


**PPROJECT: API STANDARD**  
**CLIENT: GENERAL**  
**PROCEDURE: NVT.OP.PMI-API.001.00**

**Identyfikacja materiału (PMI) i określanie  
zawartości pierwiastków  
według API RP 578**


**Positive Material Identification (PMI) and  
element composition testing  
according to API RP 578**

—	Data Date	Wydanie Revision	Imię i Nazwisko Name and Surname	Uprawnienia Certificate	Podpis Signature
Opracował <b>Prepared by</b>	28.05.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Piotr Sadowski	NVT/CERT/PMI/10/2023	<i>Piotr Sadowski</i>
Recenzował <b>Reviewed by</b>	29.05.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Krzysztof Borkowski	NVT/CERT/PMI/17/2023	<i>Bork</i>
Zatwierdził <b>Approved by</b>	29.05.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Krzysztof Borkowski	NVT/CERT/PMI/17/2023	<i>Bork</i>
Wydał <b>Released by</b>	29.05.2025	00	mgr inż. / M. Sc. Eng. Krzysztof Borkowski	NVT/CERT/PMI/17/2023	<i>Bork</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.PMI-API.001.00</b>
	<b>OKREŚLANIE SKŁADU STOPU ORAZ IDENTYFIKACJA TYPU MATERIAŁU (PMI)</b>	<b>ALLOY ELEMENT COMPOSITION AND POSITIVE MATERIAL IDENTIFICATION (PMI)</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>29.05.2025</b>  Strona/ Page <b>2 / 11</b>

## CONTENTS

1.	PURPOSE OF THE PROCEDURE .....	3
2.	REFERENCE DOCUMENTS .....	3
3.	PERSONNEL .....	3
4.	HSE .....	4
5.	ENVIRONMENTAL CONDITIONS .....	4
6.	TIME OF STARTING TESTING .....	4
7.	SURFACE PREPARATION .....	4
8.	TESTING EXECUTION .....	5
9.	EVALUATION AND ACCEPTANCE CRITERIA .....	9
10.	ADDITIONAL TESTING .....	10
11.	REPORTING .....	10
12.	ENCLOSURES .....	10
13.	TABLE OF CHANGES .....	11

 <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.PMI-API.001.00</b>
	<b>OKREŚLANIE SKŁADU STOPU ORAZ IDENTYFIKACJA TYPU MATERIAŁU (PMI)</b>	<b>ALLOY ELEMENT COMPOSITION AND POSITIVE MATERIAL IDENTIFICATION (PMI)</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>29.05.2025</b>
			Strona/ Page <b>3 / 11</b>

### 1. CEL POROCEDURY

Celem procedury jest określenie warunków technicznych i zasad postępowania podczas identyfikacji materiału oraz określania zawartości pierwiastków w stopach metalowych, wykorzystując metodę fluorescencji rentgenowskiej (XRF). Postępowanie opisane w procedurze ma na celu określenie składu chemicznego w odniesieniu do badanego materiału.

### 2. DOKUMENTY ODNIESIENIA

American API RP 578 Third Edition February 2018 "Guidelines for a Material Verification Program (MVP) for New and Existing Assets"

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

### 3. PERSONEL

Badanie może być wykonywane tylko przez przeszkolony personel. Tematyka szkoleń powinna zawierać:

- instrukcje dotyczące obsługi używanego analizatora XRF
- informacje dotyczące ograniczeń i możliwości przenośnych analizatorów XRF
- podstawy materiałoznawstwa w zakresie badanych stopów

Badania może wykonywać tylko wykwalifikowany personel autoryzowany przez Kierownika Laboratorium NAVITEST.

Oprócz ogólnej wiedzy o badaniu składu chemicznego materiałów, operator powinien być zaznajomiony i posiadać praktyczne doświadczenie w użytkowaniu przenośnych urządzeń XRF. Szkolenie pod kątem szczegółowych wymagań powinno być przeprowadzone przy użyciu reprezentatywnych próbek. Należy udokumentować przebieg oraz wynik szkolenia. Jeśli nie jest to możliwe, szkolenie oraz badanie powinno zostać przeprowadzone przy użyciu szczegółowych procedur i wskazanego w nich wyposażenia PMI na reprezentatywnych próbkach o znanym składzie, zbliżonym do spodziewanego podczas badania. Wyniki szkolenia oraz badania należy udokumentować.

