

METODY WYTWARZANIA MATERIAŁÓW ODNIESIENIA STOSOWANYCH W ABSORPCYJNEJ SPEKTROMETRII ATOMOWEJ

Absorpcyjna spektrometria atomowa (AAS) jest jedną z najczęściej stosowanych technik w nieorganicznej analizie chemicznej. Przy pomiarach w tej technice wykorzystuje się oddziaływanie promienia elektromagnetycznego w zakresie widzialnym lub bliskiego nadfioletu z atomami pierwiastków wchodzących w skład próbki. Do tej pory opisano w literaturze procedury oznaczeń ok. 70 pierwiastków. AAS jest metodą preferowaną do oznaczania mikroelementów oraz śladowych ilości pierwiastków chemicznych obecnych w produktach przemysłu chemicznego lub metalurgicznego, oraz w wodzie pitnej, ściekach, czy też w próbkach pochodzenia biologicznego. Ze względu na fakt, iż metoda AAS należy do metod porównawczych, ilościowe oznaczenie pierwiastków polega na pomiarze porównawczym absorpcji promieniowania próbki o nieznanym stężeniu analizowanego pierwiastka z próbką o zdefiniowanym jego stężeniu. Aby uwiarygodnić stosowaną w oznaczeniach procedurę, każde laboratorium musi dysponować certyfikowanymi materiałami odniesienia, które zawierają analit w ilości dokładnie znanej i podobnej do oznaczanej w próbkach. Przy tworzeniu spójnego na skalę ogólnosiwiatową programu dotyczącego przygotowywania materiałów odniesienia decydującą rolę odegrała Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna ISO. Zgodnie z jej zaleceniami materiały odniesienia do AAS (najczęściej w postaci roztworów wodnych) są przygotowywane z surowców wejściowych o wysokiej klasie czystości i zaopatrzone w odpowiednie świadectwo, w którym wartościom jego odpowiednich właściwości jest przypisana niepewność na określonym poziomie ufności. Certyfikowanie materiałów odniesienia odbywa się na podstawie wiarygodnych metod referencyjnych, w trakcie pomiarów prowadzonych niezależnymi metodami w wyspecjalizowanych do tego celu laboratoriach. Spójność pomiarową uzyskuje się w nich poprzez nieprzerwany łańcuch porównań, który zapewnia, że wynik pomiarów jest powiązany z odniesieniem na najwyższym międzynarodowym poziomie, czyli z wzorcem pierwotnym. Wśród takich laboratoriów dominującą pozycję na świecie zajmuje Państwowy Instytut Wzorców i Technologii (NIST) w USA. Jednakże laboratoria wykonujące materiały odniesienia i równocześnie zapewniające powiązanie z wzorcami najwyższego międzynarodowego poziomu istnieją w wielu państwach w ramach krajowych instytucji metrologicznych. Wśród nich można wyliczyć: w Japonii (Krajowy Instytut Metrologii – NMIJ), w Niemczech (Federalny Instytut Badania Materiałów i Testowania – BAM oraz Federalny Instytut Metrologii – PTB), na Słowacji (Laboratorium Materiałów Odniesienia Zakładu Chemii Słowackiego Instytutu Metrologicznego – SMÚ), a także w Polsce (Laboratorium Gęstości, Lepkości i Analizy Spektralnej w Zakładzie Fizykochemii Głównego Urzędu Miar w Warszawie oraz Laboratorium Wzorców Chemicznych Wydziału Chemii Analitycznej Okręgowego Urzędu Miar w Łodzi). Materiały odniesienia do AAS opatrzone odpowiednimi certyfikatami są również produkowane przez laboratoria niektórych firm komercyjnych.

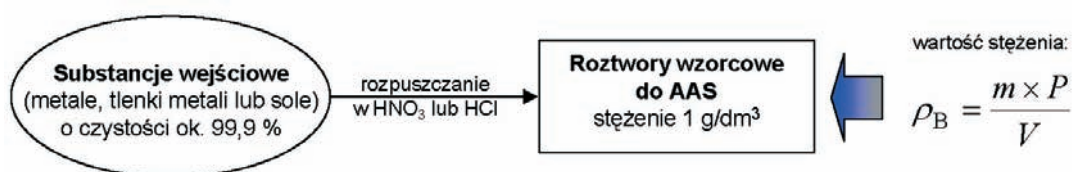
Metody stosowane przez Główny Urząd Miar i Okręgowy Urząd Miar w Łodzi

W Polsce wzorcowe roztwory wodne do AAS wytwarzane są w Głównym Urzędzie Miar (GUM) oraz w Okręgowym Urzędzie Miar (OUM) w Łodzi.

