




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

**PPROJECT: DNV STANDARD**  
**CLIENT: GENERAL**  
**PROCEDURE: NVT.OP.UT-DNV.001.00**

Badania ultradźwiękowe złączy spawanych  
według DNV-CG-0051 i DNV-OS-C401


**Ultrasonic testing of welded joints  
according to DNV-CG-0051 and DNV-OS-C401**

—	Data Date	Wydanie Revision	Imię i Nazwisko Name and Surname	Uprawnienia Certificate	Podpis Signature
Opracował <b>Prepared by</b>	23.06.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Miroslaw Zyskowski	<b>UDT-CERT 02851-UT3</b>	<i>Miroslaw Zyskowski</i>
Recenzował <b>Reviewed by</b>	24.06.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Piotr Sadowski	<b>TÜV-Rheinland 2020/UT3-2158/00</b>	<i>Piotr Sadowski</i>
Zatwierdził <b>Approved by</b>	24.06.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Piotr Sadowski	<b>TÜV-Rheinland 2020/UT3-2158/00</b>	<i>Piotr Sadowski</i>
Wydał <b>Released by</b>	24.06.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Miroslaw Zyskowski	<b>UDT-CERT 02851-UT3</b>	<i>Miroslaw Zyskowski</i>

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>2 / 30</b>

## CONTENTS

1. PURPOSE OF THE PROCEDURE.....	3
2. REFERENCE DOCUMENTS .....	3
3. PERSONNEL.....	4
4. ACCOMMODATION AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS .....	4
5. HSE .....	4
6. TIME OF INSPECTION.....	4
7. SURFACE PREPARATION .....	5
8. EXAMINATION EXECUTION.....	5
9. EVALUATION AND ACCEPTANCE CRITERIA.....	15
10. TESTING LEVELS.....	28
11. ADDITIONAL TESTING .....	28
12. EXAMINATION AFTER REPAIR .....	28
13. REPORTING .....	28
14. ENCLOSURES .....	29
15. TABLE OF CHANGES.....	30

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>3 / 30</b>

## 1. CEL POROCEDURY

Celem procedury jest określenie warunków technicznych i zasad postępowania podczas wykonywania badań ultradźwiękowych złączy spawanych w zakresie grubości od 10 mm ze stali niskowęglowych według DNV-CG-0051 i DNV-OS-C401.

Niniejsza procedura obejmuje zakres temperatur obiektu od 0°C do 40°C dla którego nie trzeba podejmować żadnych dodatkowych działań.

## 2. DOKUMENTY ODNIESIENIA

- DNV-CG-0051, Class Guideline – Non-destructive testing
- DNV-OS-C401, Fabrication and testing of offshore structures
- EN ISO 9712, Badania nieniszczące – Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących
- EN ISO 17640, Badania nieniszczące spoin – Badania ultradźwiękowe – Techniki, poziomy badania i ocena
- EN ISO 2400, Badania nieniszczące – Badania ultradźwiękowe – Opis wzorca Nr 1
- EN ISO 7963, Badania nieniszczące – Badania ultradźwiękowe – Opis wzorca Nr 2
- EN ISO 11666, Badania nieniszczące spoin – Badania ultradźwiękowe – Poziomy akceptacji
- EN ISO 23279, Badania nieniszczące – Badania ultradźwiękowe – Charakterystyka nieciągłości w spoinach
- EN ISO 16810, Badania nieniszczące – Badania ultradźwiękowe – Zasady ogólne
- EN ISO 16811, Badania nieniszczące – Badania ultradźwiękowe – Nastawianie czułości i zakresu obserwacji
- EN ISO 22232-1, Badania nieniszczące – Charakteryzowanie i weryfikacja aparatury do badań ultradźwiękowych – Część 1: Aparatura
- EN ISO 22232-2, Badania nieniszczące – Charakteryzowanie i weryfikacja aparatury do badań ultradźwiękowych – Część 2: Głowice
- EN ISO 22232-3, Badania nieniszczące – Charakteryzowanie i weryfikacja aparatury do badań ultradźwiękowych – Część 3: Aparatura kompletna

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

## 1. PURPOSE OF THE PROCEDURE


The purpose of this procedure is to define technical conditions and codes of practice during conduction of ultrasonic examination of welded joints in the thickness range from 10 mm made of low carbon steel according to DNV-CG-0051 and DNV-OS-C401.

This procedure covers the object temperature range of 0°C to 40°C in which no additional measures need to be taken.

## 2. REFERENCE DOCUMENTS

- DNV-CG-0051, Class Guideline – Non-destructive testing
- DNV-OS-C401, Fabrication and testing of offshore structures
- EN ISO 9712, Non-Destructive Testing – Qualification and certification of NDT personnel
- EN ISO 17640, Non-destructive testing of welds – Ultrasonic testing – Techniques, testing levels, and assessment
- EN ISO 2400, Non-destructive testing – Ultrasonic testing – Specification for calibration block No. 1
- EN ISO 7963, Non-destructive testing – Ultrasonic testing – Specification for calibration block No. 2
- EN ISO 11666, Non-destructive testing of welds – Ultrasonic testing – Acceptance levels
- EN ISO 23279, Non-destructive testing of welds – Ultrasonic testing – Characterization of discontinuities in welds
- EN ISO 16810, Non-destructive testing – Ultrasonic testing – General principles
- EN ISO 16811, Non-destructive testing – Ultrasonic testing – Sensitivity and range setting
- EN ISO 22232-1, Non-destructive testing – Characterization and verification of ultrasonic test equipment – Part 1: Instruments
- EN ISO 22232-2, Non-destructive testing – Characterization and verification of ultrasonic test equipment – Part 2: Probes
- EN ISO 22232-3, Non-destructive testing – Characterization and verification of ultrasonic test equipment – Part 3: Combined equipment

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

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b> Strona/ Page <b>4 / 30</b>

### 3. PERSONEL

Badania może wykonywać tylko wykwalifikowany personel posiadający certyfikat co najmniej 2-go stopnia zgodnie z EN ISO 9712 w metodzie ultradźwiękowej w odpowiednim sektorze oraz posiadający upoważnienie kierownika laboratorium NAVITEST.

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

Za wykonywanie badań zgodnie z niniejszą procedurą i dokumentami odniesienia wyszczególnionymi w pkt. 2 procedury odpowiada inspektor laboratorium wykonujący badania.

### 4. WARUNKI LOKALOWE I ŚRODOWISKOWE

Temperatura obiektu powinna znajdować się w zakresie od 0°C do 40°C. Różnica temperatur podczas nastawy czułości i zakresu obserwacji oraz podczas badania powinna być w granicy  $\pm 15^\circ\text{C}$ .

### 5. 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.

### 6. CZAS ROZPOCZĘCIA BADAŃ

Zgodnie z DNV-CG-0051, sekcja 2, p.5. zastosowanie mają również szczegółowe zasady DNV dotyczące danego produktu. Gdy przeprowadzana jest obróbka cieplna, końcowe badania NDT należy przeprowadzić po zakończeniu wszystkich obróbek cieplnych i ochłodzeniu materiału do temperatury otoczenia.

Zakończone spoiny powinny być poddawane kontroli wizualnej i badaniom nieniszczącym w miarę postępu produkcji i budowy. W przypadku materiałów klasy NV 420 i wyższej, badania nieniszczące nie powinny być przeprowadzane przed upływem 48 godzin od ich wykonania. W przypadku przeprowadzania obróbki cieplnej po spawaniu, końcowe badania nieniszczące powinny być zwykle przeprowadzane po przeprowadzeniu/ukończeniu obróbki cieplnej.

### 3. PERSONNEL

Examination shall be carried out only by a qualified personnel with at least 2'nd level of qualification acc. to PN-EN ISO 9712 in ultrasonic method in a relevant sector and authorized by the NAVITEST Laboratory Manager.

Personnel NDT level 3, certificated acc. to EN ISO 9712, shall be responsible for content, validation and supervision of compliance with this procedure.

Laboratory's inspector performing the examination shall be responsible for carrying out the test in compliance with this procedure and reference documents specified in paragraph 2 of this document.

### 4. ACCOMMODATION AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Object temperature should be in the range from 0°C to 40°C. The temperature difference during range and sensitivity setting and during the test shall be within  $\pm 15^\circ\text{C}$ .


### 5. 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.

### 6. TIME OF INSPECTION

Accordance to DNV-CG-0051, section 2, p.5. specific DNV rules for the product in question shall also apply. 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.

Completed welds shall be subjected to visual inspection and non-destructive testing as manufacturing and construction proceeds. For material grade NV 420 and higher, NDT shall not be carried out before 48 hours after completion. When post weld heat treatment is performed, the final non-destructive testing shall normally to be carried out when the heat-treatment has been carried out/completed.

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>5 / 30</b>

## 7. PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI

Powierzchnie, po których prowadzona jest głowica w trakcie kontroli spoin, muszą wolne od luźnej zgorzeliny, luźnej farby, odprysków spawalniczych, brudu i innych ciał obcych lub nadmiernej chropowatości uniemożliwiającej kontakt przetwornika z powierzchnią przeszukiwania.

Zależnie od układu badania przygotować trzeba:

- 1,5 x skok (dla badania głowicą kątową z pełnego skoku);
- powierzchnię przesuwu dla głowicy normalnej (zależne od rozbieżności wiązki i typu głowicy).

Jeżeli echo kształtu nie pozwala na jednoznaczną interpretację wyników w okolicy powierzchni wówczas miejscowe szlifowanie może się okazać zabiegiem koniecznym.

## 8. WYKONANIE BADANIA

### 8.1. Przygotowanie do badania

Każdorazowo należy przygotować plan badania, szkice lub specyfikacje.

### 8.2. Aparatura i wyposażenie

#### 8.2.1. Defektoskopy ultradźwiękowe

Do badania należy używać wyłącznie defektoskopów ultradźwiękowych z ważnym świadectwem sprawdzenia, zgodnych z EN ISO 22232-1. Sprawdzenie należy przeprowadzać nie rzadziej niż co 12 miesięcy.

#### 8.2.2. Głowice ultradźwiękowe

Do badania należy użyć głowic kątowych odpowiadających ukosowaniu rowka spawalniczego. Standardowe przypadki to 45°, 60°, 70° dla głowic kątowych oraz 0° dla głowic normalnych. Częstotliwości przetworników powinny zawierać się w granicach 2 ÷ 5 MHz.

Głowice kątowe<sup>1)</sup> (45°, 60°, 70°) oraz głowice normalne (0°) o częstotliwościach 2 lub 4 MHz. Wielkość przetworników, dla głowic kątowych: 8x9 mm, 14x14 mm, 20x22 mm, dla głowic normalnych: 10 mm, dla głowic podwójnych: 3,5x10 mm. Częstotliwość przetworników dobierać zgodnie z EN ISO 17640. Kąty głowic powinny być dobierane w zależności od ukosowania i rodzaju złącza dla jak najlepszego pokrycia badanej objętości.

<sup>1)</sup> Gdy używane są co najmniej 2 kąty wprowadzenia, różnica pomiędzy ich nominalnymi wartościami musi wynosić co najmniej 10°.

## 7. SURFACE PREPARATION

Surfaces on which the transducer makes contact in the course of weld inspection are to be free from loose scale, loose paint, weld spatter, dirt, other foreign matter or excessive roughness to an extent that allows the transducer intimate contact with the scanning surface.

Depending on the examination setup one is to prepare:

- 1,5 x skip (for an angle probe and full skip examination);
- normal probe scanning surface (depending on the wave divergence and probe type).

If the weld shape doesn't allow for adequate evaluation of the indication in the near-surface zone, a local grinding may prove necessary.

## 8. EXAMINATION EXECUTION

### 8.1. Preparation for the inspection

An examination plan, sketches or specifications should be prepared for every instance.

### 8.2. Test equipment

#### 8.2.1. Ultrasonic instruments


One is to use only valid ultrasonic instruments for examination that comply with EN ISO 22232-1. The verification period shall not be less frequent than 12 months.

#### 8.2.2. Ultrasonic probes

Angle probes that refer to the bevel angle of the weld shall be used for testing. Standard instances are 45°, 60°, 70° (for angle probes) and 0° for normal probes. The probe frequency shall be in the threshold of 2 ÷ 5 MHz.

