



**PRZEPISY**  
**PUBLIKACJA 74/P**

**ZASADY KWALIFIKOWANIA TECHNOLOGII SPAWANIA**

marzec  
2018

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

GDAŃSK

*Publikacja Nr 74/P – Zasady kwalifikowania technologii spawania – marzec 2018 stanowi rozszerzenie wymagań Części IX – Materiały i spawanie, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich.*

*Publikacja ta została zatwierdzona przez Zarząd PRS S.A. w dniu 27 lutego 2018 r. i wchodzi w życie z dniem 1 marca 2018 r.*

© Copyright by Polski Rejestr Statków S.A., 2018

PRS/RP, 02/2018

# SPIS TREŚCI

	Str.
<b>1 Postanowienia ogólne</b> .....	5
1.1 Zakres zastosowania.....	5
1.2 Określenia i definicje .....	5
1.3 Symbole i skróty .....	7
<b>2 Wymagania ogólne</b> .....	7
<b>3 Instrukcje technologiczne spawania</b> .....	7
<b>4 Wykonanie złączy próbnych</b> .....	8
4.1 Wymagania ogólne .....	8
4.2 Przygotowanie złączy próbnych.....	8
4.3 Spawanie złączy próbnych .....	9
<b>5 Badania złączy próbnych</b> .....	9
5.1 Wymagania ogólne .....	9
5.2 Badania nieniszczące .....	11
5.3 Badania niszczące.....	12
5.4 Ocena wyników badań .....	17
5.5 Powtórne badania .....	17
5.6 Powtórne przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania.....	18
<b>6 Zapisy</b> .....	18
<b>7 Zakres kwalifikacji</b> .....	19
7.1 Wymagania ogólne .....	19
7.2 Procesy spawania.....	19
7.3 Typ spoiny .....	20
7.4 Materiał podstawowy.....	20
7.5 Zakresy wymiarów .....	22
7.6 Pozycje spawania .....	24
7.7 Materiały dodatkowe.....	24
7.8 Ciepło wprowadzone .....	25
7.9 Temperatura podgrzewania wstępnego oraz temperatura międzyścigowa.....	26
7.10 Rodzaj prądu spawania .....	26
7.11 Obróbka cieplna po spawaniu .....	26
7.12 Szczegóły wykonania spoin .....	26
<b>Załącznik Nr 1</b> .....	28
<b>Załącznik Nr 2</b> .....	31



## 1 POSTANOWIENIA OGÓLNE

### 1.1 Zakres zastosowania

**1.1.1** Niniejsza *Publikacja* określa zasady kwalifikowania technologii spawania stali spawalnych oraz stopów aluminium przeznaczonych do budowy kadłubów statków oraz innych konstrukcji morskich. Wymagania niniejszej *Publikacji* mają zastosowanie podczas kwalifikowania technologii spawania stali kadłubowych zwykłej i o podwyższonej wytrzymałości, stali o wysokiej wytrzymałości na konstrukcje spawane, spawalnych odkuwek stalowych i odlewów staliwnych, a także stopów aluminium przerobionych plastycznie, spełniających wymagania podane w *Przepisach klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*.

**1.1.2** W niniejszej *Publikacji* nie ujęto wymagań dotyczących procedury kwalifikowania technologii spawania materiałów przeznaczonych do budowy zbiornikowców do przewozu skroplonych gazów; wymagania takie podane są w *Publikacji Nr 48/P – Wymagania dla gazowców*.

**1.1.3** Procedury kwalifikowania technologii spawania materiałów i wyrobów nie ujętych w niniejszej *Publikacji* powinny być przeprowadzane zgodnie z programem prób uzgodnionym z PRS. Program prób przedstawiony do uzgodnienia powinien uwzględniać specyficzne własności tych materiałów i wyrobów oraz wymagania obowiązujących w tym zakresie aktualnych **serii** norm **PN-EN ISO 15614** lub AWS.

**1.1.4** Wszystkie procedury kwalifikowania technologii spawania przeprowadzane po 1 lipca 2007 r. powinny być zgodne z wymaganiami niniejszej *Publikacji*.

**1.1.5** Pozytywnie rozpatrzone przez PRS procedury kwalifikowania technologii spawania przeprowadzone przed 1 lipca 2007 r. nie tracą ważności pod warunkiem, że były zbieżne z technicznymi warunkami niniejszej *Publikacji* lub zostały przeprowadzone zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie normami EN, ISO lub AWS.

### 1.2 Określenia i definicje

*Ciepło wprowadzone (energia liniowa)* – ilość energii cieplnej wprowadzona do materiału spawanego podczas układania jednej jednostki długości ściegu spoiny.

*Grubość spoiny* – grubość spoiny bez nadlewu; dla spoin czołowych jest równa grubości materiału spawanego, dla spoin pachwinowych jest to wysokość trójkąta wpisanego w przekrój poprzeczny spoiny.

*Instrukcja technologiczna spawania (WPS)* – dokument podający szczegóły zmiennych parametrów wymaganych dla określonego zastosowania procesu spawania i zapewniający powtarzalność spełnienia wymagań jakościowych przez złącza spawane wykonane zgodnie z tym dokumentem.

*Kwalifikowanie technologii spawania* – sprawdzanie poprawności technologii spawania zapisanej we wstępnej instrukcji technologicznej spawania (pWPS) poprzez przeprowadzenie określonych badań złącza spawanego wykonanego zgodnie z tą pWPS.

*Materiał podstawowy* – materiał, z którego wykonany jest element poddany procesowi spawania.

*Materiał dodatkowy do spawania* – materiał tworzący spoinę lub umożliwiający jej wykonanie; może to być np. elektroda otulona, pręt, drut, topnik, gaz.

*Niezgodność spawalnicza* – nieciągłość metaliczna w spoinie lub odchylenie od założonej geometrii kształtu spoiny.

*Odcinek próbny* – fragment pobrany ze **złącza próbnego**, z którego wykonuje się próbki do badań.

*Podkładka metalowa (pozostająca)* – element wykonany z metalu, o temperaturze topnienia równej temperaturze topnienia materiału spawanego lub niewiele różniącej się od niej, umieszczony na dolnej powierzchni złącza przygotowanego do spawania. Służy do podtrzymywania ciekłego metalu i ulega nadtopieniu podczas spawania złącza.

*Podkładka metalowa (usuwalna)* – element wykonany z metalu, o temperaturze topnienia znacznie różniącej się od temperatury topnienia materiału spawanego, umieszczony na dolnej powierzchni złącza przygotowanego do spawania. Służy do podtrzymywania ciekłego metalu i nie ulega nadtopieniu podczas spawania złącza.

*Podkładka ceramiczna (usuwalna)* – specjalnie uformowany element ceramiczny służący do podtrzymywania ciekłego metalu oraz formowania lica ściegu granicznego.

*Protokół kwalifikowania technologii spawania (WPQR)* – protokół, który powinien zawierać wszystkie wymagane dane o spawaniu **złącza próbnego** oraz podawać wyniki wszystkich badań pospawanego **złącza próbnego** przeprowadzone podczas procedury kwalifikowania technologii spawania.

*Próbka* – pobrany z odcinka próbnego wycinek złącza spawanego o określonym kształcie i wymiarach służący do przeprowadzenia wymaganych badań niszczących.

*Spoina* – część złącza spawanego składająca się z metalu stopionego w czasie spawania.

*Spawanie jednostronne* – proces spawania, podczas którego całość spoiny wykonuje się tylko z jednej strony złącza spawanego.

*Spoina jednostronna* – spoina będąca wynikiem procesu spawania jednostronnego.

*Spoina jednościegowa* – spoina utworzona przez ułożenie tylko jednego ściegu.

*Spoina wielościegowa* – spoina utworzona przez ułożenie większej niż 1 liczby ściegów.

*Strefa wpływu ciepła (SWC)* – w złączu spawanym strefa metalu nie stopionego przylegającego do spoiny, doznająca zmian własności strukturalnych, fizycznych, mechanicznych itp. pod wpływem ciepła wprowadzonego w czasie spawania.

*Ścieg spoiny* – metal stopiony lub ułożony przy jednym przejściu źródła ciepła.

*Ścieg graniczny* – ścieg, który przy wielościegowym spawaniu układany jest jako pierwszy ścieg w grani.

*Ścieg licowy* – ścieg, który przy wielościegowym spawaniu widoczny jest na powierzchni spoiny po zakończeniu spawania.

*Ścieg wypełniający* – ścieg, który przy wielościegowym spawaniu układany jest po wykonaniu ściegu granicznego.

*Warstwa spoiny* – jeden lub kilka ściegów spoiny ułożonych obok siebie na tym samym poziomie.

*Wstępna instrukcja technologiczna spawania (pWPS)* – instrukcja technologiczna spawania, której poprawność zakłada wytwórnia, ale dla której jeszcze nie została przeprowadzona procedura kwalifikowania technologii spawania.

*Wytwórnia* – stocznia lub inne przedsiębiorstwo wykonujące konstrukcje spawane.

*Złącze próbne* – złącze spawane wykonane w celu zbadania prawidłowości stosowanego procesu spawania lub w celu zbadania własności materiałów użytych do spawania.

### 1.3 Symbole i skróty

- pWPS – wstępna instrukcja technologiczna spawania,
- SWC – strefa wpływu ciepła,
- WPQR – protokół kwalifikowania technologii spawania,
- WPS – instrukcja technologiczna spawania.

## 2 WYMAGANIA OGÓLNE

**2.1** Procedura kwalifikowania technologii spawania przeprowadzana jest w celu sprawdzenia, czy wytwórnia posiada odpowiednie kwalifikacje do prowadzenia prac spawalniczych w oparciu o stosowane instrukcje technologiczne oraz w celu potwierdzenia, że wykonywane zgodnie z tymi instrukcjami złącza spawane spełniają wymagania.

**2.2** Wytwórnia zamierzająca przeprowadzić procedurę kwalifikowania technologii spawania powinna się zwrócić do PRS o przeprowadzenie nadzoru bezpośredniego nad realizacją tej procedury.

**2.3** Procedura kwalifikowania technologii spawania powinna odpowiadać warunkom produkcyjnym wytwórni w zakresie wyposażenia w urządzenia spawalnicze, możliwości prowadzenia prac spawalniczych w halach produkcyjnych lub poza nimi (na zewnątrz), przygotowania brzegów do spawania, czyszczenia materiału przed spawaniem, podgrzewania wstępnego oraz obróbki cieplnej po spawaniu. Wytwórnia podczas procedury kwalifikowania technologii spawania powinna udowodnić i udokumentować, że sprawdzane technologie spawania są odpowiednie do stosowania ich w warunkach produkcyjnych danej wytwórni.

**2.4** Zakwalifikowanie przez PRS danej technologii spawania do stosowania następuje po przeprowadzeniu z wynikiem pozytywnym procedury kwalifikowania tej technologii spawania. Instrukcje technologiczne spawania (WPS) powinny ujmować warunki i parametry spawania, stosowane podczas przeprowadzania procedury kwalifikowania tej technologii spawania.

**2.5** Zakwalifikowanie technologii spawania do stosowania zachowuje ważność tylko przy zachowaniu przez wytwórnię takich samych warunków technicznych i organizacyjnych, jakie były podczas procedury kwalifikowania tej technologii spawania. Zakwalifikowana technologia spawania może być również stosowana w oddziałach wytwórni, o ile podlegają one temu samemu kierownictwu zarządzania jakością oraz temu samemu nadzorowi technicznemu.