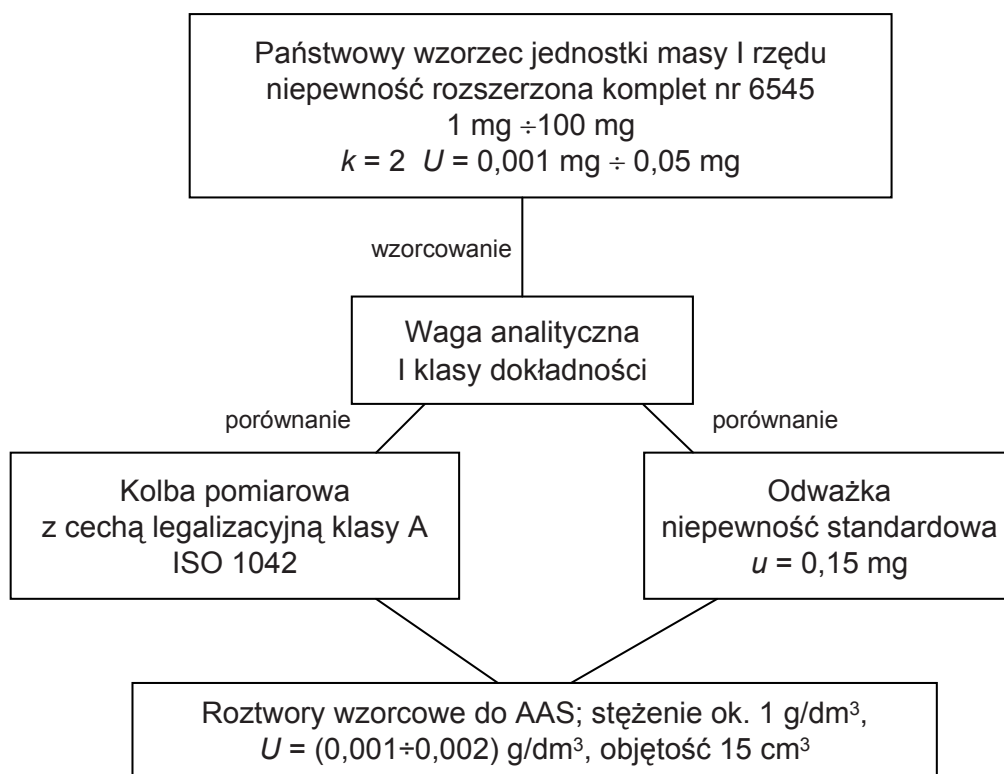
W GUM jednoskładnikowe wzorcowe roztwory wodne do spektrometrii emisyjnej i absorpcyjnej są wytwarzane w postaci 33 różnych serii w Laboratorium Gęstości, Lepkości i Analizy Spektralnej. Wszystkie one charakteryzują się wartością stężenia na poziomie 1,000 g jonów metalu w 1 dm³ roztworu. Materiałem wejściowym stosowanym do ich tworzenia jest zazwyczaj sam metal, jego tlenek lub sól posiadające wysoki stopień czystości (klasy czystości certyfikowane przez producenta na poziomie 99,9 %). Matrycę roztworów wzorcowych stanowi woda redestylowana (o oporności elektrycznej ok. 18 MΩ × cm w temperaturze 25 °C) z dodatkami kwasów nieorganicznych (przeważnie HNO₃ lub HCl o spektralnej czystości). Roztwory wzorcowe sporządzane są poprzez odważenie odpowiedniej ilości substancji wejściowej i rozpuszczenie jej w kolbie miarowej (klasy A) w roztworze stosownej matrycy w temperaturze (22 ± 1) °C. Wartość stężenia odtwarzana przez wzorzec została odniesiona do państwowego wzorca jednostki miary masy poprzez stosowanie wagi nieautomatycznej 1 klasy dokładności, wzorcowanej za pomocą wzorców jednostki masy II rzędu. Z kolei objętość została wyznaczona metodą wagową z zastosowaniem wzorca masy III rzędu. Właściwie przechowywany roztwór wzorcowy zachowuje swoją trwałość przez okres 1 roku. Do każdego wytworzonego roztworu wzorca dołączone jest świadectwo materiału odniesienia.

W latach osiemdziesiątych XX w. opracowano procedurę w celu sprawdzenia poprawności wyznaczonej wartości nominalnej wzorca polegającą na przeprowadzaniu pomiarów kontrolnych z użyciem tradycyjnych metod analitycznych (np. miareczkowań kompleksometrycznych).

Na przełomie lat 2006 i 2007 cztery roztwory wzorcowe do AAS wybrane losowo spośród 33 rodzajów wytwarzanych przez GUM zostały sprawdzone w pomiarach porównawczych wykonanych przez Laboratorium OUM w Łodzi. Wartości stężeń i niepewności uzyskane w pomiarach porównawczych wykazały dużą zgodność z wartościami podawanymi w świadectwach materiałów odniesienia wydawanymi dla tych roztworów przez GUM.

