

## **Załącznik nr 5 – Wykonanie złączy spawanych**

### **Spis treści**

1. Wymagania ogólne.....	2
2. Wymagania w zakresie systemu zarządzania jakością .....	2
3. Wymagania dotyczące materiałów podstawowych.....	3
4. Wymagania dotyczące materiałów dodatkowych do spawania .....	4
5. Wymagania ogólne dotyczące spawania .....	5
6. Wymagania dotyczące technologii spawania .....	6
7. Badania i uznawanie technologii spawania .....	8
8. Wymagania dotyczące spawaczy oraz operatorów automatycznych urządzeń spawalniczych .....	10
9. Wymagania dotyczące urządzeń spawalniczych .....	11
10. Prowadzenie prac spawalniczych.....	11
11. Spawanie naprawcze .....	12
12. Połączenia przewodów elektrycznych instalacji ochrony katodowej .....	13
13. Wymagania kontroli jakości złączy spawanych .....	14
14. Badania niszczące produkcyjnych złączy spawanych .....	16
15. Tablice i rysunki .....	17

## **1. Wymagania ogólne**

- 1.1.** Niniejsze Wytyczne mają w szczególności zastosowanie do wykonywania złączy spawanych rur od DN500 do DN1000 i grubościach ścianki od 8 mm do 25 mm ze stali o granicy plastyczności minimum 485 MPa - przeznaczonych do rurociągowych systemów transportowych spełniających wymagania poziomu PSL2 na europejskie gazociągi lądowe do transportu gazu ziemnego według normy PN-EN ISO 3183 (lub równoważnej) oraz złączy spawanych tych rur z elementami kształtowymi, zwanymi dalej rozgałęzieniami i króćcami (ang. tie-in). Przedmiotowe wytyczne ponadto mają jedynie zastosowanie do nowobudowanych gazociągów przesyłowych/strategicznych, wymagania nie dotyczą wykonania prac spawalniczych przy przebudowie, remontach, prowadzonych na gazociągach DN 500 i powyżej z podanych materiałów.
- 1.2.** Najpóźniej 10 dni kalendarzowych przed rozpoczęciem spawania gazociągu Wykonawca jest zobowiązany do przedstawienia Inwestorowi do zaakceptowania:
  - 1.2.1.** Planu Spawania lub Księgi Spawania.
  - 1.2.2.** Systemu Kontroli i Zapewnienia Jakości Złączy Spawanych.

Warunkiem dopuszczenia do prac jest akceptacja planu spawania przez WNI i Zamawiającego.
- 1.3.** Wszystkie prace spawalnicze gazociągu Wykonawca musi prowadzić zgodnie z wymaganiami zaleceniami normy PN-EN 12732+A1 oraz niniejszymi wymaganiami.
- 1.4.** Wykonawca musi zapewnić całkowity dostęp do dokumentacji wykonania gazociągu przedstawicielom Inwestora oraz Nadzoru Inwestorskiego podczas trwania procesu inwestycyjnego. Wszelkie uwagi przedstawicieli Inwestora oraz Nadzoru Inwestorskiego muszą być weryfikowane na bieżąco.
- 1.5.** Inwestor zastrzega sobie prawo wymagania od Wykonawcy na jego koszt dodatkowych badań niszczących i nieniszczących w czasie produkcji gazociągu, gdy pojawi się wątpliwość co do kwalifikacji spawaczy i/lub operatorów i w przypadku zwiększonej wadliwości złączy spawanych oraz poprawności wykonania złączy spawanych w oparciu o wymagania zawarte w WPS.

## **2. Wymagania w zakresie systemu zarządzania jakością**

- 2.1.** Wykonawca złączy spawanych gazociągu, musi posiadać certyfikowany system zarządzania jakością według normy PN-EN ISO 9001 (lub równoważnej) w zakresie budowy sieci gazowych.
- 2.2.** Wykonawca złączy spawanych musi posiadać uprawnienie, o którym mowa w art. 9 ust. 1 ustawy z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorcze technicznym (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 272 z późn. zm.) do wytwarzania rurociągów przesyłowych do gazu, nadane przez Prezesa Urzędu Dozoru Technicznego.
- 2.3.** Wykonawca złączy spawanych gazociągów, musi posiadać certyfikowany system zarządzania jakością w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony środowiska.
- 2.4.** Wykonawca musi posiadać certyfikowany system zarządzania jakością w zakresie pełnych wymagań w spawalnictwie wg wymagań normy PN-EN 3834-2 (lub równoważnej).
- 2.5.** Wykonawca musi zatrudniać spawaczy i/lub operatorów urządzeń spawalniczych, spełniających wymagania według normy PN-EN ISO 9606-1 oraz normy PN-EN ISO 14732, z aktualnymi uprawnieniami w zakresie spawanych materiałów rur, średnic rur gazociągu, grubości ścianki rur, urządzeń spawalniczych, metod spawania oraz pozycji spawania nadanymi przez Urząd Dozoru Technicznego

- 2.6.** Wykonawca musi zatrudniać personel nadzoru spawalniczego, nadzorujący jakość prowadzenia prac spawalniczych na budowie gazociągu, z uprawnieniami EWE (lub IWE) wg wymagań norm PN-EN ISO 14731 (lub równoważnych), z aktualnym certyfikatem kompetencji.
- Dodatkowo każda brygada spawania liniowego musi być nadzorowana przez nadzór spawalniczy posiadający uprawnienia min EWS lub równoważne.
- Dla brygad spawania montażowego dopuszcza się nadzór spawalniczy posiadający uprawnienia min. EWS, liczba personelu nadzoru spawalniczego spawania montażowego uzależniona jest od ilości brygad i rozległości w terenie prowadzonych prac.
- 2.7.** Laboratorium badań nieniszczących i niszczących Wykonawcy musi posiadać akredytację lub uznanie, zgodne z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025 (lub równoważnej). Akceptację do prowadzenia badań nieniszczących i niszczących uzyskują laboratoria posiadające: świadectwa uznania lub świadectwo podwykonawstwa spełniania wymagań normy PN-EN ISO 17025 (lub równoważnej) i będące podwykonawcami akredytowanych laboratoriów. Zamawiający dopuszcza również laboratoria badawcze posiadające akredytację w danej metodzie badawczej. Laboratorium badawcze wykonujące badania niszczące i nieniszczące powinno spełniać wymagania ustawy o dozorze technicznym.
- 2.8.** Personel laboratorium badań nieniszczących oceniający jakość przebiegu procesu budowy/produkcji gazociągu, w tym złączy spawanych rur gazociągu, musi posiadać co najmniej uprawnienia drugiego stopnia w wykonywanej metodzie badań jakości, wg wymagań normy PN EN ISO 9712 i być zatrudniony przez niezależną od Wykonawcy firmę lub laboratorium badawcze nadzorujące jakość.
- 2.9.** Instrukcje badań nieniszczących złączy spawanych gazociągu musi być zaakceptowana przez osoby z uprawnieniami trzeciego stopnia, w danej metodzie badań nieniszczących, wg wymagań normy PN EN ISO 9712.

### **3. Wymagania dotyczące materiałów podstawowych**

- 3.1.** Rury gazociągu muszą być wykonane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3183 klasy PSL2 (lub normy równoważnej) oraz zgodnie z wymaganiami Inwestora.
- 3.2.** Pozostałe materiały niezbędne do wykonania gazociągu muszą spełniać następujące wymaganie: Równoważnik węgla  $CE_{IIW} \leq 0,43$  oraz  $CE_{PCM} \leq 0,25$ .
- 3.3.** Przygotowanie krawędzi rur do procesu spawania:
- 3.3.1.** Po procesie cięcia rur oraz w miejscach spawania króćców do rur muszą być przeprowadzone badania ultradźwiękowe – UT materiału rur, na obszarze o szerokości  $\geq 100$  mm od krawędzi rur/miejsc spawania króćców, w celu wykrycia ewentualnych rozwarstwień materiału rur.
- 3.3.2.** Do cięcia rur dopuszcza się wyłącznie proces cięcia za pomocą mechanicznych urządzeń skrawających (ucinarki orbitalne) lub łukiem plazmowym z następną obróbką mechaniczną. Po uzgodnieniu z Inwestorem dopuszcza się termiczne cięcie rur (acetylenowo-tlenowe) przy czym niezbędne jest wykonanie obróbki mechanicznej związanej z usunięciem strefy wpływu ciepła minimum 8 mm od krawędzi cięcia.
- 3.3.3.** Ukosowanie krawędzi rur do spawania złączy doczołowych zgodnie z wymaganiami WPS, musi być wykonane przez obróbkę za pomocą mechanicznych urządzeń skrawających z kontrolą kąta ukosowania. Dopuszcza się ukosowanie plazmowe z ręczną obróbką mechaniczną w celu usunięcia strefy wpływu ciepła.
- 3.3.4.** W przypadku cięcia rury na krótsze odcinki, należy przenieść stosowne oznaczenie rury, potwierdzone stemplem identyfikacyjnym pracownika kontroli jakości. Oznaczenie powinno być przeniesione na obydwa końce od wewnętrznej strony rury.

**3.3.5.** Zukosowane do spawania końce rur oraz powierzchnia wewnętrzna i zewnętrzna rur w odległości min 25 mm od krawędzi ukosowania, muszą być oczyszczone za pomocą stalowych szczotek obrotowych lub tarczy lamelowych do czystości metalicznej.