## 3 INSTRUKCJE TECHNOLOGICZNE SPAWANIA

**3.1** Wytwórnia zamierzająca przeprowadzić procedurę kwalifikowania technologii spawania powinna opracować instrukcje technologiczne spawania **złączy próbnych**. Instrukcje te są traktowane jako wstępne instrukcje technologiczne spawania (pWPS). Przed przystąpieniem do realizacji procedury wytwórnia powinna uzgodnić te pWPS z PRS.

**3.2** Instrukcja technologiczna spawania (WPS), stosowana dotychczas przez wytwórnię w warunkach produkcyjnych do wytwarzania konstrukcji spawanych, po przeprowadzeniu z wynikiem pozytywnym procedury kwalifikowania zawartej w niej technologii, podczas których traktowano ją jako pWPS, może być po badaniach uznana przez PRS jako WPS. Warunkiem tego jest zgodność zakresu produkcyjnego WPS z zakresem kwalifikacji, wynikającym z warunków podanych w rozdziale 7 niniejszej *Publikacji*.

**3.3** Podczas przeprowadzania procedury kwalifikowania technologii spawania, jeżeli to będzie konieczne, to pWPS może być modyfikowany i poprawiany w zakresie podanych w nim istotnych zmiennych (podanych w PN-EN ISO15614 lub w przyjętym standardzie).

**3.4** Instrukcja technologiczna spawania (WPS), która jest podstawą do wykonywania spawania w warunkach produkcyjnych, powinna określać wszystkie parametry charakteryzujące proces spawania tj. typ procesu spawania oraz właściwe urządzenia, oprzyrządowanie, typ spoiny, przygotowanie brzegów, materiał podkładki, jeśli jest stosowana, rodzaj materiału podstawowego oraz zakres jego grubości, materiał dodatkowy, pozycje spawania, minimalną temperaturę wstępnego podgrzewania, maksymalną dopuszczalną temperaturę międzyściogową, rodzaj gazu osłownego, parametry spawania, obróbkę cieplną po spawaniu, jeśli jest stosowana, inne informacje zależnie od zastosowanej technologii spawania.

**3.5** W przypadku gdy badania **złączy próbných** pospawanych zgodnie z pWPS dały wynik negatywny, to wytwórnia powinna poprawić pWPS i ponownie przedstawić ją Centrali PRS do uzgodnienia. Nowe **złącza próbne** powinny być pospawane zgodnie z nową pWPS.

## 4 WYKONANIE **ZŁĄCZY PRÓBNYCH**

### 4.1 Wymagania ogólne

**4.1.1** Przygotowanie do spawania oraz spawanie **złączy próbných** powinno być zgodne z pWPS oraz odpowiadać warunkom produkcyjnym.

**4.1.2** Każde **złącze próbne** powinno być oznaczone w sposób trwały, np. w prawym górnym rogu. Oznaczenie powinno umożliwić nie budzącą wątpliwości identyfikację każdego **złącza próbnego**.

### 4.2 Przygotowanie **złączy próbných**

**4.2.1** Na **złącza próbne** powinny być zastosowane materiały podstawowe oraz materiały dodatkowe do spawania zgodne z pWPS, a ich gatunek i jakość powinny być potwierdzone świadectwami odbioru. Materiały dodatkowe do spawania powinny posiadać aktualne uznania PRS odpowiedniej kategorii zgodnej z wymaganiami podanymi w *Przepisach klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*.

**4.2.2** Jeżeli podczas procedury kwalifikowania technologii spawania będzie zastosowany materiał dodatkowy do spawania nie uznany przez PRS, to należy rozszerzyć zakres przeprowadzanych badań o badania własności stopiwa, podane w *Przepisach klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*.

**4.2.3** Wymiary **złączy próbných** powinny zapewniać właściwe rozchodzenie się ciepła. Minimalne wymiary **złączy próbných** uzależnione są od stopnia zmechanizowania sprawdzanego procesu spawania. Dla spawania ręcznego lub półautomatycznego minimalna długość **złącza próbnego** wynosi 350 mm, natomiast minimalna szerokość wynosi 300 mm dla **złącza** ze spoiną czołową oraz 150 mm dla **złącza** ze spoiną pachwinową. Dla spawania automatycznego minimalna długość **złącza próbnego** wynosi 1000 mm, a minimalna szerokość 400 mm dla **złącza** ze spoiną czołową oraz 150 mm dla **złącza** ze spoiną pachwinową. Wymiary typowych **złączy próbných** ze spoiną czołową i pachwinową podano w *Załączniku 1*.

**4.2.4** Podczas przygotowywania **złączy próbných** ze spoiną czołową powinna być możliwa identyfikacja kierunku walcowania blach zastosowanych do wykonania tych **złączy**.



**4.2.5** Płyty ze stali kadłubowych o zwykłej lub o podwyższonej wytrzymałości, dla których podstawową wymaganą próbą udarności jest próba na próbkach wzdłużnych, powinny być wycięte tak, aby wykonywana spoina złącza próbnego była prostopadła do kierunku walcowania obu zestawionych płyt.

**4.2.6** Płyty ze stali o wysokiej wytrzymałości, dla których podstawową wymaganą próbą udarności jest próba na próbkach poprzecznych, oraz płyty ze stopów aluminium powinny być wycięte tak, aby wykonywana spoina **złącza próbnego** była równoległa do kierunku walcowania obu zestawionych płyt.

### **4.3 Spawanie złączy próbnych**

**4.3.1** Inspektor PRS po sprawdzeniu zgodności z pWPS przygotowania do spawania **złącza próbnego** stempluje je stemplem PRS.

**4.3.2** Spawanie **złączy próbnych** powinno być wykonywane w obecności inspektora PRS.

**4.3.3** Podczas spawania **złączy próbnych** powinny być zapisywane wartości zastosowanych parametrów spawania.

**4.3.4** Zalecenia podane w uzgodnionej przez PRS wstępnej instrukcji technologicznej spawania (pWPS) powinny być przestrzegane podczas spawania **złączy próbnych**. Jednak jeżeli to będzie konieczne, to podane w pWPS parametry spawania mogą być modyfikowane i poprawiane. W takim przypadku w instrukcji technologicznej spawania (WPS), opracowanej na podstawie przeprowadzonej z wynikiem pozytywnym procedury kwalifikowania technologii spawania, powinny być podane parametry spawania skorygowane podczas spawania **złączy próbnych**.

**4.3.5** W **złączach próbnych** stalowych ze spoiną pachwinową spoinę wykonuje się tylko z jednej strony. W **złączach próbnych** ze stopów aluminium spoinę pachwinową wykonuje się z jednej strony lub z obu stron – w zależności od tego, jak podano w pWPS uzgodnionej z PRS.

**4.3.6** Jeżeli występujące w warunkach produkcyjnych spoiny szczipne oraz miejsca przerywania i ponownego rozpoczęcia procesu są przetapiane bez uprzedniego ich usunięcia, to tak samo należy postępować podczas spawania **złączy próbnych**.

**4.3.7** Dla spoin pachwinowych wykonanych jako jednościegowe, miejsca przerywania i ponownego rozpoczęcia spawania wliczane są w długość spoiny, która poddawana jest badaniom. Położenie tych miejsc na **złączu próbnym** powinno być wyraźnie oznaczone.

## **5 BADANIA ZŁĄCZY PRÓBNYCH**

### **5.1 Wymagania ogólne**

**5.1.1** Program badań **złączy próbnych** należy uzgodnić z Centralą PRS.

**5.1.2** W przypadku kwalifikowania technologii spawania materiałów stosowanych na konstrukcje odbierane według innych wymagań niż podane w *Przepisach* PRS, zakres wymaganych badań może być rozszerzony o dodatkowe badania.

**5.1.3** Każde **złącze próbne** powinno być jednoznacznie oznakowane, tak aby możliwe była jej identyfikowanie.

**5.1.4** Badania **złączy próbných** powinny być przeprowadzane przez laboratoria posiadające aktualne *Świadectwo uznania* lub w obecności inspektora PRS.

**5.1.5** Wyniki wszystkich przeprowadzonych badań **złącza próbnego** powinny być udokumentowane. Protokoły z badań powinny zawierać oznakowanie badanego **złącza**.

**5.1.6** Przed badaniami każde **złącze próbne** powinno być dokładnie oczyszczone z żużli i odprysków oraz powinien być sprawdzony kształt i wymiar spoiny. Na powierzchni lica oraz grani spoiny nie może być śladów szlifowania. Miejsca przzerwania i ponownego rozpoczęcia procesu spawania spoin pachwinowych wykonanych jako jednościegowe powinny być wyraźnie oznaczone.

**5.1.7** Badania nieniszczące wykonanych **złączy próbných** powinny być przeprowadzane przed ich pocięciem. Jeżeli wymagana jest obróbka cieplna po spawaniu, to badania nieniszczące powinny być przeprowadzone po wykonaniu tej obróbki cieplnej.

**5.1.8** Badania nieniszczące **złączy próbných**, pospawanych ze stali o wysokiej wytrzymałości o granicy plastyczności  $R_{eH} \geq 420$  MPa, można wykonywać dopiero po upływie minimum 48 godzin od zakończenia procesu spawania, o ile nie jest przeprowadzana obróbka cieplna po spawaniu.

**5.1.9** Ze **złącza próbnego**, które uzyskało pozytywną ocenę z badań nieniszczących, należy pobrać odcinki próbne, z których wykonywane będą próbki do przeprowadzenia badań niszczących. Kolejność pobierania odcinków próbných podano w *Załączniku 1*. Wycinanie odcinków próbných ze **złącza próbnego** oraz obróbka próbek powinna być prowadzone w taki sposób, aby te procesy nie miały wpływu na wyniki badań.

**5.1.10** Metody badań, którym powinny być poddane wykonane **złącza próbne**, oraz zakresy tych badań w zależności od typu spoiny **złącza próbnego** podano w tabeli 5.1.10.

**Tabela 5.1.10**  
**Badania złączy próbných**

Metody badań	Spoina czołowa BW	Spoina pachwinowa FW
Badanie wizualne (VT) zgodnie z <b>PN-EN ISO 17637</b>	100% długości spoiny	100% długości spoiny
Badania penetracyjne (PT) zgodnie z <b>PN-EN ISO 3452-1</b> lub badania magnetyczno-proszkowe (MT) zgodnie z <b>PN-EN ISO 17638</b>	100% długości spoiny	100% długości spoiny
Badanie radiograficzne (RT) <sup>1)</sup> zgodnie z <b>PN-EN ISO 17636-1</b>	100% długości spoiny	niewymagane
Próba rozciągania próbek poprzecznych zgodnie z <b>PN-EN ISO 4136</b>	2 próbki	niewymagane
Próba rozciągania próbek wzdłużnych ze stopiwa zgodnie z <b>PN-EN ISO 5178</b>	1 próbka <sup>2)</sup>	niewymagane
Próba zginania zgodnie z <b>PN-EN ISO 5173</b>	próba zginania poprzecznego <sup>3)</sup> 4 próbki	niewymagane
Próba udarności <sup>4)</sup> sposobem Charpy`ego zgodnie z <b>PN-EN ISO 148-1</b>	3 lub 5 zestawów po 3 próbki <sup>5)</sup> 6 lub 10 zestawów po 3 próbki <sup>6) 7)</sup>	niewymagane
Próba łamania zgodnie z <b>PN-EN ISO 9017</b>	niewymagane	wymagane
Badania makroskopowe zgodnie z <b>PN-EN ISO 17639</b> oraz próba twardości <sup>8)</sup> metodą Vickersa zgodnie z normą <b>PN-EN ISO 9015-1</b>	1 próbka	2 próbki

<sup>1)</sup> Dla materiałów o grubości  $t \geq 8$  mm badania radiograficzne mogą być zastąpione badaniami ultradźwiękowymi przeprowadzanymi zgodnie z **PN-EN ISO 17640**.