Angle probes<sup>1)</sup> (45°, 60°, 70°) and normal probes (0°) with frequencies 2 or 4 MHz. Transducers dimensions, for angle probes: 8x9 mm, 14x14 mm, 20x22 mm; for normal probes: 10 mm, for double transducers probes: 3,5x10 mm. Transducers frequencies shall be selected according to z EN ISO 17640 depending on beveling and joint type for the best coverage of tested weld volume.

<sup>1)</sup> When at least 2 angles of incidence are used, the difference between their nominal values is to be at least 10°.

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>
			Strona/ Page <b>6 / 30</b>

W ogólnym przypadku do badania należy dobrać wielkość przetworników zgodnie z Tabelą 1 (główce kątowe). Wielkość przetwornika głowicy powinna być dobrana zależnie od drogi wiązki i użytej częstotliwości. Im mniejszy przetwornik tym mniejsza długość i szerokość pola bliskiego oraz większa rozbieżność wiązki w polu dalekim dla danej częstotliwości. Małe główce z przetwornikami 6 ÷ 12 mm są najbardziej odpowiednie dla krótkiej drogi ultradźwiękowej. Dla zasięgu > 100 mm (główce normalne pojedyncze) zalecany jest przetwornik 12 ÷ 24 mm. Przetworniki prostokątne należy dobrać wg następujących wytycznych:

In a regular instance, one is to follow guidelines given in Table 1 in relation to selected probe size (angle probes). The element size of the probe shall be chosen according to the ultrasonic path to be used and the frequency. The smaller the element, the smaller the length and width of the near field and larger the beam spread in the far field at a given frequency. Small probes having 6 ÷ 12 mm diameter elements are best suited for short beam path ranges. For beam path ranges > 100 mm (for single crystal normal beam probes), an element size of 12 ÷ 24 mm is preferred. For rectangular elements the following to be chosen:

Tabela 1. Zalecany dobór wielkości przetwornika w zależności od grubości materiału  
**Table 1. Recommended element size in relation to material thickness**

<i>Material thickness t [mm]</i>	<i>Element size [mm]</i>
10 to 30	8 × 9
25 to 80	14 × 14
t > 50	20 × 22

Do badania należy użyć głowic kątowych odpowiadających ukosowaniu rowka spawalniczego. Standardowe przypadki to 45°, 60°, 70° dla głowic kątowych oraz 0° dla głowic normalnych. Częstotliwości przetworników powinny zawierać się w granicach 2 ÷ 5 MHz.

Angle probes that refer to the bevel angle of the weld shall be used for testing. Standard instances are 45°, 60°, 70° (for angle probes) and 0° for normal probes. The probe frequency shall be in the threshold of 2 ÷ 5 MHz.

Każdorazowo stosuje się minimum dwie główce kątowe. W tabeli 2 podano zalecane kąty wprowadzenia dla głowic kątowych, zależnie od grubości materiału podstawowego.

At least two angle probes shall be used. Table 2 gives a recommendation for using angle probes, depending on the base material thickness.

Tabela 2. Zalecane kąty głowic  
**Table 2. Recommended probe angles**

<i>Parent material thickness, t [mm]</i>	<i>Probe angle [°]</i>
10 ≤ t < 15	60 and 70
15 < t ≤ 40	45, 60 and 70
t > 40	45, 60 and 70 (70 when ½ V or K groove)

### 8.2.3. Wzorce ultradźwiękowe i próbki odniesienia

Należy stosować znormalizowane wzorcowe W1 i W2 wg EN ISO 2400, EN ISO 7963 oraz próbki odniesienia z przelotowymi otworami cylindrycznymi do techniki DAC. Dla głowic normalnych mogą być stosowane wzorce schodkowe.

Bloki referencyjne używane do kalibracji wzmocnienia i wyznaczania krzywej DAC muszą mieć określoną grubość i otwory cylindryczne zgodnie z Tabelą 3. Próbki odniesienia muszą być wykonane z tego samego badanego materiału (danego gatunku materiału).

### 8.2.3. Ultrasonic calibration and reference blocks

Standardized calibration blocks No.1 and No.2 acc. to EN ISO 2400, EN ISO 7963 and side drilled holes reference blocks for DAC technique should be used. For normal probes stepped calibration blocks can be used.

Reference blocks for calibration of amplification for setting DAC curve should have a defined thickness and side drilled cylindrical holes acc. to Table 3. Reference blocks shall be manufactured from the same material (material grade).


 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>7 / 30</b>

Tabela 3. Wymagania dla próbek odniesienia  
**Table 3. Reference block requirements**

<i>Thickness of parent material [mm]</i>	<i>D<sub>SDH</sub> [mm]</i>
10 ≤ t ≤ 100	∅ 3 ± 0.2
t > 100	∅ 3 ± 0.2

#### 8.2.4. Środek sprzęgający

Zalecane środki sprzęgające: sprzęgacz dedykowany lub roztwór kleju do tapet. Żaden środek sprzęgający powodujący korozję na powierzchni materiału nie jest dozwolony. Przy niskich temperaturach należy dodać niezamarzającego środka. Powinien być używany ten sam środek sprzęgający zarówno do kalibracji jak i badania w terenie. Do badania różnica temperatur między próbką odniesienia a powierzchniami badanymi powinna mieścić się zakresie ± 15°C

#### 8.3. Przygotowanie aparatury ultradźwiękowej

- Należy sprawdzić stan fizyczny i stopień zużycia aparatury przed rozpoczęciem badań.
- Dla głowic kątowych stosując znormalizowane próbki wzorcowe W1 i W2 określić środek głowicy i jej rzeczywisty kąt.
- Czułość i nastawę drogi ultradźwiękowej należy sprawdzać na początku i końcu badania, a w przypadku pracy ciągłej co cztery (4) godziny<sup>1)</sup>.
- Różnica temperatur pomiędzy wzorcem a badanym materiałem nie może przekraczać ±15°C.
- Kalibracja aparatury ultradźwiękowej powinna być zgodna z EN ISO 22232-3.
- Zapisy powinny być sporządzane przez właściciela sprzętu.
- Weryfikacja liniowości ekranu i amplitudy oraz parametrów układu przeprowadza się co najmniej raz w tygodniu zgodnie z EN ISO 22232-3.
- Jeżeli stwierdzone zostanie odchylenie podstawowych nastaw, wówczas należy postępować zgodnie z Tabelą 4.
- Jeżeli podczas sprawdzenia kąt rzeczywisty głowicy będzie różnił się o ± 2° od nominalnego, to badania przeprowadzone w poprzednim okresie należy powtórzyć.

UWAGA (1): Ponowną kalibrację należy przeprowadzić w przypadku zmiany operatora (z wyjątkiem defektoskopów automatycznych), po każdym czterech (4) godzinach


#### 8.2.4. Couplant

Recommended coupling agents: dedicated coupling agent or wallpaper glue solution. Any couplant causing corrosion on material surface is not allowed. For low temperatures an addition of antifreeze agent should be used. The same couplant is to be used for both calibration and field inspection. For contact examination, the temperature differential between the calibration block and examination surfaces is to be within ± 15°C

#### 8.3. Preparation of ultrasonic equipment

- Physical condition of test equipment should be checked before testing.
- Angles of refraction for all angle probes shall be determined using calibration blocks No.1 and No.2.
- Time base and sensitivity readings shall be checked at the beginning and end of inspection, and if working constantly, minimum every four (4) hours<sup>1)</sup>.
- The temperature difference between calibration block and tested material must not exceed ±15°C.
- Calibration of ultrasonic equipment shall be acc. to EN ISO 22232-3.
- Records shall be filed by owner.
- Verification of screen height linearity and amplitude shall be performed at least once a week acc. to EN ISO 22232-3
- If deviation of basic settings is found one should follow guidelines given in Table 4.
- If during the verification, the real probe angle will deviate ± 2° of the nominal one, than examinations carried with the equipment over the previous period shall be repeated.

NOTE (1): Recalibration is to be performed whenever there is a change in examiner (except for automated equipment), after every four (4) hours of continuous use,

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>
			Strona/ Page <b>8 / 30</b>

ciągłego użytkowania, w przypadku zmiany lub przerwania zasilania nadajnika lub w przypadku podejrzenia, że kalibracja urządzenia jest błędna.

whenever the power supply to the transmitter has been changed or interrupted, or whenever the calibration of the equipment is suspected of being in error.

Tabela 4. Algorytm postępowania przy zmianie podstawowych parametrów nastaw  
**Table 4. Algorithm for basic settings deviation**

Sensitivity (czułość)		
1	Deviations (odchylenie) $\leq 2$ dB	No action required. (korekta nie wymagana)
2	$2$ dB < deviation (odchylenie) $\leq 4$ dB	Setting shall be corrected before the testing is continued. (dokonać korekty przed dalszym badaniem)
3	Reduction of the sensitivity (zmniejszenie czułości) $> 4$ dB	Setting shall be corrected and all testing carried out with the equipment over the previous period shall be repeated. (dokonać korekty, a wszystkie badania wykonane danym wyposażeniem w poprzedzającym okresie powtórzyć)
4	Increase in sensitivity (zwiększenie czułości) $> 4$ dB	Setting shall be corrected and all recorded indications shall be re-examined. (dokonać korekty i ocenić ponownie wszystkie zarejestrowane wskazania)
Range (zakres obserwacji)		
1	Deviations (odchylenie) $< 1$ %	No action required. (korekta nie wymagana)
2	$1$ % < Range deviation (odchylenie zakresu) $\leq 2$ %	Setting shall be corrected before testing is continued. (dokonać korekty przed dalszym badaniem)
3	Range deviation (odchylenie zakresu) $> 2$ %	Setting shall be corrected and testing carried out with the equipment over the previous period shall be repeated. (dokonać korekty, a wszystkie badania wykonane danym wyposażeniem w poprzedzającym okresie powtórzyć)

### 8.3.1. Sprawdzenie okresowe wyposażenia

Sprawdzenie okresowe aparatury według instrukcji NVT/IN/O-5.4

### 8.4. Przeprowadzenie badania

Przeprowadzić kontrolę wizualną strefy badanej.

#### 8.4.1. Badanie materiału rodzimego w rejonie przesuwu głowic kątowych

Sprawdzenie materiału rodzimego należy wykonać w celu ujawnienia ewentualnych niedoskonałości mogących mieć wpływ na wynik badania złącza głowicami kątowymi. Cała powierzchnia materiału (1,5 skoku głowicy kątovej – zależnie od układu) przez którą przechodzić będzie wiązka z głowicy kątovej powinna zostać sprawdzona. Wzmocnienie głowicy pionowej powinno zostać ustalone na badanym, wolnym od niezgodności materiale podstawowym. Wzmocnienie ustawić tak, aby drugie echo dna znajdowało się na 75% wysokości ekranu. Powierzchnia przylegająca do spoiny, po której przeprowadzane jest badanie, ma być sprawdzona przy użyciu głowicy normalnej podwójnej, jeśli grubość materiału jest mniejsza lub równa 60 mm lub głowicy normalnej pojedynczej, jeśli grubość materiału jest większa niż 60 mm.

### 8.3.1. Periodic check of complete equipment


Periodic check of the complete equipment shall be taken acc. to NVT/IN/O-5.4

### 8.4. Test execution

Visual control of the examined area.

#### 8.4.1. Base material verification in the area of angle probe skip

A base material check is to be carried out in order to detect possible imperfections that may affect the angle probe examination. The entire examination area, through which the angle probes' beams will pass shall be checked (1,5 of full probe skip – depending on the examination setup). Normal incidence probe's gain shall be set on the tested material, in an area free of parent material discontinuities. Gain setting should be such, that the second backwall echo is situated at 75% of full screen height. The surface adjacent to the weld, on the side or sides where the weld inspection is carried out, is to be inspected by using a straight beam (compressional wave) technique (dual-element if steel plate thickness is less than or equal to 60 mm or single element if steel plate thickness is greater than 60 mm).

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>9 / 30</b>

Nie zgodności większe niż średnica wiązki (zanik echa dna) powinny zostać odnotowane. Wielkość wskazania ocenia się za pomocą 6 dB spadku echa dna.