### 1. PURPOSE OF THE PROCEDURE

The purpose of this procedure is definition of technical conditions and codes of practice during identification of metal alloys and their composition analysis, using X-ray fluorescence (XRF) method. Codes of practice are intended to identify the chemical composition of a material particular to tested alloy specification.

### 2. REFERENCE DOCUMENTS

American API RP 578 Third Edition February 2018 "Guidelines for a Material Verification Program (MVP) for New and Existing Assets"

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


### 3. PERSONNEL

Inspections can be performed only by trained personnel. Training topics should include:

- operation manual of XRF analyzer used
- information regarding limitations and capabilities of portable XRF instruments
- base of materials science in a range of examined alloys

Examination shall be carried out only by the qualified personnel authorized by the Head of NAVITEST Laboratory.

In addition to general knowledge about material composition testing, the operator shall be familiar with, and have practical experience in, the use of portable XRF instruments. Specific training and examination of personnel should be performed on representative pieces. This 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 PMI test equipment on representative samples containing known composition, similar to those expected. This training and examination results should be documented.

 <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.PMI-API.001.00</b>
	<b>OKREŚLANIE SKŁADU STOPU ORAZ IDENTYFIKACJA TYPU MATERIAŁU (PMI)</b>	<b>ALLOY ELEMENT COMPOSITION AND POSITIVE MATERIAL IDENTIFICATION (PMI)</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>29.05.2025</b>
			Strona/ Page <b>4 / 11</b>

Za treść, aktualizację i nadzór nad przestrzeganiem procedury odpowiada personel nadzorujący. Za wykonywanie badań 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. Personel wykonujący badania musi być przeszkolony z bezpiecznej pracy ze źródłem emitującym promieniowanie jonizujące (nadzorowanym przez inspektora ochrony radiologicznej).

#### 5. WARUNKI LOKALOWE I ŚRODOWISKOWE

Warunki powinny umożliwiać wykonanie badania.

#### 6. CZAS ROZPOCZĘCIA BADAŃ

Badania należy rozpocząć w czasie określonym w planie badań. Plan badań powinien być przygotowany pod konkretne zlecenie i powinien być zgodny ze specyfikacją produktu.

#### 7. PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI

Powierzchnia próbki powinna być wolna od kurzu, korozji, oleju, itp. Jeśli powierzchnia jest zabrudzona, próbka musi zostać oczyszczona. Zanieczyszczenia powierzchni będą miały największy wpływ na analizę lekkich pierwiastków (np. Ti, V, Cr, Mn). Przygotowana powierzchnia powinna mieć minimalną powierzchnię dostosowaną do wymiarów głowicy aparatu. Wystarczający stan powierzchni można uzyskać stosując szlifowanie tarczą szlifierską o gradacji 60 – 80. Dla stali nierdzewnej należy zastosować odpowiedni rodzaj tarczy szlifierskiej. Jeżeli powierzchnia jest czysta i gładka, szlifowanie można pominąć.

Powierzchnię przygotowaną do pomiaru (w każdym możliwym przypadku) należy odtłuścić przy pomocy acetonu/alkoholu izopropylowego przed wykonaniem badania. Obecność jakichkolwiek powłok lub farby jest niedopuszczalne. Jeżeli konieczne jest fizyczne oznakowanie miejsca badanego to należy go dokonać przy pomocy specjalnego marker, nisko-korozyjnego np. NLS high-tech Edding 8030 lub Edding 8404. Inne sposoby oznakowania powinny zostać ustalone z klientem.

Supervising personnel, 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. Examination staff shall be familiar with safe work with a source emitting ionizing radiation X (training supervised by radiation protection officer).

#### 5. ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Conditions shall allow for inspection.


#### 6. TIME OF STARTING TESTING

Testing should take in the time specified in the test plan. Testing plan should be prepared under specific order and should be consistent with product specification.