**3.3.6.** Zadziory, małe nierówności muszą być usunięte za pomocą szlifierek ręcznych.

#### **4. Wymagania dotyczące materiałów dodatkowych do spawania**

**4.1.** Materiały dodatkowe do spawania produkcyjnego i naprawczego złączy rur gazociągu, takie jak: elektrody otulone, druty lite, druty proszkowe osłonowe z rdzeniem topnikowym i z rdzeniem metalicznym, druty proszkowe samoosłonowe oraz topniki, muszą posiadać przynajmniej jedno dopuszczenie niezależnej jednostki klasyfikacyjnej, w zakresie grupy stali (parametrów  $R_e$ ,  $R_m$ ) rur budowanego gazociągu.

**4.2.** Do wykonywania złączy spawanych rur gazociągu, a w tym: produkcyjnych złączy doczołowych rur oraz złączy spawanych rur z rozgałęzieniami i króćcami, muszą być zastosowane wyłącznie certyfikowane materiały dodatkowe, zgodne w zakresie oznaczenia (typ, rodzaj oraz oznaczenie normatywne) z WPS.

**4.3.** Stopiwo materiałów dodatkowych dla złączy części liniowej musi spełniać wymagania normy PN-EN 12732+A1 oraz posiadać własności mechaniczne nie niższe od własności mechanicznych materiału rur gazociągu, a w szczególności granica plastyczności stopiwa nie może być niższa od maksymalnej rzeczywistej granicy plastyczności materiału spawanych/złączonych rur gazociągu. Dla warstwy graniowej dopuszcza się materiał o niższej granicy plastyczności niż rury zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 12732+A1.

**4.4.** Do spawania złączy rur gazociągu dopuszczone mogą być wyłącznie materiały dodatkowe, których własności potwierdzone są świadectwem odbioru typ 3.2 lub 3.1 zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 10204, plus dodatkowe badanie stopiwa (własności mechaniczne i skład chemiczny), które należy wykonać przy obecności przedstawiciela Nadzoru Inwestorskiego i/lub Inwestora. Zakres badań własności materiałów dodatkowych określone w świadectwie musi obejmować co najmniej:

**4.4.1.** Analizę składu chemicznego stopiwa określającą udział procentowy takich pierwiastków jak: C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni, Mo, Cu, Nb/Ta, V, W, N, B, Ti,

**4.4.2.** Własności mechaniczne stopiwa: granica plastyczności, wytrzymałość na rozciąganie, wydłużenie. Minimalny stosunek granicy plastyczności do wytrzymałości na rozciąganie stopiwa materiału dodatkowego musi być w zakresie 0,8 do 0,945 w zależności od klasy stali, zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 3183,

**4.4.3.** Badania udarności stopiwa Charpy-V w temp.  $-29^{\circ}\text{C}$ . Minimalna wartość pracy łamania próbki Charpy-V stopiwa, jako średnia z trzech próbek, musi być  $\geq 47\text{ J}$ , przy czym co najmniej  $\geq 30\text{ J}$  dla pojedynczej próbki,

**4.4.4.** Określenie zawartości wodoru w stopiwie (dotyczy elektrod otulonych, drutów proszkowych osłonowych i samoosłonowych oraz topników). Wymagane jest zastosowanie materiałów dodatkowych niskowodorowych o zawartości wodoru w zakresie 2-5 ml  $\text{H}_2/100\text{ g}$  stopiwa, zgodnie z normą PN-EN ISO 3690

**4.5.** Materiały dodatkowe muszą być przechowywane w oryginalnych opakowaniach, zgodnie z zaleceniami producenta tych materiałów. Opakowanie powinno być jednoznacznie identyfikowane z certyfikatem odbioru (np. poprzez numer wytopu lub partii). Nie dopuszcza się materiałów dodatkowych z nieczytelnym oznakowaniem.

**4.6.** Elektrody otulone oraz druty spawalnicze: proszkowe osłonowe i proszkowe samoosłonowe, muszą być dostarczone w hermetycznych opakowaniach chroniących przed wilgocią. Elektrody otulone po wyjęciu z opakowania muszą być przechowywane w podgrzewanym

termosie. Dopuszcza się wyłącznie jednokrotne suszenie elektrod otulonych (po ich wystudzeniu).

- 4.7.** Elektrody otulone oraz druty spawalnicze po wyjęciu z oryginalnego opakowania, muszą być chronione lub przechowywane zgodnie z wymaganiami ich producenta, w taki sposób, aby zachowane były cechy użytkowe i/lub własności spawalnicze, a przede wszystkim musi być zapewniona dokładna ochrona przed wilgocią, z uwagi na zapewnienie zawartości wodoru w stopiowie  $\leq 5,0$  ml  $H_2$ /100 g stopiwa.

## **5. Wymagania ogólne dotyczące spawania**

- 5.1.** Spawanie produkcyjne gazociągu może być rozpoczęte dopiero po zatwierdzeniu przez Inwestora kwalifikacji (dopuszczenia) spawaczy i operatorów oraz kwalifikacji (dopuszczenia) Instrukcji Technologicznych Spawania WPS dla procesów spawania produkcyjnego i naprawczego.
- 5.2.** Wykonawca jest zobowiązany do przechowywania na terenie budowy gazociągu danych dotyczących spawaczy i/lub operatorów i dokumentacji spawalniczej. Dane te muszą być dostępne na żądanie przedstawicieli Inwestora oraz Nadzoru Inwestorskiego.
- 5.3.** Warunki pogodowe - proces spawania produkcyjnego złączy rur gazociągu nie może być prowadzony, gdy warunki pogodowe mogą prowadzić do obniżenia jakości złączy spawanych. W każdym przypadku muszą być zastosowane namioty ochronne w których powinna być zapewniona stała temp. powietrza, powyżej 5°C oraz dokładna wentylacja namiotu, usuwająca dymy spawalnicze. W przypadku spawania metodą SSA każdy ze spawaczy dodatkowo musi być wyposażony w maskę spawalniczą z odciągami dymów spawalniczych.
- 5.4.** Każda rura gazociągu musi być ustawiona w taki sposób, aby zapewniona była współosiowość następnej rury spawanej doczołowo z rurą poprzednią.
- 5.5.** Przed ustawieniem i centrowaniem rur Wykonawca musi przeprowadzić badania wizualne powierzchni końców rur niepokrytych izolacją w celu wykrycia ewentualnych zadziorów, małych nierówności, nacięć lub wgnieceń. W przypadku gdy Wykonawca nie zgłosi żadnych wad powierzchni końców rur, ponosi odpowiedzialność za te wady wykryte po procesie spawania.
- 5.6.** W przypadku wykrycia przez Wykonawcę wad materiału rury w postaci rozwarstwień, odcinek rury zawierające te wady musi być wycięty, a koniec rury ponownie zukosowany.
- 5.7.** W przypadku przesunięcia wewnętrznych krawędzi łączonych rur gazociągu (ang. high-low), wynikającego z niecentryczności (nieokrągłości) rur na obwodzie złącza doczołowego rur, należy dokonać pasowania rur po obwodzie w celu zniwelowania przesunięcia. Dla rur o różnej grubości dopuszcza się przeprowadzenie obróbki mechanicznej grubszej ścianki rury, wyrównując przesunięcie ścianek łączonych rur. W przypadku konieczności podtoczenia ścianki na krawędzi rury dla wyrównania progu w rowku spawalniczym należy maksymalną wartość podtoczenia (ukosowania) uzgodnić z Nadzorem Autorskim i Zamawiającym przed rozpoczęciem procesu uznawania technologii. Ukosowanie krawędzi rury nie może pocenić grubości ścianki rury poniżej wartości obliczeniowej.
- 5.8.** Wymagane jest łagodne przejście pomiędzy łączonymi ściankami rur. Kąt ukosowania ścianki grubszej rury nie może być większy niż 15°. Obróbkę mechaniczną należy prowadzić z zastosowaniem mechanicznych urządzeń skrawających lub obróbki ścierniej.
- 5.9.** Do spawania liniowych złączy doczołowych rur gazociągu wymaga się zastosowania wewnętrznych urządzeń centrujących. W szczególnych przypadkach po uzgodnieniu z Inwestorem dopuszcza się zastosowanie centrownika zewnętrznego. Nie dopuszcza się zastosowania centrowników z podkładkami miedzianymi lub ceramicznymi formującymi grań spoiny. Wewnętrzne urządzenia centrujące muszą być wyposażone w odpowiednie