- 2) Wymagana tylko wtedy, gdy do prób został zastosowany materiał dodatkowy do spawania stali nie uznany przez PRS.
- 3) W każdym przypadku jednakowa ilość próbek do rozciągania grani i do rozciągania lica. Dla materiału o grubości  $t \geq 12$  próbę zginania poprzecznego można zastąpić próbą zginania bocznego.
- 4) Próba udarowości wymagana jest dla **złączy próbných** ze stali
- 5) Gdy ilość ciepła wprowadzonego nie przekracza 50 kJ/cm, to 3 zestawy, gdy przekracza 50 kJ/cm, to próbę przeprowadza się na 5 zestawach.
- 6) Podwojenie liczby zestawów wymagane jest, gdy grubość materiału  $t > 50$  mm. W tym przypadku jednakowa ilość zestawów próbek pobierana jest od strony lica i od strony grani.
- 7) Dla spawania jednostronnego liczby dodatkowych zestawów próbek pobieranych od strony grani i miejsce nacięcia karbu powinny być zgodne z Załącznikiem 2.
- 8) Próba twardości wymagana jest dla **złączy próbných** ze stali o  $R_{eH} \geq 355$  MPa.

## 5.2 Badania nieniszczące

### 5.2.1 Badania wizualne

5.2.1.1 Każde **złącze próbne** należy poddać badaniom wizualnym (VT).

5.2.1.2 Badania wizualne oraz ich protokołowanie powinny być zgodne z normą PN-EN ISO 17637.

5.2.1.3 Przy określaniu poziomu jakości **złączy próbných** ze stali obowiązuje norma PN-EN ISO 5817, a w przypadku **złączy próbných** ze stopów aluminium obowiązuje norma PN-EN ISO 10042.

5.2.1.4 Niezgodności powierzchniowe wykonanej **złącza próbnego** nie powinny przekraczać granicznych wymiarów niezgodności spawalniczych dla poziomu jakości B. Poziom jakości C jest dopuszczalny tylko dla niezgodności takich jak:

- nadmierny nadlew spoiny czołowej (502),
- nadmierny nadlew spoiny pachwinowej (503),
- nadmierna grubość spoiny pachwinowej (5214),
- wyciek spoiny czołowej (504).

Podane w nawiasach numery odniesienia dla poszczególnych niezgodności są zgodne z normą PN-EN ISO 6520-1.

### 5.2.2 Badania penetracyjne i magnetyczno-proszkowe

5.2.2.1 Każde **złącze próbne** w celu wykrycia pęknięć powierzchniowych należy poddać badaniom penetracyjnym (PT) lub magnetyczno-proszkowym (MT).

5.2.2.2 Badania penetracyjne oraz ich protokołowanie powinny być zgodne z normą **PN-EN ISO 3452-1**.

5.2.2.3 Badania magnetyczno-proszkowe oraz ich protokołowanie powinny być zgodne z normą **PN-EN ISO 17638**.

5.2.2.4 Przeprowadzone badania nie powinny wykazać obecności pęknięć.

### 5.2.3 Badania radiograficzne i ultradźwiękowe

5.2.3.1 **Złącza próbne** ze spoiną czołową, ocenione pozytywnie na podstawie badań wizualnych (VT) oraz penetracyjnych (PT) lub magnetyczno-proszkowych (MT), należy poddać badaniom radiograficznym (RT). Badania radiograficzne mogą być zastąpione badaniami ultradźwiękowymi (UT), jeżeli grubość materiału **podstawowego** wynosi minimum 8 mm.

**5.2.3.2** Badania radiograficzne powinny być przeprowadzane zgodnie z **PN-EN ISO 17636-1**. Poziom wskaźnik niezgodności wykrywanych w **złączach** próbnych powinien odpowiadać poziomowi akceptacji 1 według normy **PN-EN ISO 10675**.

**5.2.3.3** Badania ultradźwiękowe powinny być przeprowadzane zgodnie z normą **PN-EN ISO 17640**. Poziom akceptacji wskaźnik niezgodności wykrywanych w **złączach** próbnych podczas badań ultradźwiękowych powinien odpowiadać poziomowi akceptacji 2 według normy **PN-EN ISO 11666**.

**5.2.3.4** Protokoły z badań radiograficznych lub ultradźwiękowych powinny podawać poziomy akceptacji wskaźnik niezgodności wykrytych podczas badań tymi metodami.

**5.2.3.5** Przejście z poziomów akceptacji poszczególnych badań metod nieniszczących, którym poddawane są **złącza próbne**, na poziomy jakości złączy podaje norma **PN-EN ISO 17635**.

**5.2.3.6** Wynik badań uważa się za pozytywny, jeśli niezgodności wewnętrzne spoiny badanego **złącza próbnego** nie przekraczają granicznych wymiarów niezgodności spawalniczych dla poziomu jakości B według normy **PN-EN ISO 5817** dla **złączy próbnych** ze stali, a według normy **PN-EN ISO 10042** dla **złączy próbnych** ze stopów aluminium. Poziom jakości C jest dopuszczalny tylko dla niezgodności powierzchniowych takich jak:

- nadmierny nadlew spoiny czołowej (502),
- wyciek spoiny czołowej (504)

Podane w nawiasach numery odniesienia dla niezgodności zgodne są z normą **PN-EN ISO 6520-1**.

## 5.3 Badania niszczące

### 5.3.1 Próba rozciągania

**5.3.1.1** Ze **złącza próbnego** stalowego ze spoiną czołową, które uzyskało pozytywną ocenę z badań niszczących należy pobrać dwie próbki poprzeczne do próby rozciągania złącza spawanego, natomiast ze **złącza próbnego** ze stopu aluminium – jedną próbkę. Próbki należy pobrać prostopadle do wykonanej spoiny, tak aby oś spoiny znajdowała się w środku pomiarowej długości próbki.

**5.3.1.2** Przygotowanie próbek poprzecznych, przeprowadzenie próby ich rozciągania oraz protokołowanie powinny być zgodne z normą **PN-EN ISO 4136**.

**5.3.1.3** Uzyskana podczas próby rozciągania wytrzymałość na rozciąganie złącza ze stali lub ze staliwa dla każdej rozciąganej próbki powinna być nie niższa niż wymagana minimalna wartość wytrzymałości na rozciąganie materiału podstawowego, użytego do wykonania **złącza próbnego**.

**5.3.1.4** Uzyskana podczas próby rozciągania wytrzymałość na rozciąganie złącza ze stopu aluminium nie może być niższa niż wymagana minimalna wartość wytrzymałości na rozciąganie, podana w tabeli 5.3.1.4.

**Tabela 5.3.1.4**  
**Wymagana minimalna wartość wytrzymałości na rozciąganie złącza spawanego ze stopu aluminium**

Oznaczenie numeryczne materiału podstawowego złącza próbnego	Próba wytrzymałości na rozciąganie złącza spawanego $R_m$ [MPa] min.
5754	190
5086	240
5083	275
5383	290
5456	290
5059	330
6005A	170
6061	170
6082	170

**5.3.1.5** Jeżeli złącze próbne ze spoiną czołową zostało wykonana z dwóch różnych materiałów podstawowych, to uzyskana wytrzymałość na rozciąganie złącza powinna spełniać wymagania dla materiału podstawowego o niższej wytrzymałości na rozciąganie.

**5.3.1.6** Jeżeli do spawania złącza próbnego ze stali lub staliwa ze spoiną czołową zastosowano materiał dodatkowy do spawania nie uznany przez PRS, to należy dodatkowo pobrać ze spoiny jedną wzdłużną próbkę okrągłą do próby rozciągania stopiwa.

**5.3.1.7** W przypadku zastosowania do wykonania złącza próbnego więcej niż jednego procesu spawania lub różnych typów materiałów dodatkowych, należy pobrać próbki wzdłużne do rozciągania z poszczególnych obszarów spoiny. Nie dotyczy to przypadku, gdy inny proces lub inny materiał dodatkowy został zastosowany tylko do ułożenia ściegu graniowego.

**5.3.1.8** Przygotowanie próbek wzdłużnych, przeprowadzenie próby ich rozciągania oraz protokołowanie powinny być zgodne z normą **PN-EN ISO 5178**.

**5.3.1.9** Określone w wyniku próby rozciągania próbek wzdłużnych własności mechaniczne dla każdej rozciąganej próbki powinny być nie niższe niż ich minimalne wartości wymagane dla stopiwa właściwej kategorii materiałów dodatkowych do spawania.

## **5.3.2 Próba zginania**

**5.3.2.1** Ze złącza próbnego ze spoiną czołową, które uzyskało pozytywną ocenę z badań niszczących należy pobrać cztery próbki do próby zginania poprzecznego: dwie próbki do próby zginania poprzecznego z rozciąganiem grani oraz dwie próbki do próby zginania poprzecznego z rozciąganiem lica.

**5.3.2.2** W przypadku złączy próbnych wykonanych z dwóch różnych materiałów podstawowych, próbki poprzeczne mogą być zastąpione przez cztery próbki wzdłużne: dwie próbki do próby zginania wzdłużnego z rozciąganiem grani oraz dwie próbki do próby zginania wzdłużnego z rozciąganiem lica.

**5.3.2.3** Przed przeprowadzeniem próby zginania należy określić kształt spoiny oraz jej umiejscowienie, lekko nadtrawiając powierzchnię próbek.

**5.3.2.4** Dla **złącza próbnego** z materiału o grubości  $t > 12$  mm próbę zginania poprzecznego można zastąpić próbą zginania bocznego czterech próbek.

**5.3.2.5** Przygotowanie wszystkich próbek oraz protokołowanie badań powinno być zgodne z normą **PN-EN ISO 5173**.

**5.3.2.6** Średnica,  $d$ , trzpienia gnącego zastosowanego podczas prób zginania dla próbek pobranych z **złączy próbnych** wykonanych ze stali kadłubowych o zwykłej lub o podwyższonej wytrzymałości powinna wynosić:  $d = 4t$ .

**5.3.2.7** Średnica,  $d$ , trzpienia gnącego zastosowanego podczas prób zginania dla próbek pobranych ze **złączy próbnych** wykonanych ze stali o wysokiej wytrzymałości o granicy plastyczności  $R_{eH}$ : 420, 460, 500 MPa powinna wynosić  $d = 5t$ . Dla próbek pobranych ze **złączy próbnych** wykonanych ze stali o wysokiej wytrzymałości o granicy plastyczności  $R_{eH}$ : 550, 620, 690 MPa powinna wynosić  $d = 6t$ .

**5.3.2.8** Średnica trzpienia gnącego,  $d$ , zastosowanego podczas prób zginania próbek pobranych ze **złączy próbnych** wykonanych ze stopów aluminium, zależy od wydłużenia procentowego  $A$  materiału podstawowego, z którego wykonano **złącze próbne** oraz od grubości próbki przygotowanej do próby zginania,  $t_s$ . Jeżeli **złącze próbne** wykonano spawając dwa różne stopy aluminium, to do obliczenia średnicy trzpienia gnącego przyjmuje się  $A$  materiału, którego wydłużenie procentowe ma mniejszą wartość. Średnicę trzpienia gnącego należy określić z podanej zależności:

$$d = \frac{100 \times t_s}{A} - t_s$$

**5.3.2.9** Kąt zgięcia dla wszystkich próbek wynosi  $180^\circ$ . Wynik próby zginania uznaje się za pozytywny, jeżeli po zgięciu próbki do  $180^\circ$  po rozciąganej stronie próbki nie występują pęknięcia o długości  $\geq 3$  mm. Powstałe podczas próby zginania pęknięcia przy krawędziach próbki powinny być każdorazowo zbadane. Pęknięcia przy krawędziach próbki mogą być pominięte, jeśli przyczyną ich powstania nie były wady złącza.