#### 7. SURFACE PREPARATION

The sample surface should be free of dust, corrosion oil, etc. If the sample surface is dirty it shall be cleaned. Contamination on the sample surface will have the greatest effect on light element analysis (e.g. Ti, V, Cr, Mn). Prepared surface should be of a minimum area adapted to the dimensions of analyzer's probe. Sufficient surface condition can be achieved by grinding with grinding disc 60 - 80 grit. For stainless steel , appropriate grinding discs shall be used. If the surface is clean and smooth, grinding can be omitted.

Surface prepared for the measurement shall be (in every single instance) degreased with acetone/isopropyl alcohol before commencing with the test. Presence of any layers, or paint is inadmissible. If permanent marking of the tested area is to be carried out it shall be done by means of a special, low corrosion marker e.g. NLS high-tech Edding 8030 or Edding 8404. Other means of marking should be agreed with the client.

 <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.PMI-API.001.00</b>
	<b>OKREŚLANIE SKŁADU STOPU ORAZ IDENTYFIKACJA TYPU MATERIAŁU (PMI)</b>	<b>ALLOY ELEMENT COMPOSITION AND POSITIVE MATERIAL IDENTIFICATION (PMI)</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>29.05.2025</b>

## 8. WYKONANIE BADANIA

### 8.1. Przyrządy pomiarowe

Badanie stopów metali należy przeprowadzić używając przenośnego analizatora fluorescencji rentgenowskiej (XRF), np. X-MET8000, DP-2000. Wszystkie urządzenia muszą wykazywać wystarczającą funkcjonalność.

### 8.2. Przyrządy pomocnicze

Tam gdzie konieczne, należy użyć sprzęt pomocniczy w postaci certyfikowanych wzorców odniesienia (CRM), elementów o znanym składzie lub referencyjnych bloków roboczych itp.

### 8.3. Zasada działania

Zasada działania polega na wygenerowaniu wiązki promieniowania o małej energii ze źródła, która pobudza badany materiał. Pobudzony materiał emituje charakterystyczne widmo promieniowania, które jest następnie analizowane zarówno pod względem jakościowym jak i ilościowym, w celu określenia, które pierwiastki są obecne i w jakiej ilości.

Ze względu na ograniczenia metody, nie jest możliwe wykrycie wszystkich typów pierwiastków. Analizatory fluorescencji rentgenowskiej jest w stanie wykryć pierwiastki od Mg do U wg układu okresowego pierwiastków (w tym pierwiastki lekkie, takie jak Mg, Al, Si, P, S). To wyklucza istotny pierwiastek stali węglowej - C (węgiel).

### 8.4. Zakres zastosowania

Analizatory fluorescencji rentgenowskiej (XRF) umożliwiają badania stopów z następujących grup:

- Stopy FE (stale, stale nierdzewne, stale narzędziowe itp.)
- Stopy niklu
- Stopy kobaltu
- Stopy miedzi
- Stopy tytanu
- Stopy aluminium

## 8. TESTING EXECUTION

### 8.1. Measuring instruments

Examination of metal alloys should be carried out using a portable X-ray fluorescence analyzer (XRF) e.g. X-MET8000, DP-2000. All equipment shall demonstrate sufficient functionality.

### 8.2. Auxiliary equipment

Sufficient inspection auxiliary equipment such as certified reference materials (CRM), pieces of known composition, field calibration blocks etc. are to be used where appropriate.

### 8.3. Principle of operation


The principle of operation is that X-ray source is used to generate a beam of low energy radiation to excite the material under analysis. The material under analysis then emits a characteristic radiation spectrum which can be analyzed both qualitatively and quantitatively to determine which elements are present and in what quantity.

Because of the inherent limitation of the technique, it is not possible to detect all types of elements. X-ray fluorescence analyzers (XRF) are capable of detecting elements from Mg to U in the periodic table (including light elements like Mg, Al, Si, P, S). This excludes important element in carbon steel such as C (carbon).