- zabezpieczenia (rolki prowadzące z tworzyw sztucznych lub z gumy), gwarantujące ochronę przed uszkodzeniem mechanicznym wewnętrznej warstwy epoksydowej rur.
- 5.10.** Do wykonania spoin montażowych zaleca się zastosowanie zewnętrznego urządzenia centrującego.
- 5.11.** Wzajemne przesunięcie szwów (złączy spawanych lub zgrzewanych) produkcyjnych rur gazociągu, w złączach doczołowych rur gazociągu nie może być mniejsze niż 100 mm.
- 5.12.** Zajarzenie łuku spawalniczego może być wykonane tylko w obszarze rowka złącza lub w obszarze lica poprzedniego ściegu spoiny, w żadnym przypadku na powierzchni spawanych rur. W przypadku stwierdzenia na powierzchni rury śladów po zajarzeniu łuku, obszar ten musi być usunięty przez szlifowanie ręczne, a następnie muszą być przeprowadzone badania magnetyczno – proszkowe, w celu wykrycia i usunięcia mikropęknięć. Szlifowanie nie może doprowadzić do pocienienia grubości ścianki rury, poniżej minimalnej wartości normowej.
- 5.13.** Zwolnienie wewnętrznego urządzenia centrującego spawanego złącza rur może nastąpić dopiero po wykonaniu w 100% ściegu graniowego, pod warunkiem wykonania pozostałych ściegów w tym samym dniu.
- 5.14.** W przypadku zastosowania wewnętrznego urządzenia centrującego nie dopuszcza się wykonywania spoin szepnych.
- 5.15.** W przypadku zastosowania zewnętrznego urządzenia centrującego dopuszcza się wykonywanie spoin pozostających w złączu o długości min. 60 mm i ilości obejmującej minimum 50% obwodu złącza. Parametry spawania muszą być identyczne jak parametry spawania ściegu graniowego zgodnie z WPS, wykonywane przez spawaczy o odpowiednich kwalifikacjach.
- 5.16.** Dla spoin montażowych pasowanych na centrowniku zewnętrznym dopuszcza się stosowanie elementów pośrednich ustalających, wykonanych z tego samego gatunku materiału co rury (zamiast spoin szepnych) wspawanych tylko do powierzchni rowka spawalniczego. Parametry spawania powinny być zbliżone (+/- 10%) jak parametry spawania ściegu graniowego zgodnie z WPS. Na etapie wykonywania ściegu graniowego wraz z postępem realizowanego przetopu należy elementy te usunąć przez wycięcie z rowka spawalniczego.
- 5.17.** Dopuszcza się miejscowe szlifowanie powierzchni lica w miejscach zachodzenia się początków i końców ściegów. Szlifowanie lica w celu korygowania wysokości jest zabronione.
- 5.18.** Zaleca się technikę automatycznego podgrzewania wstępnego oporowego lub prądami wysokiej częstotliwości. W przypadku złączy montażowych dopuszcza się zastosowanie palników z podwójną głowicą. W szczególnie uzasadnionych przypadkach po uzgodnieniu z Zamawiającym i WNI dopuszcza się zastosowanie systemów palników gazowych, zapewniających równomierne podgrzewanie obszaru złącza na całym jego obwodzie. Nie dopuszcza się miejscowego podgrzewania złącza rur za pomocą pojedynczych palników ręcznych. Podgrzewanie należy prowadzić jednocześnie na całym obwodzie złącza.

## **6. Wymagania dotyczące technologii spawania**

- 6.1.** Opracowane przez Wykonawcę technologie spawania produkcyjnego złączy rur gazociągu muszą być zgodne z wymogami i zaleceniami norm PN-EN-ISO15614-1 oraz PN-EN 12732+A1, z uwzględnieniem dodatkowych wymagań określonych w niniejszej Instrukcji.
- 6.2.** Dopuszcza się następujące metody spawania produkcyjnego gazociągu:
- 6.2.1.** Spawanie ręczne łukowe elektrodą otuloną niskowodorową – 111, do wykonania wypełnień i warstwy licowej, nie dopuszcza się do spawania ściegu graniowego.



- 6.2.2.** Spawanie ręczne łukowe elektrodą nietopliwą w osłonie gazu obojętnego – 141.
- 6.2.3.** Półautomatyczne i/lub automatyczne spawanie łukowe w osłonie gazowej 135,136, 138, drutem litym, drutem proszkowym topnikowym lub drutem proszkowym metalicznym.
- 6.2.4.** Półautomatycznie i/lub automatyczne spawanie łukowe drutem proszkowym topnikowym samoosłonowym 114.
- 6.3.** Wykonawca musi wykazać na podstawie wyników badań technologii spawania, że zarówno opracowana technologia spawania przedstawiona w WPS, jak i wyposażenie Wykonawcy w urządzenia i osprzęt spawalniczy pozwolą uzyskać złącza spawane rur gazociągu o wymaganej jakości. Wymaga się opracowania odrębnych Instrukcji technologicznych spawania WPS dla złączy doczołowych rur dla poszczególnych grubości ścianki oraz wykonanych z materiałów różniących się stanem dostawy i/lub własnościami mechanicznymi oraz instrukcji technologicznej spawania naprawczego złączy spawanych rur gazociągu zgodnie z Paragrafem 11.
- 6.4.** Nie dopuszcza się zmiany średnicy elektrody otulonej, drutu litego, drutu proszkowego osłonowego oraz drutu proszkowego samoosłonowego bez akceptacji Inwestora oraz Nadzoru Inwestorskiego.
- 6.5.** Instrukcja Technologiczna Spawania produkcyjnego i naprawczego WPS złączy rur gazociągu musi szczegółowo określać:
  - 6.5.1.** Wykonawcę.
  - 6.5.2.** Średnicę i grubość ścianki rur, rodzaj materiału podstawowego rur.
  - 6.5.3.** Typ, rodzaj i producent urządzenia spawalniczego stosowano do ręcznego, półautomatycznego lub zmechanizowanego spawania złączy rur.
  - 6.5.4.** Metodę i techniki spawania złączy rur.
  - 6.5.5.** Rodzaj, typ i producenta materiałów dodatkowych.
  - 6.5.6.** Średnicę materiałów dodatkowych stosownych do spawania poszczególnych warstw złączy rur.
  - 6.5.7.** Rodzaj zastosowanego urządzenia centrującego rury.
  - 6.5.8.** Wszystkie podstawowe parametry spawania złączy rur, decydujące o jakości procesu spawania.
  - 6.5.9.** Wymagany zakres energii liniowej spawania i/lub maksymalna dopuszczalna wartość energii liniowej spawania.
  - 6.5.10.** Zalecana liczba ściegów złączy rur dla spawania zmechanizowanego z przygotowaniem rowka spawalniczego na V wg wymagań podanych w Tablicy 2, warstwa licowa musi być wykonana min. 2 prostymi ściegami dla grubości do 14,5 mm włącznie lub 3 ściegami dla grubości powyżej 14,5 mm. W przypadku spawania ręcznego jako graniczną grubość należy przyjąć 18 mm. Przy zastosowaniu niestandardowych metod spawania np. ze specjalnym przygotowaniem rowka spawalniczego dopuszcza się inną ilość ściegów. Szczegóły w tym zakresie będą uzgodnione na etapie weryfikacji technologii spawania pWPS.
  - 6.5.11.** Minimalną i maksymalną temperaturę podgrzewania wstępnego spawanego złączy rur.
  - 6.5.12.** Minimalną i maksymalną temperaturę międzyściegową złączy spawanego rur.
  - 6.5.13.** Kierunek spawania.
  - 6.5.14.** Amplitudę oraz częstotliwość ruchu wahadłowego uchwytu palnika 135, 136, 138, 114 – dotyczy spawania zmechanizowanego.
  - 6.5.15.** Średnicę dyszy osłony gazowej w przypadku spawania 135,136, 138, 141.
  - 6.5.16.** Długość wolnego wylotu drutu litego i drutu proszkowego przy spawaniu 135, 136, 138 oraz drutu samoosłonowego przy spawaniu 114.
  - 6.5.17.** Ilość spawaczy jednocześnie wykonujących złącze.

## **7. Badania i uznawanie technologii spawania**

- 7.1.** Badania i uznawanie technologii spawania produkcyjnego i spawania naprawczego złączy rur gazociągu, należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami i zaleceniami norm: PN-EN 12732+A1 oraz PN-EN ISO 15614-1 oraz z uwzględnieniem dodatkowych wymagań określonych w niniejszej Instrukcji.
- 7.2.** Przed badaniami i uznaniem technologii spawania produkcyjnego i naprawczego złączy rur gazociągu należy uzgodnić wstępne Instrukcje Technologiczne Spawania pWPS z Inwestorem i/lub Nadzorem Inwestorskim.
- 7.3.** Wykonywanie spawanych złączy próbnych rur do badania i uznawania technologii spawania produkcyjnego i naprawczego złączy rur gazociągu oraz badania jakości złączy próbnych dla części liniowej, muszą być prowadzone w obecności przedstawicieli Nadzoru Inwestorskiego oraz Inwestora.
- 7.4.** Nie jest wymagane wykonywanie złączy próbnych dopuszczających uznaną technologię spawania, jeśli technologia ta była wykorzystywana już przy budowie przez GAZ-SYSTEM gazociągów o tej samej grubości ścianki, z tych samych materiałów podstawowych, przy użyciu tych samych materiałów dodatkowych do spawania oraz tych samych urządzeń spawalniczych i została potwierdzona badaniem złączy kontrolnych.
- 7.5.** Badania i uznanie technologii spawania dla części liniowej gazociągu ( $DN \geq 500$ ) (poza ZZU, śluzami, węzłami itp.) muszą być prowadzone na rurach przeznaczonych do produkcji gazociągu, a więc z tego samego materiału i o długości uzgodnionej z Inwestorem, lecz wtedy długość odcinków rur do spawania złączy próbnych musi być  $\geq 0,5$  m. Badanie i uznanie technologii wykonać na najgrubszej ściance rury występującej w ramach danego zadania, odrębnie dla każdej z metod spawania produkcyjnego i naprawczego w zakresie stosowania zgodnie z normą PN EN ISO 15614-1. Dla pozostałych grubości ścianek i średnic Wykonawca ma wykonać złącza dopuszczeniowe zgodnie z normą PN-EN ISO 15614-1 z uwzględnieniem wymagań co do badań z niniejszej Instrukcji. Złącza dopuszczeniowe należy wykonać w obecności przedstawiciela Nadzoru Inwestorskiego i Inwestora. Najpóźniej 14 dni przed rozpoczęciem prac spawalniczych Wykonawca przedstawi do zatwierdzenia dla Nadzoru Inwestorskiego i Inwestora instrukcje technologiczne spawania wraz z wynikami badań z uznania technologii i złączy dopuszczeniowych dla poszczególnych metod spawania i grubości rur. Warunkiem dopuszczenia do prac jest akceptacja instrukcji technologicznych spawania przez WNI i Zamawiającego.
- 7.6.** Badania i uznanie technologii spawania dla części technologicznej/obiektovej (układy ZZU, węzły, stacje śluz) poza częścią liniową – należy wykonać zgodnie z wymaganiami PN-EN 12732+A1 oraz PN-EN ISO 15614-1. Dla części liniowej wchodzącej w zakres zabudowy obiektu (spoiny na głównej nitce gazociągu związane z obiektem) badanie i uznanie technologii spawania należy przeprowadzić w zgodności ze spełnieniem wymagań pkt 7.14.
- 7.7.** W przypadku konieczności spawania złączy rur na części liniowej wykonanych z materiałów o różnych stanach dostawy wymagane są odrębne badania i uznawanie technologii spawania złączy rur, gdy nie mieszczą się w zakresie posiadanych kwalifikacji (WPQR). Za zgodą Inwestora dopuszcza się możliwość uznania instrukcji technologicznych spawania złączy mieszanych na podstawie uznania technologii spawania złączy jednorodnych. oraz wykonania uznania na innym zakresie wymiarowym rur zgodnym z zakresem wymiarowym umożliwiającym kwalifikowania wg normy PN-EN ISO 15614-1. W tym przypadku, jeżeli parametry spawania w tym energia liniowa różnią się o więcej niż 10% od wartości od uznanych i sprawdzonych na złączach próbnych dla jednego z tych materiałów



technologii spawania należy wykonać złącze próbne dla spawanych grubości ścianek na jednym z łączonych materiałów.