#### 8.4.2. Straty przeniesienia

Należy posłużyć się techniką stałej długości drogi wg EN ISO 16811 rozdział 6.5.2 (można stosować wyłącznie w przypadku, gdy straty wynikające tłumienia materiału są nieznaczne w stosunku do strat sprzężenia). Korektę na straty przeniesienia należy określić dla wszystkich zestawów głowic używanych podczas dalszej oceny niezgodności. Pomiaru należy dokonać w miejscu reprezentatywnym dla powierzchni elementu. W przypadku występowania znacznych lokalnych strat przeniesienia (więcej niż 6 dB) należy podzielić powierzchnie na strefy. W przypadku różnic w stratach mniejszych niż 6 dB należy przyjąć średnią wartość korekcji dla całej powierzchni badanej.

Do wyznaczenia strat przeniesienia należy posłużyć się wykresem DAC dla echa dna próbki odniesienia. Techniki tej można używać wyłącznie w przypadku gdy materiał charakteryzuje się niskim tłumieniem fali dźwiękowej. Przy wysokich wartościach tłumienia należy zastosować inne techniki pomiaru wartości strat przeniesienia.

##### Algorytm pomiaru (głowice kątowe):

Głowice umieszcza się na próbce odniesienia, jak pokazano na rysunku 1. Jedna z głowic pracuje jako głowica nadawcza, a druga jako odbiorcza. Echo zostaje zmaksymalizowane za pomocą regulacji wzmacnienia, które jest ustawione tak, aby osiągnąć krzywą DAC echa dna uzyskanego na próbce odniesienia.

Bez zmiany wzmacnienia głowice są przenoszone na obiekt badany w tym samym układzie. Różnica wzmacnienia pomiędzy amplitudą echa dna z próbki odniesienia oraz materiału podstawowego wskazuje wartość strat przeniesienia dla danej drogi fali.

W przypadku głowic normalnych algorytm postępowania jest identyczny jak opisano powyżej, przy czym pomiaru dokonuje się wykorzystując tylko jedną głowicę normalną i schodkową próbkę odniesienia (albo boki próbki prostokątnej).

#### 8.4.3. Straty przeniesienia (stal z anizotropią)

W przypadku, gdy badaniu podlega złącze z właściwościami anizotropowymi materiału podstawowego pomiaru strat przeniesienia należy dokonać z uwzględnieniem podwyższonego tłumienia materiału (jeżeli występuje). Podczas pomiaru strat należy wyznaczyć kierunki walcowania materiału oraz kąt rzeczywisty głowicy stosowanej do badania złącza (jeżeli następuje zmiana prędkości w różnych kierunkach).

Defects larger than the beam (backwall echo loss) should be noted. Size of discontinuities is determined by means of a 6 dB drop.

#### 8.4.2. Transfer correction

One is to use constant sound path technique acc. to EN ISO 16811 section 6.5.2 (shall be used only in case when attenuation is low in comparison to the coupling losses on the object's surface). Transfer correction is to be determined for all probe sets used in further process of indications' evaluation. The loss value is to be determined on a surface that is representative for the whole element. In case of local large transfer variations (more than 6 dB) different values of correction are to be used for areas with increased amplitude loss. For transfer variations less than 6 dB one must take an average value of correction for the whole surface.

For transfer correction determination one should use a DAC curve established for the bottom echo of a reference block. This technique can only be utilized in case of low attenuation values of sound wave.

##### Measurement algorithm (angle probes):


Set both probes on a reference block as shown in picture 1. One probes works as a transmitter and the other as a receiver. The echo is to be maximized by means of gain control in order to reach a DAC curve of the bottom echo from the reference block.

Without altering the gain setting, probes are moved onto the tested object in the same setup. The difference in amplitude between the reference block and the base material indicates the transfer correction value for a specified sound path.

In case of normal probes the measurement algorithm is identical as described above with a difference, that the verification is carried out by means of a single normal probe and a step-reference block (or a rectangular sides of a reference test-piece).

#### 8.4.3. Transfer correction (anisotropic steel)

In case when examination of welds is conducted in materials having anisotropic properties, transfer correction is to be measured taking higher attenuation values into account (if present). During transfer correction measurements, rolling direction and real angle of incidence are to be determined (if velocity variations exist in different directions).

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>10 / 30</b>

Czułość należy określić w dwóch kierunkach walcowania blachy (wzdłużnym i prostopadłym). Dla różnych kierunków mogą występować różne czułości badania oraz zmiana kąta głowicy wynikająca ze zmiany prędkości rozchodzenia się fali w materiale (zwłaszcza dla dużych kątów wprowadzenia, powyżej 60°. Wartość strat należy wyznaczyć w kierunku walcowania, w jakim przeprowadzane będzie badanie (może się zdarzyć, że jest to kierunek pośredni).

Jeśli poprawka na straty przeniesienia jest mniejsza lub równa 2 dB, jej uwzględnienie nie jest konieczne. Jeśli różnice są większe niż 2 dB, ale mniejsze niż 12 dB, należy wprowadzić poprawkę podczas badania. Jeśli poprawka jest większa niż 12 dB, należy znaleźć przyczynę tego zjawiska, ewentualnie obrobić powierzchnię przeszukiwania (jeżeli ma to zastosowanie).

#### 8.4.4. Dopasowanie głowic do pow. zakrzywionych

Szczelina pomiędzy powierzchnią badania, a stopą głowicy nie powinna być większa niż 0,5 mm. Wymaganie to jest zazwyczaj spełnione gdy:

- $D \geq 15a$
- D – średnica badanego obiektu
- a – wymiar przylgi głowicy w kierunku badania

W przypadku, gdy powyższe założenie nie może być spełnione, głowicę należy dopasować i odpowiednio nastawić czułość oraz zakres obserwacji.

Sensitivity is to be checked in two perpendicular directions of plate rolling (longitudinal and transverse). Different directions may have different sensitivity values, along with angle of incidence change which results from the fact of sound propagation velocity changes, especially for high angles of incidence, above 60°. Transfer correction value is to be checked in the direction of further examination (an intermediate direction of rolling might occur).


If transfer correction is less or equal to 2 dB, it's required to be include. If differences are greater than 2 dB but smaller than 12 dB, they shall be compensated for. If the differences are greater than 12 dB, the reason shall be evaluated and further preparation of the scanning surfaces shall be carried out, if applicable.

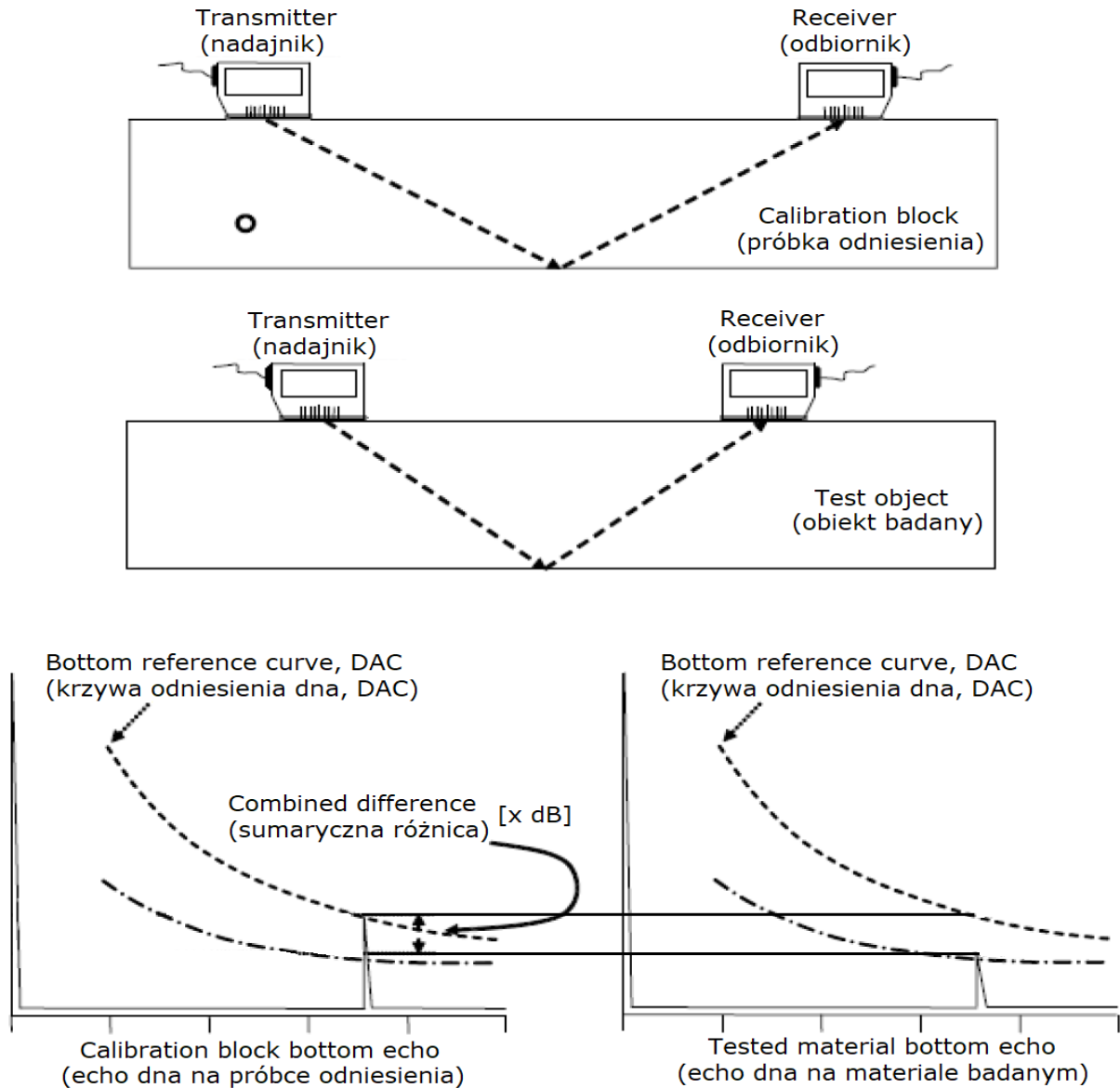
#### 8.4.4. Probes adjustment for curved surfaces

The gap between the surface of the material and the toe of the probe should not be more than 0.5 mm. This requirement is usually met when:


- $D \geq 15a$
- D – diameter of the object
- a – dimension of probe shoe in the direction of testing

When the above assumption above can't be met, the probe shall be adjusted to adequate curvature while sensitivity and range properly corrected.

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>
			Strona/ Page <b>11 / 30</b>



Rysunek 1. Pomiar strat przeniesienia (materiał izotropowy)  
**Figure 1. Transfer correction measurement (isotropic material)**

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>12 / 30</b>

#### 8.4.5. Wykonanie badania

Objętość badania jest określona obszarem, który obejmuje spoinę i materiał rodzimy, co najmniej 10 mm po każdej stronie złącza lub szerokość strefy wpływu ciepła SWC (którekolwiek jest większe). Badanie należy wykonać zgodnie z EN ISO 17640, jak pokazano w załączniku A tej procedury.

1. Głowicę kątową należy umieścić w taki sposób, na materiale rodzimym, aby wiązka ultradźwiękowa padała prostopadle do osi spoiny.
2. Skanowanie wykonać przez przesuwanie głowicy w kierunku prostopadłym do spoiny.
3. Podczas badania należy zwiększyć czułość o 6 dB (wzmocnienie na przeszukiwanie).
4. Dla zapewnienia 100% pokrycia należy stopniowo przesuwać głowicę wzdłuż i w szerokość złącza zapewniając wystarczający kontakt z materiałem.
5. Prędkość skanowania powinna wynosić maksymalnie 100 mm/s, a nakładanie się wiązki powinno wynosić minimum 10 % (patrz rysunek 2)
6. W trakcie skanowania głowicę obraca się w sposób ciągły o 5-10° w płaszczyźnie poziomej.

#### 8.4.6. Wykrywanie nieciągłości wzdłużnych przy użyciu głowic kątowych

Aby wykryć nieciągłości poprzeczne, przetwornik należy ustawić pod kątem około 15 stopni do osi spoiny i przesuwać równolegle wzdłuż spoiny (patrz rysunek 2). Skanowanie należy następnie powtórzyć na tej samej powierzchni po drugiej stronie spoiny, jeśli jest dostępna, lub na przeciwległych powierzchniach po tej samej stronie spoiny. Oba skany należy wykonać, przesuując przetwornik w tym samym kierunku. W przypadku spoin, w których lico zostało zeszlifowane, przetwornik jest umieszczany w miejscu lica spoiny i przesuwany wzdłuż osi spoiny z wiązką skierowaną równolegle do spoiny.


