


PROJECT: EN 1090-2+A1:2024
CLIENT: GENERAL
PROCEDURE: NVT.OP.PAUT-EN.001.00

Badania ultradźwiękowe złączy spawanych
Stosowanie zautomatyzowanej techniki
głowicy mozaikowej
według EN ISO 13588


Ultrasonic testing of welded joints
Phased Array Ultrasonic Testing (PAUT)
according to EN ISO 13588

—	Data Date	Wydanie Revision	Imię i Nazwisko Name and Surname	Uprawnienia Certificate	Podpis Signature
Opracował Prepared by	23.03.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Marcin Miotk	TÜV-Rheinland 2022/UT-PA2-0379/01	<i>Marcin Miotk</i>
Recenzował Reviewed by	24.03.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Piotr Sadowski	TÜV-SÜD TSP-00891-UT.PA2-01	<i>Piotr Sadowski</i>
Zatwierdził Approved by	24.03.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Piotr Sadowski	TÜV-SÜD TSP-00891-UT.PA2-01	<i>Piotr Sadowski</i>
Wydał Released by	24.03.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Mirosław Zyskowski	UDT-CERT 02851-UT3	<i>Mirosław Zyskowski</i>

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

CONTENTS

1. PURPOSE OF THE PROCEDURE.....	3
2. REFERENCE DOCUMENTS.....	3
3. PERSONNEL.....	4
4. HSE.....	4
5. TIME OF STARTING TESTING.....	4
6. SURFACE PREPARATION.....	6
7. EXECUTION OF EXAMINATION.....	6
8. THE SCAN PLAN GUIDELINES.....	7
9. TEST EQUIPMENT.....	10
10. TEST CARRYING OUT.....	15
11. EVALUATION AND ACCEPTANCE CRITERIA.....	18
12. ADDITIONAL TESTING.....	21
13. EXAMINATION AFTER REPAIR.....	21
14. REPORTING.....	22
15. ENCLOSURES.....	22
16. TABLE OF CHANGES.....	23

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

1. CEL POROCEDURY

Celem procedury jest określenie warunków technicznych i zasad postępowania podczas wykonywania ręcznych i pół-automatycznych badań ultradźwiękowych z zastosowaniem techniki głowic wieloprzetwornikowych, złączy spawanych grubości 6 mm i większej ze stali niskostopowych, o drobnym ziarnie zgodnie z EN ISO 13588, EN ISO 18563-1, EN ISO 18563-2, EN ISO 18563-3 i EN ISO 19285

2. DOKUMENTY ODNIESIENIA

- EN 1090-2+A1, Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych – Część 2. Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych
- EN ISO 9712, Badania nieniszczące – Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących
- EN ISO 17635, Badania nieniszczące spoin. Zasady ogólne dotyczące metali.
- EN ISO 17640, Badania nieniszczące złączy spawanych. Badania ultradźwiękowe złączy spawanych.
- EN ISO 13588, Badania nieniszczące złączy spawanych. Badania ultradźwiękowe złączy spawanych. Użycie zautomatyzowanej techniki głowicy mozaikowej.
- EN ISO 11666, Badanie nieniszczące złączy spawanych. Badania ultradźwiękowe złączy spawanych. Poziomy akceptacji.
- EN ISO 19285, Badanie nieniszczące złączy spawanych. Badania ultradźwiękowe techniką głowicy mozaikowej (PAUT). Poziomy akceptacji.
- EN ISO 16811, Badania nieniszczące. Badania ultradźwiękowe. Nastawianie czułości i zakresu obserwacji.
- EN ISO 18563-3, Badania nieniszczące. Charakteryzowanie i weryfikacja aparatury ultradźwiękowej z głowicami.
- EN ISO 23279, Badania nieniszczące spoin. Badania ultradźwiękowe. Charakterystyka nieciągłości w spoinach.
- NVT/IN/O-5.22, Instrukcja postępowania z defektoskopowym układem ultradźwiękowym wykorzystującym technikę phased array.

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


1. PURPOSE OF THE PROCEDURE

The purpose of this procedure is definition of technical conditions and codes of practice during carrying out the manual or semi-automated ultrasonic examination of welded joints with thickness of 6 mm and above made of low alloy, fine grained steel according to EN ISO 13588, EN ISO 18563-1, EN ISO 18563-2, EN ISO 18563-3 i EN ISO 19285

2. REFERENCE DOCUMENTS

- EN 1090-2+A1, Execution of steel structures and aluminum – Part 2. Technical requirements for steel structures
- EN ISO 9712, Non-Destructive Testing – Qualification and certification of NDT personnel.
- EN ISO 17635, Non-destructive examination of welds. General rules for metallic materials.
- EN ISO 17640, Non-destructive examination of welds. Ultrasonic examination of welded joints.
- EN ISO 13588, Non-destructive examination of welds. Ultrasonic examination of welded joints. Use of automated phased array technology.
- EN ISO 11666 Non-destructive examination of welds. Ultrasonic examination of welded joints. Acceptance levels.
- EN ISO 19285, Non-destructive examination of welds. Phased array ultrasonic testing (PAUT). Acceptance levels.
- EN ISO 16811, Non-destructive testing. Ultrasonic examination. Sensitivity and range setting.
- EN ISO 18563-3, Non-destructive testing. Characterization and verification of ultrasonic phased array equipment. Part 3: Combined equipment.
- EN ISO 23279, Non-destructive testing. Ultrasonic examination. Characterization of discontinuities in welds.
- NVT/IN/O-5.22 Ultrasonic phased array defectoscope set operating instruction.

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

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

3. PERSONEL

Badania może wykonywać tylko wykwalifikowany personel posiadający certyfikat co najmniej stopnia 2 w metodzie ultradźwiękowej w odpowiednim sektorze według EN ISO 9712 oraz posiadający upoważnienie Kierownika Laboratorium NAVITEST. Oprócz ogólnej wiedzy o badaniu złączy spawanych, operator powinien być zaznajomiony i posiadać praktyczne doświadczenie w użytkowaniu głowic wieloprzetwornikowych. Operator powinien zostać przeszkolony oraz powinien przeprowadzić badanie przy użyciu odpowiednich próbek. Należy udokumentować przebieg treningu oraz wyniki przeprowadzonych badań. Jeśli nie jest to możliwe, szkolenie oraz badanie powinno zostać przeprowadzone przy użyciu procedur i wskazanego w nich wyposażenia. Szkolenie oraz badanie należy przeprowadzić przy pomocy próbek posiadających sztuczne i rzeczywiste nieciągłości odpowiadające spodziewanym podczas badania. Wyniki szkolenia oraz badania należy udokumentować.

Za treść, aktualizację i nadzór nad przestrzeganiem procedury odpowiada personel nadzorujący z 3 stopniem wg EN ISO 9712. Za wykonywanie adan zgodnie z niniejszą procedurą I normami przedmiotowymi wyszczególnionymi w pkt. 2 procedury odpowiada pracownik laboratorium wykonujący badania.

4. BHP

Podczas prac na terenie danego zakładu należy przestrzegać przepisów BHP obowiązujących w miejscu wykonywanych badań. Pracę należy wykonywać tylko w miejscu spełniającym warunki BHP. Dotyczy to również bezpiecznego dostępu oraz warunków środowiskowych. Należy dopilnować, by miejsce po wykonaniu badań nie zagrażało bezpieczeństwu środowiska i ludzi.

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 przetrzymania zgodny z tabelą poniżej wg EN 1090-2+A1.

3. PERSONNEL

Examination shall be carried out only by the qualified personnel certified according to EN ISO 9712 with at least level 2 in ultrasonic method in relevant sector and authorized by the Head of NAVITEST Laboratory. In addition to general knowledge of ultrasonic weld testing, the operators shall be familiar with, and have practical experience in, the use of ultrasonic phased arrays. Specific training and examination of personnel should be performed on representative pieces. These training and examination results should be documented. If this is not the case, specific training and examination should be performed with the finalized ultrasonic testing procedures and selected ultrasonic test equipment on representative samples containing natural or artificial reflectors similar to those expected. These training and examination results should be documented.

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

4. HSE

While working in the establishment health and safety regulations must be observed. The work shall be performed only in a location that meets health and safety conditions, that also provides secure access and environmental conditions. Place of examination after execution of examination should be left clean and should not threat environment.

5. TIME OF STARTING TESTING

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. Minimum hold times according to the table below according to EN 1090-2+A1.



