EN ISO 10863:2011 podano cztery poziomy badania, z których każdy odpowiada różnemu prawdopodobieństwu wykrycia wady.

#### 3.7.3.2.2 Objętość poddawana inspekcji

Cel badania powinien być określony przez procedurę badania. W oparciu o to należy ustalić objętościowy zakres badania.

Należy przedstawić plan skanowania. Plan ten powinien uwidaczniać umiejscowienie głowic, obszar pokrycia wiązką, grubość spoiny oraz jej geometrię.

**3.7.3.2.3** Ze względu na charakter metody TOFD, istnieje możliwość, że plan skanowania ujawni strefy objętości spoiny, które nie będą pokryte w pełni badaniem TOFD (powszechnie nazywane strefami martwymi, zarówno przy fali bocznej, strefie „back wall”, jak i obu razem). Jeśli plan skanowania ujawni, że te martwe strefy nie są odpowiednio sprawdzane, wówczas należy zastosować skanowanie TOFD i/lub uzupełniające metody NDT, w celu uzyskania pełnego pokrycia badaniem.

### 3.7.4 Radiografia cyfrowa

Radiografię cyfrową wykonuje się zgodnie z procedurą opartą na normie PN-EN ISO 17636-2:2013 oraz normach w niej przywołanych lub na normach uznanych oraz specyficznych wymaganiach PRS.

Wszelkie zmiany do stosowania normy (np. zastosowanie wskaźnika jakości obrazu) powinny być uzgodnione z PRS.

Należy sporządzić pisemną procedurę zawierającą następujące informacje zawarte w Tabeli 3.7.4.

**Tabela 3.7.4**  
**Wymagania dotyczące procedury TOFD**

<b>Requirement</b>
Typy materiału lub konfiguracje spoin poddawane badaniu, włącznie z grubością oraz formą wyrobu materiału (odlewy, odkuwki, rury, płyty, itp.)
<b>Opis systemu digitalizującego:</b>
Wytwórca oraz nr modelu systemu digitalizującego:
Rozmiar fizyczny obszaru użytkowego monitora obrazowego
Pojemność kliszy przyrządu skanującego
Wielkość plamki systemu skanowania
Rozmiar pixela w systemie wyświetlania obrazu określony przez rozdzielczość pionową/poziomą monitora
Natężenie oświetlenia wyświetlacza video
Medium przechowywania danych
<b>Technika digitalizacji:</b>
Stosowana wielkość plamki digitizera (w mikronach)
Technika bezstratnej kompresji danych, jeśli stosowana
Metoda weryfikacji rejestracji obrazu
Operacje przetwarzania obrazu
Czas przeznaczony na weryfikację systemu
<b>Stosowana rozdzielczość przestrzenna:</b>
Czułość kontrastu (uzyskany zakres gęstości)
Stosowany zakres dynamiczny
Przestrzenna liniowość systemu
Typ materiału oraz zakres grubości
Typ źródła lub maksymalny stosowany zakres promieniowania
Typ detektora
Wzorcowanie detektora
Minimalna odległość od źródła do obiektu
Odległość pomiędzy badanym obiektem a detektorem
Wielkość źródła
Plan skanowania obiektu badanego (jeśli ma zastosowanie)
Przyrządy pomiaru jakości obrazu
Wskaźnik jakości obrazu (IQI)
Wskaźnik jakości przesłanego obrazu
Wskaźnik jakości obrazu duplex
Wskaźnik identyfikacji obrazu
Poziomy badania, poziomy akceptacji i/lub poziomy rejestracji
Wymagania dotyczące kwalifikowania personelu
Stan powierzchni
Zapisy, włącznie z zapisywanymi danymi minimum dotyczącymi wzorcowania
Zagadnienia środowiskowe i bezpieczeństwa

### 3.7.4.1.1 Poziomy badania

Dobór poziomu badania wg PN-EN ISO 17636-2:2013, patrz 8.4.

## 3.8 Poziomy akceptacji

### 3.8.1 Postanowienia ogólne

**3.8.1.1** W tym rozdziale przedstawiono poziomy akceptacji stosowane do oceny wyników badań NDT. Dotyczy to co najmniej metod: badanie ultradźwiękowe “phased array” (PAUT), dyfrakcja czasu przejścia (TOFD), radiografia cyfrowa (RT-D).

**3.8.1.2** W celu ułatwienia oceny wskazań w odniesieniu do kryteriów akceptacji może być niezbędne połączenie metod badania.

**3.8.1.3** Kryteria akceptacji każdego materiału i złącza spawanego powinny być zgodne z odpowiednimi *Przepisami PRS*.

### 3.8.2 Badanie ultradźwiękowe “phased array”

#### 3.8.2.1 Badanie spoiny

Tabela 3.8.2.1 pokazuje związki pomiędzy poziomami akceptacji, poziomami badania oraz poziomami jakości.

Poziomy jakości oraz poziomy akceptacji w odniesieniu do badania spoin metodą PAUT powinny być zgodne z normą PN-EN ISO 19285:2017 lub normą uznaną uzgodnioną z PRS.