#### 8.4.5. Examination execution

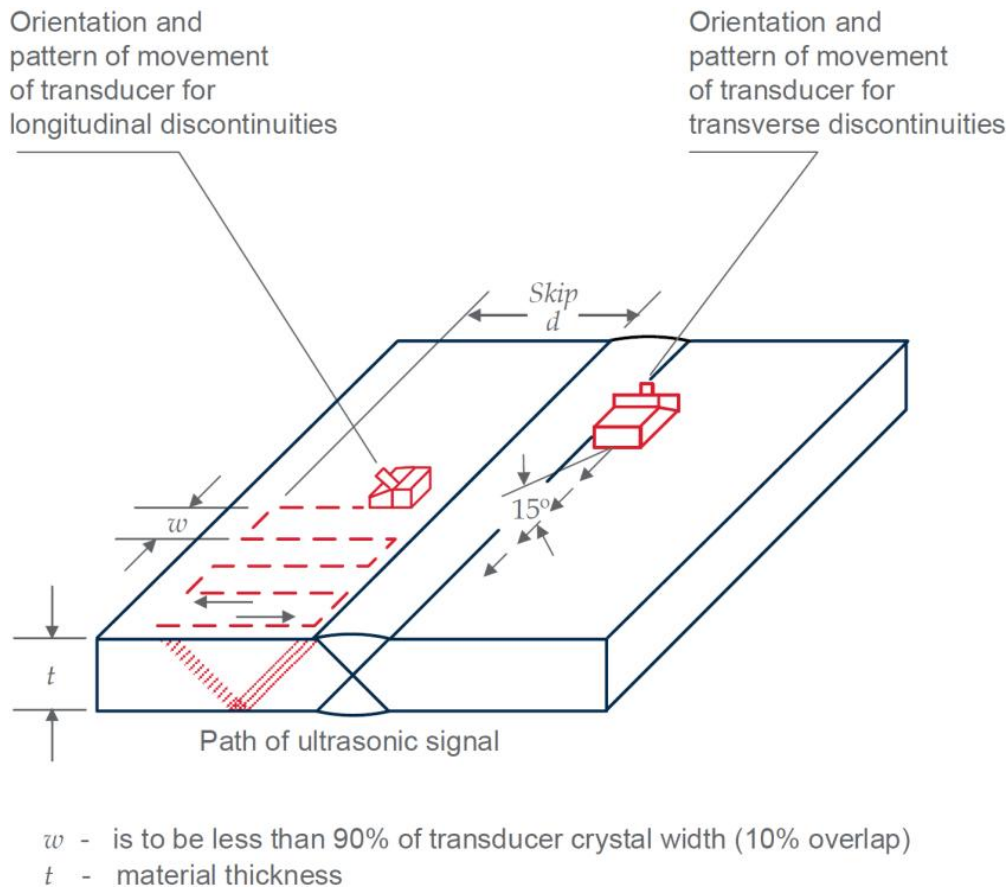
The testing volume is defined as the zone which includes weld and parent metal for at least 10 mm on each side of the weld, or the width of heat affected zone HAZ (whichever is greater). Examination shall be carried out acc. to PN-EN ISO 17640 as shown in Appendix A of this procedure.

1. Angle probe should be placed in such a manner, on the base material, that the ultrasonic beam is perpendicular to the axis of the weld.
2. The scan shall be performed by a probe movement perpendicular to the weld.
3. During the test, the sensitivity shall be increased with 6 dB (scanning sensitivity).
4. The weld shall be 100% examined by moving the probe progressively along and across a sufficient the weld maintaining adequate coupling with the material.
5. Maximum scanning speed is 100 mm/s, overlap of beam shall be minimum 10 % (see figure 2).
6. During scanning, the probe is to be continuously turned 5-10° in the horizontal plane.

#### 8.4.6. Use of angle probes for detection of longitudinal discontinuities

In order to detect transverse discontinuities, the transducer is to be angled about 15 degrees from the weld axis and moved parallel to the weld length (see figure 2). The scan is then to be repeated on the same surface on the other side of the weld if accessible or on opposite surfaces from the same side of the weld. Both scans are to be made with the transducer moved in the same direction. For welds in which the surfaces have been ground, the transducer is placed on the weld surface and moved along the weld axis with the sound beam directed parallel to the weld.

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b> Strona/ Page <b>13 / 30</b>



Rysunek 2. Procedura skanowania spoin nie licowanych z materiałem  
**Figure 2. Scanning procedure for welds not ground flush**

#### 8.4.7. Wykrywanie nieciągłości płaskich przy użyciu głowic normalnych

Nieciągłości płaskie o powierzchni równoległej do skanowanej mogą być wykryte głowicami normalnymi. Głowica umieszczana jest na spoinie i przemieszczana wzdłuż i w poprzek spoiny, tak że całe złącze jest objęte badaniem. Nadlew powinien być zeszlifowany na płasko.

#### 8.5. Badania ultradźwiękowe materiałów TCMP

W przypadku badań ultradźwiękowych spoin dla stali TCMP, należy zweryfikować różnicę tłumienia między kierunkiem walcowania wzdłużnym i poprzecznym. Konieczne jest stosowanie bloków kalibracyjnych wykonanych w obydwu kierunkach walcowania. Należy zapisać nastawy wzmocnień i uwzględnić ich różnicę podczas kontroli.

Podczas badań z wykorzystaniem stali TCMP, należy ustalić rzeczywisty kąt wiązki. Kąt można obliczyć korzystając z funkcji trygonometrycznych, o ile znana jest odległość i głębokość reflektorów w bloku kalibracyjnym stali TCMP. Rzeczywisty kąt załamania zmienia się wraz z kierunkiem propagacji. Kąt ten może być większy od


#### 8.4.7. Use of normal probes for detection of planar discontinuities

Planar imperfections with reflection surface parallel to the scanning one can be detected with normal probes. The probe is placed on the weld and moved along and across the weld so that the whole joint is covered. The weld reinforcement should be ground flush.

#### 8.5. Ultrasonic testing of TCMP materials

Whenever ultrasonic testing is performed of welds in TCMP steel, difference in attenuation between transverse and longitudinal of rolling direction is to be verified. This requires DAC-curves constructed by use of calibration blocks in both rolling directions. Difference in gain setting shall be noted and taken into consideration when evaluating imperfections.

When examination is carried out in TCMP steel, the actual beam angle shall be determined. The angle can be calculated using trigonometric functions as long as the distance and depth to the reflectors in the TCMP steel calibration block is known. The actual refraction angle varies with the propagation direction. This angle can be

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>14 / 30</b>

nominalnego w kierunku walcowania (kierunek wzdłużny L), natomiast mniejszy w orientacji poprzecznej (kierunek T). Wysokość echa uzyskana przy użyciu głowicy 45° jest zazwyczaj zbliżona w obydwu kierunkach, podczas gdy dla nominalnych kątów głowic 60° i 70° może być znacznie niższa w kierunku L, a pozycjonowanie maksymalnego odbicia mgliste.

Zmienione amplitudy impulsu oraz rzeczywisty kąt załamania dla różnych typów stali anizotropowych można określić metodą drogi V. Pomiar różnicy kąta załamania przeprowadza się w następujący sposób:

1. Użyj tego samego typu głowicy, jaka ma być użyta do badania (60° i 70°) i ustaw je naprzeciw siebie w kierunku L (kierunek główny) lub T (prostopadły do walcowania).
2. Ustaw pozycję głowicy tak, aby uzyskać maksymalne natężenie impulsu (wysokość echa) przy układzie V.
3. Rzeczywisty kąt załamania  $\alpha_L$  lub  $\alpha_T$  można obliczyć wykorzystując wzór dla skoku głowicy  $S$  pomiędzy punktami wprowadzenia fali, dla których uzyskano największe natężenie impulsu.

larger than the nominal in the rolling direction (longitudinal L-direction), while it can be smaller in the transverse orientation (T-direction). The echo height obtained using 45° probe is normally nearly equal in both directions, whereas for nominal angles of 60° and 70° it might be much lower in the L-direction, and position of its maximum reflection vague.

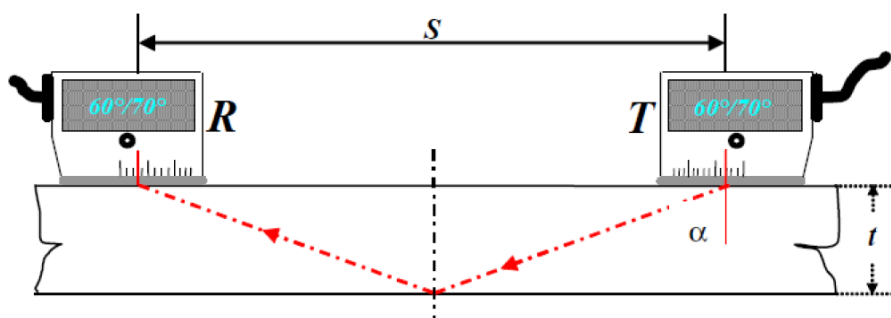
Transmitted pulse amplitude and actual refraction angle of various types of anisotropic steels can be determined by the V-path method. The measurement of the difference in angle of refraction shall be carried out as follows:

1. Use the same type of probe as shall be used for the flaw examination (60° and 70°) and oppose these to each other in the direction of L (main rolling direction) or T (perpendicular to rolling direction).
2. Adjust the position of probe so that maximum transmission pulse strength (echo height) is obtained by the V arrangement.
3. The actual probe angle refraction  $\alpha_L$  or  $\alpha_T$  can be calculated using the formula for skip-distance  $S$  between the points of incidence at the position where the largest transmission pulse strength has been obtained:


$$S = 2t \times \tan \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{S}{2t}$$

$$\left( \alpha = \tan^{-1} \left( \frac{S}{2t} \right) \right)$$



Rysunek 3. Technika drogi V  
**Figure 3. V-path technique**

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>15 / 30</b>

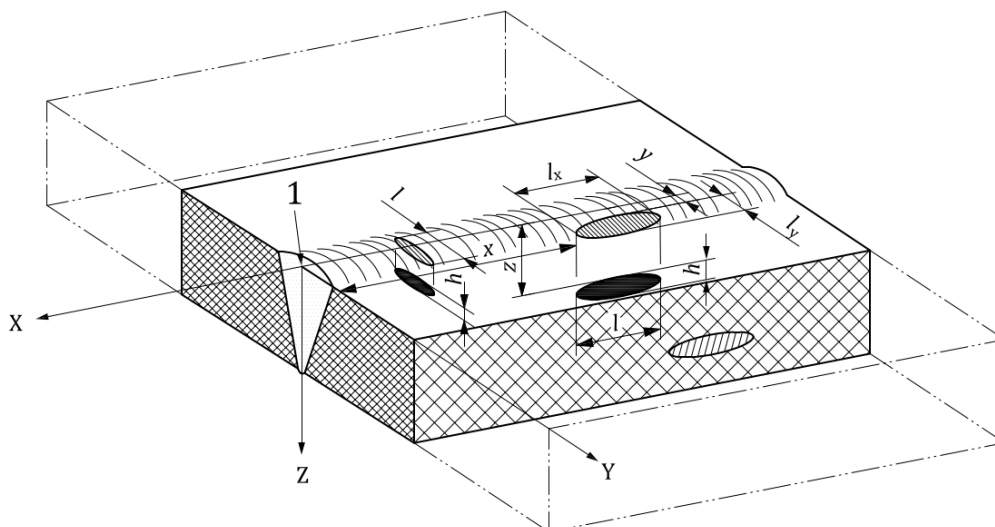
Alternatywnie, znając rzeczywistą grubość w miejscu badanym można wyregulować wartość kąta głowicy tak, aby maksymalne odbicie umiejscowione było na grubości elementu. Należy pamiętać, że zmierzona (wyliczona) wartość kąta jest średnią dla obydwu głowic i próby dokładnego pozycjonowania nieciągłości (zwłaszcza przy długiej drodze fali) mogą być obarczone błędami. Konieczne jest uwzględnienie różnicy pomiędzy wartościami pomiarowymi (obliczonymi)  $\alpha_T$ , a  $\alpha_L$  dla kątów głowicy.