 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025
			Strona/ Page 5 / 23

Tabela A.1. Minimalne czasy przetrzymania według EN 1090-2+A1
Table A.1. Minimum hold times accordance to EN 1090-2+A1

Hold time (hours) ^a				
If preheat is applied in accordance with Method A of EN 1011-2: 2001, Annex C				
Weld size (mm) ^b	Heat input Q (kJ/mm)	S275 – S460		
a or $s \leq 6$	All	Cooling period only		
$6 < a$ or $s \leq 12$	$Q \leq 3$	8		
	$Q > 3$	16		
a or $s > 12$	$Q \leq 3$	16		
	$Q > 3$	24		
If preheat is applied in accordance with Method B of EN 1011-2: 2001, Annex C				
Weld size (mm) ^b	S275 – S460			
a or $s \leq 20$	Cooling period only			
a or $s > 20$	24			
High-Strength Steels ^{c, d}				
Weld size [mm]	Filler material			
	EN ISO 14341 EN ISO 2560		EN ISO 16834 EN ISO 18275	
	G 46 / E 46	G 69 / E 69	G 79 / E 79	G 89 / E 89
a or $s \leq 10$	0	6	6	8
$10 < a$ or $s \leq 20$	8	12	12	12
$20 < a$ or $s \leq 30$	8	12	12	24
$30 < a$ or $s \leq 50$	16	24	24	48
a or $s > 50$	24	48	48	72
^a The time between weld completion and commencement of NDT shall be stated in the NDT report. In the case of "cooling period only" this will last until the weld is cool enough for NDT to commence. ^b Size applies to the nominal throat a of a fillet weld or the nominal material thickness s of a full penetration weld. For individual partial penetration butt welds the governing criterion is the nominal weld depth a , but for pairs of partial penetration butt welds welded simultaneously it is the sum of the nominal weld throats a . ^c For filler material not included in Table 23, appropriate hold times should be based on the constructor's knowledge. ^d If preheating is not necessary according to EN 1011-2, the inspection of welds may be performed after cooling to room temperature (cooling period only).				

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

6. PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI

Do badania ultradźwiękowego powierzchnia (w obszarze 8 grubości materiału rodzimego od spoiny) powinna być czysta i gładka; wolna od zanieczyszczeń, zgorzeliny, rdzy, odprysków spawalniczych i innych niedoskonałości i zanieczyszczeń mogących wpływać na wyniki badania. W przypadku gdy echo od kształtu spoiny ze strony badanej utrudnia dokonanie oceny wskazań w pobliżu powierzchni konieczne może być szlifowanie. Jeżeli nie ustalono inaczej, badanie powinno zostać przeprowadzone po ostatniej fazie obróbki. Falistość badanej powierzchni nie powinna powodować szczeliny między głowicą a badaną powierzchnią większą niż 0,5 mm.

7. WYKONANIE BADANIA

Wszelkie badania powinny zostać przeprowadzone zgodnie z planem badania. Tryby oraz poziomy badania w odniesieniu do poziomów jakości wg EN ISO 5817:2014 przedstawiono w tabeli 1 oraz 2 umieszczonej poniżej. Zalecane tryby badania złączy spawanych zaznaczono kolorem zielonym. Przykładowe plany badań typowych połączeń spawanych przedstawiono w załączniku E, niniejszej procedury.

6. SURFACE PREPARATION

For ultrasonic testing, the contact surface (in an area of $8 \times t$, where t is material thickness) shall be clean and smooth, i.e. free from dirt, scale, rust, welding spatter etc. which may influence the results of the testing. Grinding may be necessary if echo from weld cap disturb evaluation of near surface indication. Unless otherwise specified, the test should be carried out after the last phase of processing. Waviness of the test surface shall not result in a gap between a probe and the test surface greater than 0,5 mm.

7. EXECUTION OF EXAMINATION

All examinations shall be performed according to scan plan. Testing modes and testing levels in reference to quality levels according to EN ISO 5817:2014 are shown in table 1 and 2 below. The recommended modes for weld testing are marked green. Example scan-plans for typical weld connections are shown in annex E this procedure.

Tabela 1 – Poziomy jakości wg. EN ISO 5817 oraz ich odniesienie do poziomów badania oraz akceptacji
Table 1 – Quality levels of EN ISO 5817 and corresponding to testing and acceptance levels

Quality level according to ISO 5817	Testing level according to ISO 13588	Acceptance level according to this document
C, D	A	3
B	B	2
By agreement	C	1
Special application	D	By agreement
NOTE Acceptance criteria for acceptance level 1 are only specified for evaluation based on length and height.		



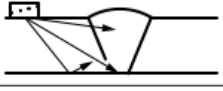
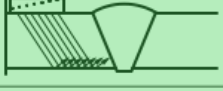


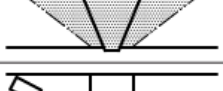
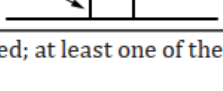
 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025
			Strona/ Page 7 / 23

Tabela 2 – Opis poziomów i trybów badania
Table 2 – Description of testing levels and examination modes

Mode	Testing levels			Example of sketches
	A	B	C	
	Reference blocks (see Annex A)			
	Block A	Block B	Block C	
Test set-up				
Fixed angles at fixed probe position to weld (line scans) ^a	Two sides	Not suitable as single technique	Two sides	
Fixed angles with raster scanning ^a	One side	One side	One side	
E-scan at fixed probe position (line scan) ^a	One side	Two sides with two angles ^c	Two sides	
S-scan at fixed probe position to weld (line scan) ^a	One side	Two sides or two probe positions	Two sides or two probe positions	
S-scan raster	Not recommended		One side	
TOFD generated with phased array ^a	Not recommended, TOFD testing in accordance with ISO 10863		One setup	
Skewed scan ^b	If required by specification			
^a For testing level C, at least two different test setups from this table shall be combined; at least one of them shall be S-scan or TOFD. ^b If detection of transverse discontinuities is required by specification, a suitable additional test setup shall be applied. Skewed probe or electronically skewed beam can be used. ^c At least 10° difference between angles.				

8. SKAN PLAN


Informacje niezbędne do poprawnego wykonania planu badania. Rodzaj materiału rodzimego. Sposób przygotowania złącza oraz jego wymiary. Instrukcja spawania lub inne istotne informacje o procesie spawania. Wyniki badania materiału rodzimego przed oraz po spawaniu.

Objętość badana: W przypadku badania złączy spawanych, objętość badana powinna zawierać spoinę oraz materiał rodzimy w zakresie minimum 10 mm po każdej stronie złącza (5 mm dla złączy spawanych laserem lub wiązką elektronów, lub szerokość strefy wpływu ciepła (bazując na informacji od wytwórcy). Należy wybrać większą z wartości.

8. THE SCAN PLAN GUIDELINES

Information needed for proper scan plan creation. Type of parent material. Joint preparation and dimensions. Welding instruction or relevant information on the welding process. Time of testing relative to any post-weld heat treatment.

Result of any parent metal testing carried out prior to and/or after welding. Volume to be inspected: For tests of welded joints the testing volume shall include the weld and the parent material for at least 10 mm on each side of the weld (5 mm for laser welds and for electron beam welds), or the width of the heat-affected zone (based on manufacturer's information), whichever is greater.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

Plan badania powinien pokazać pokrycie wiązki ultradźwiękowej, grubość złącza oraz jego geometrię. Należy zapewnić pełne pokrycie wiązkami ultradźwiękowymi badanej objętości.

W przypadku gdy skan przeprowadzany jest z jednej powierzchni, należy wykorzystać i zapisać dane z pół skoku oraz z całego skoku. Jeśli skanowanie wykonane jest z obu powierzchni - pół skoku jest wystarczające pod warunkiem spełnienia pozostałych wymagań takich jak pokrycie objętości, kąt padania wiązki oraz odchylenie od kąta rowka itp.

Jeśli wykryte są sygnały dyfrakcyjne, to można je wykorzystać do wymiarowania.

Jeśli ocena wskazań bazuje wyłącznie na amplitudzie, wymagane jest aby dla E-skanu (skanu liniowego) kąt padania wiązki na ukosowanie złącza był możliwie prostopadły i nie przekraczał $\pm 6^\circ$ przy czym zalecane jest $\pm 2^\circ$. Wymaganie to może zostać złagodzone dla trybu S-skan (sektorowego) jeżeli zostanie udowodniona wykrywalność i możliwość oceny niezgodności usytuowanych w linii wtopienia w oparciu o przyjętą procedurę (należy brać pod uwagę wykorzystanie próbek referencyjnych z odpowiednimi reflektorami odniesienia w rejonie linii wtopienia).

Jeśli ocena nieciągłości bazuje na amplitudzie oraz sygnałach dyfrakcyjnych, to kąt padania wiązki na ukosowanie złącza nie powinien przekroczyć $\pm 6^\circ$ dla możliwie dużej części ukosowania złącza.

W przypadku badania złączy teowych, należy wykonać E-skan 0° z zewnętrznej powierzchni mocnika. Ręczny skan rastrowy przy użyciu głowicy pojedynczej lub podwójnej jest dozwolony gdy zapis nie jest wymagany.

Tryb badania – zalecane jest użycie trybu compound S-scan jako podstawowe uzupełnionego (o ile wymagane) przez odpowiedni E-skan – jeżeli wymagane jest prostopadłe padanie wiązki (dotyczy oceny bazującej wyłącznie nie ocenie amplitudy).

Zalecany zakres kątowy:

- $35-50^\circ$ dla kąta minimalnego
- $70-75^\circ$ dla kąta maksymalnego

Zakres kątowy możliwy do użycia zależy jest od użytej głowicy i klina. Większy zakres daje większe pokrycie lecz generuje więcej wiązek. Zalecana wielkość aktywnej apertury Aktywna apertura w zakresie $6\div 12$ mm, zalecane jest dla drogi ultradźwiękowej poniżej 200 mm.