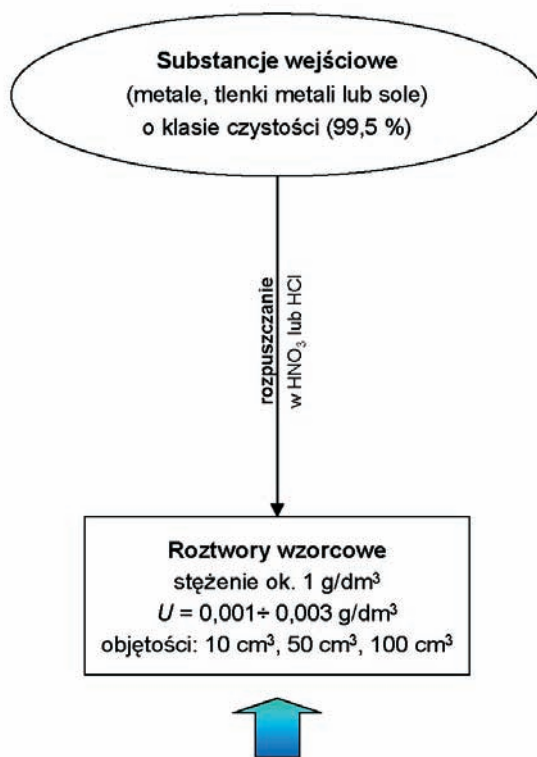


Spójność pomiarowa pomiaru masy i objętości dla roztworów wzorcowych wytwarzanych przez Główny Urząd Miar



Metoda stosowana przez Główny Urząd Miar

Wydział Chemii Analitycznej Zespołu Laboratoriów Wzorcujących OUM w Łodzi opracował szereg procedur, dla których substancjami wejściowymi do przygotowywania roztworów wzorcowych mogą stać się tylko odczynniki chemiczne zawierające powyżej 99,5 % głównego składnika. Jeśli związki chemiczne nie spełniają tego wymogu czystości, są poddawane procesowi oczyszczania poprzez rekrytalizację bądź wyprażanie. W następnym kroku postępowania przy tworzeniu roztworów wzorcowych rozpuszcza się odważkę substancji wejściowej (metal, tlenku metalu lub soli) w wodnym roztworze kwasu (odpowiednio HNO_3 lub HCl o różnych stężeniach). Rozpuszczanie odważek substancji wejściowych należy przeprowadzać w kolbach miarowych o pojemności 1 dm^3 termostawianych w temperaturze $(20,0 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$. Woda używana do sporządzania takich roztworów powinna być dwukrotnie destylowana i powinna się charakteryzować przewodnictwem elektrolitycznym nie przekraczającym $0,2 \text{ mS/m}$. Stężenie przygotowywanych przez OUM roztworów wzorcowych jest bliskie 1 g/dm^3 . Do oznaczenia analitycznego stężenia roztworów wzorców ASA w OUM stosowane są różne metody: grawimetryczna, miareczkowanie kompleksonometryczne (najczęściej roztworem wersenianu dwusodowego – EDTA, wobec różnych wskaźników), miareczkowanie potencjometryczne (np. miareczkowanie roztworem AgNO_3 w ogniwie z elektrod: chlorosrebrowej i kalomelowej) oraz miareczkowanie red-ox



wartość stężenia i jego niepewność wyznaczana z pomiarów prowadzonych metodami klasycznej chemii analitycznej (miareczkowania kompleksonometrycznego EDTA, miareczkowania potencjometrycznego oraz miareczkowania red-ox)

Metoda stosowana przez Okręgowy Urząd Miar (OUM) w Łodzi

(np. bromianometryczne). Inwestycja zrealizowana na przełomie lat 2005 i 2006 umożliwiła Laboratorium OUM zakup nowoczesnego aparatu do miareczkowania wraz z dodatkowym wyposażeniem w postaci elektrody kombinowanej do argentometrii, fototrody oraz elektrody jonoselektywnej. Po wdrożeniu odpowiednich procedur pomiarowych aparat ten ma za zadanie zastąpić wysłużone już spektrofotometry. W przypadku roztworów wzorcowych jonów metali do oznaczania stężenia najczęściej stosowana jest metoda miareczkowania kompleksometrycznego. Analiza ta jest oparta na reakcji roztworu EDTA z jonami metalu i utworzeniu rozpuszczalnych kompleksów chelatowych o stechiometrii 1 jon metalu na 1 cząsteczkę ligandu EDTA. Miareczkowanie takie prowadzi się wobec wskaźników kompleksometrycznych (np. oranż ksylenolowy, mureksyd lub czerń eriochromowa T), które w punkcie końcowym miareczkowania uwolnione z kompleksu z metalem mają inną barwę niż jego kompleks chelatowy. Znając objętość i dokładne stężenie roztworu EDTA zużytego na zmiareczkowanie próbki roztworu wzorcowego można policzyć stężenie analizowanego tą metodą roztworu wzorcowego. Dokładne stężenie roztworu EDTA ustala się także na podstawie miareczkowań przy użyciu specjalnie przygotowanego kontrolnego roztworu jonów Zn^{2+} (wykonanego z bardzo dokładnie odważonej masy cynku metalicznego o czystości 99,999 % rozpuszczonego w kwasie HNO_3 i wodzie redestylowanej).