Wnioski dotyczące weryfikacji - podczas badania ultradźwiękowego dla materiałów TM/TMCP bez dedykowanego bloku odniesienia, należy skorygować odchylenie kąta i tłumienie przed rozpoczęciem inspekcji. Dla projektów wykorzystujących znaczne ilości takiego materiału należy przygotować dedykowaną próbkę kalibracyjną

## 9. OCENA I KRYTERIA AKCEPTACJI

### 9.1. Rejestracja wskazań

Jeśli nie ustalono inaczej, rejestracji podlegają wskazania przekraczające poziom rejestracji. Należy zapisać maksymalną amplitudę echa rejestrowanego wskazania oraz informację o jego rodzaju i wymiarach. W celu rejestracji wskazań należy posłużyć się układem współrzędnych przedstawionym na rysunku 4.



Rysunek 4. Układ współrzędnych do określania położenia nieciągłości  
**Figure 4. Coordinate system for defining the location of discontinuities**

### 9.2. Pomiar długości wskazania

Długość wskazania powinna być określana poprzez pomiar odległości wzdłuż odcinka, powyżej którego amplituda echa jest powyżej poziomu oceny, stosując

Alternatively, knowing the real thickness in the tested area one can adjust the probe's angle in a manner, that the maximum reflection amplitude lays on the material depth. It is to be noted however, that measured (calculated) angle value is a mean for both probes and trials of precise discontinuity positioning (especially in case of large sound path) may prove to be erroneous. The difference between the measured (calculated) values of  $\alpha_T$  and  $\alpha_L$  shall be taken into account in relation to the nominal angles.

Conclusion for verification - when ultrasonic testing is performed on TM/TMCP material without having reference block of the actual material, angle deviation and material attenuation shall be adjusted before start of testing. A material reference block shall be made for projects that uses large amounts of such material.


## 9. EVALUATION AND ACCEPTANCE CRITERIA

### 9.1. Indication registration

Unless otherwise specified all indications above the registration level shall be noted. The maximum amplitude of the registered indication echo and the information on the localization and dimensions of the indication shall be noted. In order to register indications, one is to utilize the coordinate system presented in Figure 4.

### 9.2. Measurement of indication length

The length of an indication shall be determined by measuring the distance along the distance over which the echo amplitude is above the evaluation level, using the

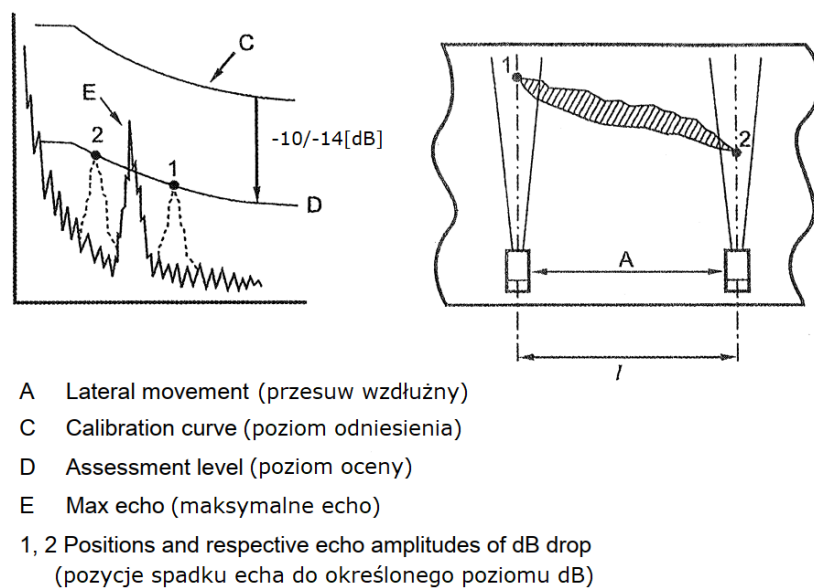
 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>16 / 30</b>

technikę stałego poziomu amplitudy, patrz rysunek 5.

Tą techniką mierzymy wymiar wzdłużny wskazania dla którego echo znajduje się powyżej lub jest równe z poziomem oceny. Aby dokonać pomiaru wiązkę przemieszcza się wzdłuż wskazania, a położenie głowicy oraz odpowiadające im punkty na skali podstawy czasu, w których amplitudy echa opadają do poziomu oceny, należy oznaczyć (pozycje 1 i 2). Długość wskazania „l” uzyskuje się mierząc odległości między położeniem środkowym 1 oraz 2.

fixed amplitude level technique specified in Figure 5.

The technique measures the lateral dimensions of an indication over which the echo is equal to or greater than the evaluation level. To make a measurement, the beam is scanned over the indications, and the probe position and beam path range, at which the echo has fallen to the evaluation level, are noted (positions 1 and 2). The lateral dimension “l” is then determined by the distance between the center points of the probe.



Rysunek 5. Technika stałego poziomu amplitudy. Określanie długości wskazania  
**Figure 5. Fixed level amplitude technique. Determination of indication's length**

### 9.3. Grupowanie wskazań


Grupowanie oparte jest na długości i odosobnieniu dwóch pojedynczych akceptowalnych wskazań posiadających amplitudy powyżej poziomu rejestracji. Długość grupy nie powinna być stosowana do dalszego łączenia. Grupowanie wskazań należy wykonywać wg Rysunku 6, z zachowaniem uznania grupy wskazań jako pojedynczego gdy:

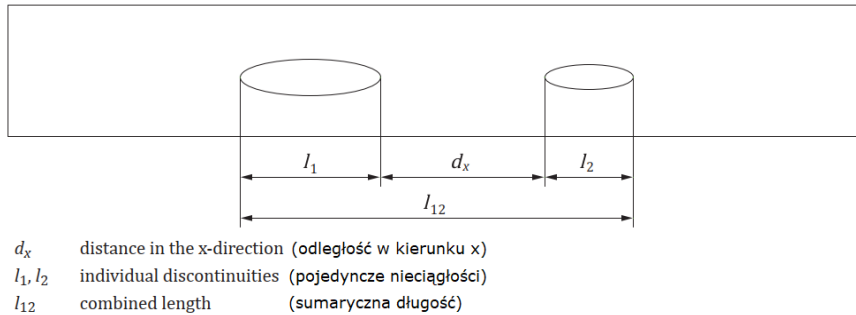
- odległość  $d_x$  jest mniejsza niż dwukrotna długość najdłuższego wskazania;
- odległość  $d_y$  jest mniejsza niż połowa grubości, ale nie więcej niż 10 mm;
- odległość  $d_z$  jest mniejsza niż połowa grubości, ale nie więcej niż 10 mm.

### 9.3. Grouping of indications

Grouping is based on the length and separation of two individually acceptable indications having amplitudes above the recording level. The length of a group shall not be used for further grouping. Grouping shall be made acc. to Figure 6. For evaluation, a group of indications shall be considered as a single one if:

- distance  $d_x$  is less than twice the length of the longer indication;
- distance  $d_y$  is less than half of the thickness but not more than 10 mm;
- distance  $d_z$  is less than half of the thickness but not more than 10 mm.

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>
			Strona/ Page <b>17 / 30</b>



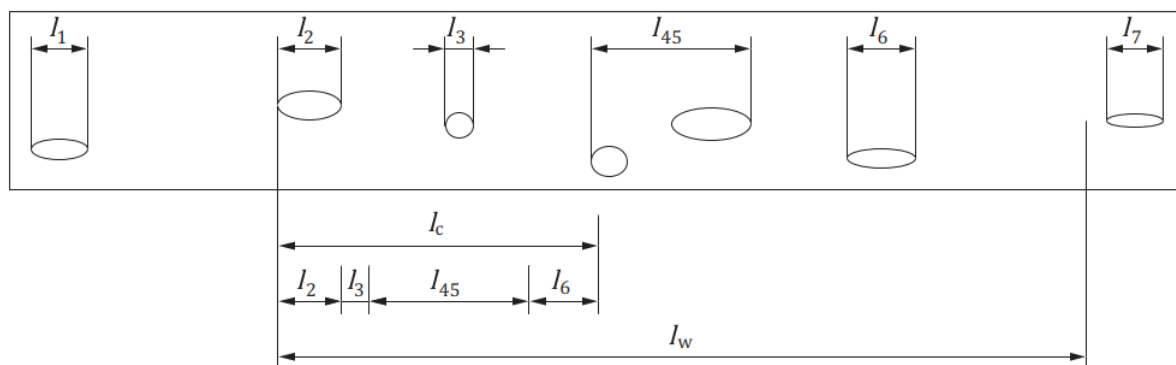
Rysunek 6. Grupowanie wskazań  
**Figure 6. Grouping of indications**

#### 9.4. Długość skumulowana

Dla dowolnego odcinka spoiny  $l_w = 6t$ , maksymalna, skumulowana długość pojedynczo akceptowalnych nieciągłości powyżej poziomu rejestracji powinna wynosić maksymalnie 20%  $l_w$  dla poziomu akceptacji 2 oraz 30%  $l_w$  dla poziomu akceptacji 3.

#### 9.4. Cumulative length

For any section of weld length,  $l_w = 6t$ , the maximum cumulative length of all individually acceptable discontinuities above the recording level shall not exceed 20%  $l_w$  for acceptance level 2 or 30% of  $l_w$  for acceptance level 3.




$l_c$  cumulative length (długość skumulowana)

$$l_c = l_2 + l_3 + l_{45} + l_6$$

$l_w$  section of weld length ( $6 \times$  thickness  $t$ ) (odcinek długości spoiny  $6 \times$  grubość  $t$ )

$l_n$  individual discontinuities, where  $n = 1, \dots, 7$  (poszczególne nieciągłości, gdzie...)

Rysunek 7. Skumulowana długość wskazań  
**Figure 7. Cumulative length of imperfections**

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>18 / 30</b>

### 9.5. Nastawy i poziomy czułości

Nastawa czułości i badanie należy przeprowadzić jak dla techniki 1 (otwory poprzeczne o średnicy 3 mm), zgodnie z EN ISO 17640. Powiązane poziomy akceptacji przedstawione są w tabeli 5.

### 9.5. Sensitivity setting and levels

For sensitivity setting and the subsequent examinations technique 1 (based on 3 mm diameter side-drilled holes) acc. to EN ISO 17640 shall be used. Linked acceptance levels are specified in table 5.

Tabela 5. Poziomy akceptacji AL2 oraz AL3 dla techniki 1 (Ø3mm SDH)  
**Table 5. Acceptance levels AL2 and AL3 for technique 1 (Ø3mm SDH)**

Technique acc. to ISO 17640  (technika zgodnie z...)	Evaluation level (poziom oceny)		Acceptance level 2 (poziom akceptacji) (AL 2)		Acceptance level 3 (poziom akceptacji) (AL 3)	
	AL 2	AL 3	8 mm ≤ t < 15 mm	15 mm ≤ t < 100 mm	8 mm ≤ t < 15 mm	15 mm ≤ t < 100 mm
1 (SDH)	$H_0 - 14$ dB	$H_0 - 10$ dB	For $l \leq t$ : $H_0 - 4$ dB For $l > t$ : $H_0 - 10$ dB	For $l \leq 0,5 t$ : $H_0$ For $0,5 t < l \leq t$ : $H_0 - 6$ dB For $l > t$ : $H_0 - 10$ dB	For $l \leq t$ : $H_0$ For $l > t$ : $H_0 - 6$ dB	For $l \leq 0,5 t$ : $H_0 + 4$ dB For $0,5 t < l \leq t$ : $H_0 - 2$ dB For $l > t$ : $H_0 - 6$ dB
NOTE 1 Recording levels are 4 dB below the corresponding acceptance levels. (uwaga 1. poziom rejestracji to poziom akcecji -4dB)						
NOTE 2 $H_0$ is the reference level. (uwaga2. $H_0$ to poziom odniesienia)						

### 9.6. Poziomy jakości

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

### 9.6. Quality levels

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

### 9.7. Klasyfikacja niezgodności złączy spawanych

Badania ultradźwiękowe zgodne z EN ISO 11666. Poziom B oraz C wg EN ISO 5817 to odpowiednio poziom akceptacji 2 i 3 wg ISO 11666 (korelacja podana w tabeli 6). W odniesieniu do badań ultradźwiękowych wg EN ISO 11666 poziom 2 lub poziom 3 stosuje się dodatkowe kryterium: wszystkie niezgodności spawalnicze, których amplituda echa przekracza poziom oceny należy poddać charakteryzacji. Wszystkie scharakteryzowane jako płaskie, np. pęknięcia, przyklejenia, braki przetopu, muszą zostać sklasyfikowane jako niezgodne.

