




NAVITEST Sp. z o.o.
NDT Laboratory
80-299 Gdańsk
ul. Astronomów 5
Poland

PROJECT: **ISO STANDARD**
CLIENT: **GENERAL**
PROCEDURE: **NVT.OP.RT-D-ISO.001.00**

Badania radiograficzne złączy spawanych
według EN ISO 17636-2


**Radiographic testing of welded joints
according to EN ISO 17636-2**

—	Data Date	Wydanie Revision	Imię i Nazwisko Name and Surname	Uprawnienia Certificate	Podpis Signature
Opracował Prepared by	27.06.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Mirosław Zyskowski	UDT-CERT 02851-RT3	
Recenzował Reviewed by	28.06.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Piotr Sadowski	TÜV-SÜD TSP-00891-RT3-00	
Zatwierdził Approved by	28.06.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Piotr Sadowski	TÜV-SÜD TSP-00891-RT3-00	
Wydał Released by	28.06.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Mirosław Zyskowski	UDT-CERT 02851-RT3	

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025 Strona/ Page 2 / 22

CONTENTS

1. PURPOSE OF THE PROCEDURE	3
2. REFERENCE DOCUMENTS	3
3. PERSONNEL.....	3
4. HSE.....	4
5. TIME OF INSPECTION	5
6. SURFACE PREPARATION.....	5
7. EXAMINATION EXECUTION	5
8. EVALUATION AND ACCEPTANCE CRITERIA.....	20
9. EXAMINATION AFTER REPAIR.....	21
10. REPORTING.....	21
11. ENCLOSURES.....	21
12. TABLE OF CHANGES	22

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025
			Strona/ Page 3 / 22

1. CEL POROCEDURY

Celem procedury jest określenie wymogów i warunków technicznych oraz sposobu postępowania podczas wykonywania badań radiograficznych z wykorzystaniem promieniowania X i gamma. Zakres stosowania: badania radiograficzne spoin doczołowych złączy spawanych płaskich, kątowych, rurowych oraz materiałów metalowych w zakresie grubości do 50 mm

2. DOKUMENTY ODNIESIENIA

- EN ISO 9712, Badania nieniszczące – Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących
- EN ISO 17636-2, Badania nieniszczące spoin – Badania radiograficzne – Część 1: Techniki promieniowania X i gamma z detektorami cyfrowymi
- EN ISO 10675-1, Badania nieniszczące spoin – Kryteria akceptacji badań radiograficznych – Część 1. Stal, nikiel, tytan i ich stopy
- EN ISO 10675-2, Badania nieniszczące spoin – Kryteria akceptacji badań radiograficznych – Część 2. Aluminium i jego stopy
- ISO 5580, Badania nieniszczące – Przemysłowe negatoskopy radiograficzne
- EN ISO 19232-1, Badania nieniszczące – Jakość obrazu radiogramów – Część 1: Liczbowe wyznaczanie jakości obrazu za pomocą wskaźników jakości obrazu typu pręcikowego
- EN ISO 6520-1, Spawanie i procesy pokrewne – Klasyfikacja geometrycznych niezgodności spawalniczych w metalach – Część 1: Spawanie

W przypadku powołań datowanych ma zastosowanie wyłącznie wydanie cytowane. W przypadku powołań niedatowanych stosuje się ostatnie wydanie dokumentu powołanego.

3. PERSONEL

Badania może wykonywać tylko wykwalifikowany personel posiadający certyfikat co najmniej stopnia 1 w metodzie radiograficznej w odpowiednim sektorze według EN ISO 9712 oraz posiadający upoważnienie Kierownika Laboratorium NAVITEST.

Ocenę może wykonywać tylko wykwalifikowany personel posiadający certyfikat co najmniej stopnia 2 w metodzie radiograficznej w odpowiednim sektorze według EN ISO 9712, posiadający upoważnienie Kierownika Laboratorium NAVITEST oraz przeszkolony przez personel 3-go stopnia w zakresie radiografii cyfrowej.

Za treść, aktualizację i nadzór nad przestrzeganiem procedury odpowiada personel nadzorujący z 3 stopniem wg EN ISO 9712.

1. PURPOSE OF THE PROCEDURE

The purpose of this procedure is definition of technical conditions and codes of practice during carrying out the x-ray and gamma-ray. Range of application: radiography examination of flat, angle and pipe welded joints and metallic materials in the range of wall thickness to 50 mm.

2. REFERENCE DOCUMENTS

- EN ISO 9712, Non-Destructive Testing – Qualification and certification of NDT personnel
- EN ISO 17636-2, Non-destructive testing of welds – Radiographic testing – Part 2: X- and gamma-ray techniques with digital detectors
- EN ISO 10675-1, Non-destructive testing of welds – Acceptance levels for radiographic testing – Part 1. Steel, nickel, titanium and their alloys
- EN ISO 10675-2, Non-destructive testing of welds – Acceptance levels for radiographic testing – Part 2. Aluminum and its alloys
- ISO 5580, Non-destructive testing – Industrial radiographic illuminators
- EN ISO 19232-1, Non-destructive testing – Image quality of radiographs – Part 1: Determination of the image quality value using wire-type image quality indicators
- EN ISO 6520-1, Welding and allied processes – Classification of geometric imperfections in metallic materials – Part 1: Fusion welding


For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document applies.

3. PERSONNEL

Examination shall be carried out only by the qualified personnel certified according to EN ISO 9712 with at least level 1 in radiographic method in relevant sector and authorized by the Head of NAVITEST Laboratory.

Assessment shall be carried out only by the qualified personnel certified according to EN ISO 9712 with at least level 2 in radiographic method in relevant sector, authorized by the Head of NAVITEST Laboratory and trained by level 3 personnel in digital radiography.

Personnel NDT level 3, certificated according EN ISO 9712, shall be responsible for content, actualization and supervision of the compliance with this procedure.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025 Strona/ Page 4 / 22

Za wykonywanie badań zgodnie z niniejszą procedurą i normami przedmiotowymi wyszczególnionymi w pkt. 2 procedury odpowiada pracownik laboratorium wykonujący badania.

Laboratory worker performing the examination shall be responsible for carrying out the examination in compliance with this procedure and objective norms specified in point 2 of the procedure.

Uprawniony pracownik kierujący zespołem wykonującym badania radiograficzne jest odpowiedzialny za:

The authorized worker directing the x-ray or γ -ray examination shall be responsible for:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - wykonywanie badań zgodnie z procedurą - przestrzeganie zasad ochrony radiologicznej - kontrolę posiadania indywidualnych kasetek dozymetrycznych przez pracowników zespołu w czasie badań - kontrolę posiadania dźwiękowego sygnalizatora promieniowania przez pracownika zespołu najbardziej narażonego na działanie promieniowania - powiadomienie nadzoru budowy i uzyskanie zgody na wykonywanie badań | <ul style="list-style-type: none"> - carrying out the examination in compliance with this procedure - keeping the rules of radiological protection - checking possession of the individual dosimetric cassettes by the workers of the team during performing the examination - checking possession of the sound radiation indicator by the employee who is the most exposed to the radiation - informing the construction supervision and getting the permission for carrying out the x-ray examination |
|--|--|

Za obróbkę cyfrową radiogramów odpowiada uprawniony pracownik laboratorium.

The authorized worker of the laboratory shall be responsible for performing the digital processing of the radiographs.

Za klasyfikację radiogramów odpowiada uprawniony pracownik laboratorium wykonujący klasyfikację radiogramów.

The authorized worker of laboratory shall be responsible for performing the classification of the radiographs.

4. BHP

Podczas pobytu na terenie danego zakładu, należy przestrzegać przepisów BHP obowiązujących w danym miejscu. Pracę należy wykonywać tylko w miejscu spełniającym warunki BHP. Dotyczy to również bezpiecznego dostępu oraz warunków środowiskowych.

4. HSE

While working in the specific workplace, local health and safety regulations must be followed. The work shall be performed only in a location that meets health and safety conditions. Safe access and local conditions shall also be met.

4.1. Ochrona radiologiczna


Należy przestrzegać instrukcji NVT/IN/O-5.15 "Instrukcja Ochrony Radiologicznej podczas pracy z zastosowaniem przemysłowej aparatury radiograficznej". Przede wszystkim należy: wyznaczyć i oznakować tablicami ostrzegawczymi, a w razie konieczności ogrodzić teren taśmą strefy zagrożenia, w czasie ekspozycji należy kontrolować granice strefy zagrożenia.

