




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

**PPROJECT: DIN STANDARD**  
**CLIENT: GENERAL**  
**PROCEDURE: NVT.OP.HT-DIN.001.00**

Badanie twardości elementów metalowych  
Metoda ultradźwiękowej impedancji kontaktowej


**Metal product hardness testing**  
**Ultrasonic Contact Impedance method**

—	Data Date	Wydanie Revision	Imię i Nazwisko Name and Surname	Uprawnienia Certificate	Podpis Signature
Opracował <b>Prepared by</b>	16.04.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Mirosław Zyskowski	-	<i>Mirosław Zyskowski</i>
Recenzował <b>Reviewed by</b>	17.04.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Piotr Sadowski	-	<i>Piotr Sadowski</i>
Zatwierdził <b>Approved by</b>	17.04.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Piotr Sadowski	-	<i>Piotr Sadowski</i>
Wydał <b>Released by</b>	17.04.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Krzysztof Borkowski	-	<i>Krzysztof Borkowski</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.HT-DIN.001.00</b>
	<b>BADANIE TWARDOŚCI ELEMENTÓW METALOWYCH METODA ULTRADŹWIĘKOWEJ IMPEDANCJI KONTAKTOWEJ</b>	<b>METAL PRODUCT HARDNESS TESTING ULTRASONIC CONTACT IMPEDANCE METHOD</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>17.04.2025</b>
			Strona/ Page <b>2 / 12</b>

## CONTENTS

1.	PURPOSE OF THE PROCEDURE .....	3
2.	REFERENCE DOCUMENTS .....	3
3.	PERSONNEL .....	3
4.	HSE .....	3
5.	ENVIRONMENTAL CONDITIONS.....	3
6.	TIME OF STARTING TESTING.....	4
7.	SURFACE CONDITIONS .....	4
8.	MAGNETIC FIELD, VIBRATION AND TEMPERATURE OBJECT .....	5
9.	EXAMINATION LIMITATIONS .....	5
10.	TEST EQUIPMENT .....	6
10.1.	DIAMOND INDENTATION PROBES .....	6
10.2.	PERIODIC CHECKING OF THE TESTING DEVICE BY THE USER.....	6
10.3.	INDIRECT CALIBRATION .....	7
10.4.	REPEATABILITY .....	8
10.5.	DIRECT CALIBRATION.....	8
10.6.	VERIFICATION/CALIBRATION INSTRUMENT.....	8
10.7.	CALIBRATION BLOCK.....	8
10.8.	TEST METHODOLOGY .....	9
10.9.	ALIGNMENT .....	9
10.10.	PROBE'S INDICATION DIRECTION.....	9
10.11.	INDENTATIONS' SPACING.....	9
10.12.	NUMBER OF IMPACTS.....	9
10.13.	CONVERSION TO OTHER HARDNESS SCALES OR TENSILE STRENGTH VALUES .....	10
11.	ACCEPTANCE CRITERIA.....	10
12.	ADDITIONAL TESTING.....	10
13.	REPORTING.....	10
13.1.	ARCHIVING THE EXAMINATION DOCUMENTATION .....	11
14.	ENCLOSURES.....	11
15.	TABLE OF CHANGES .....	12

 <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.HT-DIN.001.00</b>
	<b>BADANIE TWARDOŚCI ELEMENTÓW METALOWYCH METODA ULTRADŹWIĘKOWEJ IMPEDANCJI KONTAKTOWEJ</b>	<b>METAL PRODUCT HARDNESS TESTING ULTRASONIC CONTACT IMPEDANCE METHOD</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>17.04.2025</b>
			Strona/ Page <b>3 / 12</b>

## 1. CEL POROCEDURY

Celem procedury jest określenie warunków technicznych i zasad postępowania podczas wykonywania badań twardości metali, wykorzystując metodę ultradźwiękowej impedancji kontaktowej (UCI).

## 2. DOKUMENTY ODNIESIENIA

- DIN 50159, Metale – pomiar twardości metodą ultradźwiękowej impedancji kontaktowej – Część 1: Metoda badania
- DIN 50159, Metale – pomiar twardości metodą ultradźwiękowej impedancji kontaktowej – Część 2: Weryfikacja i kalibracja urządzeń pomiarowych
- DIN EN ISO 6507-3, Metale – pomiar twardości sposobem Vickersa – Część 3: Kalibracja wzorców odniesienia

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

## 3. PERSONEL

Kierownik ds. technicznych jest odpowiedzialny za treść procedury, jej aktualizację, nadzór i przestrzeganie podczas przeprowadzanych działań pomiarowych.