- 7.8.** Wartość energii liniowej spawania dla materiału rur z stali walcowanej termomechanicznie dla ściegu graniowego powinna mieścić się w granicach 0,9-1,3 kJ/mm, ściegu drugiego-gorącego i ściegów wypełniających 0,8-1,8 kJ/mm, a ściegów licowych 0,75-1,7 kJ/mm. Dopuszcza się inne zakresy energii liniowej spawania pod warunkiem spełnienia wymagań własności wytrzymałościowych oraz w szczególności udarność. W tym przypadku Inwestor może wymagać przeprowadzenia dodatkowych badań.
- 7.9.** Minimalna temp. podgrzewania wstępnego nie może być niższa niż 100°C. Do pomiarów temperatury dopuszcza się wyłącznie termometry stykowe.
- 7.10.** Temperatura międzyściegowa dla złączy jednorodnych (grupa materiałowa 2.2) nie może przekraczać 150° C. Do pomiarów temperatury dopuszcza się wyłącznie termometry stykowe. Dopuszcza się inne zakresy temperatury międzyściegowej spawania dla złączy z grupą materiałową 3.1 (np. 2.2 z 3.1, 3.1 z 3.1) oraz ze specjalnym przygotowaniem rowka spawalniczego (innym niż V) pod warunkiem spełnienia wymagań własności wytrzymałościowych oraz w szczególności udarność. W tym przypadku Inwestor może wymagać przeprowadzenia dodatkowych badań.
- 7.11.** W przypadku spawania ręcznego oraz półautomatycznego, każdą warstwę złącza spawanego rur musi wykonywać min. 2 spawaczy jednocześnie z obu stron złącza rur.
- 7.12.** Ścieg graniowy złącza rur należy spawać metodą 141, 135.
- 7.13.** Odstęp w grani rowka spawalniczego i wysokość progu musi gwarantować właściwe wykonanie ściegu graniowego. Graniczna wartość odstępu w grani rowka spawalniczego nie może przekraczać 4 mm.
- 7.14.** Badanie uznaniowe własności spawanych złączy próbnych rur gazociągu.
  - 7.14.1.** Zakres badań jakości oraz poziomy akceptacji złączy muszą być zgodne z wymaganiami norm PN-EN 12732+A1 oraz PN-EN ISO 15614-1, z dodatkowym uwzględnieniem wymagań określonych przez Inwestora, Rys. 1 i 2, Tablice 3 i 4
  - 7.14.2.** Próbkę do badań niszczących złączy próbnych rur można pobrać dopiero po pozytywnym wyniku badań nieniszczących tych złączy, Tablica 3. Dopuszcza się wycinanie próbek z obszarów złącza spawanego rur bez wad (niezgodności spawalniczych).
  - 7.14.3.** Wyniki statycznej próby rozciągania uznaje się za pozytywny, gdy zerwanie złącza spawanego rur nastąpi w obszarze materiału rodzimego lub w obszarze spoiny, lecz wtedy wytrzymałość na rozciąganie spoiny musi być co najmniej 10% wyższa od normatywnej min. wytrzymałości materiału rodzimego.
  - 7.14.4.** Próbie gięcia złącza spawanego należy przeprowadzić zgodnie z wymogami norm PN-EN ISO 5173, z gięciem złącza od strony lica i od strony grani, trzpieniem gnącym o średnicy 4x grubości ścianki rury złącza spawanego. Dla złączy o grubości ścianki  $\geq 13,0$  mm zaleca się zastosowanie próby gięcia bocznego. Wyniki badań statycznej próby gięcia uznaje się za pozytywny, gdy przy kącie gięcia  $\geq 180^\circ$  nie wystąpią naderwania w obszarze złącza o długości  $\geq 3,0$  mm.
  - 7.14.5.** Badanie twardości HV10 złącza spawanego rur, rys. 1, muszą być wykonane zgodnie z wytycznymi zawartymi w pkt. 7.4.5 normy PN-EN ISO 15614-1: 2017. Twardość w obszarze metalu spoiny i SWC nie może przekroczyć 300 HV10.
  - 7.14.6.** Badania udarność Charpy-V muszą być przeprowadzone w temperaturze minus 29°C, a minimalna praca łamania pojedynczej próbki pełnowymiarowej Charpy-V nie może być mniejsza niż 30J, przy czym wartość średnia z badań udarność trzech próbek Charpy-V nie może być mniejsza niż 40J. Miejsca pobrania próbek ze złącza próbnego oraz usytuowanie karbu w poszczególnych obszarach złącza spawanego podano na rys. 2 i 3.

- 7.15.** Ponowne badania i uznawanie technologii spawania produkcyjnego i naprawczego złączy spawanych części liniowej gazociągu muszą być przeprowadzone przez Wykonawcę w następujących przypadkach:
- 7.15.1.** Zmiany gatunku materiału rur gazociągu na materiał z wyższej grupy materiałowej wg CEN ISO/TR 15608:2017.
  - 7.15.2.** Zmiany grubości ścianki i średnicy w przypadku zmiany zakresu na inne niż w normie PN-EN ISO 15614-1 będzie wymagała złącza dopuszczającego zgodnie z normą.
  - 7.15.3.** W przypadku zmiany producenta materiału dodatkowego na materiał o takim samym oznaczeniu normatywnym wymaga się wykonania dodatkowego złącza z zachowaniem tych samych parametrów jak w oryginalnym badaniu i wykonanie tylko badania udarności spoiny.
  - 7.15.4.** Zmiany technologii spawania.
  - 7.15.5.** Zwiększenia odstępu w grani złącza.
  - 7.15.6.** Przekroczenia poziomu energii liniowej spawania o 10% powyżej lub poniżej energii liniowej z uznania technologii spawania ujętej w protokole wykonania złącza.
  - 7.15.7.** Zmiany rodzaju prądu spawania i jego biegunowości: DC, DC modulowany, AC, AC modulowany oraz rodzaju gazu osłonowego, jak i przekroczenia wartości parametrów spawania: natężenia prądu, napięcia łuku, długości wolnego wylotu elektrody, natężenia przepływu gazu ochronnego oraz prędkości spawania o 10% poniżej lub powyżej zadanej wartości parametru.
  - 7.15.8.** Zmiany temp. podgrzewania wstępnego poza wielkości ustalone w WPS.
  - 7.15.9.** Zwiększenie temperatury międzysciegowej powyżej ustalone w WPS.
- 7.16.** Ponowne badania i uznawanie technologii spawania produkcyjnego i naprawczego pozostałych złączy spawanych gazociągu (niebędących częścią liniową gazociągu) należy wykonać zgodnie z wymogami norm PN-EN 12732+A1 oraz PN-EN ISO 15614-1.

## **8. Wymagania dotyczące spawaczy oraz operatorów automatycznych urządzeń spawalniczych**

- 8.1.** Procedurę dopuszczenia (kwalifikacji) spawaczy procesów spawania ręcznego, półautomatycznego oraz operatorów automatycznych urządzeń do spawania złączy rur gazociągu, przeprowadza Nadzór Spawalniczy Wykonawcy w obecności przedstawiciela Nadzoru Inwestorskiego i/lub Przedstawiciela GAZ-SYSTEM S.A. Wykonawca musi powiadomić Inwestora o terminie i miejscu wykonywania przez spawaczy i operatorów kwalifikacyjnych złączy spawanych.
- 8.2.** Dopuszczenie (kwalifikacja) spawaczy musi być przeprowadzone jako odrębne dopuszczenie do spawania różnych obszarów złącza (na długości min ½ obwodu złącza) zgodnie z Instrukcją Technologiczną Spawania WPS złączy produkcyjnych rur gazociągu:
  - 8.2.1.** Ściegu graniowego.
  - 8.2.2.** Ściegów wypełniających i licowych.
- 8.3.** Dopuszczenie (kwalifikacja) operatorów zmechanizowanych urządzeń spawalniczych musi być przeprowadzone zgodnie z Instrukcją Technologiczną Spawania WPS lub pWPS złączy produkcyjnych rur gazociągu.
- 8.4.** Każdy spawacz i operator, przed przystąpieniem do spawania rur gazociągu, musi wykazać umiejętność wykonania złączy spawanych o wymaganej jakości i w zakresie podstawowych parametrów spawania (zmiennych zasadniczych spawania) określonych w Instrukcjach Technologicznych Spawania WPS, na podstawie których spawacz lub operator mają wykonywać prace spawalnicze. Dopuszcza się uznanie kwalifikacji spawaczy i operatorów dla mniejszych grubości złączy, wykonanych na złączu

kwalifikacyjnym o większej grubości ścianki rury pod warunkiem zachowania tych samych metod spawania i zmiennych zasadniczych określonych w instrukcji WPS.