4.1. Radiological protection

Instruction NVT/IN/O-5.15 "Instruction of the radiological protection during working using industrial x-ray equipment" shall be complied. Above all: danger zones must be determined and marked by the danger notices or warning tape if necessary, borders of danger zone must be controlled during exposure.

UWAGA: W przypadku pojawienia się osób postronnych w obrębie badań radiograficznych należy natychmiast przerwać pracę.

ATTENTION: If any other staff come into X-ray testing area, the work must be stopped immediately.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025

5. CZAS ROZPOCZĘCIA BADAŃ

Gdy przeprowadzana jest obróbka cieplna, końcowe badania NDT należy przeprowadzić po zakończeniu wszystkich obróbek cieplnych i ochłodzeniu materiału do temperatury otoczenia.

Minimalny czas między ukończeniem zakończeniem spawania a końcową inspekcją NDT wynosi 48 godzin jako wymóg ogólny.

Według uznania Inspektora Nadzoru, odstęp 48 godzin może zostać skrócony do 24 godzin.

6. PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI

W przypadku gdy niedoskonałość powierzchni mogłaby utrudniać wykrycie niezgodności spawalniczych, badana powierzchnia powinna zostać wyszlifowana. Jeżeli nie ustalono inaczej, badanie powinno zostać przeprowadzone po ostatniej fazie wykonania.

7. WYKONANIE BADAŃ

Po otrzymaniu planu badań z określonymi miejscami badań oraz wymaganiami operator rozpoczyna wykonywanie badań. Wiązka powinna być kierowana ku środkowi badanego obszaru i zaleca się, aby była prostopadła do obszaru badanego w tym środkowym punkcie.

7.1. Ustalenie techniki badania

Rozróżnia się dwie klasy technik radiograficznych:

- klasa A: techniki podstawowe
- klasa B: techniki ulepszone

Wybór techniki powinien być uzgodniony między zainteresowanymi stronami, klasę B stosuje się, gdy czułość techniki A nie jest wystarczająca.

7.2. Dobór wskaźników jakości obrazu

Wymagany jest obraz referencyjny dla sprawdzenia podstawowej rozdzielczości przestrzennej systemu detektora cyfrowego. Należy określić podstawową rozdzielczość przestrzenną lub wartość wskaźnika typu podwójny pręcik w celu sprawdzenia czy sprzęt komputerowy systemu spełnia wymagania określone jako funkcja prześwietlanej grubości materiału. W tym przypadku wskaźnik IQI typu podwójny pręcik powinien być umieszczony bezpośrednio na detektorze cyfrowym. Użycie wskaźnika IQI typu podwójny pręcik do wykonywania radiogramów produkcyjnych nie jest obowiązkowe. Zmierzona podstawowa rozdzielczość przestrzenna obrazu cyfrowego nie może przekraczać maksymalnych wartości określonych jako funkcja

5. TIME OF INSPECTION

When heat treatment is performed, the final NDT shall be carried out when all heat treatments have been completed and material has cooled to ambient temperature.

The minimum time between weld completion and final inspection of NDT is 48 hours as a general requirement.

At the discretion of the Surveyor, 48 hours interval may be reduced to 24 hours.

6. SURFACE PREPARATION

In case, where surface imperfections can cause difficulty in detecting welding imperfections, the surface shall be ground smooth. Unless otherwise specified, radiography shall be carried out after the final stage of manufacturing.

7. EXAMINATION EXECUTION

After receiving the test plan with specific research sites and the requirements the operator starts examination. The beam of radiation shall be directed to the centre of the area being inspected and shall be perpendicular to the object surface at that point.

7.1. Examination technique


The radiographic techniques are divided two classes:

- class A: basic techniques
- class B: improved techniques

The choice of radiographic techniques shall be agreed between the contracting parties, class B techniques are used when class A might be insufficiently sensitive.

7.2. Selection Image Quality Indicator

A reference image is required for the verification of the basic spatial resolution of the digital detector system. The basic spatial resolution or duplex wire value shall be determined to verify whether the system hardware meets the requirements specified as a function of the penetrated material thickness. In this case, the duplex wire IQI shall be positioned directly on the digital detector. The use of a duplex wire IQI for a production radiographs is not compulsory. The measured basic spatial resolution of the digital image, shall not exceed the maximum values specified as a function of the penetrated material thickness. For single image inspection, the single wall thickness is taken as the penetrated material thickness. For double wall double image inspection, with the duplex

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025
			Strona/ Page 6 / 22

prześwietlanej grubości materiału. Do kontroli pojedynczego obrazu jako prześwietlaną grubość materiału bierze się grubość pojedynczej ścianki. Do kontroli podwójnego obrazu przy prześwietlaniu przez dwie ścianki ze wskaźnikiem IQI typu podwójny pręcik umieszczonym na rurze od strony źródła bierze się prześwietlaną grubość materiału jako średnicę rury. Podstawowa rozdzielczość przestrzenna detektora dla kontroli podwójnego obrazu przy prześwietlaniu przez dwie ścianki powinna odpowiadać wartością wybranym na podstawie dwukrotnej nominalnej grubości pojedynczej ścianki jako prześwietlanej grubości materiału.

Najlepiej jeżeli wskaźniki IQI typu pojedynczy pręcik będą umieszczone na badanym obiekcie od strony źródła w środku badanego obszaru na metalu rodzimym poza spoiną.

7.3. Zasady kompensacji CP I, CP II lub CP III

Stosowanie zasad kompensacji wymaga uzyskania minimalnego stosunku kontrastu do szumu, CNR_N znormalizowanego do podstawowej rozdzielczości przestrzennej detektora zgodnie z wykrywalną różnicą grubości materiału Δw . Jeżeli wymagany znormalizowany stosunek kontrastu do szumu (CNR_N na Δw) nie może być uzyskany z powodu niewystarczającej wartości jednego z następujących parametrów, to skompensować przez zwiększenie SNR.

- **CP I:** kompensacja zmniejszonego kontrastu (np. przez zwiększenie napięcia lampy) przez zwiększoną wartość SNR (np. przez zwiększenie natężenia prądu lampy lub czasu ekspozycji)
- **CP II:** kompensacja niewystarczającej ostrości detektora (wartość SR_b wyższa niż wymagana) przez zwiększoną wartość SNR (zwiększenie widoczności jednego dodatkowego pręcika wskaźnika IQI dla każdej brakującej pary pręcików wskaźnika typu podwójny pręcik)
- **CP III:** kompensacja zwiększonej lokalnej nieostrości interpolacyjnej na skutek korekcji złych pikseli dla DDA, przez zwiększoną wartość SNR

7.4. Ustalenie grubości badania

Według dokumentacji lub pomiaru przy użyciu suwmiarki lub grubościomierza ultradźwiękowego. Stosunek prześwietlanej grubości na zewnętrznej krawędzi badanego obszaru o jednakowej grubości do grubości w miejscu padania środka wiązki nie powinien być większy niż 1,1 dla klasy B i 1,2 dla klasy A.

wire on the source side of the pipe, the penetrated material thickness is taken as the pipe diameter. The basic spatial resolution of the detector for double wall double image inspection shall correspond to the values chosen on the basis of twice the nominal single wall thickness as the penetrated material thickness.

The single wire IQIs used shall be placed preferably on the source side of the test object at the center of the area of interest on the parent metal beside the weld.


7.3. Compensation principles CP I, CP II or CP III

Application of these rules requires the achievement of a minimum contrast- to- noise ratio, CNR_N , normalized to the detector basic spatial resolution per detectable material thickness difference Δw . If the required normalized contrast- to- noise ratio (CNR_N to Δw) cannot be achieved due to an insufficient value of one of the following parameters, this can be compensated by an increase in the SNR.