Wyznaczając stężenie dla każdego roztworu wzorcowego należy wykonać miareczkowanie co najmniej 8 próbek pochodzących z tej samej partii roztworu, a następnie należy przystąpić do szacowania niepewności jego wartości. Składowymi niepewności w tym przypadku są błędy związane z ważeniem, przygotowywaniem odpowiedniej objętości roztworu oraz z samą metodą analityczną. Dla roztworów wzorcowych wytwarzanych w OUM w Łodzi wartości rozszerzonej niepewności zawierają się w przedziale od 0,001 g/dm³ do 0,003 g/dm³.

Przygotowywane zgodnie z tą procedurą roztwory nie tracą swych właściwości przez rok, pod warunkiem ich właściwego przechowywania w szczelnie zamkniętych oryginalnych opakowaniach polietylenowych (o objętości: 10 cm³, 50 cm³ lub 100 cm³). Należy podkreślić, iż od stycznia 2006 roku Zespół Laboratoriów Wzorcujących OUM w Łodzi posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacyjnego, która obejmuje swoim zakresem 29 (spośród 40 opracowanych) procedur wytwarzania jednoskładnikowych wzorców do analizy instrumentalnej jonów.

Metody stosowane przez zagraniczne instytucje metrologiczne

Państwowy Instytut Wzorców i Technologii (NIST) w USA

Za opracowanie profesjonalnych procedur dotyczących procesu wytwarzania roztworów wzorcowych do AAS w ramach NIST odpowiedzialne jest Laboratorium ds. Nauk Chemicznych i Technologii (CSTL), a konkretnie wyodrębniony w nim Wydział Chemii Analitycznej. Jest on uznawany w USA za państwowe laboratorium referencyjne. Jego zespół badawczy stworzył odrębne procedury służące do wytwarzania 69 jednoskładnikowych roz-

NIST

do 1997 roku

Substancje wejściowe
(metale, tlenki metali lub sole)
wysoka klasa czystości (99,99 %)

rozpuszczanie
(w matrycy
 HNO_3 ,
 $\text{HNO}_3 + \text{HF}$
lub HCl)

Roztwory wzorcowe serii NIST 3100
stężenie: $(10,00 \pm 0,03) \text{ mg/ml}$
objętość 50 ml

wartość stężenia i jego niepewność
wyznaczona metodą grawimetryczną

po 1997 roku

Substancje wejściowe
(metale, tlenki metali lub sole)
wysoka klasa czystości (99,99 %)

rozpuszczanie
(w matrycy
 HNO_3 ,
 $\text{HNO}_3 + \text{HF}$
lub HCl)
rozpuszczanie
(w matrycy
 HNO_3 lub HCl)

Roztwory wzorcowe serii NIST 3100 a
stężenie: $(10,000 \pm 0,036) \text{ mg/g}$
objętość 50 ml

wartość stężenia i jego niepewność
wyznaczona przy zastosowaniu
metody odniesienia **ICP-OES**

Metody stosowane przez NIST w USA

tworów wzorcowych określanych łącznie mianem materiałów odniesienia (SRMs) należących do jednej serii NIST 3100.