The scan plan should show the beam coverage, the weld thickness and the weld geometry. It should be ensured that the sound beams cover the volume to be tested.

In case when scan is performed from one face, half and full skip shall be used and stored; if scanning is performed from both faces. Half skip is sufficient depending that all other requirements regarding volume coverage, incidence angle, bevel deviation etc. are fulfilled.

If diffraction signals are detected they may be used for sizing.

If the evaluation of the indications is based on amplitude only, it is a requirement that an 'E' scan (or linear scan) shall be utilized to scan the fusion faces of welds, so that the sound beam is perpendicular to the fusion face $\pm 6^\circ$ maximum, recommended $\pm 2^\circ$. This requirement may be omitted if an 'S' (or sectorial) scan can be demonstrated to verify that discontinuities at the fusion face can be detected and sized, using the stated procedure (note, this demonstration shall utilize reference blocks containing suitable reflectors in location of fusion zone).

If evaluation of discontinuities is based on amplitude and diffraction signals, the deviation of the beam direction from the normal to the weld bevel shall not exceed $\pm 6^\circ$ on the biggest portion of the weld bevel as possible.

For testing of T-welds, 0° E-scan from flange outer surface shall be used. Manual raster scan with use of single/dual crystal probe is allowed, when recording is not needed.


Test mode – it is recommended to use compound S-scan as a basic setting supplemented (if required) by a proper E-scan – if a perpendicular incidence is a key factor (evaluation based on amplitude only).

Recommended angle range :

- $35-50^\circ$ for minimum angle
- $70-75^\circ$ for maximum angle

Angle range possible to use are in dependence of used probe and wedge. Bigger range gives more volume coverage but generates more beams. Recommended active aperture size: Active aperture $6\div 12$ mm is recommended for sound path below 200 mm.

Active aperture 12 mm and above is more suitable

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025
			Strona/ Page 9 / 23

Aktywna apertura 12 mm i powyżej zalecana jest dla wiązek kątowych o drodze powyżej 200 mm, oraz wiązek prostych dla drogi powyżej 100 mm.

Większa apertura daje większe pole bliskie wiązki i lepsze możliwości jej skupiania na większej odległości (lecz nie większej niż pole bliskie).

Szerokość przetwornika/skok. Mniejsze przetworniki dają większą zdolność kierowania wiązką.

Ogniskowanie - Dla konfiguracji podstawowej zalecane jest stosowanie wiązki niezogniskowanej (mniej złożone przygotowanie do badania). Jeśli badanie wymaga zwiększonej rozdzielczości w określonych obszarach to można użyć ogniskowania. Ogniskowanie może zostać wykorzystane jedynie w polu bliskim głowicy $N \approx (\text{Apertura}^2 \times \text{częstotliwość}) / (4 \times \text{prędkość dźwięku})$. Jeśli wykorzystywane jest ogniskowanie, to czułość należy nastawić dla każdej wiązki z osobna.

Częstotliwość głowicy: Większa częstotliwość głowicy daje lepszą rozdzielczość osiową wygenerowanych wiązek. Większa częstotliwość głowicy jest zalecana dla mniejszych grubości. Dla dłuższych dróg dźwięku, zalecane jest stosowanie niższych częstotliwości.

Dla badania złączy spawanych o grubości 6 mm zaleca się stosowanie głowic o częstotliwości 5MHz - 7.5MHz.

Należy zachować czujność przy badaniu złączy o skomplikowanej geometrii np. połączenia materiałów o różnych grubościach, połączenia kątowe króćce. Te badania należy planować uważnie gdyż wymagają głębokiej wiedzy o propagacji dźwięku. Takie badania należy przeprowadzać wg. Poziomu badania D, chyba że dozwolone jest badanie od jednej strony zgodnie z tabelą 2. Dla badań wg poziomu D wymagane są: plan badania, reprezentatywny blok referencyjny, oraz demonstracja skuteczności zestawu. Blok referencyjny może zostać stworzony na potrzeby konkretnego badania, lub mogą zostać wykorzystane istniejące bloki zapewniające występowanie zjawisk będących podstawą aplikacji poziomu D. W niektórych przypadkach, liczba bloków referencyjnych może zostać zredukowana przez zastosowanie programów symulacyjnych.

Gdy warstwa innego materiału jest obecna taka jak np. napoina na powierzchni skanowania i nie jest możliwe jej usunięcie, należy zastosować poziom badania D. W przypadku pokryć lub powłok malarskich, należy sprawdzić straty przeniesienia w wielu miejscach na drodze skanowania.

for angle beams with sound paths above 200 mm and straight beams with sound path above 100 mm.

Larger aperture gives bigger near-field of the beam and better abilities for beam focusing at larger distance (but not farther than beam near-field).

Element width/pitch. Smaller elements gives more ability for beam steering.


Focusing - For basic setups unfocused beam is recommended (less complex examination preparation). If examination requires more resolution in specific areas, then focusing can be applied. Focusing can be applied only in nearfield $N \approx (\text{Aperture}^2 \times \text{frequency}) / (4 \times \text{sound velocity})$. When focusing is used, the sensitivity shall be set for each focused beam.

Probe frequency. Larger probe frequency gives better axial resolution of generated beams. Larger probe frequency is recommended for small thickness. For longer sound paths lower frequency might be more suitable.

For examination of welds with thickness about 6 mm 5MHz - 7.5MHz probe is recommended.

Care should be taken when testing welds of complex geometry e.g. welds joining materials of unequal thickness, materials that are joined at an angle or nozzles. These tests should be planned carefully and require in-depth knowledge of sound propagation. These tests shall always be carried out under testing level D, unless single-sided testing is allowed according to table 2. For level D tests scan plan, representative reference block, and a performance demonstration are mandatory. Reference block can be fabricated directly for current task, or existing block can be applied provided that all phenomena being the basis of level D application are taken into account. In some cases, the number of reference blocks can be reduced by the use of simulation programs.

When a layer of different material e.g. cladding is present on the scanning surface and is not to be removed, testing level D is applicable. In case of coating or paint cover, transfer corrections shall be measured in various locations on scan patch.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

Jeśli wykrywanie wskazań poprzecznych jest wymagane, należy wykonać dodatkowe skany z głowicą ustawioną pod kątem 0° oraz 180° względem osi złącza. Skuteczność działania należy sprawdzić z wykorzystaniem bloków odniesienia.

Zdolności danej konfiguracji badania należy zweryfikować przy użyciu bloków odniesienia (patrz załącznik B). Z wykorzystaniem całego wyposażenia przygotowanego do wykonywania badania należy przeskanować odpowiedni blok kalibracyjny. Należy zweryfikować prawidłowe pokrycie badanej objętości i czułość, oraz prawidłowe działanie enkodera.

9. WYPOSAŻENIE DO BADAŃ

9.1. Defektoskop ultradźwiękowy

Defektoskopy ultradźwiękowe wykorzystane do badania muszą posiadać ważne świadectwo kalibracji zgodne z EN ISO 18563-1 wykonanej nie rzadziej niż co 12 miesięcy.

Defektoskop powinien mieć możliwość wybrania odpowiedniego zakresu podstawy czasu w obrębie cyfrowych A-Scan. Zalecane jest aby użyta częstotliwość próbkowania A-scan wynosiła przynajmniej sześciokrotność nominalnej częstotliwości głowicy.

9.2. Głowice ultradźwiękowe

Głowice użyte do badania z wykorzystaniem głowic phased-array muszą być zgodne w wymaganiami normy EN ISO 18563-2. Mogą zostać użyte zarówno fale podłużne jak i poprzeczne. Adaptacja głowic do zakrzywionej powierzchni badania powinna być zgodna z EN ISO 17640. Gdy wykorzystuje się głowice dopasowane do krzywizny, należy wziąć pod uwagę wpływ dopasowania na wiązkę ultradźwiękową.

Liczba nie działających przetworników dla każdej aktywnej apertury nie może być większa niż 1 na 16 przetworników. Nie dopuszczalne jest występowanie dwóch nie działających przetworników obok siebie. Dla aktywnych apertur wykorzystujących mniej niż 16 przetworników, niedopuszczalne jest występowanie nie działających przetworników, chyba że zademonstrowano wystarczającą skuteczność zestawu.

Zboczenie układu klin głowica należy zweryfikować podczas okresowych sprawdzeń wyposażenia i nie powinno przekroczyć $\pm 2^\circ$.

If detection of transverse indication is required, additional skewed scans (0° and 180° to weld axis) shall be performed. The probe effectiveness shall be checked with use of reference blocks.

The capability of the test setup shall be verified by the use of reference blocks (see appendix B). With use of all equipment prepared for examination suitable reference block/blocks shall be scanned. The coverage of examined volume and sensitivity shall be checked as well as proper work of encoder.