- **CP I:** compensation for reduced contrast (e.g. by increased tube voltage) by increased SNR (e.g. by increased tube current of exposure time)
- **CP II:** compensation for insufficient detector sharpness (the value of SR_b higher than specified) by increased SNR (increase in the single IQI wire value for each missing duplex wire pair value)
- **CP III:** compensation for increased local interpolation unsharpness, due to bad pixel correction for DDAs, by increased SNR

7.4. Settlement of tested thicknesses

According to the documentation or the measurement using slide caliper or ultrasonic gauging apparatus. The ratio of the penetrated thickness at the outer edge of an evaluated area of uniform thickness to that at the centre beam shall not be more than 1,1 for class B and 1,2 for class A.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025 Strona/ Page 7 / 22

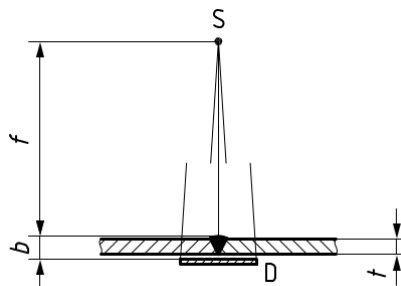
7.5. Warunki geometryczne badania

Zgodnie z normą EN ISO 17636-2

7.5. Geometrical conditions of the examination

According to EN ISO 17636-2 standard.

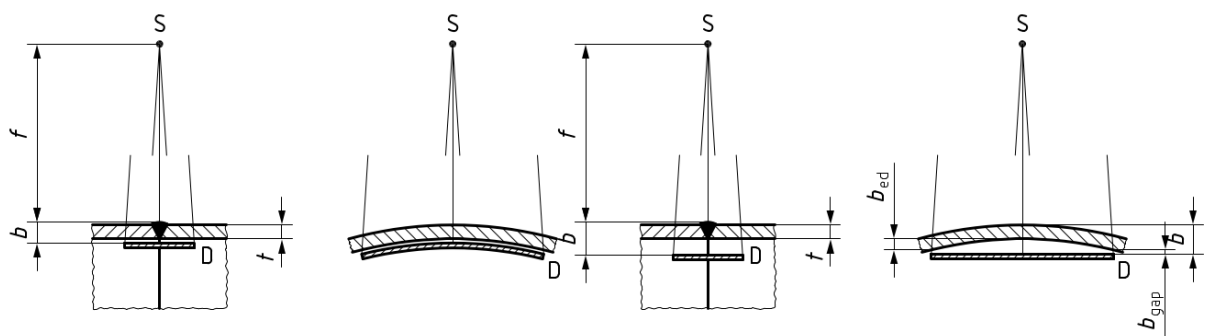
SINGLE-WALL PENETRATION OF PLANE OBJECTS



NOTE If the distance, b , in Figure 1 is less than $1,2 t$, then the nominal thickness, t , can be used for b and can be considered as the distance from the source to the parent material surface.

Figure 1. Arrangement for testing of planar welds with radiation source on one side and the detector on the opposite side

SINGLE-WALL PENETRATION OF CURVED OBJECTS WITH THE SOURCE OUTSIDE THE OBJECT




a) with curved detectors

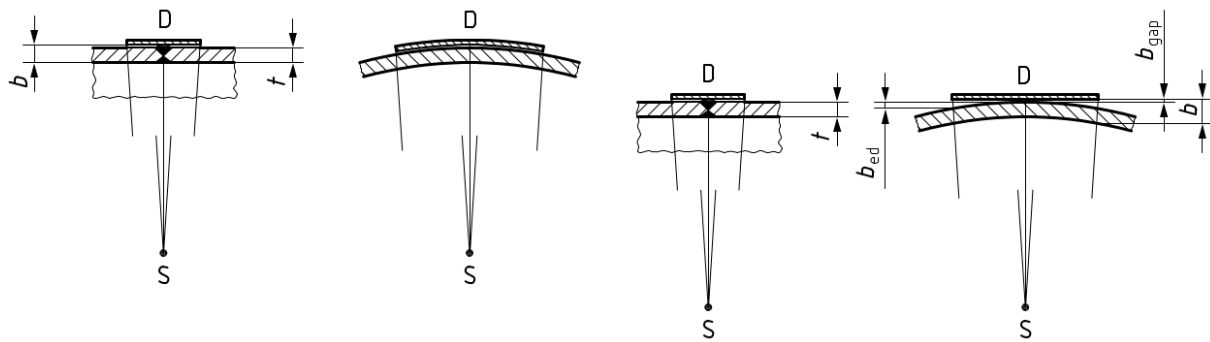
b) with planar detectors

NOTE If the distance, b , in Figure 2 is less than $1,2 t$, then the nominal thickness, t , can be used for b and can be considered as the distance from the source to the parent material surface.

Figure 2. Arrangement for testing of curved objects with the radiation source outside and the detector inside

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025
			Strona/ Page 8 / 22

SINGLE-WALL PENETRATION OF CURVED OBJECTS WITH THE SOURCE LOCATED OFF-CENTRE AND INSIDE THE OBJECT



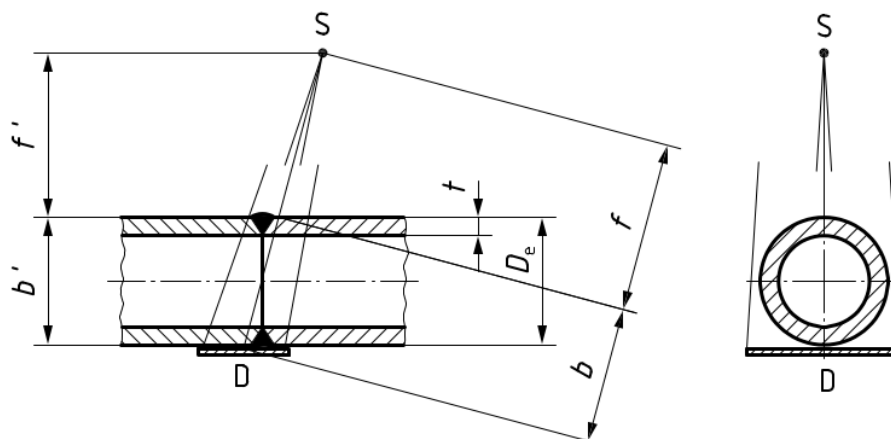
a) with curved detectors

b) with planar detectors

NOTE If the distance, b , in Figure 8 is less than $1,2 t$, then the nominal thickness, t , can be used for b .


Figure 3. Arrangement for testing of welds with the radiation source located off-centre inside the object and the detector outside

DOUBLE-WALL PENETRATION AND DOUBLE-IMAGE EVALUATION (DWDI) OF PIPES WITH THE ELLIPTIC TECHNIQUE AND THE SOURCE AND THE DETECTOR OUTSIDE THE OBJECT



NOTE The source-to-object distance can be calculated by the perpendicular distance f' , calculated from b' .

Figure 4. Arrangement for testing of both walls of pipes with the elliptic technique

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025 Strona/ Page 9 / 22

DOUBLE-WALL PENETRATION AND DOUBLE-IMAGE EVALUATION (DWDI) WITH THE PERPENDICULAR TECHNIQUE AND SOURCE AND DETECTOR OUTSIDE THE OBJECT

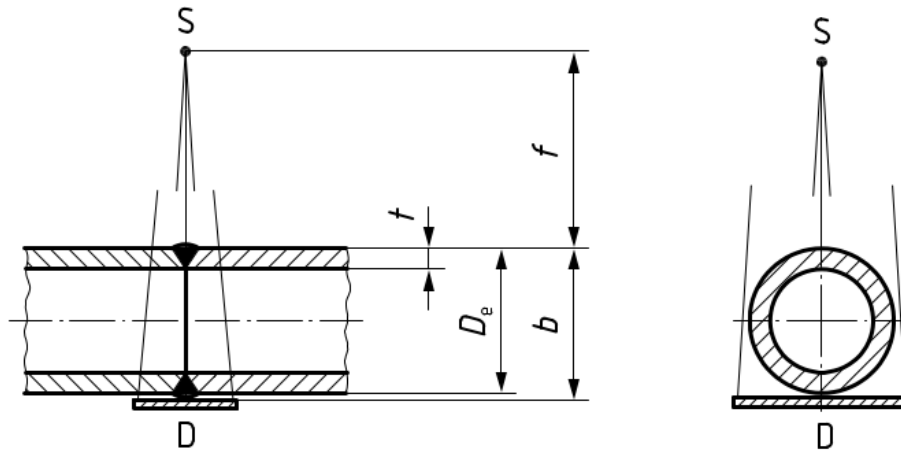
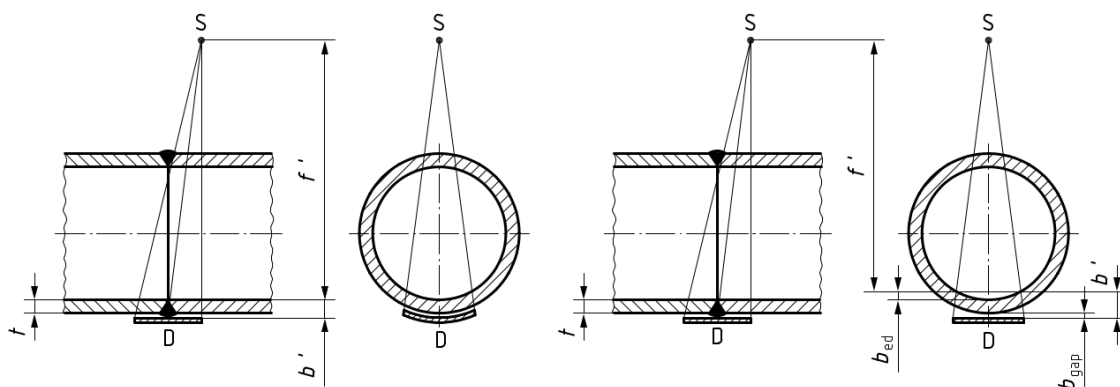