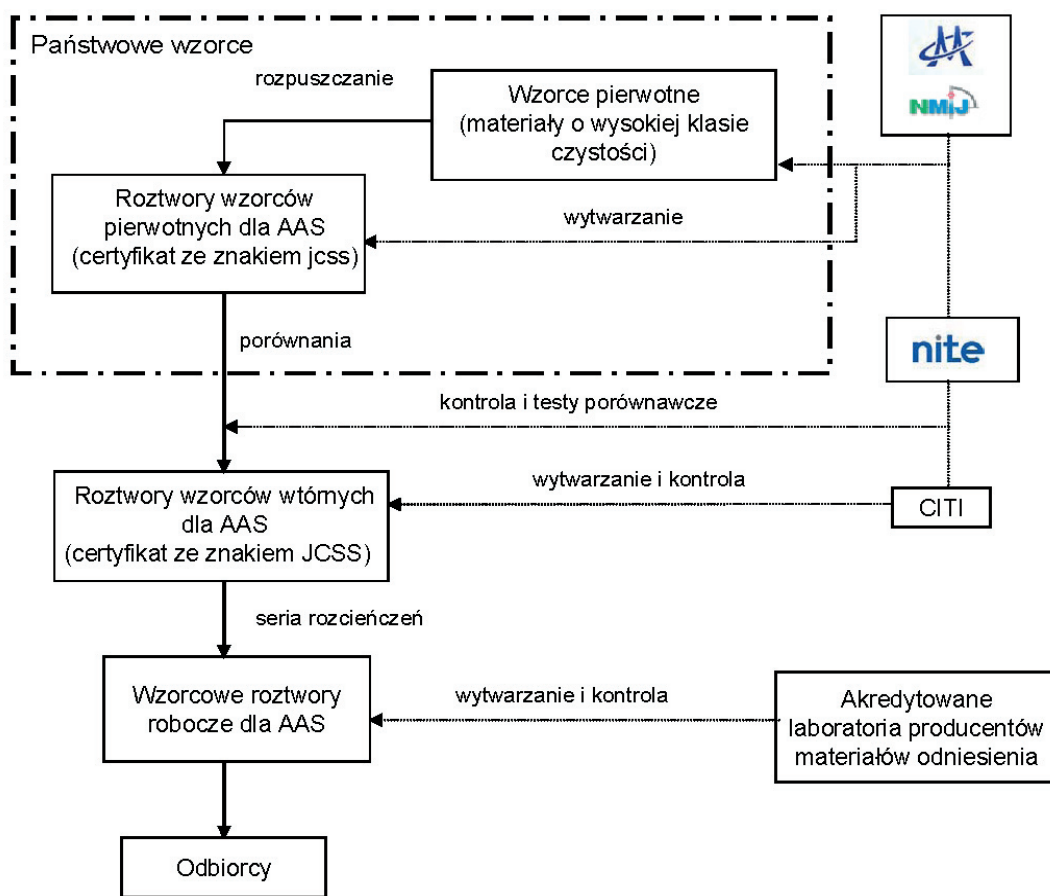
Do roku 1997 roztwory wzorcowe pochodzące z wyżej wymienionej serii NIST były przygotowywane metodą grawimetryczną, poprzez rozpuszczenie substancji wejściowych (np. metali, tlenków metali lub soli) o wysokiej klasie czystości (na poziomie 99,99 %), w odpowiedniej matrycy (najczęściej złożonej z 10 % roztworu wodnego HNO_3 lub HCl). Wszystkie tak sporządzane roztwory wzorcowe dla poszczególnych pierwiastków charakteryzowały się zawsze tą samą zawartością jonów, równą 10,00 mg/ml, oraz tą samą objętością, równą 50 ml. Niepewność względna stężenia roztworu wzorcowego potwierdzana świadectwem nie mogła przekroczyć wartości z zakresu $\pm 0,3$ %. Świadectwo dołączane przez NIST do przygotowanych roztworów wzorcowych ściśle określało także okres ich trwałości. Na podstawie własnych obserwacji NIST gwarantował roczną stabilność swoich produktów,

pod warunkiem właściwego ich przechowywania w oryginalnie zamkniętych szklanych ampułkach (zabezpieczających roztwór przed parowaniem). Dokument ten również opisywał procedurę przygotowywania roboczych roztworów z tych materiałów odniesienia. Polegała ona na serii rozcieńczeń roztworu wzorcowego przy zachowaniu stałej temperatury na poziomie (22 ± 1) °C.

Po roku 1997 metodyka wykonywania roztworów wzorcowych do AAS stosowana przez NIST uległa zmianie. W dalszym ciągu zachowano tę samą procedurę przygotowywania roztworów wykorzystującą metodę grawimetryczną oraz najwyższej klasy czystości substancje wejściowe. Utrzymano również poprzednią objętość roztworów wzorcowych, równą 50 ml. Wprowadzono jednakże dwie zmiany: 1) nowy sposób wyrażania nominalnego stężenia roztworu wzorców zapisywany jako ułamek masowy: mg/g; 2) użyto optycznej emisyjnej spektrometrii z jonizacją w indukcyjnie sprzężonej plazmie (ICP-OES) jako metody porównawczej do wyznaczania stężenia. Wartości wyznaczonego ułamka masowego podane w certyfikacie NIST (seria 3100 a) są najczęściej bliskie 10 mg/g. Nowe świadectwa NIST zawierają także dokładną instrukcję sposobu przygotowywania roztworów roboczych (w zakresie od 10 mg/kg do 100 mg/kg) z produkowanych materiałów odniesienia metodą wagową lub objętościową.