- 8.5.** Zakres badań jakości złączy dopuszczających spawaczy i operatorów do pracy spawalniczych - VT, RT, UT. Możliwe jest dopuszczenie spawaczy i operatorów w oparciu o wyniki badań uznania technologii spawania lub na podstawie udokumentowanych wyników badań NDT z spoin wykonanych na innych inwestycjach GAZ-SYSTEMU w okresie do czterech miesięcy od zakończenia spawania.
- 8.6.** Każdy spawacz i operator muszą posiadać na stanowisku roboczym gazociągu zamocowany w widocznym miejscu identyfikator zawierający:
- 8.6.1.** Imię i nazwisko.
  - 8.6.2.** Zdjęcie formatu paszportowego.
  - 8.6.3.** Nazwę i logo Wykonawcy.
  - 8.6.4.** Symbol uprawnień i zakres.
  - 8.6.5.** Nazwisko i podpis przedstawiciela nadzoru spawalniczego Wykonawcy i Inwestora.
- 8.7.** Nadzór Inwestorski ma obowiązek wycofania dopuszczenia dla danego spawacza lub operatora, gdy spawacz lub operator nie przestrzega parametrów spawania określonych w Instrukcji Technologicznej Spawania (WPS) lub gdy wadliwość złączy wykonanych przez spawacza – w odniesieniu do 100 kolejnych spoin przekracza wartość 5% w ujęciu ilościowym.
- W przypadku złączy montażowych (doczołowych wykonywanych ręcznie) - w odniesieniu do 20 kolejnych spoin przekracza 10% wadliwych złączy w ujęciu ilościowym. Przywrócenie do pracy spawacza jest możliwe po ponownym przeprowadzeniu procesu dopuszczenia do prac spawalniczych.

## **9. Wymagania dotyczące urządzeń spawalniczych**

- 9.1.** Zaleca się, alby urządzenia spawalnicze stosowane w badaniach technologii spawania oraz kwalifikacji spawaczy i operatorów były identyczne jak stosowane do prac spawalniczych i do spawania naprawczego.
- 9.2.** Urządzenia spawalnicze muszą posiadać aktualne badania potwierdzające spełnienie wymaganych parametrów technicznych.
- 9.3.** Urządzenia spawalnicze muszą zapewniać możliwość ciągłego monitorowania parametrów spawania, a w szczególności napięcia łuku i natężenia prądu lub możliwość blokady nastawy parametrów spawania. W uzasadnionych przypadkach GAZ-SYSTEM S.A. może wymagać ciągłej rejestracji parametrów spawania a w szczególności dotyczy to rejestracji parametrów wykonywania spoin gwarantowanych.

## **10. Prowadzenie prac spawalniczych**

- 10.1.** Dopuszczone do stosowania w produkcji/budowie gazociągu mogą być wyłącznie Instrukcje Technologiczne Spawania WPS zatwierdzone przez przedstawiciela Nadzoru Inwestorskiego, UDT i uznane przez Inwestora.
- 10.2.** Do spawania naprawczego ściegów wypełniających złączy spawanych gazociągu dopuszcza się technologię spawania ręcznego elektrodą otuloną metoda 111, z zastosowaniem materiałów spawalniczych gwarantujących zawartość wodoru w stopiwie <5,0 ml wodoru w 100 g stopiwa, określoną metodą glicerynową, metodę 141 (TIG) oraz technologię półautomatycznego spawania metodą 136. Do spawania naprawczego ściegu przetopowego dopuszcza się wyłącznie technologię 141 (TIG) oraz spawania półautomatycznego metodą 135.

- 10.3. Po wykonaniu każdego ściegu spoiny należy dokładnie usunąć z powierzchni lica ściegu i powierzchni rowka spawalniczego wszelkie zanieczyszczenia do czystej metalicznej powierzchni, bez jakichkolwiek śladów rozprysku łuku, żużla czy tlenków.
- 10.4. Przed rozpoczęciem spawania złączy rur gazociągu powierzchnia ścianki obu łączonych rur w odległości 25,0 mm od krawędzi rowka spawalniczego musi być oczyszczona do czystości metalicznej.
- 10.5. W przypadku przekroczenia czasu 15 minut pomiędzy wykonaniem ściegu graniowego, a rozpoczęciem spawania drugiego ściegu gorącego lub spadku temperatury spawanego złącza rur poniżej temperatury podgrzewania wstępnego, proces spawania złącza rur musi być przerwany. Następnie, po schłodzeniu złącza do temp. otoczenia, muszą być przeprowadzone badania jakości złącza za pomocą badań wizualnych i magnetyczno-proszkowych. W przypadku pozytywnego wyniku badań jakości złącza przeprowadzić dalsze spawanie złącza zgodnie z wymaganiami WPS. W przypadku wykrycia pęknięć złącze musi być wycięte, przy czym w przypadku pozostałych wad dopuszcza się spawania naprawcze za zgodą przedstawiciela Nadzoru Inwestorskiego.
- 10.6. Do czasu wykonania ściegu graniowego i gorącego spoiny wymagane jest, aby nie przemieszczać końca dospawanej rury. Wymaga się sztywnego podparcia końca rury przed rozpoczęciem procesu spawania. Do podparcia końca rury spawanej nie należy stosować kopców ziemnych.
- 10.7. Dopuszcza się przerwanie procesu spawania produkcyjnego tylko po wykonaniu 100% ściegu graniowego i 100% ściegu drugiego-gorącego. Proces spawania naprawczego wad złączy produkcyjnych gazociągu nie może być przerwany.
- 10.8. Temperatura podgrzewania wstępnego mierzona na powierzchni ścianki spawanych rur w odległości 50 mm od osi złącza nie może być niższa od temp. podgrzewania wstępnego ustalonej w WPS i nie może być wyższa niż o 30 °C od ustalonej w WPS.

## 11. Spawanie naprawcze

- 11.1. Proces spawania naprawczego nie może być przeprowadzony bez zgody Inwestora lub Nadzoru Inwestorskiego.
- 11.2. W przypadku gdy w złączach spawanych rur gazociągu wykryte zostaną niedopuszczalne niezgodności określone w niniejszym załączniku, muszą być one usunięte za pomocą jednej z metod: cięcie łukiem plazmowym, szlifowania lub frezowania.  
W przypadku gdy wykryte zostaną niezgodności wymagające naprawy, zajmujące łącznie ponad 20% długości złącza spawanego rur lub wady typu pęknięcia, całe złącze spawane musi być wycięte i wykonane ponownie. Wadliwe złącze należy wyciąć na szerokości min. 20 mm z obu stron spoiny i ponownie zkosować mechanicznie i przygotować do spawania zgodnie z wymaganiami WPS.
- 11.3. Wykonanie naprawy wadliwych złączy spawanych wymaga opracowania Instrukcji Technologicznej Spawania naprawczego WPS oraz kwalifikacji i zatrudnienia spawaczy posiadających uprawnienia do spawania w danej metodzie zgodnie z WPS.  
Temperatura podgrzewania wstępnego przed rozpoczęciem spawania pierwszego ściegu naprawianego obszaru złącza musi być o 50°C wyższa od wymaganej przy spawaniu złączy produkcyjnych gazociągu. Temperatura międzyściegowa może być do 30°C wyższa od podanej w punkcie 7.10. Wymagany jest szczegółowy raport z napraw złączy spawanych dla Nadzoru Inwestorskiego, nie rzadziej niż raz w tygodniu. Dopuszczalna jest tylko jednorazowa naprawa obszaru złącza spawanego w obszarze grani spoiny.
- 11.4. Spawanie naprawcze obszaru grani zaleca się prowadzić od strony drugiego ściegu gorącego.

- 11.5.** W przypadku naprawy złącza zawierającego wady w obszarze ponad obszarem ścięgu graniowego spoiny, dopuszcza się możliwość drugiej naprawy tego samego obszaru, gdy wada nie jest całkowicie usunięta lub wykryto nowe wady powstałe w procesie spawania naprawczego. Trzecia naprawa nie jest dopuszczalna i wymagane jest wycięcie całego złącza, chyba, że zgodę na kolejną naprawę wyda przedstawiciel Nadzoru Inwestorskiego.
- 11.6.** Nadzór spawalniczy Inwestora ma prawo wycofania dopuszczenia do prac spawalniczych gazociągu Instrukcji Technologicznej Spawania WPS, w przypadku nieprzestrzegania przez Wykonawcę parametrów spawania zgodnie z WPS lub przekroczenia dopuszczalnego poziomu wadliwości: 20% w przypadku pierwszych 100 złączy spawanych gazociąg. Dla kolejnych złączy dopuszczalny poziom wadliwości spoin określa Tablica 1.  
Przy przekroczeniu powyższych zakresów wadliwości Nadzór Inwestorski / Zamawiający może zwiększyć zakres badań nieniszczących w stosunku do zatwierdzonej dokumentacji jakościowej.