### 5.3.3 Próba udarności

**5.3.3.1** Wymiary próbek oraz prowadzenie badania powinny być zgodne z **PN-EN ISO 148-1**.

**5.3.3.2** Sposób pobrania próbek podano w *Załączniku 1*. Próbę udarności przeprowadza się na próbkach typu Charpy V, pobranych poprzecznie do spoiny w odległości 1 do 2 mm poniżej płaszczyzny materiału podstawowego.

**5.3.3.3** Karb kształtu V powinien być nacinany prostopadle do powierzchni **złącza próbnego**. Miejsca nacięcia karbu dla poszczególnych zestawów 3 próbek to zawsze środek spoiny, linia wtopienia, strefa wpływu ciepła w odległości 2 mm od linii wtopienia, a jeżeli wymagane jest 5 zestawów to dodatkowo w strefie wpływu ciepła w odległości 5 mm oraz 10 mm od linii wtopienia. Usytuowanie próbek w złączu, w tym także zestawów próbek dodatkowych, oraz miejsca nacięcia karbu dla poszczególnych zestawów próbek podano w *Załączniku 2*.

**5.3.3.4** jeżeli **złącze próbne** ze spoiną czołową jest wykonana ze stali różniących się kategorią lub poziomem granicy plastyczności, to próbki do próby udarności powinny być pobrane od strony stali o niższych własnościach, tj. niższej kategorii lub o niższym poziomie granicy plastyczności. Temperatura badania oraz wyniki uzyskanej wartości pracy łamania powinny spełniać wymagania dla stali o niższych własnościach.

**5.3.3.5** W przypadku zastosowania do wykonania **złącza próbnego** więcej niż jednego procesu spawania lub różnych typów materiałów dodatkowych, próbki do próby udarności powinny być pobrane z poszczególnych obszarów spoiny. Nie dotyczy to przypadku, gdy inny proces lub inny materiał dodatkowy został zastosowany tylko do ułożenia pierwszego ściegu lub ściegu granicznego.

**5.3.3.6** W razie konieczności przeprowadzenia próby udarności na próbkach o mniejszej szerokości, ich wymiary i badanie powinny być zgodne z **PN-EN ISO 148-1**.

**5.3.3.7** Temperaturę badania oraz minimalną średnią wartość pracy łamania, wymaganą dla **złączy próbnych** wykonanych z poszczególnych kategorii stali kadłubowych o zwykłej i o podwyższonej wytrzymałości, podano w tabeli 5.3.3.7.

**5.3.3.8** Temperatura badania oraz minimalna średnia wartość pracy łamania, wymagane dla **złączy próbnych** wykonanych z poszczególnych kategorii stali wysokiej wytrzymałości, powinny odpowiadać wymaganiom dla materiału podstawowego podanym w *Przepisach klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*.

**Tabela 5.3.3.7**  
**Próba udarności złączy próbnych ze spoiną czołową, wykonanych ze stali kadłubowych o zwykłej lub o podwyższonej wytrzymałości, dla grubości  $t \leq 50$  mm** <sup>1) 2)</sup>

Kategoria stali <b>złącza próbnego</b>	Temperatura badania [°C]	Minimalna średnia wartość pracy łamania z trzech próbek [J]		
		Dla złączy wykonanych ręcznie lub półautomatycznie		Dla złączy wykonanych automatycznie
		Pozycja spawania		
		Podolna PA Naścienna PC Sufitowa PE	Pionowa z dołu do góry PF oraz z góry na dół PG	
A <sup>3)</sup>	20	47	34	34
B <sup>3)</sup> , D	0			
E	-20			
AH32, AH36	20			
DH32, DH36	0			
EH32, EH36	-20			
FH32, FH36	-40			
AH40	20	39	39	39
DH40	0			
EH40	-20			
FH40	-40			

**Uwagi:**

- 1) Dla grubości powyżej 50 mm wymagania dla próby udarności powinny być uzgodnione z PRS.
- 2) Te wymagania mają zastosowanie do próbek pobranych z **złączy próbnych**, w których wykonana spoina czołowa jest prostopadła do kierunku walcowania materiału podstawowego.
- 3) Dla stali kategorii A oraz B wymagana minimalna średnia wartość pracy łamania dla próbek z karbem naciętym w linii wtopienia oraz z karbem naciętym w strefie wpływu ciepła to 27 J.

### 5.3.4 Badania makroskopowe

**5.3.4.1** Z każdego złącza próbnego ze spoiną czołową zawsze powinna być pobrana jedna próbka do badań makroskopowych. Z każdego złącza próbnego ze spoiną pachwinową należy pobrać dwie takie próbki.

**5.3.4.2** Jedna z powierzchni próbki do badań makroskopowych powinna być tak przygotowana i wytrawiona, żeby wyraźnie widoczne były: spoina, linia wtopienia, strefa wpływu ciepła oraz materiał podstawowy. Próbka do badań makroskopowych powinna obejmować także obszar materiału podstawowego po około 10 mm poza strefą wpływu ciepła z obu stron spoiny.

**5.3.4.3** Pobieranie próbek i protokołowanie wyników badań makroskopowych powinny być zgodne z normą PN-EN ISO 17639.

**5.3.4.4** Wynik badań makroskopowych uważa się za pozytywny, jeśli spoina ma regularny kształt, pełen przetop między poszczególnymi ściegami spoiny oraz między spoiną a materiałem podstawowym oraz brak takich niezgodności jak pęknięcia, przyklejenia itp. Niezgodności wewnętrzne badanego złącza nie powinny przekraczać granicznych wymiarów niezgodności spawalniczych dla poziomu jakości B dla złączy ze stali według normy PN-EN ISO 5817, a dla złączy ze stopów aluminium – według normy PN-EN ISO 10042.

### 5.3.5 Próba twardości

**5.3.5.1** Próba twardości wymagana jest dla złączy próbnych ze stali o minimalnej granicy plastyczności  $R_{eH} \geq 355$  MPa.

**5.3.5.2** Pomiar twardości powinien być przeprowadzany metodą Vickersa HV10.

**5.3.5.3** Położenie linii pomiarowych, umiejscowienie poszczególnych odcisków oraz protokołowanie pomiarów powinny być zgodne z wymaganiami normy PN-EN ISO 9015-1, a sposób przeprowadzania pomiaru twardości powinien być zgodny z normą PN-EN ISO 6507-1.

**5.3.5.4** Odciski pomiaru twardości powinny być wykonane w spoinie, strefie wpływu ciepła oraz w materiale podstawowym. Pomiar twardości powinny być wykonane przynajmniej na dwóch liniach pomiarowych. Na każdej linii pomiarowej powinny być minimum 3 odciski w spoinie, w każdej strefie wpływu ciepła (po obu stronach spoiny) oraz po 3 odciski w materiale podstawowym (po obu stronach spoiny).

**5.3.5.5** Pomierzona twardość nie może przekroczyć niżej podanych wartości: 350 HV10 dla stali o minimalnej granicy plastyczności  $R_{eH} \leq 420$  MPa oraz 420 HV10 dla stali o granicy plastyczności  $420 \text{ MPa} < R_{eH} \leq 690$  MPa.

### 5.3.6 Próba łamania

**5.3.6.1** Dla każdego złącza próbnego ze spoiną pachwinową należy przeprowadzić próbę łamania. Próba przeprowadzana jest w celu wykrycia wewnętrznych niezgodności spoiny pachwinowej, takich jak pęknięcia, pory i pęcherze gazowe, wtrącenia niemetaliczne, przyklejenia i niepełny przetop.

**5.3.6.2** Przeprowadzenie próby oraz jej protokołowanie powinny być zgodne z wymaganiami normy PN-EN ISO 9017. Należy poddać badaniom, metodą wizualną, przełom spoiny.



**5.3.6.3** Wynik badań uważa się za pozytywny, jeśli niezgodności wewnętrzne ujawnione na przełomie badanego **złącza próbnego** nie przekraczają wymiarów granicznych niezgodności spawalniczych dla poziomu jakości B: dla złączy ze stali według normy PN-EN ISO 5817, a dla złączy ze stopów aluminium według normy PN-EN ISO 10042.

## 5.4 Ocena wyników badań

**5.4.1** Ogólna ocena badań zostaje ustalona jako pozytywna, jeśli jednocześnie wyniki wszystkich przeprowadzonych badań **złącza próbnego** były pozytywne.

**5.4.2** Wyniki przeprowadzonej procedury kwalifikowania technologii powinny być ujęte w protokole kwalifikowania technologii spawania (WPQR).

## 5.5 Powtórne badania

**5.5.1** Jeżeli przeprowadzone badania wizualne lub inne badania nieniszczące pospawanego **złącza próbnego** wykazały niezgodności spawalnicze nie spełniające wymagań, to dopuszcza się pospawanie dodatkowego **złącza próbnego**, które powinno być poddane takim samym badaniom. Jeżeli badania dodatkowego **złącza próbnego** nie spełnią wymagań, oznacza to, że pWPS opracowany jest niewłaściwie i nie nadaje się do stosowania, a więc wymaga przeprowadzenia korekty i ponownego opracowania.

**5.5.2** Dodatkowe próbki do powtórnych badań niszczących powinny być pobierane z badanego **złącza próbnego**, jeżeli jego długość jest wystarczająca. Jeżeli długość badanego **złącza próbnego** jest niewystarczająca do pobrania dodatkowych próbek, to powinno być pospawane dodatkowe **złącze próbne** zgodnie z tym samym pWPS.

**5.5.3** Jeżeli podczas badań niszczących uzyskano wynik negatywny badanej próbki, którego przyczyną była wada w spoinie, to dopuszcza się wykonanie dwóch dodatkowych próbek za każdą jedną wadliwą. Dodatkowe próbki powinny być pobrane z badanego **złącza próbnego**, jeżeli jego długość jest wystarczająca lub z nowego **złącza**, dodatkowo pospawanego, oraz poddanego takim samym badaniom. Jeżeli badania któreś z dodatkowych próbek nie spełnią wymagań, to oznacza, że pWPS opracowany jest niewłaściwie i nie nadaje się do stosowania, a więc wymaga przeprowadzenia korekty i ponownego opracowania.

**5.5.4** Jeżeli podczas próby rozciągania badana próbka nie spełniła wymagań, to dopuszcza się przeprowadzenie badań na dwóch dodatkowych próbkach. Wynik powtórnych badań jest pozytywny, jeżeli obie dodatkowe próbki spełnią wymagania. Jeżeli choć jedna z nich nie spełni wymagań, wynik badań jest negatywny.

**5.5.5** Jeżeli w wyniku przeprowadzonej próby udarności kompletu trzech próbek średnia wartość pracy łamania nie spełnia wymagań lub dla więcej niż jednej próbki uzyskana praca łamania jest niższa od wymaganej wartości średniej lub dla jednej z próbek uzyskana praca łamania jest niższa niż 70% wymaganej wartości średniej, to dopuszcza się przeprowadzenie próby udarności na dodatkowym komplecie trzech próbek. Wyniki próby udarności dodatkowych próbek sumuje się z wynikami próbek poprzednio zbadanych i oblicza się średnią z sześciu zbadanych próbek. Wynik powtórnej próby udarności jest pozytywny, jeżeli nowa średnia wartość pracy łamania spełnia wymagania oraz jednocześnie dla nie więcej niż dwóch próbek wartość pracy łamania jest niższa od wymaganej średniej, oraz dla nie więcej niż jednej próbki uzyskana praca łamania jest niższa niż 70% wymaganej wartości średniej.