Pracownik laboratorium wykonujący pomiary jest odpowiedzialny za wykonywanie badań zgodnie z niniejszą procedurą i normami przedmiotowymi wyszczególnionymi w pkt. 2.

Personel wykonujący badanie twardości powinien być przeszkolony w odniesieniu do wykonywania i odczytu wyników badania (zależnie od metody pomiaru), upoważnienie Kierownika Laboratorium do wykonywania odpowiedniego badania twardości.

## 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. WARUNKI ŚRODOWISKOWE

Temperatura otoczenia podczas badania powinna znajdować się w zakresie 10°C ÷ 35°C. Możliwe jest

## 1. PURPOSE OF THE PROCEDURE

The purpose of this procedure is to define technical conditions and standards of practice during portable hardness tests (HT) of metals for Ultrasonic Contact Impedance method (UCI).

## 2. REFERENCE DOCUMENTS

- DIN 50159-1, Metallic materials – Hardness testing with the UCI method – Part 1: Test method
- DIN 50159-2, Metallic materials – Hardness testing with the UCI method – Part 2: Verification and calibration of the testing devices
- DIN EN ISO 6507-3, Metallic materials – Vickers hardness testing – Part 3: Calibration of reference blocks

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

## 3. PERSONNEL

Technical manager of the laboratory is responsible for procedure's content, its revision, supervision and compliance of measuring actions taken.

Laboratory's employee performing the measurement is responsible for carrying out the examination in compliance with this procedure and standard references specified in paragraph 2.


Hardness Testing personnel shall be qualified and trained in relation to implementation and readout of test results (depending on the examination method), authorized by the Head of NAVITEST laboratory to carry out appropriate hardness test.

## 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. ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Ambient temperature during examination should be within the range of 10°C ÷ 35°C. It is possible to carry out

 <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.HT-DIN.001.00</b>
	<b>BADANIE TWARDOŚCI ELEMENTÓW METALOWYCH METODA ULTRADŹWIĘKOWEJ IMPEDANCJI KONTAKTOWEJ</b>	<b>METAL PRODUCT HARDNESS TESTING ULTRASONIC CONTACT IMPEDANCE METHOD</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>17.04.2025</b>
			Strona/ Page <b>4 / 12</b>

wykonanie badania poza tym zakresem temperaturowym, natomiast zarówno dla metody UCI znaczne różnice temperaturowe obiektu i głowicy pomiarowej mogą mieć wpływ na wyniki badania. W razie konieczności wykonania pomiarów w zakresie temperatury poza wyznaczonymi granicami, lub znacznej różnicy (tj. powyżej 15°C) temperatury obiektu i głowicy pomiarowej, należy uwzględnić jej wpływ na wyniki.

## 6. CZAS ROZPOCZĘCIA BADAŃ

Temperatura badanego materiału oraz głowicy ma wpływ na wyniki badania. Wszelkie pomiary twardości należy rozpocząć gdy temperatura badanego obiektu i głowicy ustabilizuje się w zakresie 10°C ÷ 35°C.

## 7. STAN POWIERZCHNI

Powierzchnia musi być odpowiednio przygotowana, tak by uniknąć zmian twardości spowodowanych przegrzaniem w trakcie szlifowania i obróbki maszynowej. Niedopuszczalne na powierzchni badanej są wżery, woda, brud, zendra, nierówności, farba i inne powłoki. Powierzchnia badana powinna być gładka. Niewystarczające przygotowanie powierzchni skutkuje błędnymi wynikami. Zaleca się by powierzchnia była przygotowana przez szlifowanie/polerowanie za pomocą gradacji papieru ściennego podanego w tabeli poniżej:

Tabela 1. Zależność chropowatości powierzchni od wielkości ziarna medium szlifierskiego dla stali  
**Table 1. Relationship of surface roughness to grinding medium grain size for steels**

Chropowatość powierzchni Ra Surface Roughness Ra	Gradacja papieru ściennego Grain size for steels
about 1,2 µm (około)	120
about 1,0 µm (około)	180
about 0,6 µm (około)	240

Tabela 2. Maksymalna dopuszczalna chropowatość powierzchni Ra  
**Table 2. Maximum permissible surface roughness Ra**

Nominalna siła uderzenia Nominal test force	Maksymalna dopuszczalna chropowatość powierzchni Maximum permissible surface roughness
	Ra µm
98 N	1
49 N	0,8
10 N	0,5
8,6 N	0,5
3 N	0,3
1 N	0,1


the test beyond this temperature range but for UCI method the difference between the object and the measuring probe's temperature may affect the examination results. When measurements in such circumstances are about to take place i.e. outside of the fixed temperature threshold or with a vast difference of temperatures (i.e. above 15°C) of the object and measuring probe, its influence is to be taken into account.