### 9.7. Welded joints inconsistencies classification

Relevant standard for ultrasonic testing is EN ISO 11666. Level B and C of EN ISO 5817 are equal to, respectively, acceptance level 2 and 3 of ISO 11666 (ref. correlation given in Table 6). Regarding ultrasonic testing EN ISO 11666 level 2 or level 3 applies with the following amendment: all imperfections from which the echo amplitude exceeds the evaluation level shall be characterized. All that are characterized as planar e.g. cracks, lack of fusion, incomplete penetration shall be rejected.


 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>19 / 30</b>

Tabela 6. Korelacja pomiędzy poziomami jakości, poziomami badania i poziomami akceptacji

**Table 6. Co-relation between quality levels, testing levels and acceptance levels**

<i>Quality levels in accordance with ISO 5817</i>	<i>Testing techniques and levels in accordance with ISO 17640 <sup>1)</sup> or DNV CG 0051 <sup>2)</sup></i>	<i>Acceptance levels in accordance with ISO 11666</i>
B	at least B	2
C	at least A	3
D	not defined	not required <sup>3)</sup>

1) When characterization of indications is required, ISO 23279 shall apply  
 2) Stated testing techniques and levels refers to ISO 17640. All testing techniques in DNV-CG-0051 are compliant with Testing Level A, B and C ISO 17640  
 3) UT is not recommended but can be defined in a specification (with the same requirements as quality level C).

### 9.8. Poziomy akceptacji

Poziomy akceptacji dla UT spoin należy zdefiniować zgodnie z wymaganiami EN ISO 11666. Norma określa poziomy akceptacji 2 i 3 dla złączy spawanych z pełnym przetopem w stalach ferrytycznych, odpowiadające poziomom jakości B i C. Poziomy oceny (odniesienia, oceny, rejestracji i akceptacji) są określone w załączniku A do normy EN ISO 11666.

### 9.9. Charakteryzowanie wskazań


Wskazania należy charakteryzować w oparciu o EN ISO 23279 (biorąc również inne czynniki pod uwagę). Oceny typu wskazania należy dokonać przy użyciu tej samej głowicy (kąt, częstotliwość itp.), którą wykryto niezgodność. Gdy wymagana jest zwiększona rozdzielczość, stosować należy głowice o wyższej częstotliwości - 4 MHz i wyższej. Jeżeli z wystarczającą dokładnością nie można określić typu wskazania należy zastosować inne metody badań nieniszczących (np. RT, MT, PT). Charakteryzowanie wskazań należy wykonać w oparciu o algorytm z Rysunku 8.

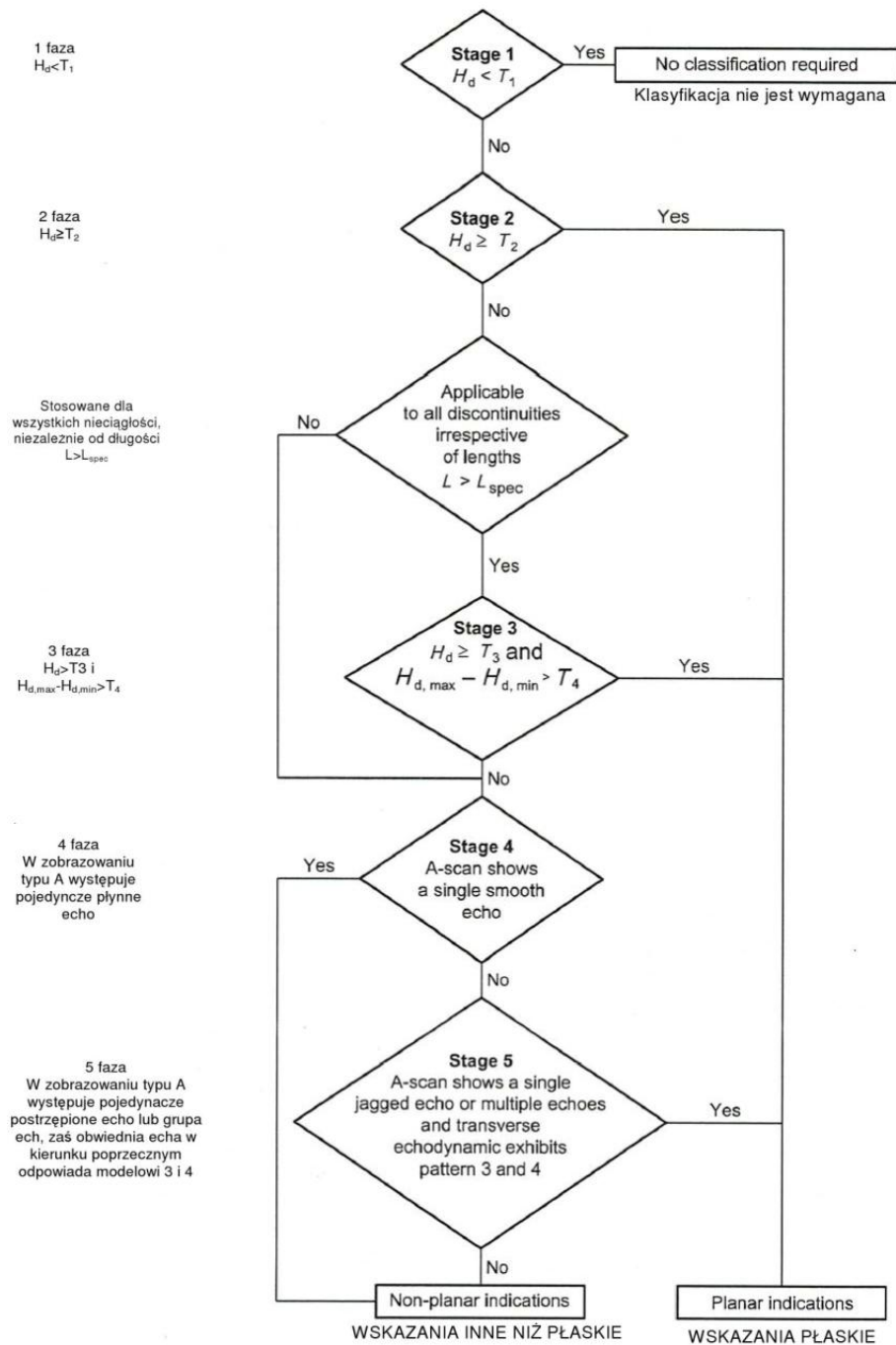
### 9.8. Acceptance levels

The acceptance levels for UT of welds are to be defined in accordance with EN ISO 11666 standard. The standard specifies acceptance level 2 and 3 for full penetration welded joints in ferritic steels, corresponding to quality levels B and C. The evaluation levels (reference, evaluative, recording and acceptance) are specified in EN ISO 11666 Annex A.

### 9.9. Characterization of indications

Indication shall be characterized acc. to EN ISO 23279 (with combination of other factors taken into account). Indication evaluation is to be carried out with the same probe (angle, frequency etc.) with which the indication was found. When increased resolution is necessary, probes with higher frequency can be utilized - 4 MHz and higher. If the type of indication cannot be assessed with satisfying certainty additional methods of testing should be applied to the weld (e.g. RT, MPI, PT). Characterization is to be based on the algorithm presented in Figure 8.

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>
			Strona/ Page <b>20 / 30</b>



$H_d$  indication echo amplitude (wysokość echa wskazania)  
 $H_{d,max}$  maximum echo amplitude (maksymalna wysokość echa)  
 $H_{d,min}$  minimum echo amplitude (minimalna wysokość echa)  
 $L$  length (długość)  
 $L_{spec}$  specified length (określona długość)  
 $T_1, T_2, T_3, T_4$  see Table A.1 (patrz Tabela A.1) ISO 23297

Rysunek 8. Algorytm charakteryzacji wskazań zgodnie z EN ISO 23279  
**Figure 8. Characterization algorithm acc. to EN ISO 23279**


 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>
			Strona/ Page <b>21 / 30</b>

Tabela 7. Algorytm klasyfikacji – poziomy wzmocnienia  
**Table 7. Classification algorithm – gain levels**

T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Evaluation level (poziom oceny)	DAC + 6 dB	DAC – 6 dB	9 dB <sup>a</sup> / 15 dB <sup>b</sup>
<sup>a</sup> for sheer waves (dla fali poprzecznej) <sup>b</sup> If indication was evaluated with sheer and compression waves (for identical wave length) (jeżeli oceny dokonano falą poprzeczną i podłużną (dla tej samej długości fali))			

Za nieistotne przyjmuje się wskazania o niskiej amplitudzie echa, mniejszej niż dla poziomu T<sub>1</sub> (Faza 1). Zakłada się, iż wskazanie o amplitudzie echa przekraczające poziom odniesienia DAC +6dB (określone jako T<sub>2</sub> na rys. A.1 wg PN-EN ISO 23279) jest niezgodnością płaską (Faza 2). Jeżeli amplituda echa znajduje się pomiędzy -6dB ≤ H < +6dB, DAC, a różnice w jej wysokości T<sub>4</sub> (z różnych kierunków wprowadzenia) są większe niż poniżej wyszczególnione, wskazanie należy zaklasyfikować jako płaskie (Faza 3):

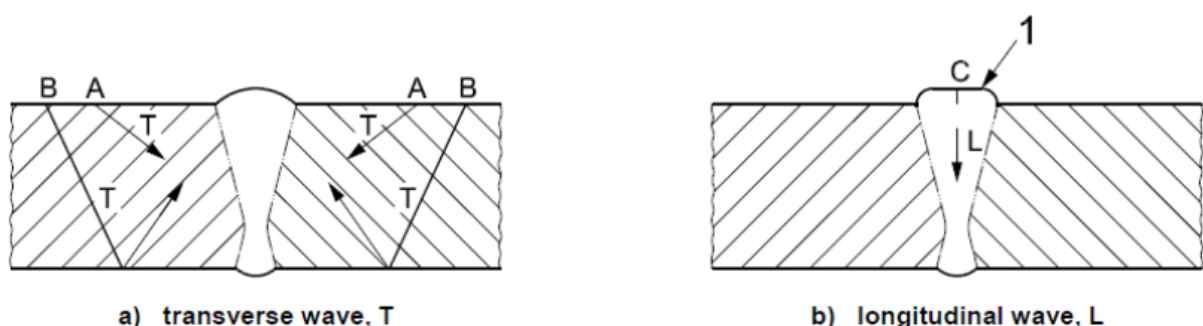
T<sub>4</sub> = 9 dB dla fal poprzecznych,  
T<sub>4</sub> = 15 dB dla odbicia uzyskanego dla fali poprzecznej i podłużnej.

Nominalny kąt wprowadzenia fali powinien różnić się o co najmniej 10° dla każdej z głowic. Oceny echa należy dokonać w tym samym obszarze (w miejscu występowania echa). Podczas oceny z wykorzystaniem fali podłużnej i poprzecznej obydwie głowice powinny posiadać zbliżone długości fali (tj. dla fali podłużnej o częstotliwości 4MHz fala poprzeczna powinna mieć częstotliwość 2 MHz).

Low amplitude echoes acquired from indications, lower than level T<sub>1</sub>, are considered as irrelevant (Stage 1). It is assumed that an indication with an echo amplitude exceeding DAC +6dB (defined as T<sub>2</sub> in figure A.1 acc. to PN-EN ISO 23279) is a planar indication (Stage 2). If the maximum echo amplitude is between -6dB ≤ H < +6dB of DAC and the imbalance in its reflectivity T<sub>4</sub> (from different directions of incidence) is higher than below listed, the indication is to be classified as planar for (Stage 3):

T<sub>4</sub> = 9 dB for sheer waves,  
T<sub>4</sub> = 15 dB between reflections obtained with sheer waves and longitudinal waves.


The nominal angles of incidence shall have a difference of at least 10°. The comparison shall be made upon the same area of the indication (where the echo is obtained). When evaluation by means longitudinal and transverse wave takes place both probes shall have alike wave lengths (i.e. for longitudinal wave with frequency of 4 MHz the transverse wave shall have a frequency of 2 MHz).