**5.5.6** Jeżeli podczas próby twardości jeden wynik pomiaru twardości przekroczy dopuszczalną maksymalną wartość, to dopuszcza się przeprowadzenie dodatkowej próby twardości na odwrotnej powierzchni tej samej próbki, po odpowiednim jej przeszlifowaniu. Wynik powtórnej próby twardości jest pozytywny, jeżeli żaden z dodatkowo wykonanych pomiarów twardości nie przekracza dopuszczalnej maksymalnej wartości.

## 5.6 Powtórne przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania

**5.6.1** W przypadku, gdy badania **złącza próbnego** pospawanego zgodnie z pWPS dały wynik negatywny, to wytwórnia powinna poprawić pWPS i ponownie przedstawić go PRS do uzgodnienia. Nowa **złącze próbne** powinno być pospawane zgodnie z nowym pWPS.

## 6 ZAPISY

**6.1** Warunki spawania **złączy próbnych** oraz wyniki ich badań powinny być zapisane w protokole kwalifikowania technologii spawania (WPQR), który wypełniany jest przez wytwórnię, która przeprowadza procedurę kwalifikowania tej technologii spawania. WPQR powinien podawać wszystkie istotne szczegóły dotyczące sprawdzanej technologii spawania, które są niezbędne dla opracowania WPS. Zaleca się, aby protokół miał formę zgodną z formą określoną przez właściwą normę przedmiotową.

**6.2** Protokół WPQR z każdej przeprowadzonej procedury kwalifikowania technologii spawania powinien zawierać zestawienie wyników osiągniętych z badań każdej badanej próbki, łącznie z wynikami z badań powtórnych, o ile takie były przeprowadzane. W takim przypadku należy podać szczegóły dotyczące przyczyn, które spowodowały, że w przeprowadzonych badaniach danej własności nie zostały spełnione wymagania podane w rozdziale 5 niniejszej *Publikacji*.

**6.3** Komplet dokumentów z przeprowadzonej procedury kwalifikowania technologii spawania powinien zawierać:

- wstępną instrukcję technologiczną spawania **złącza próbnego** (pWPS),
- kopie świadectw odbioru materiałów podstawowych oraz materiałów dodatkowych zastosowanych do wykonania **złączy próbnych**,
- **zapisy parametrów spawania wykonywanych złączy próbnych**,
- protokoły z wszystkich przeprowadzonych badań **złączy próbnych**,
- protokół kwalifikowania technologii spawania (WPQR).

**6.4** Inspektor PRS, nadzorujący bezpośrednio procedurę kwalifikowania technologii spawania, weryfikuje komplet dokumentów z przeprowadzonej procedury. Jeżeli nie istnieją przyczyny, które mogłyby spowodować niez zaakceptowanie przez niego WPQR oraz wyniki badań są pozytywne, to inspektor potwierdza na protokole WPQR swoim podpisem, opatrzonym datą oraz stemplem, zgodność przedstawionych badań z badaniami rzeczywiście przeprowadzonymi w jego obecności.

**6.5** Protokół kwalifikowania technologii spawania (WPQR) podpisany przez inspektora PRS stanowi podstawę do opracowania przez wytwórnię instrukcji technologicznej spawania (WPS), na bazie pWPS sprawdzonej podczas tej procedury kwalifikowania technologii spawania, w zakresie odpowiadającym zakresowi kwalifikacji określonego zgodnie z zasadami podanymi w rozdziale 7 niniejszej *Publikacji*.

## 7 ZAKRES KWALIFIKACJI

### 7.1 Wymagania ogólne

**7.1.1** Pozytywny wynik przeprowadzonej procedury kwalifikowania technologii spawania stanowi podstawę do ścisłego określenia zakresu możliwości stosowania tej technologii przez wytwórnię. Jeżeli jednocześnie wytwórnia spełni pozostałe wymagania stawiane wytwórni występującej o uznanie do spawania konstrukcji nadzorowanych przez PRS to wytwórnia ta może uzyskać uznanie PRS do stosowania technologii spawania poddanej procedurze kwalifikowania w zakresie odpowiadającym zakresowi kwalifikacji.

**7.1.2** Wszystkie poniżej podane warunki dla poszczególnych elementów określających zakres kwalifikacji są jednakowo ważne i wszystkie powinny być jednocześnie spełnione.

**7.1.3** Zmiany przekraczające zakres kwalifikacji, określony zgodnie z niżej podanymi zasadami, wymagają przeprowadzenia nowej procedury kwalifikowania technologii spawania.

**7.1.4** Ponieważ grunty do czasowej ochrony mają wpływ na jakość spoin pachwinowych, należy to uwzględnić podczas przeprowadzania procedury kwalifikowania technologii spawania. Wykonanie spoin pachwinowych na materiałach pokrytych gruntem do czasowej ochrony uprawnia także do wykonywania spoin pachwinowych na materiałach nie pokrytych gruntem, ale nie odwrotnie.

### 7.2 Procesy spawania

**7.2.1** Zakres kwalifikacji ogranicza się tylko do procesu spawania zastosowanego do wykonania złącza próbnego.

**7.2.2** Oznaczenia cyfrowe najczęściej stosowanych procesów spawania podano w tabeli 7.2.2.

**Tabela 7.2.2**  
**Procesy spawania**

Proces spawania	Oznaczenie procesu wg PN-EN ISO 4063
Ręczne spawanie łukowe elektrodą otuloną	111
Spawanie łukowe drutem proszkowym samoosłonowym	114
Spawanie łukiem krytym drutem elektrodowym litym	121
Spawanie łukiem krytym drutem elektrodowym proszkowym	125
Spawanie drutem elektrodowym litym w osłonie gazu obojętnego	131
Spawanie drutem elektrodowym litym w osłonie gazu aktywnego	135
Spawanie drutem elektrodowym proszkowym o rdzeniu topnikowym w osłonie gazu aktywnego	136
Spawanie drutem elektrodowym proszkowym o rdzeniu metalicznym w osłonie gazu aktywnego	138
Spawanie łukowe elektrodą wolframową w osłonie gazu obojętnego	141
Spawanie plazmowe	15

**7.2.3** Jeżeli złącze próbne pospawano wielościęgowo, to nie dopuszcza się stosowania spawania jednościęgowego. Zmiana sposobu spawania wymaga przeprowadzenia nowej procedury kwalifikowania technologii.

**7.2.4** Uprawnienie do stosowania spawania wieloprocessowego (tj. stosowania kilku procesów spawania do wykonania spoiny) można uzyskać przeprowadzając osobne procedury kwalifikowania technologii spawania dla każdego z procesów spawania. Możliwe jest również uzyskanie takich uprawnień przez przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania, w ramach której do wykonania **złącza próbnego** zastosowane będzie spawanie wieloprocessowe. W takim przypadku badania oraz uprawnienia są ważne tylko do stosowania poszczególnych procesów spawania w kolejności takiej samej, jak podczas spawania **złącza próbnego**.

### 7.3 Typ spoiny

**7.3.1** Generalnie, wykonanie podczas przeprowadzania procedury kwalifikowania technologii spawania **złącza próbnego** ze spoiną czołową uprawnia tylko do wykonywania spoin czołowych, a wykonanie **złącza próbnego** ze spoiną pachwinową – tylko do wykonywania spoin pachwinowych.

**7.3.2** W szczególnych przypadkach, gdy zdecydowana większość spoin wykonywanych w wytwórni to spoiny czołowe, wykonanie **złącza próbnego** ze spoiną czołową podczas przeprowadzenia procedury kwalifikowania technologii spawania uprawnia również do wykonywania spoin pachwinowych w zakresie podanym w podrozdziale 7.5.

### 7.4 Materiał podstawowy

**7.4.1** Przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania stali kadłubowej o zwykłej wytrzymałości uprawnia tylko do spawania, zgodnie z tą technologią, stali kadłubowych o zwykłej wytrzymałości tej samej kategorii, co stal zastosowana do wykonania **złącza próbnego** oraz stali niższych kategorii.

**7.4.2** Przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania stali kadłubowej o podwyższonej wytrzymałości o określonym poziomie granicy plastyczności (minimalna wartość granicy plastyczności) uprawnia do spawania, zgodnie z tą technologią, stali kadłubowych jedynie o tym samym oraz o dwóch kolejnych niższych poziomach granicy plastyczności tej samej kategorii, co stal zastosowana do wykonania **złącza próbnego** oraz niższych kategorii.

**7.4.3** Zakres kwalifikacji do spawania stali kadłubowych o zwykłej oraz o podwyższonej wytrzymałości, w zależności od materiału podstawowego zastosowanego na **złącze próbne**, dla procesów spawania, dla których ciepło wprowadzone nie przekracza wartości 50 kJ/cm, podano w tabeli 7.4.3.

**Tabela 7.4.3**  
**Zakres kwalifikacji do spawania poszczególnych kategorii stali kadłubowych o zwykłej i o podwyższonej wytrzymałości, wynikający z kategorii materiału podstawowego **złącza próbnego****

Stal kadłubowa zastosowana na <b>złącze próbne</b>	Zakres kwalifikacji do spawania stali kadłubowych															
	A	B	D	E	AH 32	DH 32	EH 32	FH 32	AH 36	DH 36	EH 36	FH 36	AH 40	DH 40	EH 40	FH 40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AH 32	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Stal kadmłubowa zastosowana na złącze próbne	Zakres kwalifikacji do spawania stali kadmłubowych															
	A	B	D	E	AH 32	DH 32	EH 32	FH 32	AH 36	DH 36	EH 36	FH 36	AH 40	DH 40	EH 40	FH 40
DH 32	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EH 32	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FH 32	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
AH 36	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
DH 36	X	X	X	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
EH 36	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
FH 36	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-
AH 40	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-
DH 40	-	-	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-
EH 40	-	-	-	-	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	-
FH 40	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Opis  
X wskazuje stal, którą można spawać zbadaną technologią.  
- wskazuje stal, której nie można spawać

**7.4.4** W przypadku kwalifikowania technologii spawania stali kadmłubowej o zwykłej i o podwyższonej wytrzymałości dla procesów spawania, dla których ciepło wprowadzone przekracza wartość 50 kJ/cm, np. spawanie dwuwarstwowe automatyczne łukiem krytym lub w osłonie gazu, spawanie elektrożuźlowe lub elektrogazowe, przeprowadzona procedura uprawnia do stosowania tej technologii tylko dla stali o tym samym oraz o jednym kolejnym niższym poziomie granicy plastyczności, tej samej kategorii, co stal zastosowana do wykonania złącza próbnego oraz jednej kolejnej niższej kategorii.

**7.4.5** Przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania stali o wysokiej wytrzymałości ulepszanej cieplnie, o określonym poziomie granicy plastyczności (minimalna wartość granicy plastyczności), uprawnia tylko do spawania, zgodnie z tą technologią, stali o tym samym oraz o jednym kolejnym niższym poziomie granicy plastyczności, tej samej kategorii, co stal zastosowana do wykonania złącza próbnego oraz niższych kategorii.

**7.4.6** Przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania stali o wysokiej wytrzymałości ulepszanej cieplnie nie uprawnia do stosowania jej do spawania stali o wysokiej wytrzymałości po walcowaniu cieplno-mechanicznym, i na odwrót.

**7.4.7** Przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania odkuwek ze spawalnych stali niestopowych lub stopowych uprawnia do spawania zgodnie z tą technologią odkuwek stalowych o takich samych lub niższych minimalnych własnościach mechanicznych, podanych w *Przepisach klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*, co odkuwki zastosowane do wykonania złącza próbnego.