## 6. TIME OF STARTING TESTING

The material and probe's temperature can influence the examination outcome. All hardness measurements shall start when the temperature of tested piece and probe stabilize in a range of 10°C ÷ 35°C.

## 7. SURFACE CONDITIONS

The test surface shall be appropriately prepared to avoid any alterations in hardness caused by overheating during grinding or machining. Presence of pits, water, dust, corrosion, unevenness, paint and other coatings is inadmissible. The surfaces to be tested shall be smooth. Failure to provide adequate surface finish will result in erroneous test results. It is recommended that the test surface be ground/polished by abrasive grades listed in table below:

 <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.HT-DIN.001.00</b>
	<b>BADANIE TWARDOŚCI ELEMENTÓW METALOWYCH METODA ULTRADŹWIĘKOWEJ IMPEDANCJI KONTAKTOWEJ</b>	<b>METAL PRODUCT HARDNESS TESTING ULTRASONIC CONTACT IMPEDANCE METHOD</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>17.04.2025</b>
			Strona/ Page <b>5 / 12</b>

## 8. POLE MAGNETYCZNE, WIBRACJE ORAZ TEMPERATURA OBIEKTU

**POLE MAGNETYCZNE** - pomiary wykonane na elementach w których występuje resztkowe pole magnetyczne, mogą być nieprawidłowe. Zabrania się wykonywania pomiarów na elementach będących pod wpływem zmiennych pól magnetycznych (np. spawanie). Aby pomiar był prawidłowy maksymalne natężenie stałego pola magnetycznego musi być  $< 0,4 \text{ kA/m}$  ( $< 5 \text{ Gauss}$ ) co należy sprawdzić miernikiem pola szczytkowego.

**DRGANIA** - drgania badanego elementu mogą wpływać na wyniki pomiaru. Badany element powinien znajdować się w możliwym stanie spoczynku ze sztywnym podparciem.

**TEMPERATURA** - temperatura badanego obiektu może mieć wpływ na wynik pomiaru. Wpływ temperatury może być różny dla rozmaitych materiałów. Temperatura badania zgodnie z tą procedurą powinna wynosić od  $10 \div 35 \text{ }^\circ\text{C}$ . Dla temperatur poza tym zakresem, dla konkretnych materiałów należy stworzyć krzywą korekcji.

## 9. OGRANICZENIA BADANIA

**ZAKRZYWIONE POWIERZCHNIE:** pomiar twardości można wykonać na powierzchniach zarówno wypukłych jak i wklęsłych pod warunkiem, że wektor prędkości wglębniaka jest lokalnie prostopadły do powierzchni badanego obiektu. Należy zapewnić odpowiednie dopasowanie głowicy pomiarowej do lokalnej krzywizny obiektu w celu uzyskania stabilnej pozycji sondy.

Odchylenie od kierunku prostopadłego do powierzchni podczas pomiaru nie powinno przekraczać  $\pm 5^\circ$ . W celu spełnienia wymagań możliwe jest podparcie sondy na specjalnym pierścieniu stabilizującym. Odchylenie  $> 5^\circ$  od kierunku prostopadłego do powierzchni badania prowadzą do błędnych wyników i nie mogą być zlekceważone.

**GRUBOŚĆ ORAZ MASA:** sztywność badanego obiektu, która zwykle jest zależna od lokalnej grubości oraz masy, musi zostać wzięta pod uwagę podczas badania. Niezapewnienie odpowiedniej sztywności będzie skutkowało nieprawidłowymi wynikami badania. Obiekty badane o masie własnej mniejszej niż minimalna lub obiekty o wystarczającej masie, lecz o nie wystarczającej lokalnej grubości ścianki, wymagają usztywnienia oraz/lub sprzężenia z innym obiektem o dużej sztywności. Poprzez sprzężenie, rozumie się metodę, w której badany obiekt jest mocno związany z innym elementem (cięższym i sztywniejszym), bez wprowadzania dodatkowych

## 8. MAGNETIC FIELD, VIBRATION AND TEMPERATURE OBJECT

**MAGNETIC FIELD** - performance of hardness test on parts with residual magnetic field being present may lead to inadequate results. It's not allowed to carry out measurements on elements under the influence of alternating magnetic fields (e.g. welding). For the reading to be carried out properly a maximum permanent magnetic field intensity is to be  $< 0,4 \text{ kA/m}$  ( $< 5 \text{ Gauss}$ ) what is to be verified by a residual magnetic field meter.

**VIBRATION** – vibration of the test object may affect the measurements. It is recommended that to perform the test with the test piece at feasible rest with a rigid support.