9. TEST EQUIPMENT

9.1. Ultrasonic defectoscope

Ultrasonic defectoscopes used in the examination shall have valid verification and shall comply with EN ISO 18563-1 taken not less frequently than every 12 months.


The instrument shall be able to select an appropriate portion of the time base within A-scans are digitized. It is recommended that a sampling rate of the A-scan be used of at least six times the nominal probe frequency.

9.2. Ultrasonic probes

Ultrasonic probes used for phased array examination shall be in accordance with requirements of EN ISO 18563-2. Both longitudinal and shear waves may be used. Adaptation of probes to curved scanning surfaces shall comply with EN ISO 17640. When adopted probes are used, the influence on the sound beam shall be taken into account.

The number of dead elements on each active aperture shall be a maximum of 1 out of 16 and dead elements are not allowed to be adjacent. For active apertures using less than 16 elements, no dead element is allowed, unless adequate performance is demonstrated.

The skew of the probe and wedge set shall be verified during periodic check of equipment, and shall not be more than $\pm 2^\circ$.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

9.3. Ultradźwiękowe bloki kalibracyjne

Należy wykorzystać bloki kalibracyjne Nr.1 oraz Nr. 2 zgodne z EN ISO 7963:2010 oraz EN ISO 2400:2013-03. Do nastaw czułości należy wykorzystać bloki kalibracyjne z otwórkami cylindrycznymi i nacięciami. Bloki należy zaprojektować zgodnie z wytycznymi EN ISO 16811:2014. Zalecane jest umieszczenie reflektorów referencyjnych z dala od końców bloków by zmniejszyć wpływ niepożądanych odbić. Akceptowalne jest przycięcie końca bloku pod niewielkim kątem by zmniejszyć amplitudę odbicia. Dla E-Scan pod kątem 0°. Zalecane jest stosowanie bloków kalibracyjnych schodkowych z otwórkami cylindrycznymi i płaskodennymi.

9.4. Ultradźwiękowe bloki referencyjne

Ultradźwiękowe bloki referencyjne należy stosować w celu sprawdzenia poprawności wykonywania badań (np. sprawdzenie pokrycia oraz czułości). Zalecenia dotyczące bloków referencyjnych znajdują się w załączniku B.

9.5. Środki sprzęgające

Zalecane środki sprzęgające: sprzęgacz firmowy, klej do tapet, woda, glikol. Przy niskich temperaturach z dodatkiem niezamarzającego środka. W celu uzyskania odpowiednich obrazów, należy zastosować środek sprzęgający umożliwiający stałą transmisję dźwięku pomiędzy głowicą a badanym obiektem. Do skalowania i badania należy używać ten sam środek sprzęgający.

9.6. Codzienne sprawdzenie

Stan fizyczny wyposażenia ultradźwiękowego powinien zostać sprawdzony każdego dnia przed oraz po badaniu. Należy sprawdzić odpowiedź każdego przetwornika/kanalu. W tym celu defektoskop należy ustawić w tryb E-scan z wykorzystaniem pojedynczych przetworników w zakresie całej apertury głowicy. Należy sprawdzić odpowiedź każdego z przetworników z wykorzystaniem bloku kalibracyjnego Nr. 1 (3 mm SDH). Jeśli któryś z przetworników nie odpowiada, to należy sprawdzić połączenie gniazda PA oraz sprzężenie pomiędzy głowicą a klinem. Tą operację należy przeprowadzić niezależnie od okresowego sprawdzenia aparatury.

9.7. Nastawa zakresu obserwacji

Zakres obserwacji należy ustawić w taki sposób by objąć badaniem całą interesującą nas objętość zgodnie z planem badania.

9.3. Ultrasonic calibration blocks

Calibration blocks No1 and No2 according to EN ISO 7963:2010 and EN ISO 2400:2013-03 shall be used. For sensitivity setting, calibration blocks with side drilled holes and/or notches shall be used. The block shall be designed according to EN ISO 16811:2014. It is recommended to place reference reflectors far from block end to reduce influence of undesirable reflections. It is also acceptable to cut an end of the block at small angle to reduce the amplitude of block end reflection. For 0° E-Scan examination, stepped calibration blocks with SDH or FBH can be used.

9.4. Ultrasonic reference blocks

Ultrasonic reference blocks shall be used to determine the adequacy of testing (e.g. coverage, sensitivity setting). Recommendations for reference blocks are shown in Annex B.

9.5. Coupling agents

Recommended coupling agents: professional coupling agent, wallpaper glue, water, glycol. During low environment temperatures - with addition of the antifreeze agent. In order to generate proper images, a couplant shall be used which provides a constant transmission of ultrasound between the probes and the test object. The same coupling agent shall be used for calibration and examination.


9.6. Daily equipment check

Physical condition ultrasonic test equipment should be checked before start and at the end of testing.

Response of all individual probe elements/channels shall be tested. For this purpose, the defectoscope shall be set that E-scan is generated with aperture of single element and with use of whole probe aperture. Response of all elements shall be checked with use of calibration block No.1 (3 mm SDH). If some elements are not responding, than PA socket connection and coupling agent between the probe and wedge shall be checked. This operation should be done independently to periodic equipment check.

9.7. Pulse-echo time window setting.

The time window used for pulse-echo signals shall include the volume of interest and be described in scan plan.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

9.8. Nastawa ogniskowania

Ogniskowanie należy zastosować gdy jest to wymagane przez plan badania. Gdy wykorzystywane jest ogniskowanie, to czułość należy nastawić dla każdej użytej wiązki.

9.9. Tryb PA, wybór przetworników oraz kątów

Określony tryb, wybór przetworników oraz zakresu kąтового powinien być zgodny z planem badania. Zmiana któregokolwiek z parametrów wymaga nowej kalibracji.

9.10. Nastawa rozdzielczości skanu

Nastawa kroku skanu wzdłuż osi złącza zależna jest od grubości ścianki obiektu badanego. Dla grubości do 10 mm, krok skanu nie powinien być większy niż 1 mm. Dla grubości w zakresie 10 mm do 150 mm, krok skanu powinien być nie większy niż 2 mm. Powyżej 150 mm, należy zastosować krok skanu nie większy niż 3mm. Rozdzielczość skanu w kierunku prostopadłym do osi złącza powinna zostać dobrana tak, by zapewnić pokrycie badanej objętości. W przypadku wykorzystania techniki PA, krok skanu powinien zostać dobrany zgodnie z EN ISO 10863.

9.11. Kalibracja zakresu obserwacji i czułości

Nastawa zakresu oraz czułości powinna zostać przeprowadzona przed każdym badaniem. Każda zmiana konfiguracji phased array np. zmiana ogniskowania, trybu, zakresu kątów itp. wymaga nowej kalibracji. Kalibrację zakresu obserwacji oraz czułości należy wykonać zgodnie z punktem 8.1.3.7 dla wszystkich wiązek.

9.12. Kalibracja prędkości

Pomiar prędkości należy wykonać z użyciem pojedynczej wiązki. Dla krótkich dróg należy użyć bloku kalibracyjnego Nr 2 (echa referencyjne R25/100 mm lub R50/125 mm dla wiązek pod kątem lub echo dna dla wiązek prostych). Dla długich dróg należy użyć bloku kalibracyjnego Nr 1 (echa referencyjne R100/200 mm dla wiązek pod kątem/ lub echo dna dla wiązek prostych).

9.13. Kalibracja opóźnienia

Po wyborze trybu oraz parametrów sterowania wiązki należy wykalibrować opóźnienie dla wszystkich wygenerowanych wiązek z wykorzystaniem bloku kalibracyjnego Nr 1 (R100 dla wiązek kątowych oraz T25 dla wiązek prostych). Należy wykorzystać zautomatyzowane procedury kalibracyjne wyposażenia.

9.8. Focusing setting

Focusing shall be applied if required by scan plan. When focusing is used, the sensitivity shall be set for each focused beam.

9.9. PA Mode, elements selection and angle range

Specific mode, elements selection (aperture) and angle range shall be used according to scan plan. Any change of this parameters requires new calibration.

9.10. Scan resolution setting

The scan increment setting along the weld is dependent upon the wall thickness to be tested. For thickness up to 10 mm, the scan increment shall be no more than 1 mm. For thickness between 10 mm and 150 mm, the scan increment shall be no more than 2 mm. Above 150 mm, a scan increment of no more than 3 mm is recommended. The scan increment setting perpendicular to the weld when applicable shall be chosen in order to ensure the coverage of the test volume. When PA is used, the scan increment shall be in accordance with EN ISO 10863.

9.11. Range and sensitivity settings


Setting of the range and sensitivity shall be carried out prior to each test. Any change of phased array setup e.g. focus depth, mode, angles etc. requires a new calibration. The range calibration shall be checked according to point 8.1.3.7 for all beams.

9.12. Velocity calibration

Velocity measurements shall be performed with usage of single beam. For short sound patch, calibration block No.2 shall be used (ref. echoes at R25/R100 mm or at 50/125 mm for angle beams or backwall for straight beams). For long sound patch, calibration block No.1 shall be used (ref. echoes as R100/R200 mm for angle beams or backwall for straight beams).