**7.4.8** Przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania odlewów ze spawalnych stali węglowych uprawnia do spawania zgodnie z tą technologią odlewów staliwnych o takich samych lub niższych minimalnych własnościach mechanicznych, podanych w *Przepisach klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*, co odlewy zastosowane do wykonania złącza próbnego.

**7.4.9** Przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania odkuwek stalowych lub odlewów staliwnych ulepszanych cieplnie nie uprawnia do stosowania tej technologii spawania do spawania odkuwek lub odlewów w innym stanie dostawy i odwrotnie.

**7.4.10** Zakres kwalifikacji do stosowania zbadanej technologii do spawania poszczególnych stopów aluminium zależy od rodzaju stopu aluminium zastosowanego do wykonania **złącza próbnego** podczas procedury kwalifikowania technologii spawania stopów aluminium. Zakres ten podany jest w tabeli 7.4.10.

**Tabela 7.4.10**  
**Zakres kwalifikacji wynikający z rodzaju stopu aluminium złącza próbnego**

Grupa stopu aluminium zastosowanego do wykonania <b>złącza próbnego</b>	Oznaczenie cyfrowe stopu <b>złącza próbnego</b>	Zakres kwalifikacji do spawania stopów aluminium								
		5754	5086	5083	5383	5456	5059	6005A	6061	6082
Mg ≤ 3,5%	5754	X	-	-	-	-	-	-	-	-
4% ≤ Mg ≤ 5,6%	5086	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	5083	X	X	X	-	-	-	-	-	-
	5383	X	X	X	X	X	-	-	-	-
	5456	X	X	X	X	X	-	-	-	-
	5059	X	X	X	X	X	X	-	-	-
Al-Mg-Si	6005A	-	-	-	-	-	-	X	X	X
	6061	-	-	-	-	-	-	X	X	X
	6082	-	-	-	-	-	-	X	X	X

Opis  
X wskazuje stopy aluminium, które można spawać zbadaną technologią.  
- wskazuje stopy aluminium, których spawać nie można.

## 7.5 Zakresy wymiarów

**7.5.1** Procedura kwalifikowania technologii spawania, przeprowadzona na **złączach** próbnych ze stali lub staliwa, których grubość materiału podstawowego wynosiła  $t$ , uprawnia do stosowania tej technologii do spawania materiałów o zakresie grubości podanym w tabeli 7.5.1.

**Tabela 7.5.1**  
**Zakres kwalifikacji do wykonywania spoin czołowych lub spoin pachwinowych, wynikający z grubości materiału spawanego oraz sposobu wykonania spoiny złącza próbnego ze stali**

Grubość materiału podstawowego <b>złącza próbnego</b> $t$ <sup>1)</sup> [mm]	Zakres kwalifikacji [mm]	
	Spoina czołowa dwuwarstwowa lub spoina pachwinowa jednościgowa	Wielościęgowa spoina czołowa lub pachwinowa <sup>2)</sup>
$3 < t \leq 12$	$0,7 t$ do $1,1 t$	3 do $2 t$
$12 < t \leq 100$	$0,7 t$ do $1,1 t$ <sup>3)</sup>	$0,5 t$ do $2 t$ (max.150)

### Uwagi:

- <sup>1)</sup> Dla spawania wieloprosowego grubość  $t$  dzieli się na zaprotokołowane grubości spoin wykonanych poszczególnymi procesami spawania, które stanowią podstawę do indywidualnego określenia zakresu uprawnienia dla każdego z zastosowanych procesów spawania.
- <sup>2)</sup> Dla spoin pachwinowych zakres uznania ma zastosowanie dla obu materiałów podstawowych.
- <sup>3)</sup> Dla procesów spawania, dla których ilość ciepła wprowadzonego przekracza wartość 50 kJ/cm, górna granica zakresu uznania wynosi  $1,0t$ .

**7.5.2** Określone w tabeli 7.5.1 zakresy kwalifikacji do wykonywania wielościęgowych spoin czołowych lub pachwinowych podczas spawania stali określonej grubości  $t$  są jednocześnie zakresami kwalifikacji do wykonywania wielościęgowych spoin czołowych lub pachwinowych o grubości równej grubości materiału podstawowego  $a = t$ .

**7.5.3** Dla spoin pachwinowych jednościęgowych zakres kwalifikacji do wykonywania spoin pachwinowych jednościęgowych podczas spawania stali zależy od grubości spoiny pachwinowej  $a$  wykonanej podczas procedury kwalifikowania technologii spawania. Jest on następujący: od  $0,75a$  do  $1,5a$ .

**7.5.4** Dla pozycji spawania z góry w dół grubość stalowego **złącza próbnego**  $t$  jest górną granicą zakresu kwalifikacji.

**7.5.5** Niezależnie od powyżej podanych warunków, górna granica grubości dla stali będzie ograniczona tylko do grubości  $t$  **złącza próbnego** pospawanego podczas przeprowadzania procedury kwalifikowania technologii spawania, jeżeli trzy wyniki pomiaru twardości w strefie wpływu ciepła będą niższe o mniej niż 25 HV10 od dopuszczalnych maksymalnych wartości twardości HV10 podanych w punkcie 5.3.5.5.

**7.5.6** W przypadku **złącza próbnego** ze spoiną czołową, wykonanego z materiałów podstawowych o różnej grubości, zakres kwalifikacji określany jest zawsze na podstawie grubości cieńszego materiału, natomiast w przypadku **złączy próbnymi** ze spoiną pachwinową na podstawie materiału grubszego.

**7.5.7** Przeprowadzanie procedury kwalifikowania technologii spawania na **złączach** próbnymi ze stopu aluminium ze spoiną czołową, których grubość materiału podstawowego wynosiła  $t$ , uprawnia do stosowania tej technologii w zakresie grubości materiałów, podanym w tabeli 7.5.7.

**Tabela 7.5.7**

**Zakres kwalifikacji do wykonywania spoin czołowych, wynikający z grubości materiału podstawowego lub z grubości spoiny czołowej **złącza próbnego** ze stopu aluminium**

Grubość materiału lub spoiny $t$ [mm]	Zakres kwalifikacji [mm]
$t \leq 3$	$0,5t$ do $2t$
$3 < t \leq 20$	3 do $2t$
$t > 20$	$\geq 0,8t$

**7.5.8** Przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania na **złączach** próbnymi ze stopu aluminium ze spoiną pachwinową o grubości  $a$  uprawnia do wykonywania spoin pachwinowych o grubości podanej w tabeli 7.5.8.

**Tabela 7.5.8**

**Zakres kwalifikacji do wykonywania spoin pachwinowych, wynikający z grubości spoiny pachwinowej **złącza próbnego** ze stopu aluminium**

Grubość spoiny pachwinowej <b>złącza próbnego</b> $a$ [mm]	Zakres kwalifikacji [mm]
$a \leq 10$	$0,75a$ do $1,5a$
$a > 10$	$\geq 7,5$

**7.5.9** W przypadku, gdy wytwórnia uzyska kwalifikacje do stosowania technologii wykonywania spoin pachwinowych na podstawie pozytywnych wyników badań **złącza próbnego** ze spoiną czołową, wykonanego ze stopu aluminium, to grubość spoiny czołowej należy przyjąć jako *a*. W tym wypadku zakres kwalifikacji do wykonywania spoin pachwinowych FW należy również określić zgodnie z tabelą 7.5.8.

## 7.6 Pozycje spawania

**7.6.1** Oznaczenia najczęściej występujących pozycji spawania **złączy próbnych** ze spoinami czołowymi BW lub pachwinowymi FW dla połączeń blach podano w tabeli 7.6.1.

**Tabela 7.6.1**  
**Pozycje spawania złączy złączy próbnych**

Rodzaj <b>złącza próbnego</b>		Pozycja spawania wg PN-EN ISO 6947	
Typ wyrobu	Typ spoiny	Nazwa pozycji	Oznaczenie
Spawanie blach P	Spoina czołowa BW	Podolna	PA
		Naścienna	PC
		Pionowa z dołu do góry	PF
		Pionowa z góry w dół	PG
		Sufitowa	PE
	Spoina pachwinowa FW	Naboczna	PB
		Pionowa z dołu do góry	PF
		Pionowa z góry w dół	PG
		Okapowa	PD

**7.6.2** Zasadniczo uprawnienie ograniczone jest do spawania tylko w tej samej pozycji spawania wg PN-EN ISO 6947, w której spawano **stalowe złącze próbne** podczas przeprowadzania procedury kwalifikowania technologii spawania.

**7.6.3** W celu uzyskania kwalifikacji do spawania daną technologią stali lub staliw w więcej niż jednej (w pełnym zakresie) pozycji należy pospawać jedno **złącze próbne** w pozycji dla której ilości wprowadzonego ciepła jest najwyższa oraz **drugie złącze próbne** w pozycji, dla której ilość wprowadzonego ciepła jest najniższa. Dla przykładu, dla spoin czołowych najwyższa ilość ciepła wprowadzonego jest zwykle podczas spawania w pozycji PF, a najniższa w pozycji PC. Oba **złącza próbne** powinny być poddane wymaganym badaniom.

**7.6.4** Podczas przeprowadzania procedury kwalifikowania technologii spawania stopów aluminium pospawanie **złącza próbnego** w jednej pozycji może wystarczyć do uzyskania uprawnienia także w innych pozycjach, z wyjątkiem pozycji PG (pionowa z góry w dół), jednak pod warunkiem, że parametry spawania stosowane w tych pozycjach spawania są porównywalne.

**7.6.5** W celu uzyskania kwalifikacji do spawania w pozycji PG (pionowa z góry w dół) należy przeprowadzić procedurę kwalifikowania technologii spawania, w których **złącze próbne** będzie spawane w tej pozycji.

## 7.7 Materiały dodatkowe

**7.7.1** Dla procesów spawania stali, dla których ilość ciepła wprowadzonego nie przekracza 50 kJ/cm, stosowana jest zasada, że przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania stali uprawnia do spawania tylko materiałami dodatkowymi do spawania o kategorii identycznej z kategorią materiału dodatkowego, zastosowanego do spawania **złącza próbnego**.



Powinna być zachowana zgodność wszystkich elementów zapisu oznaczenia kategorii, włącznie z zapisami uzupełniającymi podanymi w *Przepisach klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*. Ponadto dla drutów proszkowych oraz topników uzyskuje się uprawnienia tylko do stosowania drutów proszkowych o tym samym typie rdzenia oraz topników tego samego typu, jak materiał dodatkowy, zastosowany do spawania **złącza próbnego**.

**7.7.2** Przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania stopu aluminium uprawnia do stosowania, podczas spawania tych stopów aluminium, materiałów dodatkowych, uznanych przez PRS, o minimalnej wartości wytrzymałości na rozciąganie takiej samej, jak materiał dodatkowy, zastosowany do spawania **złącza próbnego**, lub wyższej.

**7.7.3** Oznaczenia gazów osłonowych podano w tabeli 7.7.3.

**7.7.4** Przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania z zastosowaniem kombinacji drut/gaz uprawnia do stosowania tylko tego gazu osłaniającego (jednoskładnikowego lub mieszanki), w tym również gazu stosowanego jako podkładka formująca grań, jaki był zastosowany podczas spawania **złącza próbnego**.