Figure 5. Arrangement for testing of both walls of pipes with the perpendicular technique

DOUBLE-WALL PENETRATION AND SINGLE-IMAGE EVALUATION (DWSI) OF CURVED OBJECTS FOR EVALUATION OF THE WALL NEXT TO THE DETECTOR




a) with curved detectors

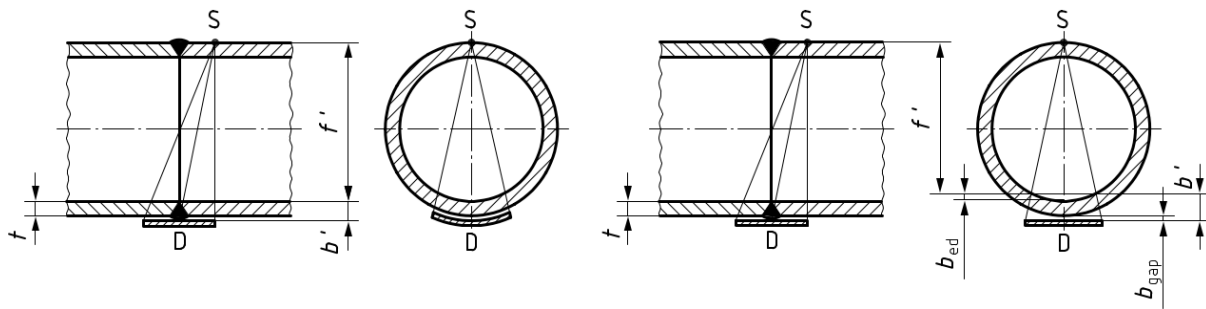
b) with planar detectors

NOTE If the distance, b' , in Figure 13 is less than $1,2 t$, then the nominal thickness, t , can be used for b' and f' can be considered as the distance from the source to the parent material surface.

Figure 6. Arrangement for testing of curved objects with the radiation source outside and evaluation of the wall next to the detector with the IQI placed close to the detector

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025
			Strona/ Page 10 / 22

DOUBLE-WALL PENETRATION AND SINGLE-IMAGE EVALUATION (DWSI) OF CURVED OBJECTS FOR EVALUATION OF THE WALL NEXT TO THE DETECTOR



a) with curved detectors

b) with planar detectors

NOTE If the distance, b' , in Figure 14 is less than $1,2t$, then the nominal thickness, t , can be used for b' and f' can be considered as the distance from the source to the parent material surface.

Figure 7. Arrangement for testing of curved objects with the radiation source outside, located directly on the surface and evaluation of the wall next to the detector with the IQI placed close to the detector

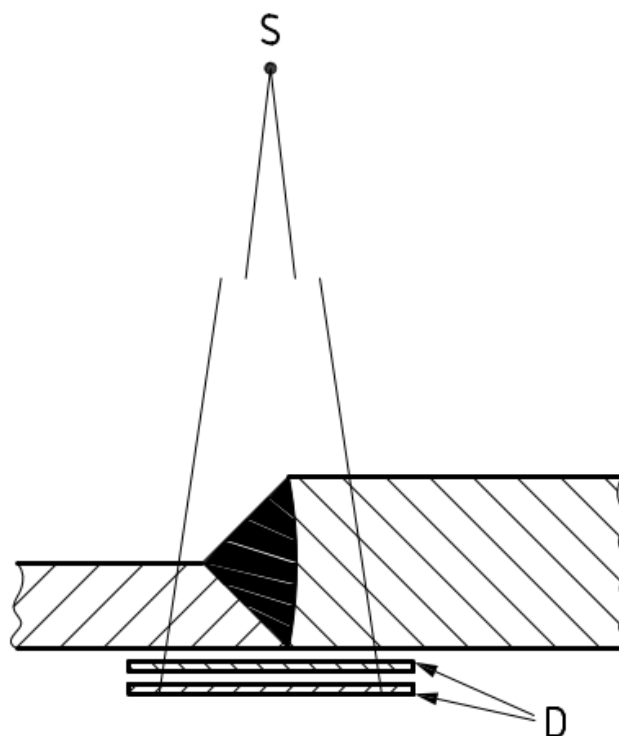



Figure 8. Arrangement for testing with a multi-detector technique, applicable for CR

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025
			Strona/ Page 11 / 22

Ogólnie:

Technika eliptyczna (podwójna ścianka i podwójny obraz) zgodnie z (Rysunek 4) powinna być stosowana tylko dla średnicy zewnętrznej $D_e \leq 100$ mm i grubości ścianki $t \leq 8$ mm oraz szerokości spoiny $\leq D_e/4$. Dwa obrazy przesunięte o 90° są wystarczające, jeśli $t/D_e < 0,12$; w przeciwnym razie potrzebne są trzy obrazy eliptyczne. Odstęp między dwoma rzutowanymi obrazami spoiny powinien wynosić około jednej szerokości spoiny. Ze względu na wyższy zakres dynamiki detektorów cyfrowych niż w przypadku radiografii filmowej, D_e i t mogą przekraczać wartości podane o 10%.

Gdy nie jest możliwe przeprowadzenie badania eliptycznego dla $D_e \leq 100$ mm, można zastosować technikę prostopadłą zgodnie z (Rysunek 5). W tym przypadku wymagane są trzy ekspozycje w odstępach 120° lub 60° , w zależności od dostępu wokół rury.

W przypadku układów badania zgodnych z (rysunkami 6 i 7) nachylenie wiązki powinno być jak najmniejsze i takie, aby zapobiec nakładaniu się dwóch obrazów. Odległość źródło-obiekt, f , powinna być jak najmniejsza dla techniki pokazanej na rysunkach 6 i 7. IQI powinien być umieszczony po stronie detektora blisko detektora z literą ołowianą F.

7.7. Parametry ekspozycji

Maksymalne wartości napięcia w lampie rentgenowskiej względem grubości przedstawiono na schemacie:

General:

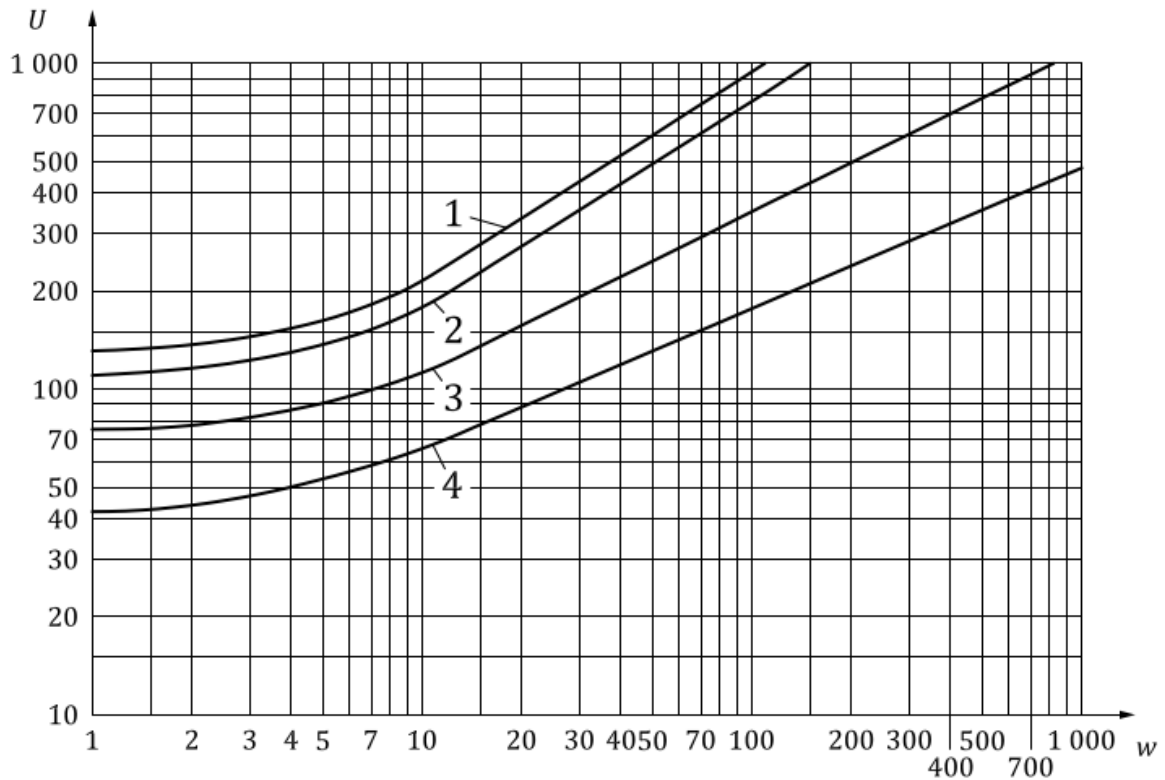
The elliptical technique (double-wall and double-image) in accordance with (Figure 4) should only be used for external diameter $D_e \leq 100$ mm and wall thickness $t \leq 8$ mm and weld width $\leq D_e/4$. Two 90° displaced images are sufficient if $t/D_e < 0,12$; otherwise, three elliptical images are needed. The distance between the two projected weld images shall be about one weld width. Due to the higher dynamic range of digital detectors than in film radiography, D_e and t may exceed the values given by 10 %.

When it is not possible to carry out an elliptical testing for $D_e \leq 100$ mm, the perpendicular technique in accordance with (Figure 5) may be used. In this case, three exposures 120° or 60° apart are required, depending on the access around the pipe.

For test arrangements in accordance with (Figures 6 and 7), the inclination of the beam shall be kept as small as possible and be such as to prevent superimposition of the two images. The source-to-object distance, f , shall be kept as small as possible for the technique shown in Figures 6 and 7. The IQI shall be placed on the detector side close to the detector with a lead letter F.

7.7. Exposure parameters

The maximum values of X-ray tube voltage versus thickness are given in scheme:



Legend

U	X-ray tube voltage, kV	w	penetrated thickness, mm
1	copper and nickel and its alloys	2	steel
3	titanium and its alloys	4	aluminium and its alloys

NOTE The calculations for the curves are described in Table 1 below.

Figure 9. Recommended X-ray tube voltage for X-ray devices up to 1 000 kV as a function of penetrated thickness and material

Table 1. Approximation formulae for calculation of recommended tube voltages

	Recommended tube voltage at penetrated thickness, w	
	kV	
	w ≤ 10 mm	w > 10 mm
Copper, nickel and their alloys	$U = 120 + 9w$	$U = 48 \cdot w^{0,65}$
Steel ^a	$U = 100 + 7,5w$	$U = 40 \cdot w^{0,64}$
Titanium and its alloys	$U = 70 + 4w$	$U = 35 \cdot w^{0,50}$
Aluminium and its alloys	$U = 40 + 2,5w$	$U = 24 \cdot w^{0,43}$

^a For steel applications, practitioners can also use the less accurate approximation up to 45 mm thickness: $U_{\text{steel}} \approx 100 + 8w$


 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025
			Strona/ Page 13 / 22

Table 2. Penetrated thickness ranges for gamma-ray sources and X-ray equipment with X-ray potential, U, above 1 MV for steel, copper and nickel-based alloys

Radiation source	Penetrated thickness	
	w mm	
	Testing class A	Testing class B
Tm 170	$w \leq 5$	$w \leq 5$
Yb 169 ^a	$1 \leq w \leq 15$	$2 \leq w \leq 12$
Se 75 ^b	$10 \leq w \leq 40$	$14 \leq w \leq 40$
Ir 192	$20 \leq w \leq 100$	$20 \leq w \leq 90$
Co 60	$40 \leq w \leq 200$	$60 \leq w \leq 150$
X-ray potentials $1 \text{ MV} < U \leq 4 \text{ MV}$	$30 \leq w \leq 200$	$50 \leq w \leq 180$
X-ray potentials $4 \text{ MV} < U \leq 12 \text{ MV}$	$w \geq 50$	$w \geq 80$
X-ray potentials $U > 12 \text{ MV}$	$w \geq 80$	$w \geq 100$
^a For aluminium and titanium, the penetrated material thickness is $10 \text{ mm} \leq w \leq 70 \text{ mm}$ for testing class A and $25 \text{ mm} \leq w \leq 55 \text{ mm}$ for testing class B.		
^b For aluminium and titanium, the penetrated material thickness is $35 \text{ mm} \leq w \leq 120 \text{ mm}$ for testing class A.		

Na mocy porozumienia między stronami, grubość prześwietlana dla źródła Ir 192 może zostać dodatkowo zmniejszona do 10 mm dla klasy badania A lub klasy badania B, pod warunkiem osiągnięcia wymaganej jakości obrazu określonej w minimalnych wartościach jakości obrazu normy EN ISO 17636-2.


Na mocy porozumienia między stronami, grubość prześwietlana dla źródła Se 75 może zostać dodatkowo zmniejszona dla klasy badania A lub klasy badania B, pod warunkiem osiągnięcia wymaganej jakości obrazu określonej w minimalnych wartościach jakości obrazu.

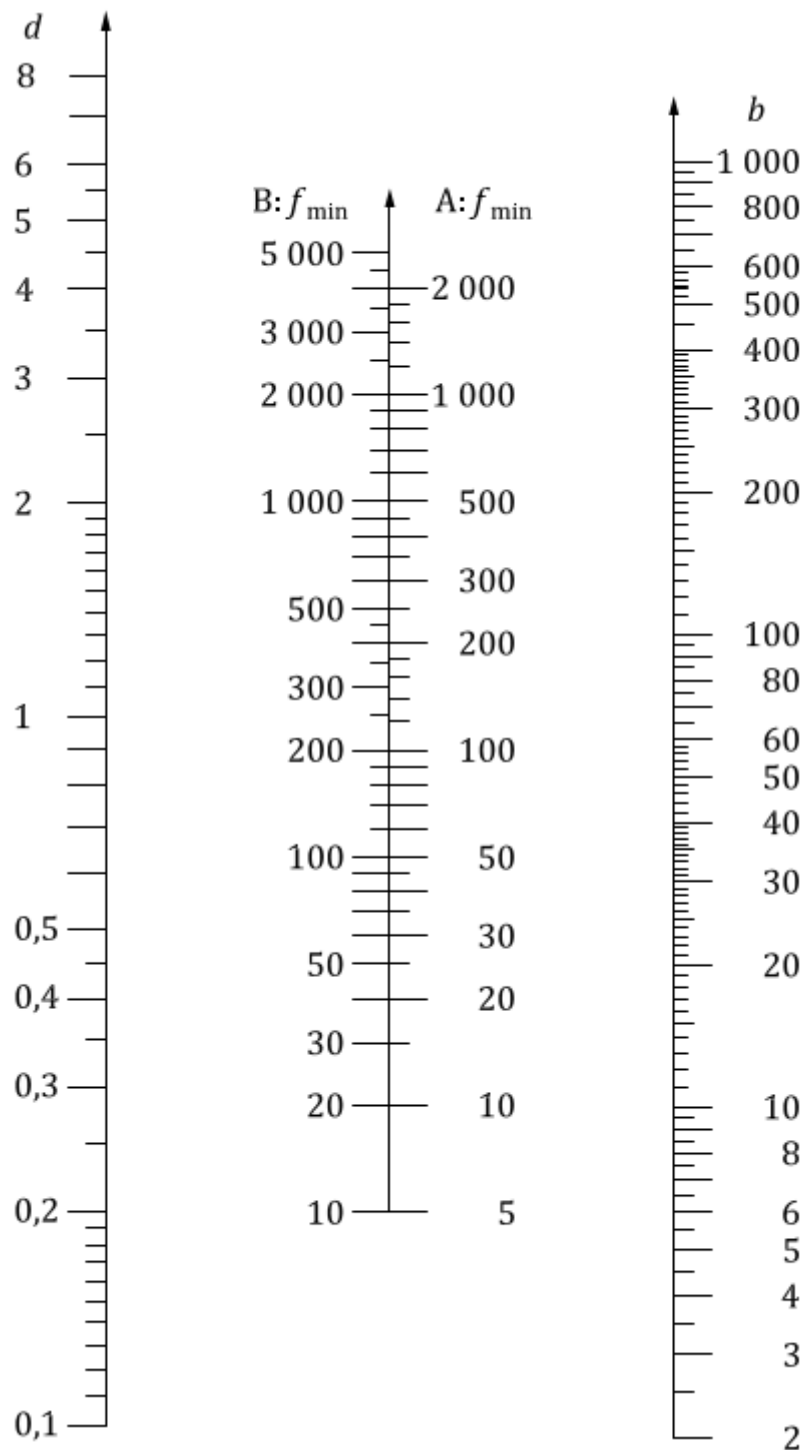
Zaleca się stosowanie wyższych SNR_N do badania grubości prześwietlanych poniżej 10 mm dla źródła Se 75 niż wymagane w tabelach 3 i 4.