**Tabela 3.8.2.1**  
**Poziomy akceptacji dotyczące metody PAUT**

Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817:2014	Poziomy badania wg PN-EN ISO 13588:2019	Poziomy akceptacji wg PN-EN ISO 19285:2017
C, D	A	3
B	B	2
Uzgodnienie	C	1
Specjalne zastosowanie	D	Uzgodnienie

#### 3.8.2.2 Badania materiału

Poziomy jakości oraz poziomy akceptacji w odniesieniu do badania materiału metodą PAUT powinny być zgodne z uznaną normą uzgodnioną z PRS.

Poziomy akceptacji dotyczące badań materiału powinny być zgodne co najmniej z odpowiednimi Przepisami PRS.

### 3.8.3 Dyfrakcja czasu przejścia (TOFD)

Tabela 3.8.3 pokazuje związki pomiędzy poziomami akceptacji, poziomami badania oraz poziomami jakości.

Poziomy jakości oraz poziomy akceptacji w odniesieniu do badania spoin metodą TOFD powinny być zgodne z normą PN-EN ISO 15626:2018 lub normą uznaną uzgodnioną z PRS.

**Tabela 3.8.3**  
**Poziomy akceptacji dotyczące metody TOFD**

Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817:2014	Poziomy badania wg PN-EN ISO 10863:2011	Poziomy akceptacji wg PN-EN ISO 15626:2018
B (wysoki)	C	1
C (pośredni)	Co najmniej B	2
D (umiarkowany)	Co najmniej A	3

### 3.8.4 Radiografia cyfrowa

Tabela 3.8.4 pokazuje związki pomiędzy poziomami akceptacji, poziomami badania oraz poziomami jakości.

Poziomy jakości oraz poziomy akceptacji w odniesieniu do badania spoin metodą radiografii cyfrowej powinny być zgodne z normą PN-EN ISO 10675 lub normą uznaną uzgodnioną z PRS.

**Tabela 3.8.4**  
**Poziomy akceptacji dotyczące metody radiografii cyfrowej**

Poziomy jakości wg PN-EN ISO 5817:2014 lub PN-EN ISO 10042:2018	Techniki/poziom badania (klasa) wg PN-EN ISO 17636-2:2013	Poziom akceptacji wg PN- EN ISO 10675-1:2016 oraz PN-EN ISO 10675-2:2017
B (wysoki)	B (klasa)	1
C (pośredni)	B* (klasa)	2
D (umiarkowany)	A (klasa)	3

\*W przypadku badania spoin obwodowych, minimalna liczba ekspozycji może odpowiadać wymaganiom normy PN-EN ISO 17636-2:2013, dla klasy A

### 3.9 Raportowanie

3.9.1 Sprawozdanie z badań powinno zawierać co najmniej następujące informacje:

- .1 przywołanie norm zgodności;
- .2 informacje odnoszące się do badanego obiektu:
  - identyfikacja badanego obiektu,
  - wymiary, włącznie z grubością ścian,
  - typ materiału oraz postać wyrobu,
  - układ geometryczny,
  - umiejscowienie badanych złączy spawanych,
  - oznaczenie procesu spawania i obróbki cieplnej,
  - stan i temperatura powierzchni,
  - etap wytwarzania;
- .3 informacje dotyczące wyposażenia, zgodnie z Tabelą 3.9.1
- .4 informacje dotyczące technologii badania, zgodnie z Tabelą 3.9.1
- .5 informacje dotyczące wyników badań, zgodnie z Tabelą 3.9.1