**Tablica 1.** Dopuszczalny poziom wadliwości spoin

DN	Dopuszczalny poziom wadliwości dla kolejnych spoin (powyżej 100 pierwszych złączy) w ujęciu ilościowym złączy w %
500	6
700	8
800	8
900	10
1000	12

- 11.7.** Dla spoin naprawczych minimalny zakres badań niszczących przy uznaniu technologii naprawy obejmuje badania w zakresie próby udarności, badań makroskopowych i twardości. Miejsce naprawy należy wykonać na godzinie trzeciej. W zależności od przyjętej metody naprawczej należy wykonać niezależne uznanie technologii dla naprawy na wskroś od strony lica zgodnie PN-EN ISO 15613, przy czym kryteria akceptacji wyników badań muszą być zgodne z wymaganiami punktu 7.14. Za zgodą inwestora możliwe jest uznanie technologii naprawy od strony grani zgodnie z powyższymi założeniami.

## **12. Połączenia przewodów elektrycznych instalacji ochrony katodowej**

- 12.1.** Przytwierdzenie przewodu elektrycznego instalacji ochrony katodowej do metalicznie czystej powierzchni ścianki rur gazociągu, należy wykonać metodą automatycznego lutowania twardego (pin brazing), w odległości co najmniej 150 mm do osi spoiny złącza.
- 12.2.** Należy opracować Instrukcję Technologiczną Automatycznego Lutowania Twardego BPS oraz przeprowadzić badania jakości złączy przewodu elektrycznego ze ścianką rury na podstawie badań mechanicznych, metalograficznych oraz pomiarów oporności elektrycznej, zgodnie z wymaganiami złącznika H normy PN-EN 12732+A1:2014.
- 12.3.** Nadtopienie ścianki rury lutem twardym w obszarze złącza przewodu elektrycznego ze ścianką rury musi być  $\leq 1,0$  mm, a głębokość dyfuzji miedzi lutu twardego w głąb stali musi być  $\leq 0,5$  mm. Twardość w obszarze SWC złącza lutowanego przewodu elektrycznego ze ścianką rury nie może przekraczać 300 HV10. Rezystancja elektryczna złącza nie powinna być większa niż 0,1  $\Omega$ .



- 12.4.** W przypadku gdy produkcyjne złącze przewodu elektrycznego ze ścianką rury nie spełnia wymagań jakości określonych w BPS, należy wykonać nowe połączenie w innym miejscu, a wadliwe złącze usunąć, oczyścić do powierzchni metalicznej i sprawdzić jakość tego obszaru za pomocą badań magnetyczno – proszkowych oraz sprawdzić grubość ścianki rury, czy mieści się w określonej tolerancji według zaleceń Inwestora.
- 12.5.** Warunki pogodowe - proces lutowania twardego połączenia przewodów elektrycznych instalacji ochrony katodowej nie może być prowadzony, gdy warunki pogodowe mogą prowadzić do obniżenia jakości połączenia. W każdym przypadku muszą być zastosowane namioty ochronne w których powinna być zapewniona stała temp. powietrza, powyżej 5°C.

### **13.Wymagania kontroli jakości złączy spawanych**

- 13.1.** Zakres badań jakości złączy spawanych musi być zgodny z wymaganiami i zaleceniami normy PN-EN 12732+A1, z uwzględnieniem dodatkowych wymagań Inwestora. Zamawiający nie dopuszcza stosowania kryteriów odbioru jakości złączy spawanych opartych na wytycznych EPRG (Europejskiej Grupy Badawczej ds. Rurociągów) lub innych alternatywnych
- 13.1.1.** W przypadku spawania złączy doczołowych rur części liniowej gazociągu w pasie montażowy poza wykopem wykonywanych przy współudziale metod 135 i 136 - wymagane jest 100% badań wizualnych, 100% badań zmechanizowanych metodą TOFD oraz minimum 30% badań radiograficznych. W przypadku spawania złączy doczołowych rur części liniowej gazociągu w pasie montażowy poza wykopem wykonywanych wyłącznie metodami 111 i 141 wymagane jest 100% badań wizualnych, 100% badań radiograficznych oraz minimum 30% badań ultradźwiękowych. Ostateczny zakres badań zostanie uzgodniony i zatwierdzony przez GAZ-SYSTEM S.A. w dokumentach jakościowych w zależności od zastosowanej przez WRB technologii spawania. Po uzgodnieniu z Zamawiającym w określonych przypadkach dopuszczają się ręczne badanie ultradźwiękowe.
- 13.1.2.** Przy wykorzystaniu metody spawania 141/111 do spawania spoin montażowych wykonywanych w pasie montażowym poza wykopem, proponowany zakres badań przyjmujemy zgodnie z przedstawionym wykazem tj. 100% badań VT, 100% badań RT i 30% badań TOFD. Dla spoin montażowych wykonywanych w wykopie, proponowany wymagany zakres badań nieniszczący obejmuje przyjmujemy zgodnie z zapisami pkt. 13.1.2 zał. 5 do instrukcji PE-DY-I26, tj. 100 badań VT, 100% RT i 100% badań TOFD niezależnie od przyjętej metody spawania. Badania TOFD dla spoin montażowych wykonywanych w wykopie nie wchodzi w procentowy udział wtórnej metody objętościowej dla pozostałych spoin montażowych oraz liniowych.
- 13.1.3.** Przy ewentualnym wykorzystaniu metody spawania 141/136 lub 141/135 do spawania spoin montażowych poza wykopem wykonywanych w pasie montażowym, proponowany zakres badań przyjmujemy zgodnie z przedstawionym wykazem tj. 100% badań VT, 100% TOFD i 30% badań RT. Dla spoin montażowych wykonywanych w wykopie, proponowany zakres badań przyjmujemy zgodnie z zapisami pkt. 13.1.2 zał. 5 do instrukcji PE-DY-I26, tj. 100% badań VT, 100% badań TOFD i 100% badań RT. Badania RT dla spoin montażowych wykonywanych w wykopie wchodzi w procentowy udział wtórnej metody objętościowej dla pozostałych spoin montażowych oraz liniowych. Po uzgodnieniu z Zamawiającym w określonych przypadkach dopuszczają się ręczne badanie ultradźwiękowe.
- 13.1.4.** W przypadku spawania złączy doczołowych rur oraz innych elementów gazociągu w tym: części obiektowej j (układy ZZU, węzły, stacje śluz) - 100% badań wizualnych, 100% badań radiograficznych oraz minimum 30% badań ultradźwiękowych.

Dla zastosowania metody spawania 135 i 136 – należy wykonać 100% badań ultradźwiękowych, 100% badań wizualnych, oraz minimum 30% badań radiograficznych. Ostateczny zakres badań zostanie zatwierdzony w dokumentach jakościowych w zależności od zastosowanej technologii spawania.

- 13.1.5.** Wszystkie złącza gwarantowane (nie poddane próbie ciśnieniowej) muszą być w 100% poddane następującym badaniom nieniszczącym: wizualnym, magnetyczno-proszkowemu, radiograficznemu oraz ultradźwiękowemu TOFD+PA (główce mozaikowe). Spoin występujących pod przekroczeniami terenowymi należy poddać badaniom w zakresie 100% VT, 100%RT i 100%UT (TOFD+PA). Badania drugą metodą objętościową dla spoin gwarantowanych i spoin pod przekroczeniami nie wlicza się w zakres 30 % badań drugą metodą objętościową dla badań wskazanych w punktach 13.1.1-13.1.8
- 13.1.6.** Wszystkie złącza po naprawie muszą być w 100% poddane następującym badaniom nieniszczącym: wizualnym, radiograficznym oraz ultradźwiękowym. Technika badań złączy naprawianych powinna być taka sama jak dla złączy produkcyjnych. Po uzgodnieniu z Zamawiającym w określonych przypadkach dopuszcza się ręczne badanie ultradźwiękowe.
- 13.1.7.** W przypadku spawanych złączy króćców i odgałęzień rurowych gazociągu wymagane jest 100% badań wizualnych, magnetyczno – proszkowych lub penetracyjnych oraz 100% badań radiograficznych i/lub ultradźwiękowych. jeżeli ten zakres badań jest technicznie możliwy do wykonania.
- 13.1.8.** Przed procesem wycinania otworu w ściance rury gazociągu i również procesem spawania króćców i odgałęzień do rur gazociągu (ang. tie-in – wycinki gazociągu) należy wykonać badania ultradźwiękowe wycinanego obszaru ścianki rury, w celu potwierdzenia braku rozwarstwień w materiale rury, zgodnie z załącznikiem B normy PN-EN 12732+A1:2014.
- 13.2.** Kryteria akceptacji złączy spawanych rur gazociągu muszą być zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 12732+A1:2014:
- Dla oceny badań radiologicznych wymagania określono w Tablicach G1 i G2
  - Dla oceny badań ultradźwiękowych zgodnie z wymaganiami normy PN-EN12732+A1:2014, przy czym nie dopuszcza się kryteriów zastępczych określonych zgodnie z pkt G3 normy PN-EN12732+A1:2014 oraz wymaganiami Inwestora.
- 13.3.** W protokołach z badań jakości złączy spawanych rur gazociągu muszą być opisane wszystkie rodzaje i poziomy niezgodności spawalniczych lub wskazania, w tym również dopuszczalne.
- 13.4.** Przed badaniami jakości wymaga się usunięcia wszelkich zanieczyszczeń powierzchni złącza typu żużel lub odpryski.
- 13.5.** Zaleca się badania wizualne jakości ścięgu graniowego złączy spawanych króćców i odgałęzień, w szczególności dla średnic króćców i odgałęzień powyżej DN50.
- 13.6.** Badania ultradźwiękowe spawanych złączy produkcyjnych rur gazociągu muszą być prowadzone aparaturą z automatycznym zapisem wyników badania, a technologia badania UT musi zapewniać skanowanie całego przekroju złącza. W przypadku zastosowania metody TOFD wymagane są dodatkowe badanie uzupełniające metodą echa, zapewniające dokładne skanowanie całego przekroju złącza. Rozpoczęcie badań należy poprzedzić odbiorem wzorca do kalibracji urządzenia oraz pierwszą kalibracją urządzeń w obecności inspektora nadzoru zatwierdzającego technologię badań. Wzorzec kalibracyjny powinien umożliwiać wykrycie niezgodności spawalniczych zlokalizowanych w całym przekroju złącza włączając maksymalne dopuszczalne wartości wycieku w grani i nadlewu lica dla każdej badanej grubości złącza. Wzorzec kalibracyjny musi posiadać świadectwo pomiarowe wykonania preparowanych niezgodności.