### 8.4. Scope of application

X-ray fluorescence analyzer (XRF) allow testing of metals in following groups:

- Fe alloys (carbon steel, stainless steel, tool steel etc.)
- Nickel alloys
- Cobalt alloys
- Copper alloys
- Titanium alloys
- Aluminum alloys

 <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.PMI-API.001.00</b>
	<b>OKREŚLANIE SKŁADU STOPU ORAZ IDENTYFIKACJA TYPU MATERIAŁU (PMI)</b>	<b>ALLOY ELEMENT COMPOSITION AND POSITIVE MATERIAL IDENTIFICATION (PMI)</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>29.05.2025</b>
			Strona/ Page <b>6 / 11</b>

### 8.5. Zakres pomiarowy urządzeń i błąd pomiaru

Granice wykrywalności oraz precyzja pomiaru/błąd zależą od:

- typu badanego stopu
- typu mierzonego pierwiastka (widma promieniowania) w odniesieniu do pierwiastków jednocześnie obecnych w stopie badanym
- zawartości (%) pierwiastka
- minimalnej granicy wykrywalności dla stosowanej technologii
- minimalnej granicy wykrywalności dla typu stosowanego urządzenia

Dla badań **akredytowanych** granice pomiarów sparowane są z ustandaryzowanymi próbkami odniesienia, wytworzonymi zgodnie z ISO Guide34 / ISO 9001 / 17025, które zawężają zakres pomiarowy do wartości % pierwiastka określonego dla danego typu materiału i stosowanego wzorca CRM. Granice te zostały określone w ANNEX A. Dokładność pomiarów w odniesieniu do stosowanych CRM została również określona w tym samym załączniku.

Pełny zakres stosowanych CRM i ich stosowalność określona jest w ANNEX B.

Dla badań **standardowych** zastosowanie mają:

Poza limitami określonymi w ANNEX A oraz ANNEX B producent urządzenia (dla danego modelu przyrządu), określa szerszy zakres i ograniczenia dla każdego z pierwiastków, którego można wykryć z określoną precyzją i błędem pomiarowym. Obszar stosowania narzucony jest przez możliwości i kalibracje urządzenia. Ograniczenia i błędy są określone przez stosowane kalibracje (lub kombinacje użytych kalibracji). Każde z urządzeń posiada własne limitacje dla danej kalibracji. Przykładowe ograniczenia dla analizatora X-MET8000 w ramach szczegółowych kalibracji podane są w ANNEX C.

### 8.6. Kalibracja

Sprawdzenia okresowe aparatury kompletnej (urządzenia, próbki CRM) wykonać według instrukcji NVT/O-5/PMI. Dienne sprawdzenia (na początku każdej zmiany lub co 8 godzin pracy) należy zanotować dla każdego z wykorzystywanych zestawów badawczych. Szczegóły dotyczące aparatury kompletnej i weryfikacji dziennej są określone w ANNEX F oraz ANNEX G.

### 8.5. Device measuring range and measurement error

Limits of detection and their accuracy/error depend on:

- tested alloy
- type of inspected element (radiation spectrum) in relation to other elements present in the same piece
- concentration of elements (%)
- minimum detection limit determined by the technology used
- minimum limit determined by the instrument

For **accredited** inspection the limits of inspection are combined with standardized reference samples, manufactured acc. to ISO Guide34 / ISO 9001 / ISO 17025 which further limit the scope by the amounts of element % certified for the specific CRM of the same material grade. These limits are presented in ANNEX A. Accuracy while using the selected CRM's within the low and high limits are also presented in the same annex.


Full range of used CRM's and their usability is given in ANNEX B.

For **general** inspections the following apply:

Apart from the scope listed in ANNEX A and ANNEX B the instrument manufacturer (for a specific appliance), lists a wider range and limit for each element, which can be detected with determined accuracy and measurement error. This scope is defined by instruments capabilities and calibrations. Those limits and errors are dependent on calibration used (or instrument application combining various calibrations). Every instrument has its own limits for the calibration utilized. Exemplary thresholds for X-MET8000 instrument and specific calibrations are given in ANNEX C.

### 8.6. Calibration

Periodic check of the complete equipment (instruments, CRM samples) shall be carried out according to NVT/O-5/PMI. A daily check (at the beginning of each shift or every 8 hours of work) is to be noted for every instrument setup used. Details about combined equipment and daily verification protocol are listed in ANNEX F and ANNEX G.