**TEMPERATURE** - the temperature of the test piece may affect the results of the test. In addition, this effect may be different for various materials. Testing acc. to this procedure shall be within the limits of  $10 \div 35 \text{ }^\circ\text{C}$ . At temperatures outside this range, one shall develop a temperature correction curve for the specific material being tested.

## 9. EXAMINATION LIMITATIONS

**CURVED SURFACE:** hardness testing can be done on both convex and concave test pieces as the indenter's velocity vector is normal to the local surface region being tested. Ensure adequate matching of the probe to the object's curvature in order to obtain a stable probe setup.

Deviation to the normal direction of the surface during the measurement shall not exceed  $\pm 5^\circ$ . In order to fulfil this requirement the probe can be supported by a special stabilizing ring. Deviations  $> 5^\circ$  from the perpendicular to the test surface lead to errors that cannot be disregarded.

**THICKNESS AND MASS:** the stiffness of the object, which is often determined by the local thickness and the mass, shall be taken into account during the examination. Failure to provide adequate support will provide biased test results. Test pieces with their mass less than the minimum or objects of sufficient mass but with insufficient local section require rigid support and/or coupling to a solid supporting body of high stiffness. Coupling refers to a method where the test piece is firmly connected to a supporting object (which is heavier and stiffer), without inducing additional stress loads. Such combination introduces a larger combined mass and minimizes the effect

 <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.HT-DIN.001.00</b>
	<b>BADANIE TWARDOŚCI ELEMENTÓW METALOWYCH METODA ULTRADŹWIĘKOWEJ IMPEDANCJI KONTAKTOWEJ</b>	<b>METAL PRODUCT HARDNESS TESTING ULTRASONIC CONTACT IMPEDANCE METHOD</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>17.04.2025</b>

naprężeń. Takie powiązanie powoduje zwiększenie wspólnej masy minimalizację wpływu lokalnej grubości oraz sztywności na pomiar. Sprzężenia można użyć po porównaniu wyników badań z niesprężoną próbką odniesienia o wystarczającej masie i grubości.

Szczególne przypadki, jak cienkie płyty lub powierzchnie rurowe, mogą wymagać dodatkowego, lokalnego podparcia w celu umożliwienia przeprowadzania badania w miejscach gdzie grubość badanego obiektu jest mniejsza.

Typowe wartości to minimalna grubość ścianki 5 mm i minimalna masa 200 g, natomiast w przypadku obiektów zakrzywionych, minimalny promień badanego obiektu wynosi 3 mm.

## 10. WYPOSAŻENIE

Urządzenie użyte do badań opisanych w niniejszej procedurze musi spełniać wymagania producenta. Poprawność działania układu do badań powinna być weryfikowana w określonych odstępach czasu przed wykonaniem badania. Weryfikację należy przeprowadzać zgodnie z wytycznymi producenta.

### 10.1. GŁOWICE Z WGŁĘBNIKIEM DIAMENTOWYM

Stosowane mogą być głowice z wgłębnikami diamentowymi umożliwiającymi wzbudzenie ich trzęsienia do częstotliwości rezonansowych. Zakończenie wgłębnika znajduje się w tulei prowadzącej umożliwiając tym samym dostęp do trudno dostępnych miejsc (w użyciu bez pierścienia montażowego).

Operator mechanicznie nadaje obciążenie wgłębnikowi umożliwiając wykonanie odcisku i przesunięcie fazowe odpowiedzi. Należy zapewnić, aby tuleja prowadząca oraz ewentualne pomoce montażowe nie opierały się o wystające elementy, ponieważ może to spowodować zmianę przesunięcia fazowego sygnału i zafałszowanie wyniku.

W przypadku mniejszych, lżejszych obiektów należy zapewnić solidne dosztywnienie/podparcie i ewentualnie sprzężenie za pomocą pasty. Badanie należy wykonać w stanie spoczynku elementu (jeżeli to możliwe).

### 10.2. OKRESOWA KONTROLA URZĄDZENIA POMIAROWEGO PRZEZ UŻYTKOWNIKA

Kontrola urządzenia pomiarowego powinno być wykonywana każdego dnia, w którym urządzenie jest używane, w każdym używanym zakresie twardości. Kontrola obejmuje co najmniej 3 wgłębienia na bloku

of local thickness and stiffness influence on the measurement. The coupling method can be used after comparison of the results with an uncoupled reference test piece of sufficient mass and thickness.

Special geometries of the test piece, e.g. thin plates or tubed surfaces, may require additional local support of the tested area in order to allow for test to take place, in sections where the thickness of the test piece is smaller.

Typical values are a minimum wall thickness of 5 mm and a minimum mass of 200 g, while for curved objects, the minimum radius of the test object is 3 mm.