**Tabela 7.7.3**  
**Składy gazów osłonowych wg PN-EN ISO 14175**

Proces spawania	Oznaczenie gazu	Skład, objętościowo w %				
		CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	Ar	He
135, 136	C1	100	-	-	-	-
	C2	reszta	> 0 do 30	-	-	-
	M11	> 0 do 5	-	> 0 do 5	reszta	-
	M12	> 0 do 5	-	-	reszta	-
	M13	-	> 0 do 3	-	reszta	-
	M14	> 0 do 5	> 0 do 3	-	reszta	-
	M21	> 5 do 25	-	-	reszta	-
	M22	-	> 3 do 10	-	reszta	-
	M23	>5 do 25	> 0 do 8	-	reszta	-
	M31	> 25 do 50	-	-	reszta	-
	M32	-	> 10 do 15	-	reszta	-
	M33	> 5 do 50	> 8 do 15	-	reszta	-
	131, 137,141	I1	-	-	-	100
I2		-	-	-	-	100
I3		-	-	-	reszta	> 0 do 95

## 7.8 Ciepło wprowadzone

**7.8.1** Przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania dopuszcza przekroczenie o 25% ilości ciepła wprowadzonego podczas spawania **złącza próbnego** lub wprowadzenia maksymalnie 55 kJ/cm podczas stosowania tej technologii spawania przez wytwórnę. Jako maksymalną dopuszczalną ilość wprowadzonego ciepła przyjmuje się mniejszą z tych dwóch wartości. Jeżeli jednak są ustalone szczegółowe ograniczenia maksymalnej ilości ciepła wprowadzonego dla konkretnego typu materiału podstawowego, to te ograniczenia należy uwzględnić przy określaniu maksymalnej dopuszczalnej ilości wprowadzonego ciepła.

**7.8.2** Dla procesów spawania, dla których ilość ciepła wprowadzonego przewyższa wartość 50 kJ/cm obowiązuje zasada, że ilość ciepła wprowadzonego podczas spawania **złącza próbnego** może być przekroczona w czasie stosowania tej technologii spawania przez wytwórnię maksymalnie o 10%.

**7.8.3** Najniższa dopuszczalna ilość ciepła wprowadzonego stosowana przez wytwórnię może być niższa maksymalnie tylko o 25% od ilości ciepła wprowadzonego podczas spawania **złącza próbnego**.

## **7.9 Temperatura podgrzewania wstępnego oraz temperatura międzyścięgowa**

**7.9.1** Minimalna temperatura wstępnego podgrzewania nie może być podczas stosowania technologii przez wytwórnię niższa niż temperatura wstępnego podgrzewania, zastosowana na początku wykonywania **złącza próbnego** podczas procedury kwalifikowania technologii spawania.

**7.9.2** Maksymalna wartość temperatury międzyścięgowej nie może być wyższa od najwyższej temperatury międzyścięgowej pomierzonej w czasie spawania **złącza próbnego** podczas procedury kwalifikowania technologii spawania.

## **7.10 Rodzaj prądu spawania**

**7.10.1** Zakres kwalifikacji technologii spawania łukowego jest ograniczone do stosowania podczas spawania tego samego rodzaju prądu i o tej samej biegunowości, jak podczas spawania **złącza próbnego**.

**7.10.2** Zmiana rodzaju prądu spawania (stały, przemienny, pulsacyjny) lub jego biegunowości wymaga przeprowadzenia nowych prób uznaniowych.

## **7.11 Obróbka cieplna po spawaniu**

**7.11.1** Jeżeli podczas przeprowadzania procedury kwalifikowania technologii spawania stali lub staliwa występowała obróbka cieplna po spawaniu, to powinna być ona także stosowana w procesie produkcyjnym. Dopuszczalna temperatura wygrzewania może się różnić od temperatury wygrzewania stosowanej podczas procedury kwalifikowania technologii spawania o nie więcej niż 20°C. Prędkość nagrzewania, prędkość chłodzenia oraz czas wygrzewania w określonej dla tej obróbki temperaturze są funkcją grubości wyrobu.

**7.11.2** Dla stopów aluminium generalnie obowiązuje zasada, że niedopuszczalne jest pomijanie obróbki cieplnej po spawaniu lub jej dodatkowe zastosowanie. Wyjątek stanowią stopy aluminium grupy Al-Mg-Si tzn. 6005A, 6061, 6082, dla których dopuszcza się możliwość stosowania sztucznego starzenia zamiast długotrwałego starzenia naturalnego, nawet gdy podczas przeprowadzania procedury kwalifikowania technologii spawania nie zastosowano tej obróbki cieplnej.

## **7.12 Szczegóły wykonania spoin**

**7.12.1** Wykonanie podczas przeprowadzania procedury kwalifikowania technologii spawania **złącza próbnego** ze spoiną jednościęgową uprawnia do wykonywania tylko spoin jednościęgowych. Podobnie, wykonując **złącze próbne** ze spoiną wielościęgową, można uzyskać uznanie do wykonywania tylko spoin wielościęgowych. Ta sama zasada obowiązuje dla procedury kwalifikowania technologii spawania, gdy spoina czołowa **złącza próbnego** została wykonana dwoma ścięgami, po jednym z każdej strony.

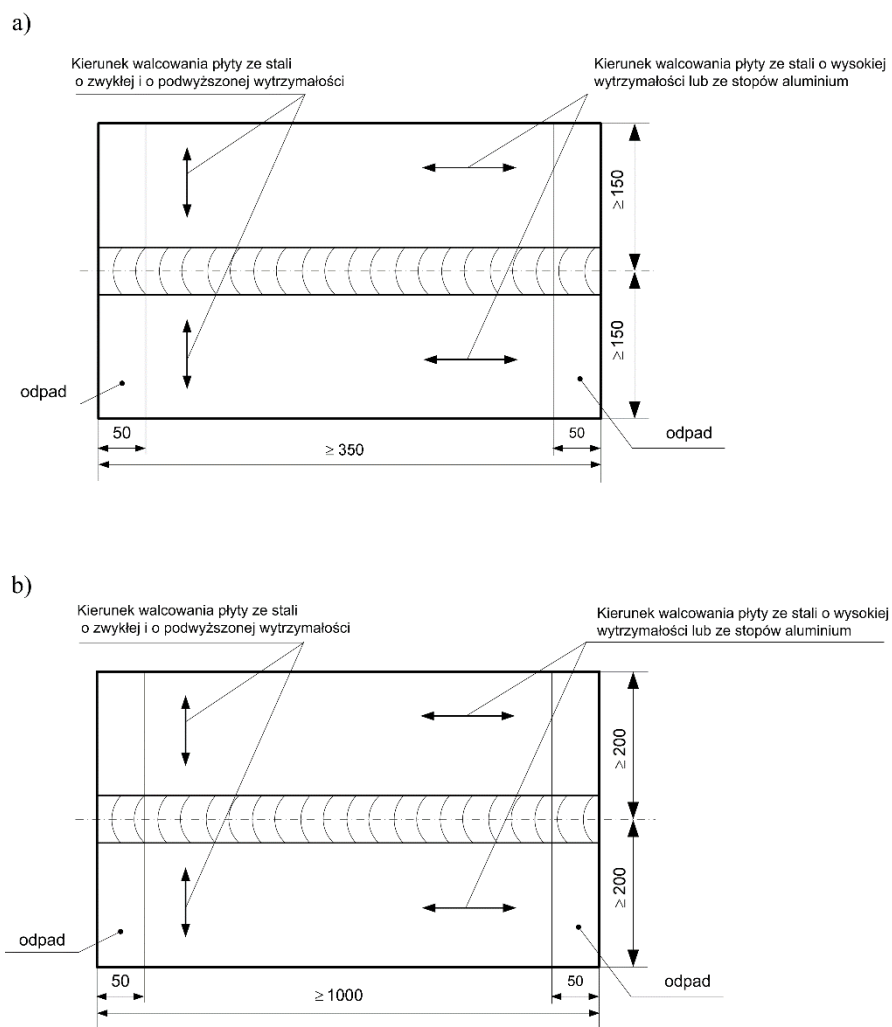
**7.12.2** Warunkiem do uzyskania przez wytwórnę kwalifikacji do spawania jednostronnego lub dwustronnego na podkładkach ceramicznych jest przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania z zastosowaniem podkładek ceramicznych.

**7.12.3** Zakres kwalifikacji w zależności od sposobu wykonania spoiny czołowej **złącza próbnego** podczas przeprowadzania procedury kwalifikowania technologii spawania podano w tabeli 7.12.3.

**Tabela 7.12.3**  
**Zakres kwalifikacji wynikający ze sposobu wykonania spoiny czołowej **złącza próbnego****

Szczegóły dotyczące spoiny czołowej (BW) <b>złącza próbnego</b>	Zakres kwalifikacji do sposobu wykonywania spoin czołowych (BW)					
	spawanie jednostronne bez podkładki	spawanie jednostronne na podkładce		spawanie dwustronne		
		ceramicznej	metalowej	na podkładce ceramicznej	z usunięciem grani	bez usunięcia grani
spawanie jednostronne bez podkładki	X	-	X	-	X	X
spawanie jednostronne na podkładce ceramicznej	-	X	X	X	X	-
spawanie dwustronne na podkładce ceramicznej	-	-	X	X	X	-
spawanie na podkładce metalowej	-	-	X	-	X	-
spawanie dwustronne z usunięciem grani	-	-	X	-	X	-
spawanie dwustronne bez usunięcia grani	-	-	X	-	X	X
Opis X wskazuje kwalifikacje do wykonywania tych spoin, - wskazuje brak kwalifikacji.						

## ZAŁĄCZNIK NR 1

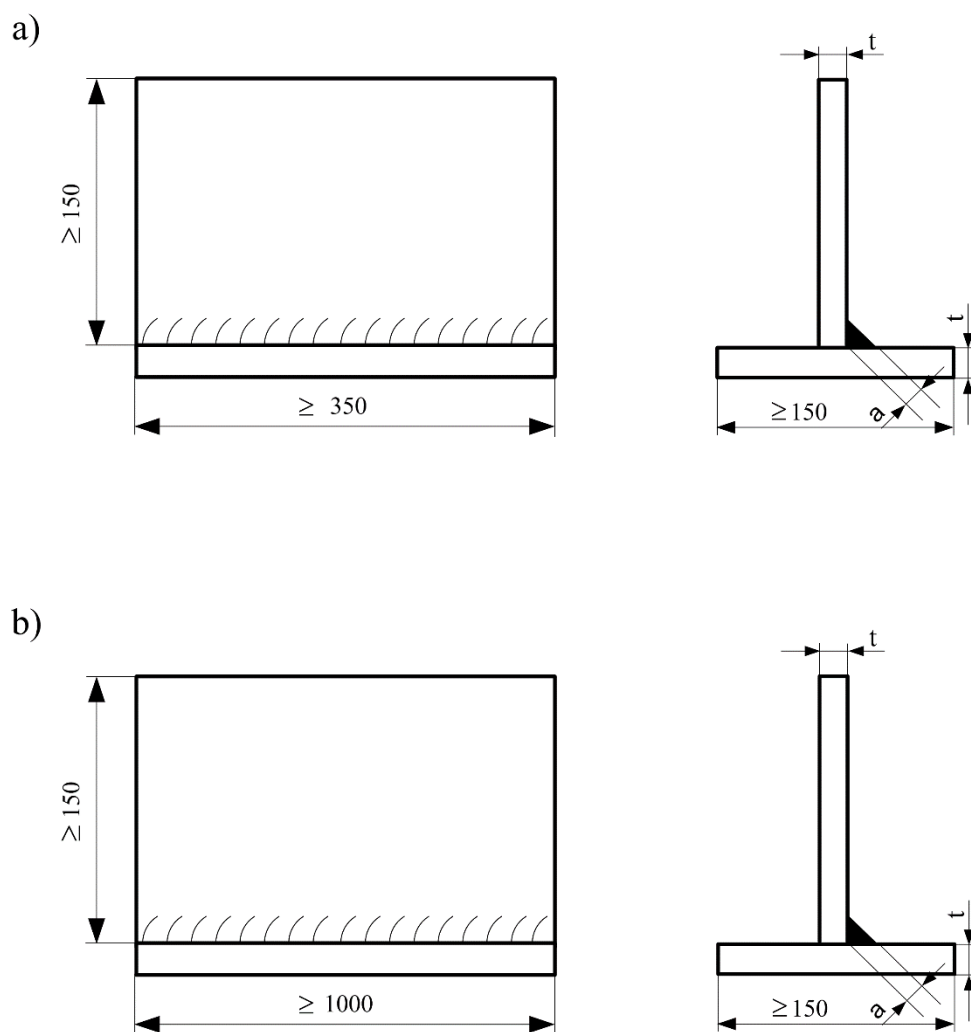


Rys. 1.