 <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.PMI-API.001.00</b>
	<b>OKREŚLANIE SKŁADU STOPU ORAZ IDENTYFIKACJA TYPU MATERIAŁU (PMI)</b>	<b>ALLOY ELEMENT COMPOSITION AND POSITIVE MATERIAL IDENTIFICATION (PMI)</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>29.05.2025</b>
			Strona/ Page <b>7 / 11</b>

### 8.7. Procedura kalibracji szczegółowej

W przypadkach uzgodnionych z klientem (np. pomiary **akredytowane**), należy stosować szczegółową procedurę kalibracji. W tym celu należy wcześniej oszacować szczegółowy zakres mierzonych pierwiastków podlegających badaniu (np. Cr, Ni, Ti itp.). W czasie pomiarów należy brać pod uwagę wyłącznie wskazane pierwiastki. Urządzenie należy zweryfikować dla wcześniej zdefiniowanego zakresu pomiarowego dla % zawartości pierwiastka w jego dolnej i górnej granicy występującej w czasie badania.

**Procedura:** ustaw urządzenie pomiarowe na bloku kalibracyjnym z mającą zastosowanie % zawartością istotnego pierwiastka (który należy zmierzyć) zbliżoną do przewidywalnej wartości na obiekcie. Wykonaj pomiar z odpowiednim czasem ekspozycji dla którego wykonywane będzie badanie obiektu (dobrac eksperymentalnie). Czas pomiaru (ekspozycji) należy dobrać w taki sposób aby błąd pomiarowy znajdował się w dopuszczalnych/akceptowalnych granicach.

### 8.8. Uproszczona procedura kalibracji

W większości przypadków, okresowa kalibracja urządzenia jest wystarczająca aby zapewnić odpowiednią precyzję pomiarów. W tym przypadku granice dolna i górna urządzenia weryfikowane są okresowo, natomiast dla każdej zmiany roboczej (lub co najmniej 8 h) przeprowadza się próbę funkcjonalności. W tym przypadku należy użyć próbki o znanej wartości % pierwiastków dla tej samej grupy materiałowej np. CRM ze stali nierdzewnej o zbliżonym składzie będzie miał zastosowanie dla stali nierdzewnej.

Dla tego przypadku kontrola jest wykonywana na pojedynczym CRM. Jeżeli dokładność pomiaru jest w akceptowalnych granicach, procedurę uproszczoną uznaje się za odpowiednią.

**Procedura:** dla badań **standardowych** dopuszcza się uproszczoną kalibrację. Podstawowe pomiary urządzenia należy przeprowadzić na standardowym bloku referencyjnym przypisanym do urządzenia.

### 8.9. Tolerancja kalibracji

Różnica pomiędzy wartością zmierzoną oraz tą wskazaną w certyfikacie próbki odniesienia / CRM musi zawierać się w zakresie błędu określonego dla danego pierwiastka (z certyfikatu próbki). Czas zaaplikowany dla bloku kalibracyjnego / CRM, który jest odpowiedni do uzyskania pomiarów w granicy przyjętych błędów pomiarowych określa dolną wartość czasu ekspozycji dla badań, które zostaną następnie wykonane na obiekcie z tej samej grupy materiałowej (dla tych samych typów

### 8.7. Specific calibration procedure

Where applicable and agreed with the client (e.g. **accredited** measurements), a specific calibration procedure is to be used. For this purpose a testing range of specific elements (e.g. Cr, Ni, Ti etc.) is to be predetermined before the test. Only those elements are to be taken into account during consecutive measurements. The instrument is to be verified for a specific range of predicted element % content within the lower and upper limit of inspection.

**Procedure:** Place the measuring instrument on the calibration block with the applicable crucial element % content (that is to be verified) close to those anticipated for the object. Carry out a test measurement with appropriate exposure time with which the testing of the object will be done (experimentally chosen). Measuring (exposure) time shall be chosen in such a manner that the tested element values are within the accepted/permissible error values.