- Wymagana jest kalibracja urządzeń, co 4 godziny pracy urządzenia lub co 15 złączy obwodowych. Jeżeli podczas kontroli kalibracji urządzenia okaże się, że wymagania nie są spełnione należy powtórzyć badania złączy przebadanych od czasu poprzedniej kalibracji.
- 13.7.** Badania radiograficzne spawanych złączy produkcyjnych (liniowych) rur gazociągu muszą być prowadzone metodą centryczną prześwietlania przez jedną ściankę. W badaniach wymagana jest technika klasy B (ulepszona) badania radiograficznego według wymagań normy PN-EN ISO 17636-1 lub PN EN ISO 17636-2. Badanie radiograficzne wg PN EN ISO 17636-1 należy przeprowadzić z zastosowaniem błony radiograficznej klasy C3 zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 11699. Dopuszcza się prześwietlanie złączy montażowych średnicy DN500 i powyżej przez dwie ścianki rury zgodnie z normą ISO17636-1 na błonach radiograficznych o czułości C4. Stosowanie błon klasy C4 wg PN-EN ISO 11699-1 jest dopuszczone dla badań spawanych złączy liniowych i instalacji towarzyszących od średnicy DN 500 do DN 1400 (spoiny montażowe/ wstawki, spoiny gwarantowane) - dla ekspozycji przez dwie ścianki
- podwójny obraz (Rys. 11, 12 wg PN-EN ISO 17636-1),
  - pojedynczy obraz (Rys. 13, 14 wg PN-EN ISO 17636-1).
- 13.8.** Stosowanie błon klasy C4 w powyższym przypadku nie może pogorszyć wymaganej kontrastu klasy B radiogramów (gęstość optyczna i wykrywalność wskaźnikowa IQI), wykonywanych z zastosowaniem tych samych parametrów techniki badania (klasa B).
- 13.9.** Błona radiograficzna powinna obejmować obszar złącza doczołowego rur o szerokości co najmniej 50 mm od osi złącza. Dopuszcza się prześwietlanie złączy montażowych przez dwie ścianki rury ISO17636-1 na błonach radiograficznych o większej czułości dla średnicy DN500 i powyżej.
- 13.10.** Dopuszcza się po uzgodnieniach z Zamawiającym i UDT wykonanie badań radiograficznych z zastosowaniem detektorów cyfrowych zgodnie z normą PN-EN ISO17636-2.
- 13.11.** Wzory protokołów badań jakości złączy spawanych rur gazociągu oraz instrukcje prowadzenia tych badań należy przed przystąpieniem do prac spawalniczych uzgodnić z Inwestorem/ Nadzorem Inwestorskim.
- 13.12.** Podczas wykonywania badań radiograficznych dla grubości prześwietlanej ścianki poniżej 14 mm dopuszcza się zastosowanie źródła promieniowania izotopowego Se zgodnie z normą PN EN ISO 17636-1 w konsekwencji w tym przypadku obniżenie wartości wykrywalności wskaźnikowej o jedną wartość przeciętną dla Se-75 w stosunku do określonej w tabeli B3 normy PN EN ISO 17636-1. Szczegóły w przedmiotowym zakresie zostaną uzgodnione podczas ustalenia planu kontroli badań.
- 13.13.** Dokumentację wykonania kontroli złączy spawanych gazociągu wraz z zapisem obrazu (UT) i z digitalizacji radiogramów (lub detektorów cyfrowych) należy zarchiwizować wg jednolitego systemu oznaczeń na cyfrowym nośniku danych dołączonym do dokumentacji odbiorowej. Zapis z elektronicznej digitalizacji radiogramów dla części liniowej gazociągu należy wykonać zgodnie z normą PN-EN 14096 na poziomie klasy DS – technika ulepszona.

#### **14. Badania niszczące produkcyjnych złączy spawanych**

- 14.1.** Do badań niszczących produkcyjnych złączy spawanych rur gazociągu, prowadzonych w celu oceny ich jakości, muszą być pobrane złącze dla każdej z zaakceptowanych technologii spawania, w ilości zgodnej z wymaganiami normy PN-EN 12732+A1. Minimalna liczba badanych spoin niezależnie od zastosowanej technologii w funkcji długości L gazociągu:  $1 < L < 10$  km - min. 2 złącza;  $10 < L < 50$  km - min. 3 złącza;  $L > 50$  km - min 3 złącza na pierwsze 50 km oraz na każde kolejne 30 km - 1 dodatkowe złącze. W przypadku odcinków poniżej 1 km długości nie ma wymogu wycinania spoiny

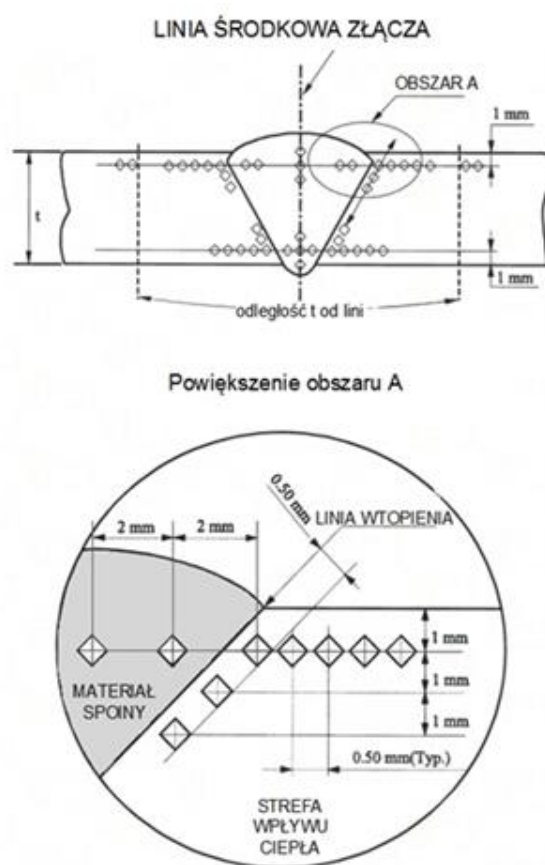
produkcyjnej. Zamiast tego należy wykonać próbne złącze przedprodukcyjne i poddać badaniom.

Zakres badań i kryteria akceptacji zgodnie z wymaganiami tablicy nr 3 i punktu 7.14.

- 14.2.** Pobranie złącza spawanego do badań niszczących musi być przeprowadzone po pozytywnych wynikach badań nieniszczących złącza, lecz przed próbą ciśnieniową, jeśli nie uzgodniono inaczej.
- 14.3.** Inwestor ma prawo wyboru produkcyjnego złącza spawanego rur gazociągu do badań niszczących.

## 15. Tablice i rysunki

Załącznik 3. Badanie Twardości metodą Vickersa (obciążenie 98,1 N)



**Rys. 1.** Rozkład punktów pomiaru twardości HV10 złącza spawanego, Tablica 3.

**Tablica 2.** Zalecana liczba ściągów do wykonania złącza doczołowego rur gazociągu przy ukosowaniu rowka spawalniczego na  $V 60^\circ$

Zewnętrzna średnica rury/ grubość ścianki [mm]	Zalecana liczba ściągów spoiny czołowej złącza
508/8,0	4
508/12,5	5
711/11,0	5
711/12,5	5

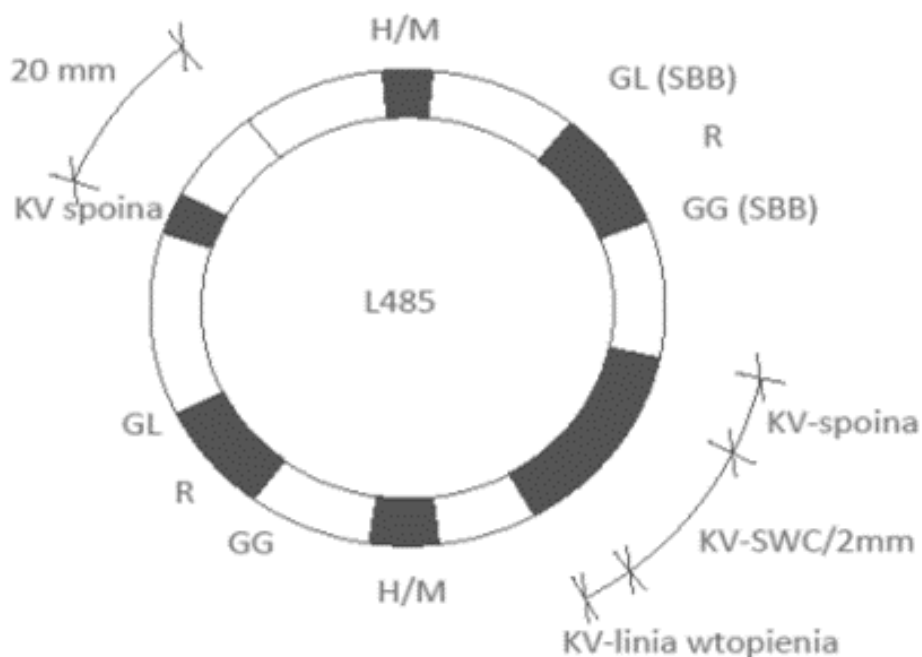
711/17,5	8
1016/14,2	7
1016/16,0	8
1016/22,2	12
1016/25,0	14