9.13. Delay calibration

After selection of the mode and beam steering parameters the delay parameter shall be calibrated for all generated beams with usage of Calibration block No.1 (R100 for angle beams or T25 for straight beams). Test equipment automated routines shall be used.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

9.14. Kalibracja czułości

Po wyborze trybu oraz parametrów sterowania wiązki należy wykalibrować wykonać następujące czynności:

- jeśli zostanie użyta głowica z klinem, czułość należy nastawić z klinem przytwierdzonym do głowicy.
- nastawa czułości powinna zostać dokonana dla każdej wygenerowanej wiązki przy użyciu ACG (korekty wzmocnienia względem kąta). Kalibracji należy wykonać przy użyciu bloku kalibracyjnego Nr 1 (R100) oraz przy pomocy procedur kalibracyjnych wyposażenia.
- krzywe TCG (korekcja wzmocnienia w czasie) należy utworzyć dla wszystkich wygenerowanych wiązek pokrywając cały zakres użyty w danej aplikacji. Należy wykorzystać przynajmniej 5 punktów TCG. Krzywe odniesienia należy wykonać przy użyciu bloku kalibracyjnego DAC oraz z pomocą procedur kalibracyjnych wyposażenia.

Nastawa czułości odniesienia może zostać przeprowadzona za pomocą jednej z poniższych technik. Do nastaw czułości oraz przy późniejszym badaniu, należy wykorzystać tą samą technikę:

- technika 1 (zalecana): bazująca na otworkach cylindrycznych o średnicy 3 mm (SDH) z wykorzystaniem techniki DAC/TCG
- technika 2: bazująca na otworach płaskodennych (FBH)
- technika 3 (dla grubości <15 mm): wykorzystująca krzywą DAC/TCG na utworzoną za pomocą nacięć prostokątnych o głębokości i szerokości 1 mm

Wszystkie poziomy badania są powiązane z reflektorami odniesienia zgodnie z załącznikiem A2, tabela A2.1, A2.2 oraz A2.3.

Stosunek sygnału do szumu powinien być zoptymalizowany i powinien wynosić minimum 12 dB dla sygnałów odniesienia, z wykorzystaniem zobrazenia A-scan oraz przynajmniej 6 dB przy wykorzystaniu obrazów phased array.

9.15. Sprawdź nastaw czułości i podstawy czasu

Nastawy podstawy czasu i czułości należy sprawdzać na początku badania, co 4 godziny ciągłego badania oraz po jego zakończeniu. Jeśli pojedyncze badanie zajmuje więcej niż 4 h, to nastawy należy sprawdzić po jego zakończeniu. Jeśli blok referencyjny został użyty do sprawdzenia aparatury przed badaniem to tego samego

9.14. Sensitivity calibration

After selection of the mode and beam steering parameters, the following shall be carried out:

- When a probe with wedge is used, the sensitivity shall be set with wedge in place.
- The test sensitivity shall be set for each beam generated with usage of ACG (angle-corrected gain). Calibration shall be performed with use of calibration block No.1 (R100) and with help of test equipment automated routines.
- The TCG (Time-corrected gain) curve shall be created for all generated beams, covering whole range used for specific application. At least 5 TCG points shall be used. The reference curves shall be created with use of DAC calibration block and with help of test equipment automated routines.

The reference sensitivity setting may be performed by one of the following techniques. For sensitivity setting and the subsequent examinations, the same technique shall be used:


- technique 1 (recommended): based on 3 mm diameter side-drilled holes (SDH); with use of DAC/TCG technique
- technique 2: based on flat bottom (FBH) holes
- technique 3 (for thickness < 15 mm): using a distance-amplitude-corrected (DAC/TCG) curve of a rectangular notch of 1 mm depth and 1 mm width

All examination levels are linked to the reference reflectors specified in appendix A2, table A2.1, A2.2 and A2.3.

Signal-to-noise ratio should be optimized with a minimum of 12 dB for the reference signals, when using A-scans, or with a minimum of 6 dB when using phased-array images.

9.15. Time base and sensitivity checks

Time base and sensitivity settings shall be checked at the beginning, at least every 4 h and after completion of the testing. If the single test takes more than 4 h, the settings shall be checked after completion of the test. If reference block was used for initial setting, the same reference block shall be used for checking. Alternatively, a

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025
			Strona/ Page 14 / 23

bloku należy użyć podczas sprawdzenia. Alternatywnie, należy użyć mniejszego bloku o znanych stratach przeniesienia. Jeśli pojawią się odchyłki w nastawach zakresu obserwacji oraz czułości w stosunku do podstawowych nastaw należy wykonać czynności korygujące zgodnie z tabelą 3. Należy sprawdzić prawidłowe pozycjonowanie wskazań na osi indexu, skanu oraz głębokości, na początku badania, jego końcu oraz w każdym momencie gdy podejrzewana jest awaria sprzętu przy użyciu próbek odniesienia z otworkami cylindrycznymi i nacięciami. Różnica temperatur pomiędzy blokiem kalibracyjnym a badanym materiałem nie może być większa niż $\pm 15^{\circ}\text{C}$.

smaller block with known transfer properties may be used. If deviations from the initial settings of range and sensitivity are found during these checks the corrections given in table 3 shall be carried out. Proper positioning of indications on index, scan and depth axis shall be checked at the beginning and end of each examination, and at any time that malfunctioning is suspected, using reference samples with side drilled holes or notches. The temperature difference between calibration block and tested material must not exceed 15°C .

Tabela 3 – Korekcje nastaw czułości i zakresu
Table 3 – Sensitivity and range correction


Sensitivity Czułość	
Deviations $\leq 4\text{dB}$ <i>Odchyłki $\leq 4\text{dB}$</i>	No action required; data may be corrected by the software. <i>Nie wymagane żadne działania; dane mogą zostać poprawione przez oprogramowanie.</i>
Deviations $> 4\text{dB}$ <i>Odchyłki $> 4\text{dB}$</i>	The complete chain of measurement shall be checked. If no defective components are identified, setting shall be corrected and all tests carried out since the last valid check shall be repeated. <i>Należy sprawdzić cały łańcuch pomiarowy. Jeśli nie stwierdzono uchybień to należy skorygować ustawienia i powtórzyć wszystkie badania od momentu ostatniego sprawdzenia z wynikiem pozytywnym</i>
The required signal to noise ratio has to be achieved. (12dB for evaluation using A-scans and 6dB for evaluation using PA images). <i>Należy zachować wymagany stosunek sygnału do szumu. (12dB dla oceny bazującej na A-skanach oraz 6dB dla oceny bazującej na obrazach PA)</i>	
Range Zakres	
Deviations $\leq 0,5\text{ mm}$ or 2% of depth range, whichever is greater. <i>Odchyłki $\leq 0,5\text{ mm}$ lub 2% większej z wartości głębokości.</i>	No action required. <i>Nie wymagane żadne działania.</i>
Deviations $> 0,5\text{ mm}$ or 2% of depth range, whichever is greater. <i>Odchyłki $> 0,5\text{ mm}$ lub 2% większej z wartości głębokości.</i>	Settings shall be corrected and all examinations carried out since the last valid check shall be repeated <i>Należy skorygować ustawienia i powtórzyć wszystkie badania od momentu ostatniego sprawdzenia z wynikiem pozytywnym</i>

9.16. Sprawdzenie okresowe wyposażenia

Sprawdzenia okresowe aparatury wykonać wg instrukcji: NVT/IN/O-5.22

9.16. Periodic check of the equipment

Periodic check of the complete equipment shall be taken according to NVT/IN/O-5.22.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

10. PRZEPROWADZENIE BADANIA

Przeprowadzić kontrolę wizualną strefy badanej. Przed badaniem, obszar badania należy sprawdzić na obecność przeszkód takich jak odpryski itp. (patrz punkt 7 tej procedury). Należy sprawdzić zgodność złącza z dokumentacją (rodzaj złącza i wymiary). Również nieciągłości takie jak podtopienia powinny zostać wykryte.

10.1. Sprawdzenie strat przeniesienia

Straty przeniesienia należy zmierzyć z wykorzystaniem pary konwencjonalnych kątowych głowic pojedynczych o nominalnym kącie załamania 45° (dla ukosowania o kącie 45° na stronę), 60° (dla ukosowania o kącie 30° na stronę) oraz 70° (dla ukosowania o kącie 20° na stronę).

Rozmiar przetwornika głowicy powinien być zbliżony do aktywnej apertury głowicy użytej do badania (głowice z przetwornikiem 8x9 mm mogą zostać wykorzystane dla apertury 10x10 mm, natomiast głowice z przetwornikiem 14x14 mm są bardziej prawidłowe dla aktywnej apertury 16x16 mm).

Częstotliwość głowic powinna być zbliżona do częstotliwości głowic PA użytych w badaniu. Głowice o częstotliwości 4 MHz powinny być użyte do pomiaru strat przeniesienia dla głowic PA o częstotliwości od 3 do 5 MHz.