## 10. TEST EQUIPMENT

The instrument described in the given procedure shall meet the manufacturer's requirements. The appropriate functioning of the examination instrument setup shall be verified in defined time intervals before commencing with the measurement. The test shall be carried out according to the manufacturer's guidelines.

### 10.1. DIAMOND INDENTATION PROBES


Diamond indentation probes should be used for the test that also allow their mandrels to be excited to a resonance frequencies. The indentation ending is situated in a guiding sleeve allowing access to inaccessible areas (without the assembly ring being used).

The operator mechanically forces the indenter allowing it to create an indentation and make a phase shift of its response. One is to ensure that the guiding sleeve and possible assembly guides not to touch any obstructing elements since those can result in phase shift of the signal and final result deviations.

In case of smaller, lighter objects one is to ensure a solid stiffening/support by means of an adhesive paste. The test is to be conducted when the element is in a standstill (if possible).

### 10.2. PERIODIC CHECKING OF THE TESTING DEVICE BY THE USER

A simple check of the testing device shall be performed each day the device is used, in each hardness range used. The check consists of at least 3 indentations on a hardness reference block calibrated according to DIN EN ISO 6507-3.

 <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.HT-DIN.001.00</b>
	<b>BADANIE TWARDOŚCI ELEMENTÓW METALOWYCH METODA ULTRADŹWIĘKOWEJ IMPEDANCJI KONTAKTOWEJ</b>	<b>METAL PRODUCT HARDNESS TESTING ULTRASONIC CONTACT IMPEDANCE METHOD</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>17.04.2025</b>
			Strona/ Page <b>7 / 12</b>

odniesienia o znanej twardości jako wzorzec zgodny z normą DIN EN ISO 6507-3. Jeśli różnica między średnią wartością odczytanej twardości a twardością bloku odniesienia jest mniejsza lub równa odchyleniu granicznemu w poniższej tabeli, urządzenie pomiarowe można uznać za zadowalające. Jeśli nie, należy przeprowadzić pełną kalibrację pośrednią.

If the difference between the mean value of the read-off hardness and the hardness of the reference block is less than or equal to the limit deviation in table below, the testing device can be considered to be satisfactory. If not, a complete indirect calibration shall be carried out.

Tabela 3. Odchylenia graniczne  
**Table 3. Limit deviations**

Hardness scale	Limit deviation			
	%			
	< 250 HV	250 HV to < 500 HV	500 HV to 800 HV	> 800 HV
HV 0,1	6	7	8	9
HV 0,3	6	7	8	9
HV 0,8	5	5	6	7
HV 1	5	5	6	7
HV 5	5	5	5	5
HV 10	5	5	5	5

### 10.3. KALIBRACJA POŚREDNIA

Pośrednia kalibracja musi być przeprowadzona w temperaturze  $23 \pm 5^\circ\text{C}$  przy użyciu bloków kalibracyjnych twardości. Jeśli kalibracja pośrednia zostanie przeprowadzona poza tym zakresem temperatur należy to zaznaczyć w raporcie z badań HT.

W przypadku kalibracji pośredniej należy upewnić się, że siła jest przykładana możliwie jak najbardziej pionowo. Pozwala to uniknąć niedokładności wynikających z niezamierzonych ruchów podczas pomiaru, a także zapewnia, że ustawienie wgłębienia jest prostopadłe do powierzchni bloku kalibracyjnego.

Do kalibracji pośredniej należy użyć trzech bloków kalibracyjnych twardości zgodnie z normą DIN EN ISO 6507-3, należy użyć po jednym z każdego zakresu wymienionego poniżej:

- $\leq 250$  HV
- 400 do 600 HV
- $> 700$  HV

Należy przeprowadzić 5 pomiarów na każdym z trzech bloków kalibracyjnych. Twardość należy odczytać z dokładnością do 1 HV (jednostka UCI). Przed każdą kalibracją należy przeprowadzić co najmniej 2 próby w celu sprawdzenia poprawności działania urządzenia.

### 10.3. INDIRECT CALIBRATION


Indirect calibration must be carried out at  $23 \pm 5^\circ\text{C}$  using hardness calibration blocks. If the intermediate calibration is performed outside this temperature range, this must be noted in the HT test report.

For indirect calibration, make sure that the force is applied as vertically as possible. This avoids inaccuracies due to unintentional movements during measurement, and also ensures that the indentation setting is perpendicular to the surface of the calibration block.