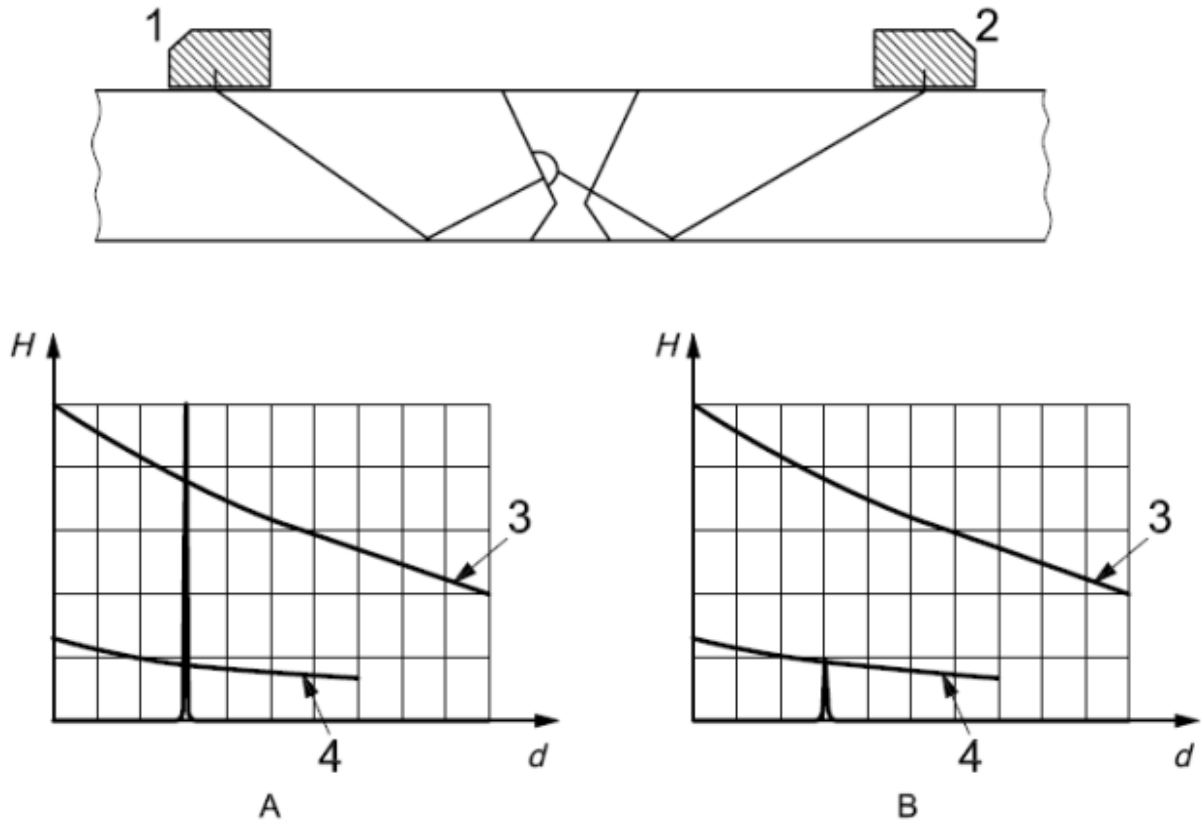


Rysunek 9. Przykładowe kierunki badania (przy porównywaniu amplitudy echa)

A, B, C – pozycje głowic, T – fala poprzeczna, 1 – miejscowe szlifowanie (jeżeli wymagane)

**Figure 9. Examples of examination directions (when comparing echo heights) A, B, C – probe positions, T – transverse wave, 1 - local grinding (if necessary)**

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b> Strona/ Page <b>22 / 30</b>




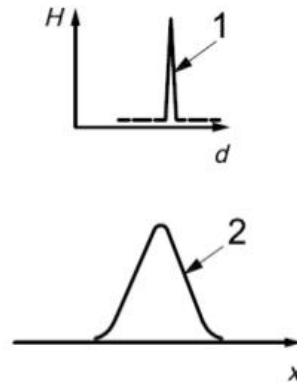
Rysunek 10. Zastosowanie kryteriów dla kierunkowych właściwości odbijania  
 1 – pozycja 1, 2 pozycja 2, 3 – poziom odniesienia, 4 – DAC -9dB, d – droga fali, H – amplituda

**Figure 10. Application of directional reflectivity criteria**  
**1 – position 1, 2 – position 2, 3 – reference level, 4 – DAC - 9 dB, d – sound path, H – amplitude**

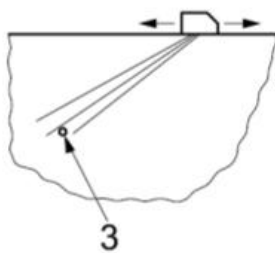
Odpowiedź akustyczna z odbicia od reflektora punktowego posiada obwiednię przedstawioną na Rysunku 11. Wskazania punktowe należy oceniać głowicami miniaturowymi (echo musi mieć charakter niezgodności punktowej). Dla wskazania punktowego, zobrazowanie A-scan ujawnia jedno wyraźne echo niezależnie od kierunku padania fali na nieciągłość. Podczas przesuwu głowicy uzyskuje się echo dochodzące do maksimum i znikające w szumach (obwiednia echa jest łagodna).

A point indication has an echo dynamic response presented in Figure 11. Point indication is to be evaluated with a miniature probe (existing indication needs to have point-like properties). For a point-like indication, the A-scan reveals a single sharp echo independent from the incidence direction of the indication. As the probe is moved the echo rises smoothly reaching its maximum level and then fades smoothly into the noise level.

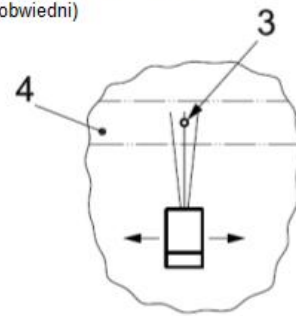
 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>
			Strona/ Page <b>23 / 30</b>



a) probe position of A-scan and variation in signal amplitude  
(pojedyncze echo na zobrazowaniu A i na obwiedni)



b) typical occurrence in through thickness direction  
(typowy widok w przekroju poprzecznym spoiny)




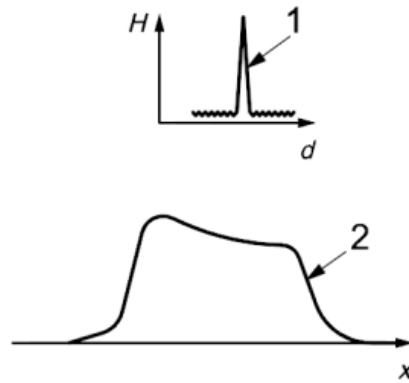
c) typical occurrence in lateral (length) direction  
(typowy widok przy przesuwie bocznym wzdłuż spoiny)

Rysunek 11. Przykład odpowiedzi dla reflektora typu punktowego  
1 - A-skan, 2 - obwiednia echa, 3 - reflektor, 4 - spoina, d - droga, H - amplituda, x - położenie głowicy  
**Figure 11. Pattern response from a point-like reflector**  
1 - A-scan, 2 - echo envelope, 3 - reflector, 4 - weld, d - range, H - amplitude, x - probe position

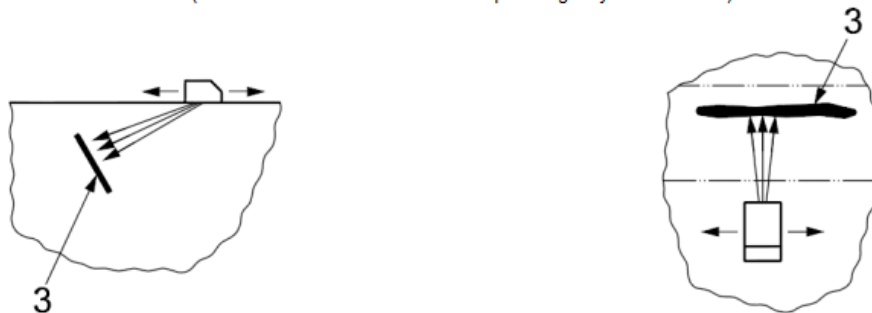
Odpowiedź akustyczna z odbicia od reflektora płaskiego (z szeroką, łagodną obwiednią) przedstawiona jest na Rysunku 12. Każde położenie głowicy przedstawia jedno wyraźne echo. Podczas przesuwania głowicy nad niezgodnością echo rośnie (bez wariacji) do pewnej wysokości i utrzymuje się przez pewną odległość przesuwu głowicy nie zmieniając wysokości o więcej niż 4 dB. Gdy głowica zostanie przesunięta poza niezgodność echo maleje łagodnie do poziomu szumów (Faza 4):

Acoustic response from a planar reflector (wide, smooth echo envelope) is presented in Figure 12. At any probe position, the A-scan shows a single sharp echo. When the ultrasonic beam is moved over the reflector, the echo rises smoothly (without variations) to a plateau and is maintained, with minor variations in amplitude up to 4 dB on a certain distance. When the beam moves off the reflector, then the echo falls smoothly to the noise level (Stage 4):

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b> Strona/ Page <b>24 / 30</b>



a) probe position of A-scan and variation in signal amplitude  
 (widok A-skanu i zróżnicowanie w przebiegu wysokości echa)



b) typical occurrence in through thickness direction  
 (typowy przypadek w przekroju poprzecznym)

c) typical occurrence in lateral (length) direction  
 (typowy widok przy przesuwie bocznym wzdłuż spoiny)

Rysunek 12. Odpowiedź dynamiczna echa od reflektora płaskiego/łagodnego


1 – A-skan, 2 – obwiednia echa i wariacja w amplitudzie, 3 – reflektor, d – droga, H – amplituda, x – położenie głowicy

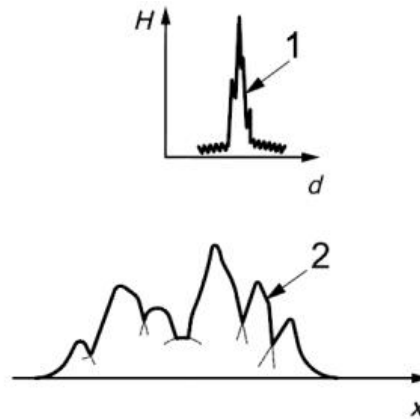
**Figure 12. Pattern response from a planar/smooth reflector**

1 – A-scan, 2 – variation in peak signal amplitude, 3 – reflector, d – range, H – amplitude, x – probe position

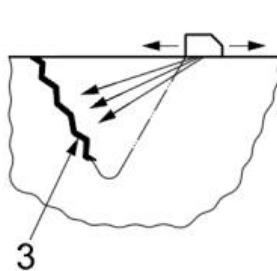
Odpowiedź akustyczna z odbicia od reflektora o powierzchni wielopłaszczyznowej przy padaniu prostopadłym/bliskim do prostopadłego przedstawione jest na Rysunku 13. Z każdego położenia głowicy A-skan przedstawia jedno „postrzępione” echo. Podczas przesuwu głowicy można zaobserwować znaczne (większe niż  $\pm 6$  dB) losowe zmiany w amplitudzie echa. Zmiany te spowodowane są odbiciami od różnych powierzchni reflektora oraz interferencjami pomiędzy różnymi płaszczyznami jednocześnie.

Rough reflector response with a near to normal/normal incidence of the beam is presented in Figure 13. At any probe position, the A-scan shows a single but ragged echo. As the probe is moved, this may undergo large (greater than  $\pm 6$  dB) random fluctuations in amplitude. The fluctuations are caused by reflection from different facets of the reflector, and by random interference of waves scattered from groups of facets.