**Tabela 3.9.1**  
**Informacje wymagane w sprawozdaniu z badań**

Metoda	Informacje dotyczące wyposażenia	Informacje dotyczące technologii badań	Informacje dotyczące wyników badań
1	2	3	4
Wszystkie	Wytwórnia oraz typ przyrządu, włącznie z numerami identyfikacyjnymi, jeśli to wymagane.	1) poziom badania oraz przywołanie pisemnej procedury badania, 2) cel i zakres badania, 3) szczegóły dotyczące układów odniesienia i współrzędnych, 4) metoda i wartości stosowane do ustawień zakresu i czułości, 5) szczegóły dotyczące przetwarzania sygnału oraz ustawienia stopniowania skanowania, 6) ograniczenia dostępu oraz odchylenia od norm, jeśli występują.	1) stosowane kryteria akceptacji, 2) tabularyzowane dane zapisów klasyfikacji, umiejscowienia oraz wielkości właściwych wskazań oraz wyników oceny, 3) wyniki badań, włącznie z danymi dotyczącymi stosowanego oprogramowania, 4) data badania, 5) przywołanie plików danych nieprzetworzonych, 6) data(y) skanowania lub ekspozycji oraz sprawozdania z badań, 7) nazwiska, podpisy oraz świadectwa personelu wykonującego badania.
PAUT	1) wytwórnia, typ, częstotliwość głowic “phased array”, włącznie z numerami i rozmiarami elementów, materiałem i kątami klinów oraz ich numerami identyfikacyjnymi, jeśli wymagane, 2) szczegółowe dane dotyczące próbek wzorcowych z ich numerami identyfikacyjnymi, jeśli wymagane, 3) typ stosowanego środka sprzęgającego.	1) przyrost (skany E) lub przyrost kątowy (skany S), 2) wymiary skoku i szczeliny elementu, 3) ogniskowa (wzorcowanie takie samo jak przy skanowaniu), 4) rozmiar przysłony wirtualnej, tj. liczba elementów oraz ich szerokość, 5) liczby elementów użytych do praw ogniskowania, 6) dokumentacja producenta dotycząca dozwolonego zakresu kąтового klinów, 7) udokumentowane wzorcowanie, wzmocnienie skorygowane (TCG) oraz kompensacja przyrostu kąta, 8) plan skanowania.	1) obrazy “phased array” z co najmniej tych miejsc, w których wykryto odpowiednie wskazania w wersji papierowej, wszystkie obrazy lub dane dostępne w wersji elektronicznej, 2) punkty odniesienia oraz szczegółowe dane dotyczące układu współrzędnych.
TOFD	1) wytwórnia, typ, częstotliwość, wielkość elementu oraz kąty wiązki głowic z numerami identyfikacyjnymi, jeśli wymagane 2) dane dotyczące próbek wzorcowych z numerami identyfikacyjnymi, jeśli wymagane, 3) typ stosowanego środka sprzęgającego	1) dane dotyczące ustawień TOFD, 2) dane dotyczące skanów offsetowych, jeśli wymagane.	Obrazy TOFD z co najmniej tych miejsc, w których wykryto odpowiednie wskazania TOFD.

1	2	3	4
RT-D	1) stosowany system oznaczania, 2) źródło promieniowania, typ i wielkość punktu ogniskowej oraz identyfikacja stosowanego wyposażenia, 3) detektor, ekran i filtry oraz podstawowa rozdzielczość przestrzenna detektora.	1) plan pozycjonowania detektora, 2) stosowane napięcie lampy oraz natężenie lub typ i działanie źródła, 3) czas ekspozycji oraz odległość od źródła do detektora, 4) typ i umiejscowienie wskaźników jakości obrazu, 5) uzyskany i wymagany stosunek sygnału do szumu dla badania RT-S lub uzyskane i wymagane wartości szare oraz/lub stosunek sygnału do szumu dla badania RT-CR, 6) dla RT-S: typ i parametry, takie jak wzmocnienie, czas kliszy, numer kliszy, rozmiar piksela, procedura wzorcowania, 7) dla RT-CR: typ skanera oraz parametry takie jak rozmiar piksela, prędkość skanowania, wzmocnienie, intensywność lasera, wielkość plamki lasera, 8) stosowane parametry przetwarzania obrazu, np. filtrów cyfrowych	Nie ma zastosowania

**3.9.2** Wyniki badania NDT powinny być zapisywane oraz oceniane przez stocznię lub wytwórnię w trybie stałym. Zapisy te powinny być udostępniane inspektorowi.

**3.9.3** Stocznia lub wytwórnia powinny być odpowiedzialne za przegląd, interpretację, ocenę oraz akceptowanie wyników badań NDT. Należy wystawiać sprawozdania stwierdzające zgodność lub niezgodność z kryteriami ustanowionymi w procedurze dotyczącej inspekcji.

**3.9.4** Oprócz powyższych ogólnych wymagań dotyczących raportowania, w sprawozdaniu powinny być podane szczególne wymagania dotyczące wszystkich podanych metod NDT. Te szczególne wymagania zostały określone w mających zastosowanie normach.

**3.9.5** Stocznia lub wytwórnia powinny utrzymywać zapisy z inspekcji przez co najmniej 5 lat.

### 3.10 Nieakceptowalne wskazania i ich naprawy

Wszystkie wskazania (nieciągłości), które wykraczają poza zakres określony w mających zastosowanie kryteriach akceptacji, powinny być klasyfikowane jako wady i powinny być eliminowane i naprawiane zgodnie z mającymi zastosowanie wymaganiami PRS.

### Wykaz zmian obowiązujących od 1 lipca 2021

Pozycja	Tytuł/Temat	Źródło
<a href="#">Rozdział 1</a>	Postanowienia ogólne	UR W33 Rev 1 May 2020, UR W34 New Dec 2019
<a href="#">Rozdział 2</a>	Badania nieniszczące stalowych spoin kadłubów statków	UR W33 Rev 1 May 2020
<a href="#">2.10</a>	Badania nieniszczące na kontenerowcach	UR S33 Rev. 3 section 2, 3
<a href="#">Rozdział 3</a>	Zaawansowane badania nieniszczące materiałów i spoin	UR W34 New Dec 2019
<a href="#">2.5.8</a> <a href="#">2.6.5.2</a> <a href="#">2.9.2</a>	Corrigenda – dodano „lub”	UR W33 Rev1 Corr1 Aug21