By agreement between the contracting parties, the penetrated thickness for Ir 192 may further be reduced to 10 mm for testing class A or testing class B, provided the required image quality as stated in minimum image quality values is achieved, EN ISO 17636-2 standard.

By agreement between the contracting parties, the penetrated thickness for Se 75 may further be reduced for testing class A or testing class B, provided the required image quality as stated in minimum image quality values is achieved.

It is recommended to use higher SNR_N for testing of penetrated thicknesses below 10 mm with Se 75 than required in Tables 3 and 4.


 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025
			Strona/ Page 14 / 22



Legend

f_{\min}	minimum source-to-object distance, in mm	b	object-to-film distance, in mm
d	source size, in mm	A	testing class A
A	testing class A	B	testing class B

Figure 10. Nomogram for the determination of minimum source-to-object distance, f_{\min} , in relation to object-to-detector distance, b , and the source size, d

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025
			Strona/ Page 15 / 22

7.8. Minimalny znormalizowany stosunek SNR

Dla badania radiograficznego cyfrowego należy osiągnąć minimalne wartości SNRN jak podano w poniższych tabelach lub minimalny stopień szarości (tylko w radiografii komputerowej). Wartość SNRN należy mierzyć obok spoiny w pobliżu wskaźników IQI typu pręcikowego w grubszej części materiału rodzimego w strefie o równomiernej grubości ścianki i o równomiernym stopniu szarości. Stopnie szarości w radiografii komputerowej należy mierzyć w interesującym obszarze w złączy spawanym w pobliżu wskaźników IQI typu pręcikowego. Ponieważ chropowatość materiału ma wpływ na szum obrazu i wartość SNRN, wartościami zalecanym są tylko wartości podane w poniższej tabeli. Minimalne wartości SNRN należy zwiększyć o współczynnik 1,4 w porównaniu z wartościami podanymi w tabelach jeżeli pomiar wartości SNRN jest wykonywany w miejscu przylegającym do spoiny w strefie wpływu ciepła, z wyjątkiem przypadków, gdy lico i grań spoiny zostały wyszlifowane na równo i są w jednej płaszczyźnie z materiałem rodzimym.

7.8. Minimum normalized signal-to-noise ratio

For digital radiographic examination, minimum SNRN values as given in tables below or minimum grey values (CR only) shall be achieved. The SNR_N value shall be measured beside the weld near the wire IQIs in the thicker part of the parent material in a zone of homogeneous wall thickness and grey values. The grey values in CR (only) shall be measured in the region of interest in the weldment near the wire IQI. Since the roughness of the material influences image noise and SNRN, the values in table below are recommended values only. The minimum SNR_N values shall be increased by a factor 1,4 in comparison to tables if the SNR_N measurement is performed adjacent to the weld in the heat-affected zone, except if the weld cap and root are flush with the parent material.

Table 3. X-ray potentials, U, minimum SNRN values (CR and DDA) and metal-front screens (screens for CR only) for digital radiography of steel, copper and nickel-based alloys

Radiation source	Penetrated material thickness <i>w</i> mm	Minimum SNR_N^c		Type and thickness of metal-front screens mm
		Testing class A	Testing class B	
X-ray potentials ≤ 50 kV		100	150	None
X-ray potentials ^d 50 kV < $U \leq 150$ kV		70	120	0 to 0,1 (Pb)
X-ray potentials ^d 150 kV < $U \leq 250$ kV		70	100	0 to 0,1 (Pb)
X-ray potentials ^d 250 kV < $U \leq 1\ 000$ kV	$w \leq 50$	70	100	0 to 0,3 (Pb)
	$w > 50$	70	70	0 to 0,3 (Pb)
Yb 169 ^d	$w \leq 5$	70	120	0 to 0,1 (Pb)
Tm 170 ^d	$w > 5$	70	100	0 to 0,1 (Pb)
Ir 192 ^d , Se 75 ^d	$w \leq 50$	70	100	0 to 0,3 (Pb)
	$w > 50$	70	70	0,1 to 0,4 (Pb)
Co 60 ^{a,b}	$w \leq 100$	70	100	0,3 to 0,8 (Fe or Cu) + 0,6 to 2 (Pb)
X-ray potentials ^{a,b} 1MV < $U \leq 5$ MV	$w > 100$	70	70	0,3 to 0,8 (Fe or Cu) + 0,6 to 2 (Pb)
X-ray potentials ^{a, b} > 5 MV	$w \leq 100$	70	100	0,6 to 4 (Fe, Cu or Pb)
	$w > 100$	70	70	0,6 to 4 (Fe, Cu or Pb)


 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025
			Strona/ Page 16 / 22

Table 4. X-ray potentials, U, minimum SNRN values (CR and DDA) and metal-front screens (screens for CR only) for the digital radiography of aluminium and titanium

Radiation source	Minimum SNR_N^b		Type and thickness of metal-front screens mm
	Testing class A	Testing class B	
X-ray potentials $U \leq 150$ kV	70	120	$\leq 0,03$ (Pb)
X-ray potentials 150 kV $< U \leq 500$ kV	70	100	$\leq 0,2$ (Pb) ^a
Yb 169, Tm 170	70	100	$\leq 0,2$ (Pb) ^a
Se 75	70	100	$\leq 0,3$ (Pb) ^a

Legend for Table 3

- ^a In the case of multiple screens (Fe+Pb), the steel screen shall be located between the IP and the lead screen
^b Instead of Fe or Fe+Pb, copper, tantalum or tungsten screens may be used if the image quality can be proven
^c If the SNRN is measured in the HAZ/parent material, these values shall be multiplied by 1,4. No multiplication is required if the weld cap and root are flush with the parent material or if sufficient SNRN is measured in the centre of the weld
^d Pb screens may be replaced completely or partially by Fe or Cu screens. The equivalent thickness for Fe or Cu is three times the Pb thickness

Legend for Table 4

- ^a Instead of 0,2 mm lead, a 0,1 mm screen with an additional filter of 0,1 mm may be used outside of the cassette.
^b If the SNRN is measured in the HAZ/parent material, these values shall be multiplied by 1,4. No multiplication is required if the weld cap and root are flush with the parent material or if sufficient SNRN is measured in the centre of the weld

7.8. Przygotowanie aparatury X

Zgodnie z instrukcją NVT/O-5/RT

7.8. X-ray tube preparation

In accordance with the instruction NVT/O-5/RT

7.9. Przygotowanie aparatury gamma

Zgodnie z instrukcją NVT/O-5/RT

7.9. Gamma-ray preparation

In accordance with the instruction NVT/O-5/RT

7.10. Okładki metalowe i osłony IP

W przypadku stosowania metalowych okładek do CR wymagany jest dobry kontakt między czułą warstwą detektora a okładkami. Można to osiągnąć stosując próżniowe pakowanie okładek IP lub stosując nacisk. Okładki ołowiowe, które nie mają ścisłego kontaktu z IP, mogą przyczyniać się do nieostrości obrazu. Wzmocnienie uzyskane dzięki zastosowaniu okładek ołowiowych w kontakcie z płytami obrazującymi jest znacznie mniejsze niż w przypadku radiografii błonowej.