For intermediate calibration, use three hardness calibration blocks according to DIN EN ISO 6507-3, use one from each range listed below:

- $\leq 250$  HV
- 400 do 600 HV
- $> 700$  HV

Take 5 measurements on each of the three calibration blocks. The hardness should be read to the nearest 1 HV (UCI unit). Before each calibration, at least 2 tests should be carried out to check the correct operation of the device.

 <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.HT-DIN.001.00</b>
	<b>BADANIE TWARDOŚCI ELEMENTÓW METALOWYCH METODA ULTRADŹWIĘKOWEJ IMPEDANCJI KONTAKTOWEJ</b>	<b>METAL PRODUCT HARDNESS TESTING ULTRASONIC CONTACT IMPEDANCE METHOD</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>17.04.2025</b>
			Strona/ Page <b>8 / 12</b>

#### 10.4. POWTARZALNOŚĆ

$$r = \frac{H_5 - H_1}{\bar{H}} \cdot 100$$

określone w %, oraz  
średnia wartość twardości H pięciu pomiarów wynosi:

$$\bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5}$$

Powtarzalność uznaje się za wystarczającą, jeśli spełnia wartości określone w tabeli poniżej:

#### 10.4.REPEATABILITY

$$r = \frac{H_5 - H_1}{\bar{H}} \cdot 100$$

specified in %, and  
average H hardness value of the five measurements is:

$$\bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5}$$

Repeatability is considered sufficient if it meets the values specified in the table below:

Tabela 4. Dopuszczalna powtarzalność i odchylenie pomiarowe urządzenia  
**Table 4. Permissible repeatability and measurement deviation of the hardness device**

Skala twardości	Odchylenie pomiaru %				Dopuszczalna powtarzalność %	
	< 250 HV	250 HV do 500 HV	500 HV do 800 HV	> 800 HV	< 250 HV	> 250 HV
HV 0,1	5	6	7	8	8	6
HV 0,3	5	6	7	8	8	6
HV 0,8	4	4	5	6	8	6
HV 1	4	4	5	6	8	6
HV 5	4	4	4	4	5	5
HV 10	4	4	4	4	5	5

Kalibracja pośrednia musi być przeprowadzana co najmniej raz na 12 miesięcy i po każdej kalibracji bezpośredniej.

Indirect calibration must be performed at least once every 12 months and after each direct calibration.

#### 10.5. KALIBRACJA BEZPOŚREDNIA

Kalibracja bezpośrednia powinno być przeprowadzona przed pierwszym użyciem urządzenia, lub w przypadku zmiany elementów składowych urządzenia (głowice, bloki kalibracyjne).

#### 10.5. DIRECT CALIBRATION

Direct calibration should be carried out before the first use of the device, or in case of changing the components of the device (indentation probe, calibration blocks).

#### 10.6. WERYFIKACJA/KALIBRACJA URZĄDZENIA

Weryfikację producenta należy przeprowadzić po co najmniej raz na 12 miesięcy.

#### 10.6. VERIFICATION/CALIBRATION INSTRUMENT


Manufacturer's verification is to be carried out at least once every 12 months.

#### 10.7. BLOK KALIBRACYJNY

W celu kalibracji urządzeń należy stosować wzorce o znanej twardości, posiadające świadectwa producenta. Blok kalibracyjny powinien spełniać minimalne wymagania DIN EN ISO 6507-3.

#### 10.7. CALIBRATION BLOCK

In order to calibrate the instruments one is to use test blocks with a known hardness value having a manufacturer's certificate. The calibration block shall meet the minimum requirements of DIN EN ISO 6507-3.

 <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.HT-DIN.001.00</b>
	<b>BADANIE TWARDOŚCI ELEMENTÓW METALOWYCH METODA ULTRADŹWIĘKOWEJ IMPEDANCJI KONTAKTOWEJ</b>	<b>METAL PRODUCT HARDNESS TESTING ULTRASONIC CONTACT IMPEDANCE METHOD</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>17.04.2025</b>
			Strona/ Page <b>9 / 12</b>

### 10.8. METODOLOGIA BADANIA

Podłącz sondę do urządzenia przed uruchomieniem rejestratora. Wybierz prawidłowe nastawy w urządzeniu pozwalające na wykonanie pomiaru danego materiału. Utrzymując prostopadłą orientację sondy ( $\pm 5^\circ$ ) w stosunku do powierzchni badanej zaaplikuj na nią siłę tak, aby wgłębnik wykonał odcisk. Prawidłowość wykonania pomiaru zostanie wskazana przez urządzenie. Aby uzyskać możliwie dokładne wyniki, sondę pomiarową należy utrzymywać obydwoma dłońmi podczas pomiaru.

W celu uzyskania równomiernych wskazań należy odrzucić pomiary, które wykazują cechy błędu grubego i powtórzyć próbę.