Należy stworzyć krzywą strat przeniesienia (TCC – DAC lub TCG) na tym samym bloku kalibracyjnym co kalibracja czułości. Należy wyznaczyć przynajmniej 3 pkt TCC (0.5, 1.0 oraz 1.5 skoku).

Wykorzystując wykreśloną krzywą TCC należy zmierzyć wysokość strat przeniesienia na badanym obiekcie.

Jeśli różnice są mniejsze niż 2 dB, korekcja nie jest wymagana. Jeśli różnice znajdują się w przedziale od 2 dB do 12 dB, to należy ich wartość zastosować do badania w celu kompensacji. Jeśli różnice są większe niż 12 dB, to należy rozpoznać przyczynę tych różnic i dokonać przygotowania powierzchni jeśli jest to możliwe.

Jeśli istnieje podejrzenie lokalnych wariacji strat przeniesienia na obiekcie przeznaczonym do badań, to należy te pomiary wykonać w wielu reprezentatywnych miejscach.

Jeśli wariacje strat przeniesienia zawierają się w zakresie do 6 dB, to należy ustalić wartość średnią strat przeniesienia ΔV_s dla wszystkich pomiarów. Jeśli wariacje strat przeniesienia są większe niż zakres 6dB, należy zastosować jedną z poniższych metod.

10. TEST CARRYING OUT

Visual control of the examined area. The examination area shall be checked before testing for presence of obstructions such as spatter etc. (see point 7 of this procedure). The weld shall be checked for compatibility with documentation (weld type and dimensions). Also defects such as undercuts shall be detected.

10.1. Transfer correction check

Transfer correction shall be measured which pair of single element conventional angled probes with nominal angle of 45° (for weld bevel at angle of 45° per side), 60° (for weld bevel at angle of 30° per side) and 70° (for weld bevel at angle of 20° per side).

The size of probes element shall be similar to active aperture used for examination (8x9mm probes can be applied for aperture close to 10x10 mm and 14x14 mm probes are more suitable for aperture of 16x16 mm).

The probes frequency shall be close to PA probe used for examination. 4 MHz probes should be used for transfer correction check when using PA probes which frequency from 3 to 5 MHz.


The transfer correction curve (TCC – DAC or TCG) shall be created on the same calibration block as used for PA sensitivity calibration. At least 3 point TCC shall be used (0.5 skip, 1.0 skip and 1.5 skip).

With usage of created TCC curve, the transfer correction shall be measured on tested object.

If the differences are less than 2 dB, correction is not required. If the 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 recognized and further preparation of the scanning surfaces shall be carried out, if applicable.

If there is reason to suspect local variations in transfer correction over the area of the object to be examined, the transfer correction shall be measured at a number of representative positions.

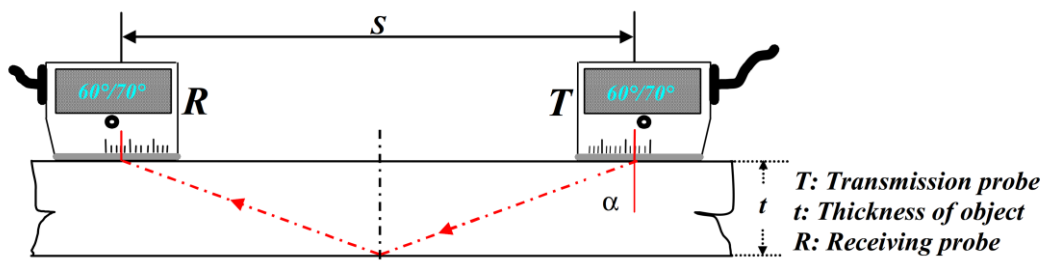
If the variation in transfer correction between the upper and lower values does not exceed 6 dB, the value to be employed shall be the average, ΔV_s , of all the measurements made. If, however, the above variation is greater than 6 dB, methods below shall be applied:

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025
			Strona/ Page 16 / 23

- zwiększyć średnią wartość strat przeniesienia ΔV_t , o wartość równą wartości średniej ΔV_{-} dla wszystkich pomiarów powyżej ΔV_t . Zrewidowana wartość strat przeniesienia ($\Delta V_t + \Delta V_{-}$) należy zastosować dla całego badanego obszaru.
- increase the average transfer correction, ΔV_t , by the value equal to the average, ΔV_{-} , of all the measurements above ΔV_t . The revised transfer correction, ($\Delta V_t + \Delta V_{-}$), shall be applied over the whole of the area to be examined.
- należy podzielić obszar na strefy, tak aby w każdej strefie wariacje strat przeniesienia nie wyniosły więcej niż 6 dB, należy użyć odrębnej wartości średniej strat przeniesienia ΔV_t dla każdej strefy.
- divide the area to be examined into zones, such that within each zone the variation in transfer correction does not exceed 6 dB, a separate value of ΔV_t shall then be applied to each zone.

W przypadku badania innego niż prostopadłe należy wykorzystać pomiar w trybie przepuszczania zamiast odbicia od przeciwległej ścianki.

For oblique scanning, through transmission signals shall be employed instead of back wall echoes.



Rysunek 1 – Pomiar strat przeniesienia
Figure 1 – Transfer correction check

10.2. Dopasowanie głowic do pow. zakrzywionych

Szczelina pomiędzy powierzchnią badania, a spodem głowicy nie powinna być mniejsza niż 0,5 mm. Dla płaskich głowic na powierzchni cylindrycznej lub sferycznej wymaganie to można sprawdzić wg wzoru: $g=a^2/4D$, gdzie a to wymiar przyłgi głowicy w kierunku badania, D jest średnicą badanego przedmiotu. W przypadku gdy wartość g wynikająca z równania jest większa niż 0,5 mm, przyłgę głowicy należy dopasować do powierzchni i odpowiednio nastawić czułość i zakres.

10.2. Probes adjustment for curved surfaces

The gap between the surface of the test and bottom of the probe shall not be greater than 0,5 mm. For flat probes on cylindrical or spherical surfaces, this requirement can be checked with: $g=a^2/4D$ where: a is the dimension of the probe in the direction of curvature, D is diameter of the test object. If a value for g larger than 0,5 mm results from the formula, the probe shall be adapted to the surface and the sensitivity and range shall be set accordingly.

10.3. Wykonanie badania materiału rodzimego w rejonie przesuwu głowic kątowych


Badanie materiału podstawowego w obszarach przesuwu głowic kątowych można wykonać podczas badania PA, lub jako osobne badanie. Można do tego celu użyć zarówno głowic phased array jak i konwencjonalnych.

10.3. Carrying out the base material examination in the areas of the angle probes movement.

Examination of base material in areas of angle beam examination can be checked during the PA examination or as separate examination. Both conventional, and phased array probes can be used to perform this examination.

Jeśli technika PA jest stosowana do wykrywania rozwarstwień to należy użyć 0° LW E-scanu. W przypadku badania głowicami konwencjonalnymi cała powierzchnia materiału (1,25 skoku głowicy kątovej) przez którą przechodzić będzie wiązka powinna zostać sprawdzona.

If PA is used for lamination check, than 0°LW E-scan shall be generated. In case of examination with conventional probes whole examination area through which the beam will pass from the angle beam shall be checked. Straight beam sensitivity shall be set on tested

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

Wzmocnienie powinno zostać ustalone na badanym materiale i ustawione w trakcie badania tak, by drugie echo dna znajdowało się na 75% wysokości ekranu.

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

10.4. Wykonanie badania

Przed badaniem, należy zweryfikować pokrycie oraz czułość na zgodność z planem badania oraz należy zademonstrować działanie za pomocą odpowiednich bloków referencyjnych. Wszystkie skany należy przeprowadzić w odniesieniu do osi centralne złącza. W przypadku złączy doczołowych, oś środkowa złącza definiowana jest jako środek grani. Dla złączy teowych, oś złącza znajduje się na linii wtopienia mocnika.

Ogólnie przyjęte odchyłki dla pozycji głowicy względem osi centralnej złącza (ΔPP) nie powinny przekraczać ± 1 mm dla złączy jednostronnych oraz $\pm 1,5$ mm, dla złączy obustronnych. Można zastosować inne wartości odchyłek, jeśli zdefiniowano w skan planie.

Jeśli oś złącza nie może być jednoznacznie zdefiniowana, to należy przyjąć oś teoretyczną zdefiniowaną przez wymiary lica złącza i zaznaczyć ją na licu złącza. Ocena pod kątem istotności wskazań powinna być oceniona na podstawie skanów z obu stron złącza z użyciem tej samej osi centralnej.

Prowadnice, skanery itp. powinny zostać wykorzystane w celu bardziej dokładnego pozycjonowania głowicy w odniesieniu do osi złącza. Głowicę należy przemieszczać wzdłuż złącza, z osią wiązki skierowaną prostopadle do osi złącza (dla detekcji wskazań podłużnych).

Jeśli wykorzystywany jest skan rastrowy, głowicę należy w sposób ciągły obracać w zakresie $-10^\circ \div +10^\circ$ w płaszczyźnie poziomej.