7.10. Metal screens for IPs and shielding

When using metal-front screens for CR, good contact between the sensitive detector layer and screens is required. This can be achieved either by using vacuum packed IPs or by applying pressure. Lead screens not in intimate contact with the IPs can contribute to image unsharpness. The intensification obtained by use of lead screens in contact with imaging plates is significantly smaller than in film radiography.

7.11. Lokalizacja IQIs


Jakość radiogramów jest weryfikowana za pomocą wskaźników jakości obrazu (IQI) zgodnie z ISO 19232-5 i ISO 19232-1 lub ISO 19232-2.

7.11. Position of image quality indicators (IQIs)

The quality of radiographs shall be verified by use of image quality indicators (IQIs) in accordance with ISO 19232-5 and ISO 19232-1 or ISO 19232-2.

Wskaźnik jakości obrazu powinien być umieszczony: w osi badanego obszaru na obiekcie obok spoiny, od strony źródła

Image quality indicator shell be placed: at the centre of the area on the parent metal beside the weld, on the

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025
			Strona/ Page 17 / 22

promieniowania, jeżeli to możliwe, między błoną a badanym obiektem przy badaniach przez dwie ścianki, gdy dostęp do badanego miejsca od strony głowicy jest niemożliwy, w części o niezmienniej grubości, prostopadle do osi spoiny tak, aby co najmniej 10 mm długości wskaźników było widoczne w części o jednakowej gęstości optycznej. Ponadto, wskaźnik powinien ściśle przylegać do powierzchni badanego obiektu jeżeli wskaźnik jest umiejscowiony od strony błony, należy umieścić dodatkowo literę „F” oraz odnotować to w protokole badań w przypadku ekspozycji rur, gdy źródło promieniowania znajduje się w środku, należy umieścić co najmniej trzy wskaźniki jakości obrazu równomiernie na obwodzie badanego obiektu.

Wskaźnik IQI typu podwójny pręcik

Obraz referencyjny jest wymagany do weryfikacji podstawowej rozdzielczości przestrzennej systemu detektora cyfrowego ($SR_b^{detector}$). W takim przypadku IQI wzorca podwójny pręcik (ISO 19232-5) należy umieścić bezpośrednio na detektorze cyfrowym. Podstawową rozdzielczość przestrzenną lub wartość wskaźnika duplex należy określić w celu sprawdzenia, czy system spełnia wymagania określone jako funkcja grubości prześwietlanego materiału. W przypadku prześwietlania przez dwie ścianki z podwójnym obrazem, detektor $SR_b^{detector}$ powinien odpowiadać wartościom z tabel A.1 i A.2 wybranym na podstawie tego, że prześwietlana grubość jest dwukrotnie większa od nominalnej grubości pojedynczej ścianki.

Użycie podwójnego pręcika IQI (ISO 19232-5) na obiekcie do radiogramów produkcyjnych jest wymagane, jeśli stosowana jest technika powiększenia geometrycznego (patrz 7.7) z $v > 1,2$. Wartość podstawowej rozdzielczości przestrzennej, mierzona na obrazie cyfrowym (patrz załącznik C normy EN ISO 17636-2), nie powinna przekraczać maksymalnych wartości SR_b^{image} określonych jako funkcja grubości penetrowanego materiału w tabeli A.1 lub tabeli A.2. Zautomatyzowane systemy kontroli DDA mogą wykorzystywać tryb wykrywania jako ruch ciągły (np. przesunięcie lub obrót) lub akwizycję start/stop. Nieostrość obrazu systemów ruchomych lub start/stop nie powinna przekraczać wartości podanych w tabeli A.1 lub tabeli A.2.

source side, if it is possible, on the film side - for double-wall technique, if the access to the tested area from the source side is impossible, in a section of uniform optical density, perpendicular to the weld. The image of a wires is accepted if a continuous length of at least 10 mm is clearly visible in a section of uniform optical density. Moreover, indicator shall be in close contact with the surface of the object where the indicator is placed on the film side, the letter “F” shall be placed near the indicator and it shall be stated in the test report, for exposures of pipes, where the source is centrally located, at least three indicators shall be placed equally spaced at the circumference of the examined object.

Duplex wire IQIs

Reference image is required for the verification of the basic spatial resolution of the digital detector system ($SR_b^{detector}$). In this case, the duplex wire IQI (ISO 19232-5) shall be positioned directly on the digital detector. The basic spatial resolution or duplex wire value shall be determined to verify that the system hardware meets the requirements specified as a function of the penetrated material thickness in Tables A.1 and A.2. For double wall double-image inspection, the $SR_b^{detector}$ shall correspond to the values of Tables A.1 and A.2 chosen on the basis that the penetrated thickness is twice the nominal single-wall thickness.

The use of a duplex wire IQI (ISO 19232-5) on the object for production radiographs is required if the geometric magnification technique (see 7.7) is applied with $v > 1,2$. The value of the basic spatial resolution, measured in the digital image (see Annex C, standard EN ISO 17636-2), shall not exceed the maximum SR_b^{image} values specified as a function of the penetrated material thickness in Table A.1 or Table A.2. Automated DDA inspection systems may use a detection mode as continuous movement (e.g. translation or rotation) or start/stop acquisition. The image unsharpness of moving or start/stop systems shall not exceed the values of Table A.1 or Table A.2.


 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025 Strona/ Page 18 / 22

Table A.1. Maximum image unsharpness for all techniques, testing class A

Testing class A: Duplex wire ISO 19232-5		
Penetrated thickness w^a mm	Minimum IQI value and maximum unsharpness (ISO 19232-5) ^{b,c} mm	Maximum basic spatial resolution (equivalent to wire thickness and spacing) ^{b,c} SR_b^{detector} mm
$w \leq 1,0$	D 13 0,10	0,05
$1,0 < w \leq 1,5$	D 12 0,125	0,063
$1,5 < w \leq 2$	D 11 0,16	0,08
$2 < w \leq 5$	D 10 0,20	0,10
$5 < w \leq 10$	D 9 0,26	0,13
$10 < w \leq 25$	D 8 0,32	0,16
$25 < w \leq 55$	D 7 0,40	0,20
$55 < w \leq 150$	D 6 0,50	0,25
$150 < w \leq 250$	D 5 0,64	0,32
$w > 250$	D 4 0,80	0,4

Legend

^a For double-wall technique, single-image, the nominal thickness, t , shall be used instead of the penetrated thickness, w

^b The IQI reading for system selection (Determination of basic spatial resolution accordance to Annex C, standard EN ISO 17636-2) applies for contact radiography. If the geometric magnification technique (see point 7.7, standard EN ISO 17636-2) is used, the IQI reading shall be performed in the corresponding reference radiographs

^c If magnification, v , is $> 1,2$, then SR_b^{image} shall be used instead of SR_b^{detector}


 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025
			Strona/ Page 19 / 22

Table A.2. Maximum image unsharpness for all techniques, testing class B

Testing class B: Duplex wire ISO 19232-5		
Penetrated thickness w^a mm	Minimum IQI value and maximum unsharpness (ISO 19232-5) ^{b,c} mm	Maximum basic spatial resolution (equivalent to wire thickness and spacing) ^{b,c} SR_b^{detector} mm
$w \leq 1,5$	D 14 (D 13+) ^d 0,08	0,04
$1,5 < w \leq 4$	D 13 0,10	0,05
$4 < w \leq 8$	D 12 0,125	0,063
$8 < w \leq 12$	D 11 0,16	0,08
$12 < w \leq 40$	D 10 0,20	0,10
$40 < w \leq 120$	D 9 0,26	0,13
$120 < w \leq 200$	D 8 0,32	0,16
$w > 200$	D 7 0,40	0,20

Legend


^a For double-wall technique, single-image, the nominal thickness, t , shall be used instead of the penetrated thickness, w

^b The IQI reading for system selection (Determination of basic spatial resolution accordance to Annex C, standard EN ISO 17636-2) applies for contact radiography. If the geometric magnification technique (see point 7.7, standard EN ISO 17636-2) is used, the IQI reading shall be performed in the corresponding reference radiographs

^c If magnification, v , is $> 1,2$, then $SR_{b\text{image}}$ shall be used instead of $SR_{b\text{detector}}$

^d D 13+ is achieved if the duplex wire pair D 13 is resolved with a dip larger than 20 %

NOTE The duplex wire IQIs can be used effectively with tube voltages up to 600 kV. The wire pairs > 13 can be used effectively at tube voltages lower than 225 kV. When using source voltages in the megavolt range, it can be possible that the results will not be completely satisfactory. $SR_{b\text{detector}}$ values can be determined but it will be difficult to measure $SR_{b\text{image}}$ values

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr / Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja / Revision: 00 Wyd. / Released: 28.06.2025 Strona / Page 20 / 22

7.12. Identyfikacja radiogramów

Do każdego badanego odcinka powinny być przymocowane znaczniki, możliwie poza badanym obszarem pozwalające na jednoznaczną identyfikację tego odcinka. Na badanym obiekcie należy umieścić trwałe oznakowanie w celu ustalenia dokładnego położenia każdego radiogramu. Jeżeli badany obszar jest przy użyciu dwóch lub więcej błon powinny one nachodzić na siebie, a ponadto na obu błonach powinien być umieszczony znacznik z materiału o wysokiej gęstości optycznej w celu weryfikacji. Radiogramy po naprawach należy oznaczyć dodatkową literą R.