### 10.9. WYRÓWNANIE

Aby uniknąć błędnych odczytów, pierścienie podpierające lub oś sondy muszą być usytuowane możliwie prostopadle do powierzchni badanej ( $\pm 5^\circ$ ).

### 10.10. KIERUNEK WGŁĘBNIKA SONDY

Kierunek wykonywania pomiarów nie ma zazwyczaj znaczącego wpływu na wynik badania. Niemniej jednak w niektórych przypadkach głowic o dużej masie oscylatora oraz pomiarach w orientacji „do góry nogami” kierunek badania może mieć wpływ zwłaszcza, gdy używana jest stosunkowo niewielka siła do wykonania wgłębienia (np. poniżej  $\sim 10\text{N}$ : HV1). W takich przypadkach należy oszacować i wziąć pod uwagę wpływ kierunku pomiaru na wynik badania.

### 10.11. ODLEGŁOŚĆ MIĘDZY PUNKTAMI POM.

Odległość pomiędzy krawędziami poszczególnych wgłębień dla stali, miedzi i jej stopów powinna być nie mniejsza niż 3 wielkości odcisku, natomiast dla metali lekkich, ołowiu, cynku i ich stopów 6 razy.

Niedopuszczalne jest powtarzanie pomiaru w tym samym punkcie.

### 10.12. ILOŚĆ PUNKTÓW POMIAROWYCH

Należy wykonać co najmniej 5 pomiarów na obszarze około  $645\text{ mm}^2$  ( $25\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ ) i określić z nich średnią arytmetyczną.

W przypadku materiałów niehomogenicznych typu żeliwo w takiej samej powierzchni należy wykonać 10 odczytów i określić z nich średnią arytmetyczną.

### 10.8. TEST METHODOLOGY

Connect the impact probe to the instrument before turning it ON. Choose the appropriate instrument setting allowing the test on a specific material to take place. Holding the probe in a perpendicular orientation ( $\pm 5^\circ$ ) in relation to the surface apply the force as for the indentation to take place. The correctness of the measurement will be indicated by the appliance. In order to achieve accurate results one is to hold the probe in both hands during the measurement.

In order to obtain equal indications one is to withdraw the discard the measurements that seem rough errors and repeat the test.

### 10.9. ALIGNMENT

In order to avoid faulty readings a support ring or probe's axis have to be situated relatively perpendicular to the tested surface ( $\pm 5^\circ$ ).

### 10.10. PROBE'S INDICATION DIRECTION

The indentation direction usually does not affect the examination result. Nonetheless in some probe setups with a large oscillator mass and an “upside down” orientation of the test the direction may influence the result especially in cases where the force applied to the intender is relatively low (e.g. below  $\sim 10\text{N}$ : HV1). In such cases one is to assess and take into account the measurement direction onto the test result.

### 10.11. INDENTATIONS' SPACING


The distance between the edges of the indentations for steel, coper and its alloys shall be not less than 3 times the indentation size, whereas for light metals, lead and zinc 6 times.

No point shall be impacted more than once.

### 10.12. NUMBER OF IMPACTS

One is to take 5 impacts in an area of approximately  $645\text{ mm}^2$  ( $25\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ ) and calculate a mean arithmetic value.

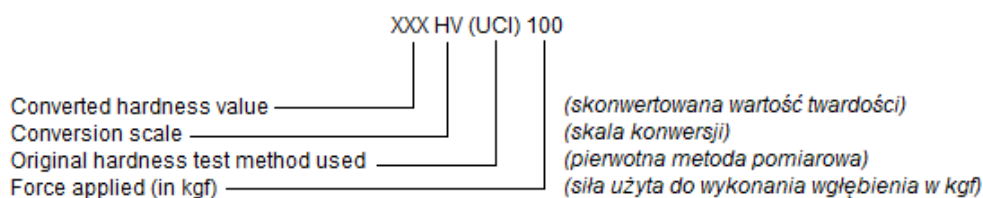
In this instance nonhomogeneous materials e.g. cast iron the hardness value will be the arithmetic mean of 10 readings.

 <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.HT-DIN.001.00</b>
	<b>BADANIE TWARDOŚCI ELEMENTÓW METALOWYCH METODA ULTRADŹWIĘKOWEJ IMPEDANCJI KONTAKTOWEJ</b>	<b>METAL PRODUCT HARDNESS TESTING ULTRASONIC CONTACT IMPEDANCE METHOD</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>17.04.2025</b>

### 10.13. PRZELICZANIE WYNIKÓW POMIARÓW NA INNE SKALE TWARDOŚCI LUB WYTRZYMAŁOŚĆ NA ROZCIĄGANIE

Urządzenia pomiarowe pozwalają na automatyczną konwersję uzyskanych wyników pomiaru. Wartości raz skonwertowanych nie należy ponownie przeliczać na inne skale twardości gdyż może to prowadzić do błędów wynikających z przeliczeń.