### 8.8. Simplified calibration procedure


In a majority of cases the instrument's periodic calibration is adequate to assure the appropriate accuracy of the test. In this case the appliance's lower and upper limits are verified in a periodic manner whereas before each work shift (or at least every 8 hours), a functioning test is carried out. In this scenario a sample with a known % value of elements from the same material grade is used e.g. a CRM for stainless steel of a relatively close composition is to be used for testing stainless steel.

In this scenario, a single CRM verification is performed. If the test indicates accuracy within acceptable limits, a simplified calibration procedure is considered appropriate.

**Procedure:** for **general** inspections a simplified calibration procedure is admissible. The instrument's basic measurements are to be verified on a standardized reference block assigned to the instrument.

### 8.9. Calibration tolerance

The difference between the measured value and the one indicated in the calibration certificate of the test block / CRM shall be within the maximum measurement error for a given element (from material's certificate). The testing time applied for the reference block / CRM which is suitable for measurements within the required tolerance sets the lowest limit for any further tests on the same material grade and alloy during normal operation (when the same elements are to be verified).

 <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.PMI-API.001.00</b>
	<b>OKREŚLANIE SKŁADU STOPU ORAZ IDENTYFIKACJA TYPU MATERIAŁU (PMI)</b>	<b>ALLOY ELEMENT COMPOSITION AND POSITIVE MATERIAL IDENTIFICATION (PMI)</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>29.05.2025</b>
			Strona/ Page <b>8 / 11</b>

pierwiastków). Podczas kalibracji i późniejszego badania, czas ekspozycji jest parametrem kluczowym. Jeżeli błąd % zostanie przekroczony, wówczas należy stosować dłuższy czas ekspozycji aby uzyskiwać bardziej precyzyjne pomiary. Wymagany czas należy wówczas stosować podczas wykonywania pomiarów na obiekcie. Dokładność kalibracji można zwiększyć poprzez zastosowanie średniej arytmetycznej z wielu pomiarów wykonanych dla tej samej próbki.

### 8.10. Wykonanie pomiaru

Procedura: należy przyłożyć, nie stosując nacisku, analizator fluorescencji rentgenowskiej (XRF) do badanego obiektu tak, by oba okna urządzenia - zbliżeniowe i pomiaru - były zakryte, poprawność czego powinny zaszyfrować wskaźniki zbliżeniowe analizatora. By wykonać pomiar należy wcisnąć spust wyzwalacza i przytrzymać go. Pomiar aż do jego zakończenia będzie sygnalizowany świeceniem wskaźnika RTG. Podczas wykonywania pomiaru należy utrzymywać analizator w pozycji pionowej. Zakończenie wykonywania pomiaru jest sygnalizowane sygnałem dźwiękowym oraz informacją wyświetlaną na ekranie analizatora. Jeśli wymagane, należy stosować średnią z co najmniej 3 lub więcej (do 15) punktów zwiększając dokładność pomiaru.

W przypadkach, gdy obiekt badania jest gabarytowy lub skomplikowany, jego skład chemiczny należy określić na podstawie wartości średniej z wielu pomiarów, które należy równomiernie rozplanować na elemencie (np. 3 pkt na rurze należy rozłożyć symetrycznie na jej obwodzie). W przypadkach skomplikowanej geometrii tj. zaworów, trójników, kołnierzy itp. miejsca wykonania pomiarów należy uzgodnić z klientem przed badaniem. W takim przypadku wartość średnia dla danego elementu wskazująca zawartość pierwiastków, zostanie zmierzona w różnych obszarach elementu.

### 8.11. Czas badania (ekspozycji)

Aby uzyskać wysoką precyzję pomiarów w granicach dopuszczalnych błędów, należy stosować czasy ekspozycji w następujących granicach:

- 5 ÷ 10 [s] - ogólne określanie zawartości % pierwiastków ciężkich i lekkich
- 15 [s] - określanie zawartości % pierwiastków w ich dolnych granicach wykrywalności dla danego pierwiastka
- 15 ÷ 30 [s] - dla określenia przynależności wykrytych pierwiastków do danej grupy materiału (positive material identification)

During calibration test and further examination the exposure time is a significant factor. If the % indication error is exceeded, a longer exposure time shall be utilized in order to obtain more precise readings. The required time must be then used during the objects' measurements. Calibration precision can be aided by taking an average value from a number of measurements taken from the same sample.