Prędkość skanowania powinna zostać dobrana w taki sposób aby uzyskać satysfakcjonujące obrazy. Prędkość należy dobrać mając na uwadze takie czynniki jak liczba wiązek, rozdzielczość skanów, uśrednianie sygnału, repetycja, częstotliwość akwizycji danych oraz obszar do przebadania. Brakując linie skanu wskazują zbyt wysoką prędkość. Dopuszcza się maksymalnie 5% brakujących linii w obrębie jednego skanu, przy czym nie dozwolone są linie sąsiadujące.

material, in area free from defects. Straight beam testing gain shall be set so that the height of second backwall echo should be on 75% of screen height.

Bigger than beam diameter defects (backwall echo disappearance) should be reported. Estimation of detected indications size shall be done using a 6 dB drop of the backwall echo.

10.4. Execution on the examination

Before initial testing, the coverage and sensitivity shall be verified with the scan plan and demonstrated on a suitable reference block. All scans shall be performed in reference to the weld centerline. For butt weld, the weld center line is defined as an middle of a root. For T welds, the weld center line is defined by weld fusion line on the flange surface.


In general, acceptable deviations of the probe position relative to the weld centerline (ΔPP) shall be not more than ± 1 mm for single sided welds and $\pm 1,5$ mm for double sided welds. Other values may be used if defined in scan plan.

If the weld centerline can't be clearly defined, than theoretical weld centerline defined by weld cap dimensions and shall be marked on the weld. The estimation of indications relevancy shall be evaluated based on scans from both sides of the weld using the same theoretical weld center line.

Guides, scanners etc. shall be used for more accurate probe positioning in reference to the weld center line. The probe shall be moved along the weld with beam axis perpendicular to the weld center line (for detection of longitudinal flaws).

If raster scanning is used, the probe is to be continuously turned from $-10^\circ \div +10^\circ$ in the horizontal plane.

The scanning speed shall be chosen such that satisfactory images are generated. The scanning speed shall be selected dependent on factors such as number of delay laws, scan resolution, signal averaging, pulse-repetition frequency, data acquisition frequency, and volume to be tested. Missing scan lines indicate that the scanning speed used was too high. A maximum of 5% of the total number of lines collected in one single scan may be missed but no adjacent lines shall be missed.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

Jeśli długość złącza jest skanowana w więcej niż jednej sekcji, należy zastosować zakładkę pomiędzy skanami nie mniejszą niż 20 mm. W przypadku badania złączy obwodowych, należy zastosować zakładkę na końcu ostatniego skanu oraz na początku pierwszego.

Jeśli jest to możliwe, należy zastosować funkcję umożliwiającą kontrolę sprzężenia.

Należy dodać dodatkowe wzmocnienie na okoliczność badania, lecz na tyle niewielkie by wszystkie poziomy akceptacji znalazły się w zakresie dynamicznym defektoskopu.

Wskazówka: dobrze jest ustawić paletę kolorów w taki sposób aby wskazania znajdujące się ponad poziomem oceny miały barwę czerwoną na obrazach PA.

10.5. Ocena jakości zgromadzonych danych PA

Badanie phased array należy przeprowadzić w taki sposób aby wygenerować satysfakcjonujące obrazy, które będą mogły być ocenione z przekonaniem. Satysfakcjonujące obrazy zdefiniowane są poprzez właściwe:

- Sprzęganie
- Zakres podstawy czasu
- Nastawy czułości
- Stosunek sygnału do szumu
- Wskazania nasycenia
- Pozyskane dane

Operator powinien zdecydować czy dany obraz jest nie satysfakcjonujący i wymaga ponownego pozyskania danych (powtórzonego przeskanowania).

11. OCENA I KRYTERIA AKCEPTACJI

Technika phased array obrazuje zarówno nieciągłości w złączu spawanym, jak i wskazania od geometrii obiektu badanego. W celu rozróżnienia pomiędzy wskazaniami od nieciągłości oraz od geometrii, wymagana jest głęboka wiedza o badanym obiekcie. Żeby zdecydować czy dane wskazanie jest istotne (wywołane przez obecność nieciągłości), należy ocenić wzory oraz zaburzenia na obrazach phased array, mając na uwadze kształt oraz amplitudę sygnału w odniesieniu do poziomu szumów.

11.1. Klasyfikacja wskazań istotnych

Amplituda, lokalizacja oraz wzór wskazań istotnych może zawierać informacje o typie nieciągłości. Wskazania istotne powinny zostać sklasyfikowane jak podano poniżej.

If length of a weld is scanned in more than one section, an overlap of at least 20 mm between the adjacent scans is required. When scanning circumferential welds, the same overlap is required for the end of the last scan with the start of the first scan.

If applicable, a control function for the coupling efficiency is recommended.

Additional gain shall be used for examination, but small enough to keep reference level and acceptance levels in dynamic range of defectoscope.

Tip: it is good to set the color pallet in such a way that all indications above evaluation level are marked red on PA images.

10.5. Assessing the quality of obtained PA data

A phased array test shall be carried out such that satisfactory images are generated which can be evaluated with confidence. Satisfactory images are defined by appropriate:

- Coupling
- Time-base setting
- Sensitivity setting
- Signal-to-noise ratio
- Indication of saturation
- Data acquisition


The operator shall decide whether non-satisfactory images require new data acquisition (re-scanning).

11. EVALUATION AND ACCEPTANCE CRITERIA

The phased array technique images both discontinuities in the weld and geometric features of the test object. In order to distinguish between discontinuities indications and geometric features, detailed knowledge of the test object is necessary. To decide whether an indication is relevant (caused by a discontinuity), patterns or disturbances in the phased array image shall be evaluated considering shape and signal amplitude relative to general noise level.

11.1. Classification of relevant indications

Amplitude, location and pattern of relevant indications can contain information on the type of the discontinuity. Relevant indications shall be classified as specified below.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

11.2. Określenia lokalizacji

Należy określić lokalizację nieciągłości w kierunku równoległym, prostopadłym do osi złącza oraz w kierunku na wskroś grubości ścianki.

11.3. Ocena wskazań

Wykryte istotne wskazania należy ocenić pod kątem kryteriów akceptacji z wykorzystaniem ich długości oraz wysokości lub na podstawie ich długości i amplitudy.

11.4. Ocena wysokości i długości wskazań

Długość i wysokość nieciągłości jest zdefiniowana przez długość i wysokość ich wskazań.

11.5. Określenie długości wskazania

Długość wskazania zdefiniowana jest przez różnicę pomiędzy współrzędnymi na osi x danego wskazania. Długość należy zmierzyć przy użyciu techniki stałego poziomu amplitudy (poziom oceny) dla wiązki w przypadku której amplituda wskazania jest największa – patrz załącznik D. Alternatywne techniki pomiaru nieciągłości mogą zostać zastosowane jeśli jest to określone.

11.6. Określenie wysokości wskazania

Wysokość określona jest jako maksymalna różnica współrzędnych na osi z dla danego wskazania. W przypadku wskazań charakteryzujących się zróżnicowaną wysokością na ich długości, wysokość należy zmierzyć w punkcie o największej wysokości. Przykłady podano na rysunkach od C.1 do C.4. przedstawionych w załączniku C.

11.7. Określenie wysokości wskazań za pomocą sygnałów dyfrakcyjnych

Jeśli zidentyfikowano sygnały dyfrakcyjne to powinny być one użyte do oceny wysokości wskazań. Wysokość można określić z wykorzystaniem:

- dwóch sygnałów dyfrakcyjnych od tej samej nieciągłości (górny i dolny koniec)
- jednego sygnału dyfrakcyjnego i wskazania od powierzchni tej samej nieciągłości
- jednego sygnału dyfrakcyjnego oraz znanej grubości ścianki dla wskazań połączonych z granią
- jednego sygnału dyfrakcyjnego w odniesieniu do powierzchni dla wskazań przecinających powierzchnię.

Załącznik C przedstawia ilustracje czterech sygnałów dyfrakcyjnych możliwych do wykorzystania.

11.2. Determination of location

The location of a discontinuity parallel to the weld axis, perpendicular to the weld axis and in the through-wall directions shall be determined from the related indication.

11.3. Evaluation of indications

Detected relevant indications shall be evaluated in terms of acceptance criteria with use of length and height, or by length and maximum amplitude.

11.4. Determination of length and height

The length and height of a discontinuity are determined by the length and height of its indication.

11.5. Determination of length indication

The length is defined by the difference of the x-coordinates of the indication. The length of an indication shall be measured with usage of fixed amplitude technique (evaluation level) of focal law which provides the maximum amplitude – see annex D. Alternative techniques for measuring indication length may be used when specified.

11.6. Determination of height indication


The height is defined as the maximum difference of the z-coordinates. For indications displaying varying height along their length, the height shall be determined at the scan position of maximum extent. Examples are given on figures C.1 to C.4 shown in annex C.

11.7. Determination of indications height using diffracted signals

If diffracted signals are identified they shall be used to determine height. The height is determined using:

- 2 diffracted signals identified from the same discontinuity (upper and lower tip)
- 1 diffracted signal and a surface signal identified from the same discontinuity
- 1 diffracted signal and the known wall thickness for root connected indications
- 1 diffracted signal in relation to the surface for surface breaking discontinuity.