**Tablica 3.** Badania niszczące złączy próbnych wymagane w celu kwalifikacji Instrukcji Technologicznej Spawania WPS, rys. 2 i 3

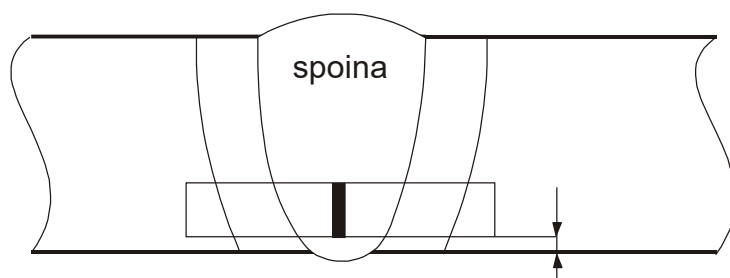
Zewnętrzna średnica rury/ grubość ścianki [mm]	Rodzaj badań i liczba próbek złącza							
	Statyczna próba rozciągania	Statyczna próba gięcia*	Udarność Charpy-V			Badania makroskopowe	Badania twardości HV10	Sumaryczna liczba próbek
			spoina	SWC	LW			
508/8,0	6	12	6	6	3	2	2	37
508/12,5	6	12	6	6	3	2	2	37
711/11,0	6	12	6	6	3	2	2	37
711/12,5	6	12	6	6	3	2	2	37
711/17,5	6	6	6	6	3	2	2	31
1016/14,2	6	6	6	6	3	2	2	31
1016/16,0	6	6	6	6	3	2	2	31
1016/22,2	6	6	9	6	3	2	2	34
1016/25,0	6	6	9	6	3	2	2	34

Uwagi: w przypadku złączy spawanych rur o grubości ścianki powyżej 13mm w miejsce statycznej próby gięcia poprzecznego złącza od strony lica i od strony grani (TFBB i TRBB) zaleca się tę samą liczbę prób statycznego gięcia bocznego złącza (SBB), rys. 2

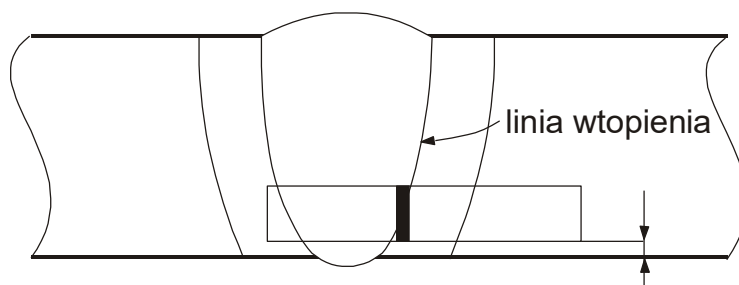




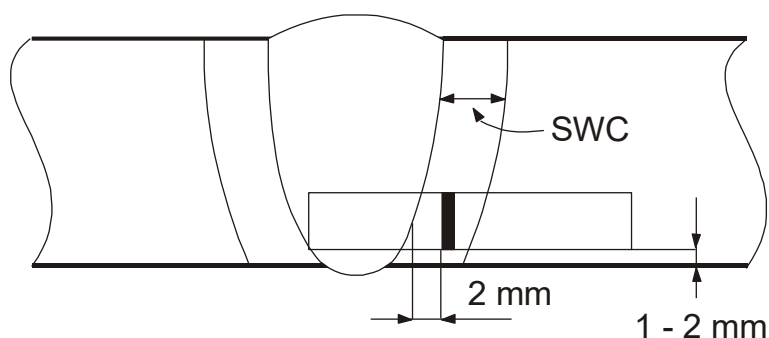
**Rys. 2.** Schemat położenia obszarów pobierania próbek do badań doczołowego złącza próbnego rur gazociągu ze stali L485, Tablica 2, rys. 2. R – statyczna próba rozciągania, GL – statyczna próba gięcia od strony lica, GG – statyczna próba gięcia od strony grani, H/M – badania makroskopowe i pomiary twardości, KV – badania udarności Charpy-V.



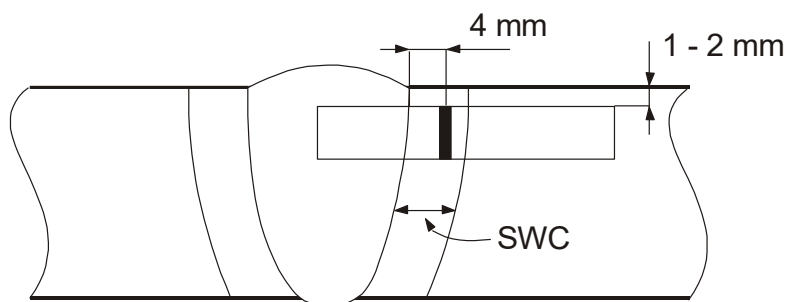
a. karb w obszarze metalu spoiny



b. karb w obszarze linii wtopienia ściegu graniowego i ściegu drugiego - gorącego



c. karb w obszarze SWC ściegu graniowego i ściegu drugiego - gorącego



d. karb w obszarze SWC ściegów wypełniających i licowych

**Rys. 3.** Położenie obszaru pobierania próbek do badań udarności Charpy-V oraz usytuowanie karbu w spawanych złączach próbnych do kwalifikacji Instrukcji Technologicznej Spawania WPS.

**Tablica 4.** Kryteria akceptacji (dopuszczalności wad – niezgodności spawalniczych) próbnych złączy spawanych rur do badań kwalifikacyjnych Instrukcji Technologicznych Spawania WPS na podstawie badań wizualnych, penetracyjnych lub magnetyczno-proszkowych oraz badań rentgenowskich i ultradźwiękowych (oznaczenie według normy PN-EN ISO 5817)

Oznaczenie PN-EN ISO 5817	Opis niezgodności spawalniczej	Wymiar graniczny niezgodności
NIEZGODNOŚCI SPAWALNICZE POWIERZCHNIOWE		
100	Pęknięcia	nie dopuszcza się
104	Pęknięcia w kraterach	nie dopuszcza się
2017	Pory powierzchniowe łoża i gniazdo porowatości	nie dopuszcza się
2025	Zakończenie krateru	nie dopuszcza się
401, 4013	Przyklejenie wychodzące na zewnątrz łoża i grani	nie dopuszcza się
4021	Niepełny przetop grani	nie dopuszcza się
504	Wyciek ściegu graniowego	$h \leq 1,0 \text{ mm} + 0,1b$ , lecz max 2,0 mm
502	Nadlew spoiny	dla $T \leq 12,5 \text{ mm}$ – max 2,0 mm dla $T \geq 12,5 \text{ mm}$ – max 3,0 mm

505	Niewłaściwy brzeg spoiny	$\alpha \geq 150^\circ$
506	Nawis lica spoiny	nie dopuszcza się
511	Wklęsnięcie lica spoiny	nie dopuszcza się
510	Przepalenie	nie dopuszcza się
5011 i 5012	Podtopienie lica	max 0,5 mm, lecz sumaryczna długość podtopień musi być $\leq 50$ mm na 300 mm długości złącza
5013	Podtopienie grani	max 0,5 mm, lecz sumaryczna długość podtopień musi być $\leq 50$ mm na 300 mm długości złącza
515	Wklęsnięcie grani	głębokość max 0,5 mm, o sumarycznej długości $\leq 25\%$ długości złącza
516	Porowatość grani	nie dopuszcza się
517	Niewłaściwe ponowne rozpoczęcie spawania	nie dopuszcza się
602	Rozprysk	nie dopuszcza się
507	Przesunięcie liniowe (high-low)	max 2,0 mm
NIEZGODNOŚCI SPAWALNICZE WEWNĘTRZNE		
100	Pęknięcia	nie dopuszcza się
1001	Mikropęknięcia	nie dopuszcza się
2011, 2012	Pęcherz gazowy	wg wymagań dla poziomu B normy PN-EN ISO 5817 Tablica 1
2013	Gniazdo pęcherzy (skupisko porowatości)	
2014	Łańcuch pęcherzy	
2016	Pęcherz kanalikowy	
3011	Wtrącenia linowe żużla	
3012	Wtrącenia zwarte żużla	
304	Wtrącenie metaliczne inne niż miedź	
3042	Wtrącenie miedzi	nie dopuszcza się
4011, 4012	Przyklejenia wewnętrzne brzegowe i międzywarstwowe	nie dopuszcza się
AKUMULACJA NIEZGODNOŚCI SPAWALNICZYCH - WADY WIELOKROTNE		
-	Wady kuliste	wg wymagań dla poziomu B normy PN-EN ISO 5817 Tablica 1,
-	Wady podłużne	

Kryteria oceny jakości złączy spawanych produkcyjnych i naprawczych rur gazociągu, na podstawie badań wizualnych, penetracyjnych lub magnetyczno-proszkowych oraz badań radiograficznych i/lub ultradźwiękowych powinny spełniać wymagania poziomu jakości B z normy PN-EN ISO 5817, poza przesunięciem liniowym (high-low) dla spoin montażowych, dla rur ciętych oraz połączeń rura-łuk lub łuk-łuk max 3 mm oraz niezgodnościami wielokrotnymi gdzie sumaryczna długość niezgodności  $\leq 25$  mm na 300 mm długości złącza, lecz  $\leq 5\%$  całkowitej długości złącza. Jeśli niezgodności wielokrotne są większe to wymagane wycięcie złącza.