7.13. Obróbka

Obróbkę należy wykonywać zgodnie z NVT/O-5/RTD "Instrukcja postępowania z wyposażeniem do RT-D".

8. OCENA I KRYTERIA AKCEPTACJI

Ogólnie, poziom jakości B odpowiada najwyższym wymaganiom dotyczącym spoin i może być stosowany do badań spoin w obszarach krytycznych.

8.1. Ocena jakości obrazu

Obrazy cyfrowe będą oceniane na monitorze. Monitor i warunki oglądania muszą spełniać wymagania normy EN ISO 17636-2, punkt 7.10.

Obraz pręcika jest akceptowany, jeśli ciągła długość co najmniej 10 mm jest wyraźnie widoczna w sekcji o jednolitych wartościach szarości, zwykle w strefie wpływu ciepła w pobliżu spoiny.

Minimalne wielkości wskaźników jakości obrazu typu IQI podano w załączniku B normy EN ISO 17636-2.

8.2. Wartość szarości

SNR lub wartość szarości jest używana zamiast gęstości optycznej i klasy systemu błonowego w radiografii błonowej. Liniowe oryginalne wartości szarości są używane do pomiaru ilości promieniowania przenikającego przez określony obszar części. Przy tej zależności wartość szarości "0" odpowiada dawce promieniowania "0" (kolor biały w prezentacji negatywowej, jak w radiografii błonowej), podczas gdy wartość szarości "4095" odpowiada nasycenemu detektorowi (kolor czarny w prezentacji negatywowej, jak w radiografii błonowej) dla 12-bitowego systemu CR.

Pomiary wartości szarości i SNR_N powinny być wykonywane przy użyciu kwalifikowanych narzędzi programowych, które określają średnią wartość szarości (wartość średnią) w obrębie RoI i/lub SNR_N , która jest

7.12. Position of image quality indicator

Symbols shall be affixed to each section being radiographed. The images of these symbols shall appear in the radiograph outside the region of interest where possible and shall ensure unambiguous identification of the section. Permanent markings on the object to be examined shall be made in order to accurately locate the position of each radiograph. When radiographing an area with two or more separate films, the films shall overlap sufficiently to ensure that the complete region of interest is radiographed. This shall be verified by a high density marker on the surface of the object which is to appear on each film. A radiograph of a repaired weld is to be identified with an "R"

7.13. Processing

According to the instruction NVT/O-5/RTD "Digital radiography equipment operating instruction."

8. EVALUATION AND ACCEPTANCE CRITERIA

In general, quality level B corresponds to the highest requirement on the finished weld and may be applied on critical welds.

8.1. Evaluation of image quality

The digital images shall be evaluated on a monitor. The monitor and the viewing conditions shall fulfil the requirements of 7.10 standard EN ISO 17636-2.


The image of a wire is accepted if a continuous length of at least 10 mm is clearly visible in a section of uniform grey values, typically in the HAZ near the weld.

Minimum values for IQI-type image quality indicators are given in Annex B of EN ISO 17636-2.

8.2. Grey values

SNR or grey value is used in lieu of optical density and film system class in film radiography. Linear original grey values are used to measure the quantity of radiation penetrating a particular area of a part. With this relationship, a grey value of "0" corresponds to "0" radiation dose (white in a negative presentation as in film radiography), whereas a grey value of "4095" corresponds to a saturated detector (black in a negative presentation as in film radiography) for a 12-bit CR system.

Grey value and SNR_N measurements shall be performed using qualified software tools that determine average grey value (mean value) within an RoI and/or SNR_N , which is the ratio of the average grey value to the standard

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELEDDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025
			Strona/ Page 21 / 22

stosunkiem średniej wartości szarości do odchylenia standardowego wartości szarości w obrębie RoI. Minimalny obszar obrazu RoI powinien zawierać 1 100 pikseli (tj. 20 × 55 pikseli, patrz ISO 16371-1) dla pomiarów ilościowych.

8.3. Klasyfikacja radiogramów

Opis niezgodności według normy EN ISO 6520, Spawanie i procesy pokrewne. Klasyfikacja geometrycznych niezgodności spawalniczych w metalach. Część 1. Spawanie."

Klasyfikacja wadliwości złączy spawanych według norm:

EN ISO 10675-1, Badania nieniszczące spoin. Kryteria akceptacji badań radiograficznych Część 1: Stal, nikiel, tytan i ich stopy

EN ISO 10675-2, Badania nieniszczące spoin. Kryteria akceptacji badań radiograficznych. Część 2: Aluminium i jego stopy

Wyróżnione są trzy poziomy akceptacji:

- 1 poziom akceptacji = poziomowi jakości B
- 2 poziom akceptacji = poziomowi jakości C
- 3 poziom akceptacji = poziomowi jakości D

8.4. Badania dodatkowe

W przypadku gdy ciągła niezgodność spawalnicza wychodzi poza badany obszar, należy wykonać dodatkowy radiogram w kierunku tej niezgodności.

9. BADANIE PO NAPRAWACH

Naprawione spoiny należy zbadać na całej ich długości przy użyciu odpowiedniej metody NDT.

10. RAPORTOWANIE

Raporty z badań RT powinny być archiwizowane i powinny zawierać co najmniej następujące elementy zgodnie z punktem 8 normy EN ISO 17636-2.

Archiwizacji podlegają następujące dokumenty:

- Raporty z wykonania ekspozycji badań RT
- Protokoły z klasyfikacji radiogramów
- Pliki obrazów cyfrowych

Czas archiwizacji: 5 lat

11. ZAŁĄCZNIKI

1. Wzór raportu: nvt/RT/D najnowsza wersja

deviation of the grey values within the RoI. The minimum image area of the RoI shall contain 1 100 pixels (i.e. 20 × 55 pixels, see ISO 16371-1) for quantitative measurements.

8.3. Classification of radiographs

Imperfections description according to the standard EN ISO 6520-1, Welding and allied processes. Classification of geometric imperfections in metallic materials. Part 1: Fusion welding.

Classification of welded joints defectiveness according to the standards:

EN ISO 10675-1, Non-destructive testing of welds. Acceptance levels for radiographic testing- Part 1: Steel, nickel, titanium and their alloys

EN ISO 10675-2, Non-destructive testing of welds. Acceptance levels for radiographic testing- Part 2: Aluminum and its alloys

There are three acceptance levels:

- 1 acceptance level conforms quality level B
- 2 acceptance level conforms quality level C
- 3 acceptance level conforms quality level D

8.4. Additional testing

In the case of the continuous non-compliance welding goes beyond the test area, additional x-ray image shall be done in direction of this non-compliance.

9. EXAMINATION AFTER REPAIR

The repair welds are to be examined over their full length using an appropriate NDT method.

10. REPORTING

Radiographic inspection reports are to be filed for record and are to include the following items as a minimum accordance with clause 8, EN ISO 17636-2 standard.


The following examination documents shall be archived:

- Reports of RT examinations
- Radiograph classification protocols
- Digital image files

Archiving time: 5 years

11. ENCLOSURES

1. Report template: nvt/RT/D latest version

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.RT-D-ISO.001.00
	CYFROWE BADANIA RADIOGRAFICZNE ZŁĄCZY SPAWANYCH	DIGITAL RADIOGRAPHIC TESTING OF FUSION WELDED JOINTS	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 28.06.2025 Strona/ Page 22 / 22

12. TABELA ZMIAN	12. TABLE OF CHANGES
-------------------------	-----------------------------