Institucje metrologiczne w Japonii

Na mocy obowiązującego w Japonii od roku 1974 systemu prawnego dotyczącego pomiarów (nowelizowanego w latach 1992 i 1997) instytucjami wyznaczonymi do utrzymywania i rozwoju państwowych wzorców (w tym również wzorcowych roztworów do AAS) są: Narodowy Instytut ds. Badań Chemicznych (NIMC), Krajowy Instytut Metrologii (NMIJ) [do roku 2000 był on Narodowym Laboratorium Badawczym ds. Metrologii (NMRL)] oraz Narodowy Instytut Techniki i Ewaluacji (NITE). Instytucje te wytwarzają pierwotne wzorce, a także opracowują dokładne metody sprawdzania klasy czystości substancji wejściowych oraz wzorców pierwotnych. Na podstawie wytworzonych przez nie wzorców pierwotnych przygotowywane są wzorce wtórne, których oceną i kontrolą zajmuje się specjalnie powołany organ jakim jest Inspekcja ds. Kontroli Chemicznej (CITI). Działania wszystkich tych instytucji są koordynowane poprzez wprowadzenie jednolitego systemu określanego jako Japan Calibration Service System (JCSS). Sporządzaniem roboczych roztworów wzorcowych przeznaczonych dla użytkowników zajmują się z kolei akredytowane laboratoria producentów materiałów odniesienia. Procedury wytwarzania tych ostatnich zostały ściśle określone przez Japoński Komitet ds. Norm Przemysłowych (JSA) i są wydane w jednej wspólnej serii oznaczonej jako JIS K na potrzeby inżynierii chemicznej. Sporządzane zgodnie z tymi normami robocze jednoskładnikowe roztwory wzorcowe podzielono na 11 klas w zależności od charakteryzującego je stężenia pierwiastka. Są one przygotowywane poprzez serię odpowiednio przeprowadzonych rozcieńczeń roztworów wzorców wtórnych. Oznaczenia stężeń poszczególnych klas wytworzonych wzorcowych roztworów roboczych dokonuje się przy zastosowaniu: metod miareczkowych (najczęściej kompleksometrycznych), metodą płomieniowej AAS oraz metodą spektrofotometryczną.



Struktura japońskiego systemu zapewnienia spójności pomiarowej przy wytwarzaniu roztworów wzorcowych do AAS

Miareczkowanie kompleksometryczne prowadzi się przy użyciu roztworu wersenianu dwusodowego (EDTA) o mianowanym stężeniu wyznaczonym na podstawie miareczkowania pierwotnego roztworu wzorcowego jonów Zn^{2+} (roztwór przygotowywany przez odpowiednią agendę państwową z wysokiej klasy czystości metalicznego cynku). Dla każdej klasy roztworu pomiary powtarza się od trzech do pięciu razy i korzystając z odpowiednich dla stosowanej metody analitycznej wzorów wyznacza się wartości stężeń oraz ich niepewności. Tak przygotowane robocze roztwory wzorcowe rozlewa się do szczelnie zamykanych pojemników z dołączonymi informacjami dotyczącymi terminu ich ważności oraz warunków koniecznych do zachowania ich właściwości (np. o użytkowaniu wzorców w badaniach prowadzonych najlepiej w temperaturze 20 °C, bowiem dla takiej temperatury oznaczane było ich stężenie nominalne).