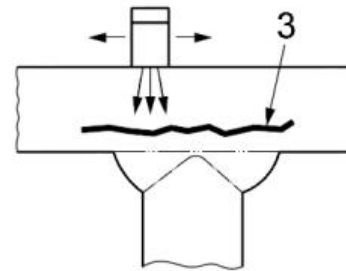
 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>25 / 30</b>



a) probe position of A-scan and variation in signal amplitude  
(widok A-skanu i rozrzut w wysokości wzmacnienia sygnału)



b) typical occurrence in through thickness direction  
(typowy widok w przekroju poprzecznym)



c) typical occurrence in lateral (length) direction  
(typowy widok przy przesuwie bocznym do złącza)


Rysunek 13. Przykład dynamiki echa reflektora płaskiego/wielopłaszczyznowego przy prawie prostopadłym odbiciu  
1 – A-skan, 2 – obwiednia echa i wariacja w amplitudzie, 3 – reflektor, d – droga, H – amplituda, x – położenie głowicy

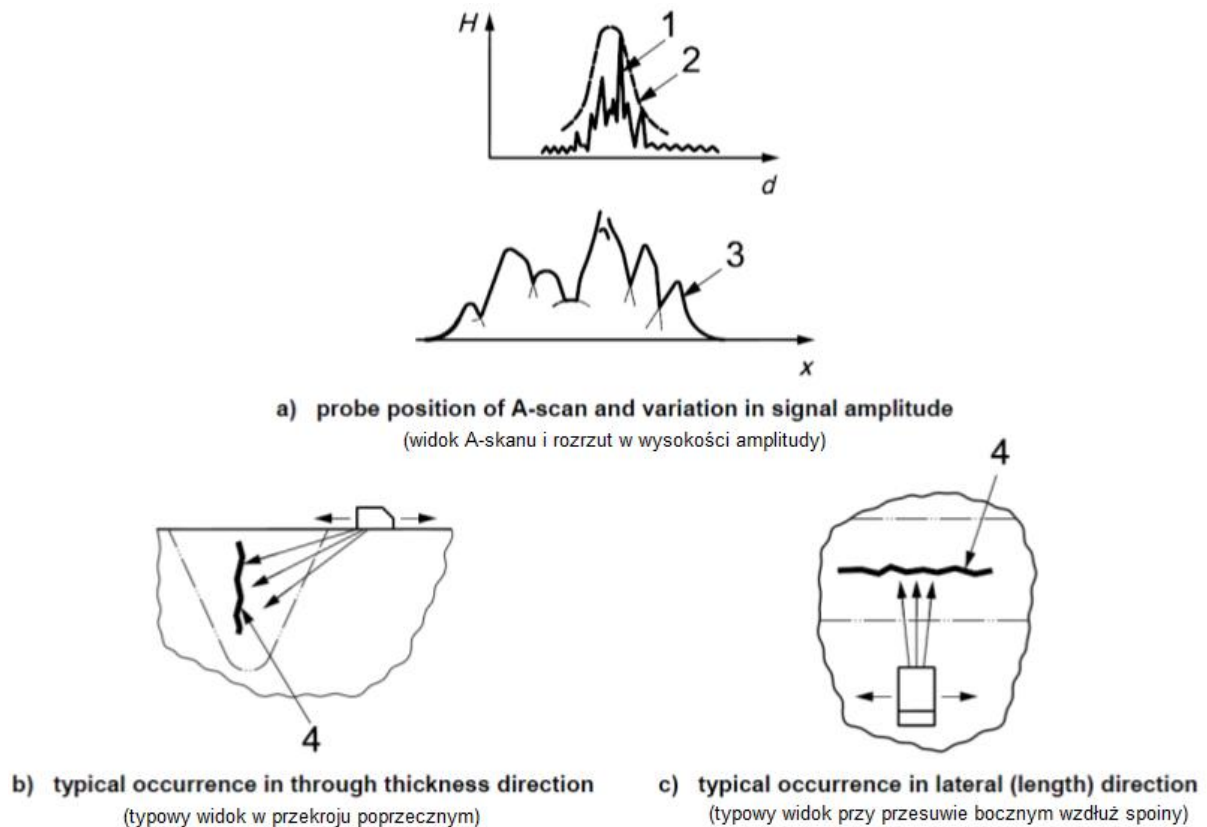
**Figure 13. Pattern response from a planar rough reflector with normal (or near to normal) incidence of a wave**

**1 – A-scan, 2 – envelope and variation in peak signal amplitude, 3 – reflector, d – range, H – amplitude, x – probe position**

Innym rodzajem odpowiedzi akustycznej jest echo z odbicia od reflektora o powierzchni wielopłaszczyznowej przy padaniu fali ukośnie na nieciągłość. Dla każdego położenia głowicy uzyskiwany jest ciąg bliskich sobie odpowiedzi akustycznych. Obwiednia echa przypomina kształtem „dzwon”. Podczas przesuwu głowicy każde z ech przemieszcza się w kierunku szczytu obwiedni uzyskując swoje maksimum w środku obwiedni, po czym amplituda opada ku końcowi obwiedni. Wariacja w wysokości amplitudy echa może być znaczna (większa niż  $\pm 6$  dB) oraz występować losowo:

Another model of a rough reflector response is an oblique incidence of a wave on an indication. At any probe position the A-scan shows an extended train of signals (“subsidiary signals”) within a bell-shaped pulse envelope. As the probe is moved, each subsidiary peak travels through the pulse envelope, rising to its own maximum towards the center of the envelope, and then falling. The overall signal may show large (greater than  $\pm 6$  dB) random fluctuations in amplitude:

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>26 / 30</b>




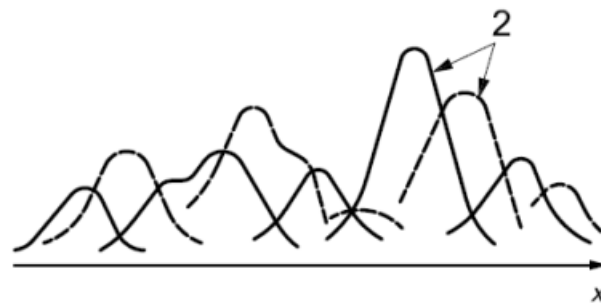
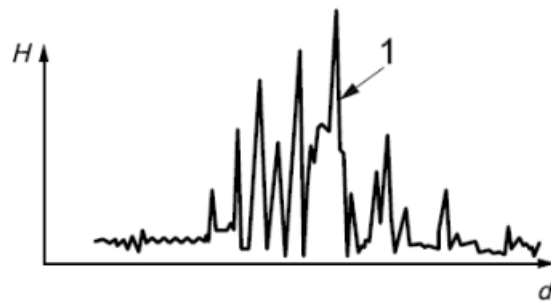
Rysunek 14. Przykład odpowiedzi (dynamiki echa) od reflektora płaskiego/wielopłaszczyznowego przy ukośnym padaniu fali  
1 – zobrazowanie typu A, 2 – obwiednia echa i wariacja w amplitudzie, 3 – reflektor,  
d – droga, H – amplituda, x – położenie głowicy

**Figure 14. Pattern response from a planar rough reflector with oblique incidence of a wave**  
1 – A-scan, 2 – variation in peak signal amplitude, 3 – reflector, d – range, H – amplitude, x – probe position

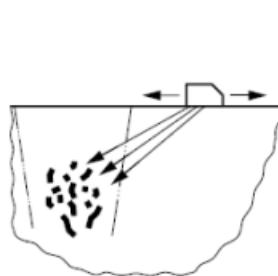
Odpowiedź akustyczna od wielopunktowego reflektora przedstawiona jest na rysunku 15. Z każdego położenia głowicy A-skan przedstawia szereg ech skupionych, dla których jednoznaczne określenie miejsca zalegania jest możliwe lub może być znacznie utrudnione. Podczas przesuwu głowicy, amplitudy sygnałów rosną i maleją losowo, jednak każde z ech (o ile możliwe jego jednoznaczne oddzielenie od innych), posiada charakter punktowy:

A multiple reflector response is shown in figure 15. At any probe position, the A-scan shows a cluster of signals which may or not be well resolved in range. As the probe is moved, the signals rise and fall at random, but the signal from each separate reflector element, if resolved, shows response from a point-like indication:

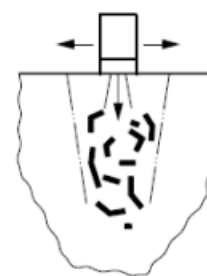
 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>27 / 30</b>



a) probe position of A-scan and variation in signal amplitude  
(widok A-skanu i rozrzut w wysokości amplitudy)



b) ultrasonic response through thickenedd dicercion  
(typowy widok w przekroju poprzecznym)




c) ultrasonic response in lateral (length) direction  
(typowy widok przy przesuwie bocznym wzdłuż spoiny)

Rysunek 15. Przykład odpowiedzi od skupiska reflektorów  
1 - zobrazowanie typu A, 2 - obwiednia echa i wariacja w amplitudzie, 3 - reflektor,  
d - droga, H - amplituda, x - położenie głowicy

**Figure 15. Pattern response from a multiple reflector**

**1 - A-scan, 2 - variation in peak signal amplitude, 3 - reflector, d - range, H - amplitude, x - probe position**

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>28 / 30</b>

## 10. POZIOMY BADANIA

Na ogół poziomy badania są powiązane z poziomami jakości (np. ISO 5817). Odpowiedni poziom badania może być określony w normach dotyczących badań spoin (np. ISO 17635), normach wyrobu lub innych dokumentach. Zalecane poziomy badania, patrz tabela poniżej:

Tabela 8. Zalecane poziomy badania  
**Table 8. Recommended testing levels**

Testing level	Quality level in ISO 5817
A	C, D
B	B
C	By agreement
D	Special application

## 11. ROZSZERZENIE BADAŃ

W przypadku wykrycia wskazań nieakceptowalnych, lub znajdujących się na granicy badanego odcinka (badania procentowe) należy postępować zgodnie z obowiązującymi zasadami rozszerzania zakresu badanego. Zakres badań może zostać rozszerzony według uznania inspektora nadzoru w przypadku stwierdzenia powtarzających się niedopuszczalnych nieciągłości.

Jeśli nie uzgodniono inaczej rozszerza się badanie spoiny, aż do uzyskania 500 mm odcinka spełniającego kryteria akceptacji w każdą ze stron na badanej spoinie. Dalszy proces rozszerzania zależy od wytycznych klienta.

## 12. BADANIE PO NAPRAWACH

Niezdgodności, przekraczające kryteria akceptacji muszą zostać naprawiane. Naprawione spoiny należy zbadać na całej ich długości przy użyciu odpowiedniej metody NDT.

Po wykonaniu naprawy, całe złącze (tj. odcinek naprawiony plus co najmniej 100 mm po każdej stronie) podlega badaniu co najmniej w ten sam sposób, tak jak określono to dla pierwotnego złącza

## 13. RAPORTOWANIE

Raporty z badań UT powinny być archiwizowane i powinny zawierać co najmniej następujące elementy zgodnie z wymaganiami DNV-CG-0051.

Archiwizacji podlegają następujące dokumenty: „Sprawozdania z wykonania badań UT”. Czas archiwizacji: 5 lat.

## 10. TESTING LEVELS

In general, the testing levels are related to quality levels (e.g. ISO 5817). The appropriate testing level may be specified by standards for testing welds (e.g. ISO 17635), product standards or other documents. Recommended testing levels, see below:

## 11. ADDITIONAL TESTING

In case where unacceptable indications have been detected or those revealed are located at the threshold of the tested section (percentage inspections) one is to follow the binding rules for examination scope expansion. The extent of testing can be extended at the Surveyor's discretion when repeated unacceptable discontinuities are found.

Unless otherwise agreed the tests should be expanded until 500 mm section in every direction that meets the acceptance criteria is present. Consecutive process of additional examinations is dependent on the client's guidelines.

## 12. EXAMINATION AFTER REPAIR


Imperfections, exceeding the acceptance limits shall be repaired. The repair welds are to be examined over their full length using an appropriate NDT method.

After repair welding has been performed, the complete weld, (i.e. the repaired area + 100 mm on each side) shall be subjected to at least the same NDT method as specified for the original weld.

## 13. REPORTING

Ultrasonic inspection reports are to be filed for record and are to include the following items as a minimum accordance with DNV-CG-0051 requirements.

The following examination documents shall be archived: "UT examination reports". Time of archiving: 5 years.


 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b>  Strona/ Page <b>29 / 30</b>

#### 14. ZAŁĄCZNIKI

1. Wzór raportu: NVT/UT najnowsza wersja
2. Załącznik A: Poziomy badań dla różnych typów złączy spawanych (przepisy DNV-CG-0051)

#### 14. ENCLOSURES

1. Report template: NVT/UT latest version
2. Annex A: Testing levels for various types of welded joints (DNV-CG-0051)

 <b>NAVITEST Sp. z o.o.</b> 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	<b>BADANIA NIENISZCZĄCE</b>	<b>NON-DESTRUCTIVE TESTING</b>	Procedura nr/ Procedure no <b>NVT.OP.UT-DNV.001.00</b>
	<b>BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH</b>	<b>ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>24.06.2025</b> Strona/ Page <b>30 / 30</b>

**15. TABELA ZMIAN**

**15. TABLE OF CHANGES**