### 8.10. Inspection of tested material

Procedure:


Hold the X-ray fluorescence analyzer (XRF) so that it touches the tested object without applying pressure, and that both the proximity and measurement windows are covered which should be indicated by the analyzer proximity indicators. To execute measurement pull and hold the analyzer's trigger firmly. Measurement until its completion will be signaled by X-ray indicator lighting up. Analyzer should be kept upright and steady during the measurement. The end of the measurement time analyzer indicates by a sound signal and shows information on device display. If required an average of at least 3 up to 15 or more points aids the inspection accuracy.

In instances, where the object tested is large or complicated, and its element composition is to be determined on the basis of a mean value from a number of measurements points, which should be distributed evenly throughout the element (e.g. 3 points measured on a pipe should be distributed symmetrically on its circumference). In a case of a sophisticated geometry i.e. valves, Tee's, flanges etc., this is to be determined before the test and agreed with the client. In this instance the mean value for a certain component indicates the composition value measured in various regions of an element.

### 8.11. Inspection (exposure) time

The following exposure times for accurate measurements within the tolerance limits shall be followed:

- 5 ÷ 10 [s] - general detection of heavy and light elements in their % amount
- 15 [s] - detection of % amount of an element in the lower threshold of detection for a given element
- 15 ÷ 30 [s] - for positive material identification (taking various elements into account)

 <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.PMI-API.001.00</b>
	<b>OKREŚLANIE SKŁADU STOPU ORAZ IDENTYFIKACJA TYPU MATERIAŁU (PMI)</b>	<b>ALLOY ELEMENT COMPOSITION AND POSITIVE MATERIAL IDENTIFICATION (PMI)</b>	Rewizja / Revision: <b>00</b> Wyd. / Released: <b>29.05.2025</b>  Strona / Page <b>9 / 11</b>

W każdym możliwym przypadku należy ustalić czas na podstawie prób i błędów dla danego typu pierwiastków, stopu i elementu badanego, dające wystarczający poziom celności wyniku.

## 9. OCENA I KRYTERIA AKCEPTACJI

Jeśli nie ustalono inaczej wyniki powinny być przedstawione w formie zawartości procentowej każdego z pierwiastków. **Akceptacji dokonuje się porównując wyniki badań z normą, odpowiednią dla danego materiału.** Norma, wg której oceniany jest materiał powinna być przedłożona przez zlecającego. **Ocenie podlegają tylko główne pierwiastki stopowe.** Przykładowe pierwiastki stopowe dla typowych stopów zostały opisane w ANNEX D. Pierwiastki istotne, norma odniesienia, forma produktu, grubość i typ produktu należy określić przed wykonaniem pomiarów.

Zmierzona wartość pierwiastków stopowych powinna mieścić się w granicach  $\pm xx$  % od poziomu lub zakresu określonego we wskazanej normie. Wartość „xx” musi zostać określona przez klienta dla danej grupy materiałowej / stopu badanego. W innym przypadku należy zaraportować % wartość pomiaru, bez określania akceptacji / niezgodności.

Przykładowo, dla zawartości 10 % Cr, gdzie dopuszczalny jest zakres 9 ÷ 11 % (określony w normie dla grupy materiałowej), a określona przez klienta wartość „xx” = 10 %, zmierzona wartość powinna mieścić się w zakresie 8,1 ÷ 12,1 %. Jeżeli nie określono parametru „xx”, wówczas zawartość % Cr powinna zawierać się w granicy określonej przez normę tj. 9 ÷ 11 %.

Dla celów **Identyfikacji Materiału (PMI)**, gdzie należy określić rodzaj stopu na podstawie zawartości % pierwiastków dla wstępnie określonej zawartości, decyząc o akceptacji / odrzuceniu należy podjąć na podstawie głównych pierwiastków stopowych, wpływających na właściwości stopu. Pierwiastki te, należy określić i uzgodnić z klientem przed wykonaniem pomiarów.

In every single instance a trial and error time frame shall be established for the types of elements, alloy and test piece type, giving a satisfying level of accuracy.