Wymiary złączy próbnych ze spoiną czołową

a) spawanie ręczne lub półautomatyczne

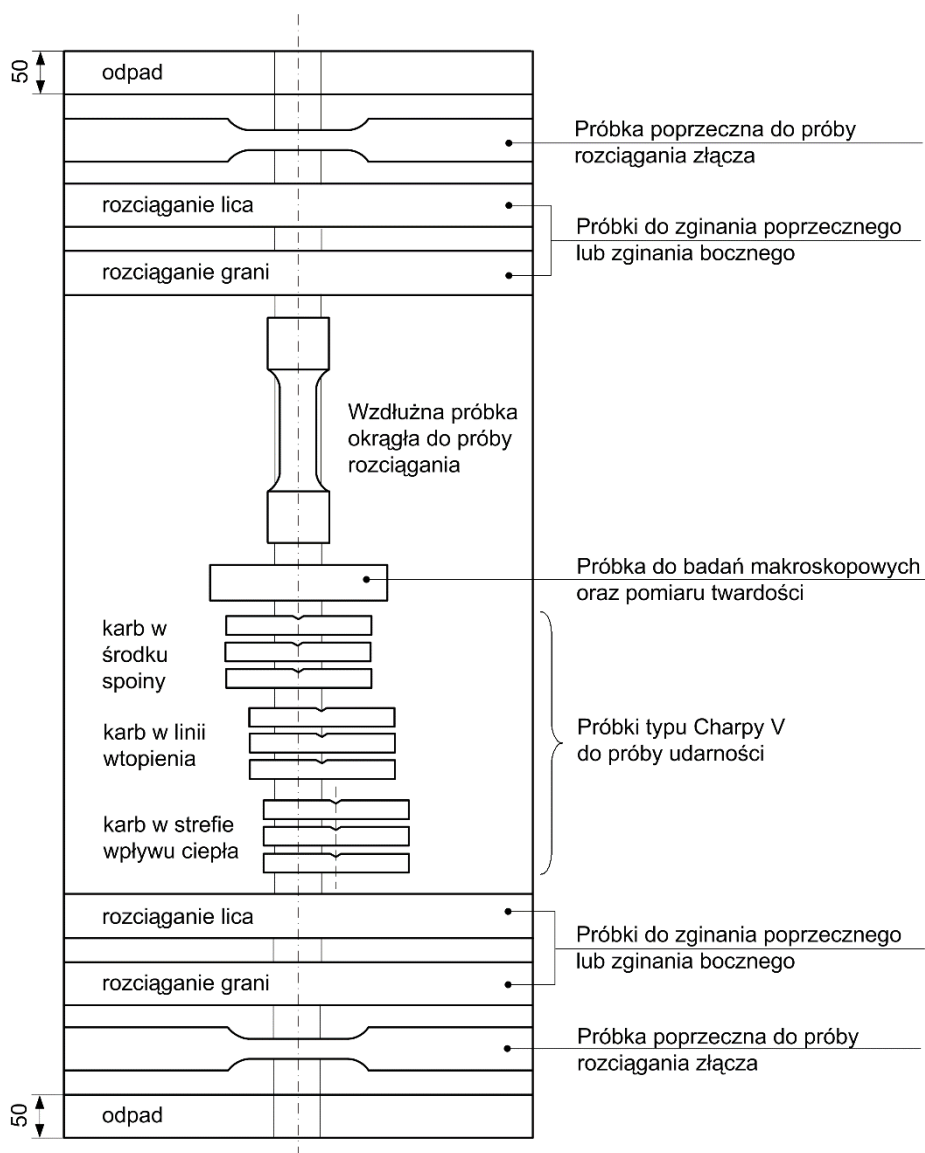
b) spawanie automatyczne



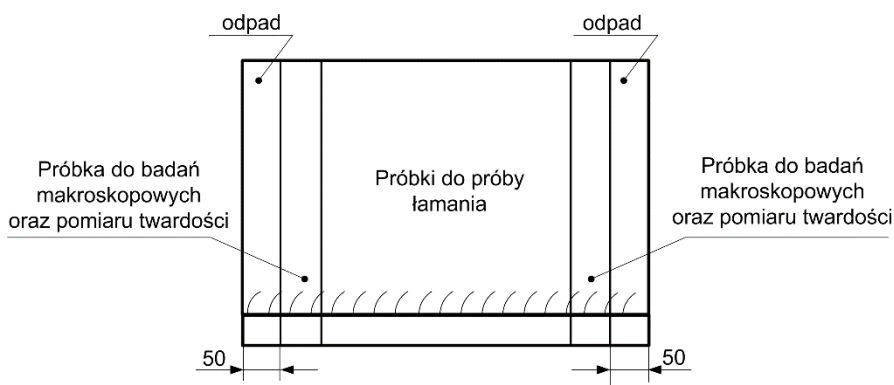
Rys. 2.

Wymiary złączy próbnych ze spoiną pachwinową

- a) spawanie ręczne lub półautomatyczne
- b) spawanie automatyczne



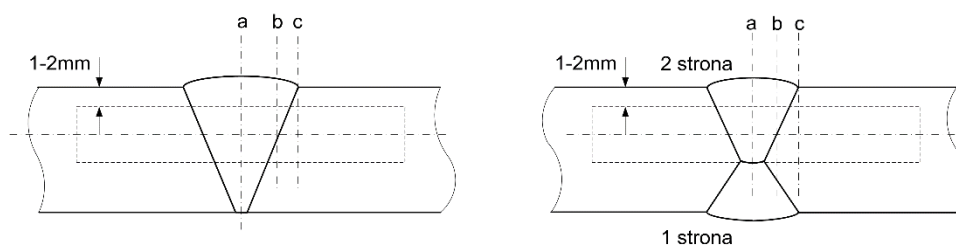
Rys. 3. Rozmieszczenie próbek do badań niszczących złącza próbnego ze spoiną czołową



Rys. 4. Rozmieszczenie próbek do badań niszczących złącza próbnego ze spoiną pachwinową

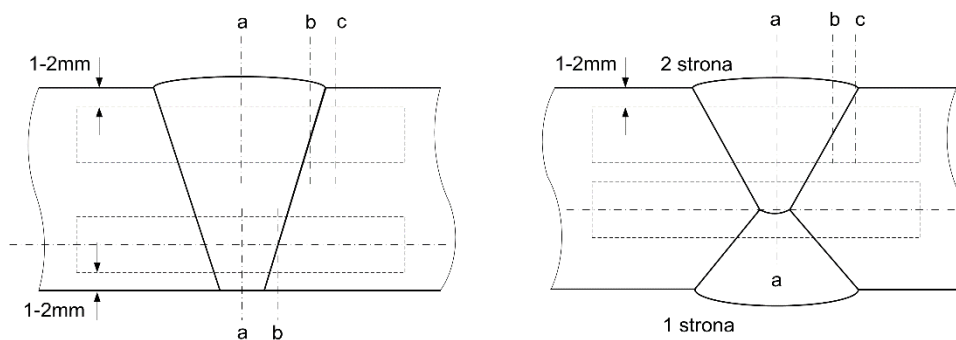
**ZAŁĄCZNIK NR 2**

a)  $t \leq 50$  mm



Dla spawania jednostronnego materiału grubości powyżej 20 mm należy pobrać jeden dodatkowy komplet próbek od strony grani - miejsce nacięcia karbu a

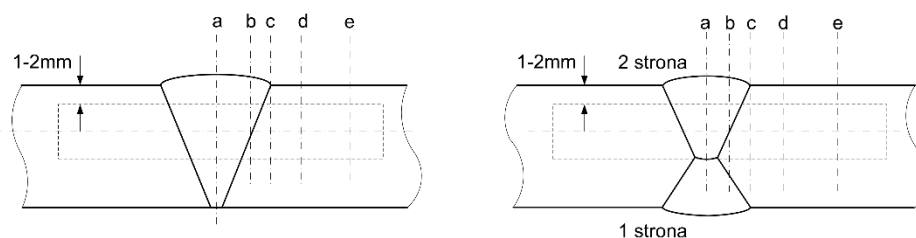
b)  $t > 50$  mm



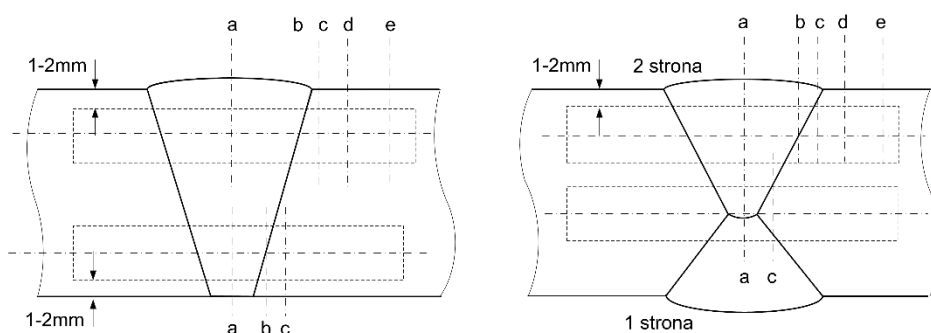
Miejsce nacięcia karbu  
a: środek spoiny  
b: linia wtopienia  
c: strefa wpływu ciepła, 2 mm od linii wtopienia

Rys. 1.

Miejsce nacięcia karbu próbek typu Charpy V do próby uderzeniowej, gdy ciepło wprowadzone nie przekracza 50 kJ/cm

a)  $t \leq 50$  mm

Dla spawania jednostronnego, np. na podkładce ceramicznej materiału grubości powyżej 20 mm należy pobrać dodatkowe 3 komplety próbek od strony grani - miejsce nacięcia karbu a, b, c

b)  $t > 50$  mm

Miejsce nacięcia karbu:

- a: środek spoiny
- b: linia wtopienia
- c: strefa wpływu ciepła, 2 mm od linii wtopienia
- d: strefa wpływu ciepła, 5 mm od linii wtopienia
- e: strefa wpływu ciepła, 10 mm od linii wtopienia - w przypadku, gdy ciepło wprowadzone przekracza 200 kJ/cm

Rys. 2.

Miejsce nacięcia karbu próbek typu Charpy V do próby udarowości, gdy ciepło wprowadzone przekracza 50 kJ/cm

### Wykaz zmian obowiązujących od 1 marca 2018 roku

Pozycja	Tytuł/Temat	Źródło
<a href="#">1.1.3</a>	Nowa norma dla procedur kwalifikowania technologii spawania	PN-EN ISO 15614
<a href="#">Wiele punktów</a>	Aktualizacja edycji norm PN EN ISO	UUP
<a href="#">Wiele punktów</a>	Zmiana określenia "płyta próbna" na "złącze próbne"	UUP
<a href="#">1.3</a>	Usunięto p. 1.3.1 do 1.3.3	UUP
<a href="#">5.1.3</a>	Usunięto drugie zdanie	UUP