W celu prawidłowej interpretacji wyników przez klienta oraz umożliwienie odtworzenia warunków badania, wynik końcowy pomiaru należy podawać w następującej (pełnej) formie:



#### Pełny opis skonwertowanej wartości twardości Full designation of the converted hardness measurement

Należy zwrócić uwagę, że opis pełny zawiera zaaplikowaną siłę do wykonania wgłębienia w jednostkach kgf (10 kgf ~ 1 N).

W celu jasności interpretacji wyników i łatwego zrozumienia klientów, dopuszcza się podanie wyników pomiarów w wersji skróconej tj.

**xxx HV (UCI)**

gdzie:

xxx – wartość skonwertowana (uzyskana przez uśrednienie 5 lub 10 punktów pomiarowych)

HV – skala konwersji

UCI – użyta metoda pomiaru twardości

### 11. KRYTERIA AKCEPTACJI

Granice akceptacji zgodnie z wytycznymi zamawiającego.

### 12. ROZSZERZENIA BADAŃ

Rozszerzenia badań można przeprowadzić wyłącznie po uzgodnieniu ze zlecającym.

### 13. RAPORTOWANIE

Raport z badań HT według wzoru sprawozdania nvt/HT

### 10.13. CONVERSION TO OTHER HARDNESS SCALES OR TENSILE STRENGTH VALUES

The measuring instruments allow for automatic conversion of the measured values. Once converted the value is not allowed to be reconverted to other hardness scales since calculation related errors may occur.

In order for the client to interpret the results and further allow the examination reproduction, the final measurement result should be given in the following (full) form:

One shall note that the full description indicated the applied force for the indentation to take place given in kgf (10 kgf ~ 1 N).

For the purpose of clarity and clients' understanding of the measurement results the value measured can be noted in an abbreviated manner i.e.

**xxx HV (UCI)**

where:

xxx – converted value (derived from the mean arithmetic value of 5 or 10 measurements)

HV – converted value of hardness

UCI – used hardness measurement method

### 11. ACCEPTANCE CRITERIA


The acceptance limits shall be specified by the customer.

### 12. ADDITIONAL TESTING

Additional measurements shall be taken only when agreed with the customer.

### 13. REPORTING

Examination report HT according to report template

 <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.HT-DIN.001.00</b>
	<b>BADANIE TWARDOŚCI ELEMENTÓW METALOWYCH METODA ULTRADŹWIĘKOWEJ IMPEDANCJI KONTAKTOWEJ</b>	<b>METAL PRODUCT HARDNESS TESTING ULTRASONIC CONTACT IMPEDANCE METHOD</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>17.04.2025</b>
			Strona/ Page <b>11 / 12</b>

### 13.1. ARCHIWIZACJA DOKUMENTACJI Z BADAŃ TWARDOŚCI

Wszystkie parametry badań, dane dotyczące zastosowanego sprzętu pomiarowego i wyposażenia dodatkowego powinny zostać zapisane. Zapisać należy również dane personelu wykonującego badanie, wynik badań, odstępstwa od badań, uwagi i pozostałe elementy mające wpływ na przeprowadzenie badań. Jeśli to możliwe należy sporządzić dokumentację fotograficzną badanego elementu. Notatki sporządzone podczas wykonywania badania należy traktować jako zapis jakości i przechowywać zgodnie z przyjętym w laboratorium okresie czasu.

### 14. ZAŁĄCZNIKI


Wzór raportu: nvt/HT

### 13.1. ARCHIVING THE EXAMINATION DOCUMENTATION

All examination parameters and data concerning utilized equipment and supporting appliances should be noted. Information concerning personnel, examination results, test deviations and other information having their influence on the survey should also be recorded. If possible a photographic documentation is to be prepared. Notes taken during the test are to be treated as quality records and should be stored in an appropriate time interval.

### 14. ENCLOSURES

Examination report template: nvt/HT

 <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.HT-DIN.001.00</b>
	<b>BADANIE TWARDOŚCI ELEMENTÓW METALOWYCH METODA ULTRADŹWIĘKOWEJ IMPEDANCJI KONTAKTOWEJ</b>	<b>METAL PRODUCT HARDNESS TESTING ULTRASONIC CONTACT IMPEDANCE METHOD</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>17.04.2025</b>
			Strona/ Page <b>12 / 12</b>

**15. TABELA ZMIAN**
**15. TABLE OF CHANGES**