Annex C shows illustrations of these 4 possible diffracted signals to be used.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

11.8. Określenie wielkości wskazań na bazie amplitudy i innych sygnałów

Jeśli wysokość nie jest możliwa do zmierzenia za pomocą sygnałów dyfrakcyjnych to ocena ich wielkości może bazować na:

- amplitudach z wykorzystaniem poziomów odniesienia opisanych w EN ISO 11666. Inne metody mogą zostać wykorzystane (TCG, DGS lub 6 dB spadek)
- czas przelotu sygnałów odbitych (np. wklęsłe lico, przesadzenie)
- czas przelotu sygnałów transformowanych

11.9. Ocena długości i maksymalnej amplitudy

Długość wskazania determinuje zmierzony dystans wzdłuż osi złącza, na którym amplituda echa znajduje się powyżej poziomu oceny (technikę stałego poziomu amplitudy opisano w załączniku D). Alternatywne techniki pomiaru długości wskazań mogą zostać użyte jeśli jest to określone. Amplitudę wskazania należy określić na podstawie pomiaru dla wiązki o największej amplitudzie. Gdy ocena wskazań bazuje wyłącznie na amplitudzie, a wskazanie leży poza obszarem pokrycia wiązkami o prostopadłości do ukosowania w zakresie $\pm 6^\circ$, należy wykonać dodatkowy skan o innej wartości odsunięcia od osi złącza by spełnić ten warunek. Amplitudę wskazania należy zmierzyć ponownie.

11.10. Kryteria akceptacji

Poziomy badania oraz odpowiadające im poziomy akceptacji w odniesieniu do EN ISO 5817 przedstawiono w tabeli 1. Wskazania istotne należy ocenić zgodnie z kryteriami akceptacji. W przypadku połączenia materiałów o różnych grubościach, do oceny należy przyjąć grubość mniejszą. Kryteria akceptacji bazujące na długości i wysokości wskazań przedstawiono w załączniku A1.

Ponadto obowiązują następujące zasady: Wszystkie wskazania z których amplituda odbijanego echa przekracza wartość poziomu oceny powinny być scharakteryzowane, a wszystkie, które są scharakteryzowane jako płaskie należy odrzucić, sygn. EN ISO 11666.

Kryteria akceptacji bazujące na długości i amplitudzie wskazań przedstawiono w załączniku A2. Ponadto obowiązują następujące zasady: Wszystkie wskazania z których amplituda odbijanego echa przekracza wartość poziomu oceny powinny być scharakteryzowane, a wszystkie, które są scharakteryzowane jako płaskie (np. pęknięcia, przyklejenia, brak przetopu) należy odrzucić, sygn. EN ISO 11666.

11.8. Using amplitude-based and other signals

In case a height cannot be measured using diffracted signals, then the determination can be based on:

- amplitudes using the reference levels as described in EN ISO 11666. Other sizing techniques may be used (TCG, DGS, 6 dB drop)
- the time of flight of reflections (e.g. hollow root, mismatch)
- time of flight of mode converted signal

11.9. Determination of length and max amplitude


The length of an indication shall be determined by measuring the distance along the weld over which the echo amplitude is above the evaluation level (fixed amplitude level technique specified in annex D). Alternative techniques for measuring indications length may be used when specified. The amplitude of an indication shall be measured using focal law which provides the maximum amplitude. When using evaluation based on amplitude only and the indication is laying outside the beam coverage area of $\pm 6^\circ$ squareness of weld bevel, an additional scan with different offset shall be done to comply with this requirement. The indication amplitude shall be measured again.

11.10. Acceptance criteria

Examination levels and corresponding acceptance levels in relation to EN ISO 5817 are shown in table 1. Relevant indications shall be evaluated according to acceptance criteria. For welds joining two different thicknesses, the thinner of those two is leading for the acceptance criteria. For Acceptance criteria based on length and height see annex A1.

In addition the following applies: All indications from which the reflected echo amplitude exceeds the evaluation level shall be characterized and all that are characterized as planar (e.g. cracks, lack of fusion and incomplete penetration) shall be rejected, ref. EN ISO 11666.

For Acceptance criteria based on length and amplitude see annex A2. . In addition the following applies: All indications from which the reflected echo amplitude exceeds the evaluation level shall be characterized and all that are characterized as planar (e.g. cracks, lack of fusion and incomplete penetration) shall be rejected, ref. EN ISO 11666.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025 Strona/ Page 21 / 23

Elementy spawane powinny spełniać wymagania określone w klauzulach 10 i 11 normy EN1090-2+A1. O ile nie określono inaczej, dla EXC1, EXC2 i EXC3 kryteria akceptacji niedoskonałości spoin powinny być następujące, w odniesieniu do EN ISO 5817:2014, z wyjątkiem (505) i (401), które nie są brane pod uwagę. Należy uwzględnić wszelkie dodatkowe wymagania określone dla geometrii i profilu spoiny:

- EXC1 poziom jakości D
- EXC2 poziom jakości C z wyjątkiem poziomu jakości D dla (506), (601) i (2025)
- EXC3 poziom jakości B
- W przypadku EXC4 spoina powinna spełniać co najmniej wymagania EXC3. Należy określić dodatkowe wymagania w odniesieniu do określonych spoin.

Welded components shall comply with the requirements specified in clause 10 and 11, standard EN1090-2+A1. Unless otherwise specified, for EXC1, EXC2 and EXC3 the acceptance criteria for weld imperfections shall be as follows, with reference to EN ISO 5817:2014, except (505) and (401) which are not be taken into account. Any additional requirements specified for weld geometry and profile shall be taken into account:

- EXC1 quality level D
- EXC2 quality level C except quality level D for (506), (601) and (2025)
- EXC3 quality level B
- For EXC4 the weld shall meet the requirements of EXC3 as a minimum. Additional requirements with respect to identified welds shall be specified.

Tabela A.2. Wymagania powiązane z klasami wykonania (kryteria akceptacji)
Table A.2. Requirements related to the execution classes (acceptance criteria)

Clauses	Execution class EXC1	Execution class EXC2	Execution class EXC3	Execution class EXC4
ACCEPTANCE CRITERIA accordance to EN 1090-2+A1:2024				
Routine requirements (PC) (PS for EXC4)	EN ISO 5817 Quality level D generally	EN ISO 5817 Quality level C generally	EN ISO 5817 Quality level B	EN ISO 5817 EXC3 as a minimum with specific criteria for indetified welds
Fatigue requirements (PC)	Not applicable	EN ISO 5817:2014 Annex C (if specified to be used)	EN ISO 5817:2014 Annex C (if specified to be used)	EN ISO 5817:2014 Annex C (if specified to be used)

12. ROZSZERZENIA BADAŃ

W przypadku wykrycia wskazań nieakceptowalnych, lub znajdujących się na granicy badanego odcinka (badania procentowe) należy postępować zgodnie z obowiązującymi zasadami rozszerzania zakresu badanego.

13. BADANIE PO NAPRAWACH


W przypadku rejestracji wskazań nie spełniających warunków zgodnie z kryteriami oceny i akceptacji, chyba że uzgodniono inaczej, rozszerzenia badań spoin do odcinka 100 mm w każdym kierunku, który spełnia kryteria akceptacji.

12. 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.

13. EXAMINATION AFTER REPAIR

In the case of registration of the indications do not comply with the conditions accordance to evaluation and acceptance criteria unless otherwise agreed expands examination welds until the 100 mm segment in every direction that meets the acceptance criteria.

 NAVITEST Sp. z o.o. 80-299 Gdańsk ul. Astronomów 5 Poland	BADANIA NIENISZCZĄCE	NON-DESTRUCTIVE TESTING	Procedura nr/ Procedure no NVT.OP.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

14. RAPORTOWANIE

Raporty z badań PAUT powinny być archiwizowane i powinny zawierać co najmniej następujące elementy zawarte w rozdziale 15 normy EN ISO 13588.

Archiwizacji podlegają następujące dokumenty:

- raporty PAUT, czas archiwizacji – 5 lat
- surowe dane PAUT, czas archiwizacji – 5 lat

15. ZAŁĄCZNIKI

1. Wzór raportu: nvt/PAUT najnowsza wersja

14. REPORTING


Phased Array Ultrasonic Testing reports are to be filed for record and are to include the following items as a minimum, contained in chapter 15 of EN ISO 13588 standard.

Following examination documents shall be archived:

- PAUT reports, time of archiving – 5 years
- PAUT raw scan data, time of archiving – 5 years

15. ENCLOSURES

1. Report template: nvt/PAUT 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.PAUT-EN.001.00
	BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE ZŁĄCZY SPAWANYCH ZAUTOMATYZOWANA TECHNIKA GŁOWICY MOZAIKOWEJ	ULTRASONIC TESTING OF WELDED JOINTS PHASED ARRAY ULTRASONIC TESTING (PAUT)	Rewizja/ Revision: 00 Wyd./ Released: 24.03.2025

16. TABELA ZMIAN

16. TABLE OF CHANGES