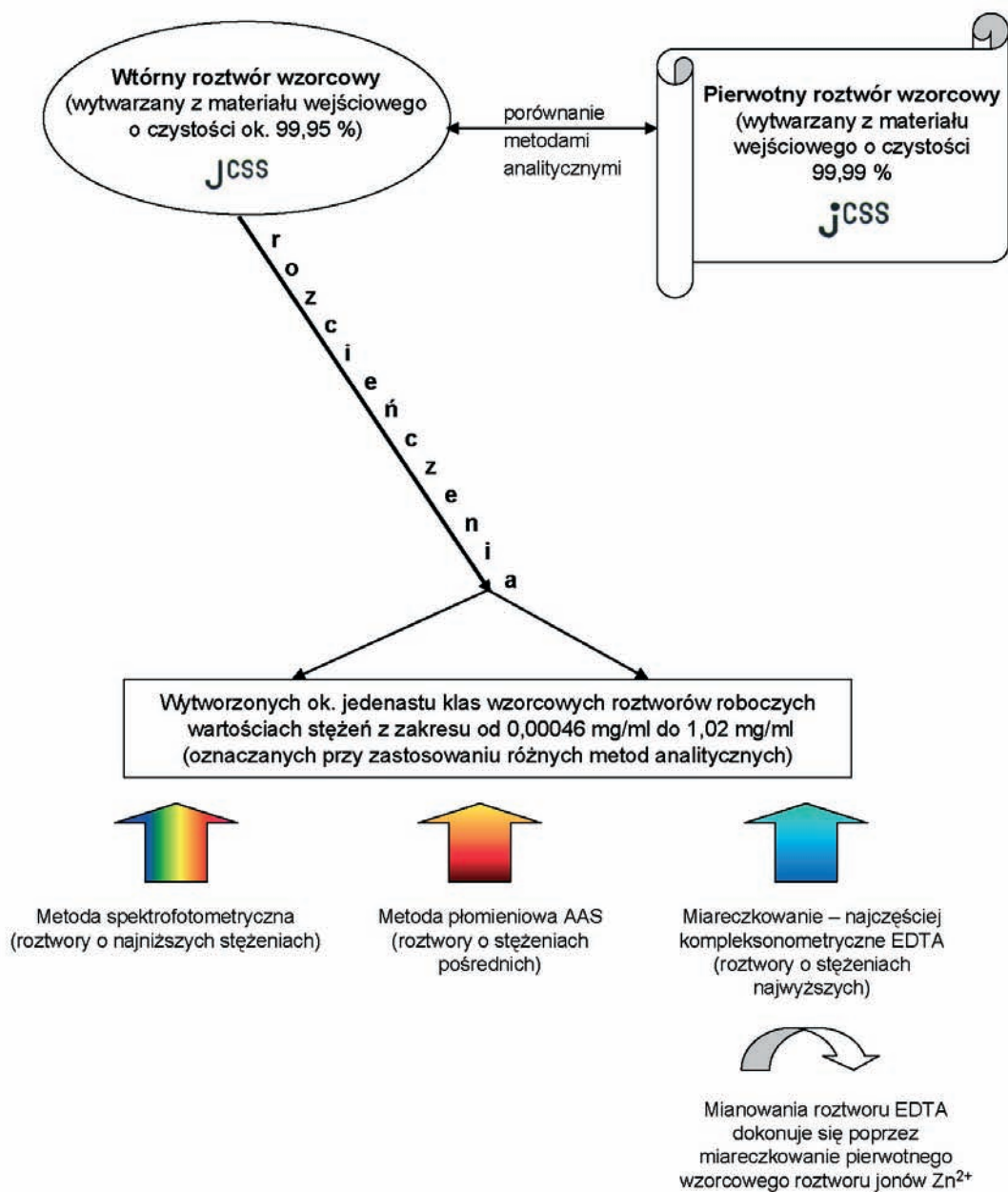
Instytucje metrologiczne w Niemczech

Niemcy opracowali swój system zapewnienia spójności pomiarowej na potrzeby chemii analitycznej w oparciu o wysokiej klasy czystości substancje wejściowe, które są traktowa-