## 9. EVALUATION AND ACCEPTANCE CRITERIA

Unless otherwise specified, measurements should be reported for each element as percentage value. **Acceptance shall be based on test results compliant with the applicable material standard.** Standard of tested material should be submitted by purchaser. Evaluation shall be carried out **by a comparison to major alloying elements.** Exemplary major alloying elements for typical alloys are determined in ANNEX D. Relevant elements, reference standard, material form, thickness and product type shall be determined before measurements are taken.

The measured value of alloying elements shall be within a  $\pm xx$  percentage of the specified level or range in the applicable materials standards. This “xx” value is to be determined by the client for a given alloy group / material tested. In all other conditions the test % value of the element is to be reported without determination of acceptability / non-conformance.

Example: for a value of 10 % of Cr, where the allowable range is 9 ÷ 11 % (in the standard for a given material), and the “xx” value determined by the client = 10 %, the measured value shall fall within the range of 8,1 ÷ 12,1 %. If “xx” value is not determined, the % Cr content should fall within the limit determined in the standard i.e. 9 ÷ 11 %.

For **Positive Material Identification**, where an alloy is to be determined on the basis of element % being close to the pre-determined composition, the acceptance / rejection decision is to be taken on the basis of major elements, which determine the material grade. Those are to be defined and agreed with the client before the test.

 <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.PMI-API.001.00</b>
	<b>OKREŚLANIE SKŁADU STOPU ORAZ IDENTYFIKACJA TYPU MATERIAŁU (PMI)</b>	<b>ALLOY ELEMENT COMPOSITION AND POSITIVE MATERIAL IDENTIFICATION (PMI)</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>29.05.2025</b>  Strona/ Page <b>10 / 11</b>

## 10. ROZSZERZENIA BADAŃ

W przypadku wyniki nie są zgodne z kryteriami akceptacji, jeśli nie uzgodniono inaczej, rozszerza się badanie zgodnie z zasadami obowiązującymi dla obiektu badanego.

## 11. RAPORTOWANIE

Należy użyć najnowszej rewizji raportu z badania PMI. Archiwizacji podlegają następujące dokumenty:

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

## 12. ZAŁĄCZNIKI

1. Wzór raportu: NVT/PMI najnowsza wersja
2. Załącznik A - Zakres pomiarowy objęty akredytacją
3. Załącznik B - lista akredytowanych CRM
4. Załącznik C - Typowa analiza stopu
5. Załącznik D - Przykładowe komponenty ze stopów
6. Załącznik E - Instrukcja obsługi i tabela PMI
7. Załącznik F - Wykaz układu
8. Załącznik G - Sprawdzenie układu
9. Załącznik H - Określenie niepewności rozszerzonej

## 10. ADDITIONAL TESTING

In cases of where test results do not comply with acceptance criteria, unless otherwise agreed, one is to expand the test according to the rules binding of the object tested.


## 11. REPORTING

Latest revision of a PMI report form is to be used. Following examination documents shall be archived:

- PMI reports, time of archiving – 5 years
- PMI raw data, time of archiving – 5 years

## 12. ENCLOSURES

1. Report template: NVT/PMI latest version
2. Annex A - Accredited Examination Scope
3. Annex B - List Of Accredited CRM
4. Annex C - Typical Alloy Analysis
5. Annex D - Exemplary Alloy Components
6. Annex E - Operator's Manual and table for PMI
7. Annex F - Spectrometer - Calibration Block Setup List
8. Annex G - Spectrometer - Calibration Block
9. Annex H - Determination Of Expanded Uncertainty

 <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.PMI-API.001.00</b>
	<b>OKREŚLANIE SKŁADU  STOPU ORAZ  IDENTYFIKACJA TYPU  MATERIAŁU (PMI)</b>	<b>ALLOY ELEMENT  COMPOSITION AND  POSITIVE MATERIAL  IDENTIFICATION (PMI)</b>	Rewizja/ Revision: <b>00</b> Wyd./ Released: <b>29.05.2025</b>
			Strona/ Page <b>11 / 11</b>

<b>13. TABELA ZMIAN</b>	<b>13. TABLE OF CHANGES</b> -
-------------------------	----------------------------------