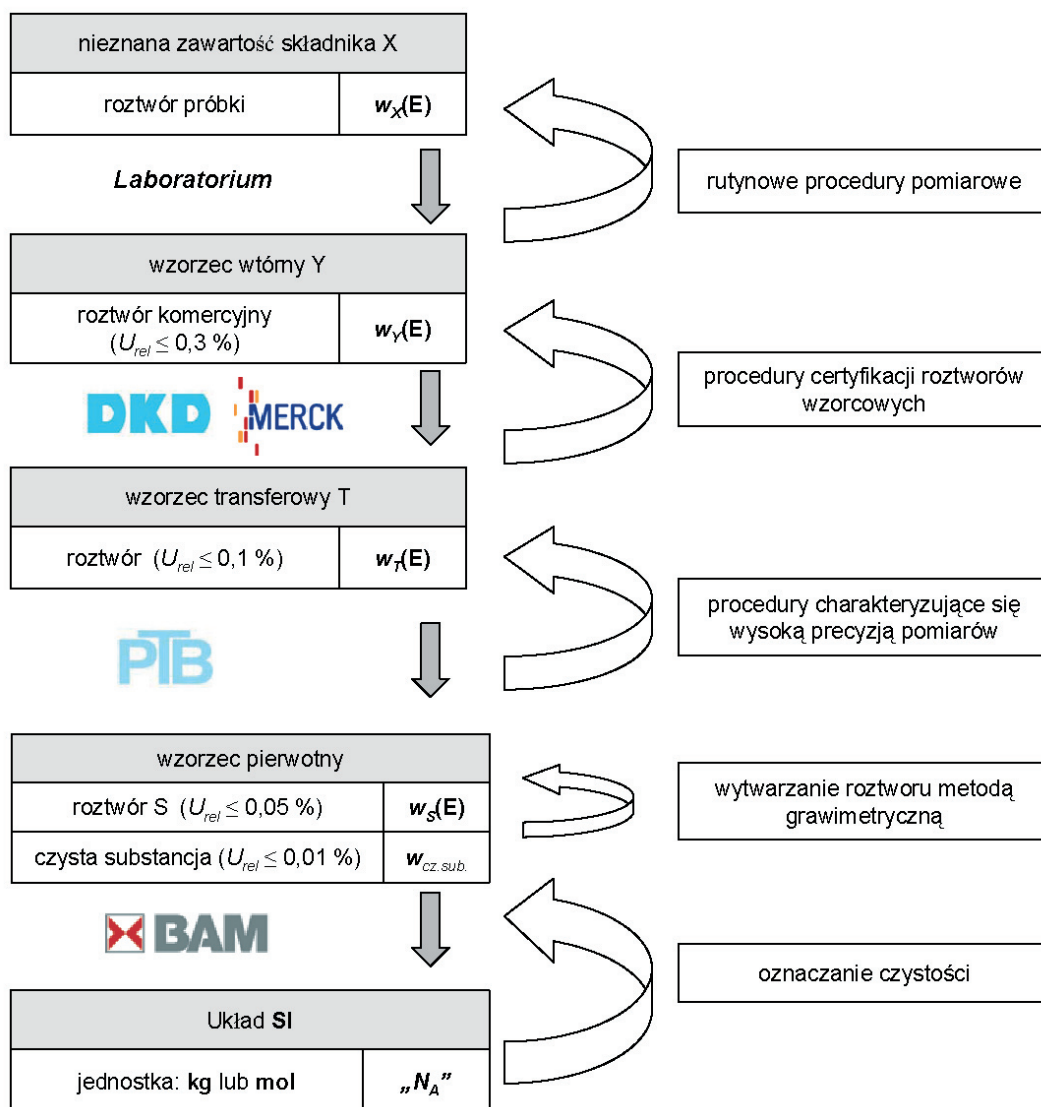
ne jako wzorce krajowe. Wytwarzane są one w niewielkich ilościach i spełniają one najwyższe wymagania metrologiczne. Wytwarzaniem ich zajmuje się Federalny Instytut Badania Materiałów i Testowania (BAM). Przy zastosowaniu najnowszych i najdokładniejszych metod pomiarowych (m.in. HR-ICP-MS, ICP-OES, czy ET AAS) oznaczane są w laboratoriach BAM ilości głównego składnika takich wzorcowych substancji wejściowych oraz wszelkie zanieczyszczenia. Niepewność względna oznaczeń dla tych substancji jest określona na poziomie $(0,01 \div 0,05)$ %. Z tych substancji wejściowych metodą grawimetryczną przygotowywane są jednopierwiastkowe roztwory wzorców pierwotnych. Za ich sporządzenie i certyfikację odpowiedzialne są laboratoria Federalnego Instytutu Metrologii (PTB). Dysponują one również precyzyjnymi metodami pomiarowymi jak BAM (np. ICP-OES i AAS) i odpowiednio zwalidowanymi procedurami badawczymi do przygotowywania roztworów wzorców transferowych, dla których stężenia głównego składnika oznaczane są z niepewnością względną na poziomie 0,1 %. Wytwarzaniem wzorców wtórnych przeznaczonych do sprzedaży dla użytkowników zajmują się akredytowane przez Niemiecki Serwis Kalibracyjny (DKD) laboratoria (np. firmy Merck KGaA). Ich sprzęt analityczny jest kalibrowany w oparciu o transferowe roztwory wzorcowe z PTB. Stężenie głównego składnika wtórnych roztworów wzorcowych jest oznaczane z niepewnością rzędu 0,3 %. Do chwili obecnej w Niemczech tym systemem objęte jest wytwarzanie roztworów wzorcowych takich pierwiastków jak: Cu, Fe, Bi, Ga, Na, K, Sn, W i Pb. Trwają już prace na rozszerzeniem tej procedury na wszystkie wytwarzane wzorce pierwiastkowe.

Słowacki Instytut Metrologiczny

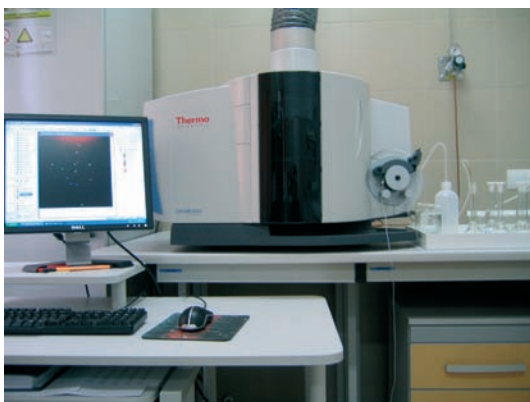
Na mocy ustawy „Prawo metrologiczne” na terenie Republiki Słowackiej działają następujące instytucje: Słowacki Urząd Normalizacji, Metrologii i Badań (ÚNMS SR), Państwowe Centrum Akredytacji (SNAS), Słowacki Instytut Normalizacyjny (SUTN) oraz Słowacki Instytut Metrologiczny (SMÚ) o randze krajowej instytucji metrologicznej. Do kluczowych zadań SMÚ należy między innymi: prowadzenie prac naukowo-badawczych w dziedzinie metrologii, uczestnictwo w międzynarodowych programach porównaniach międzylaboratoryjnych oraz zapewnienie gwarancji najwyższej jakości wytwarzanych w laboratoriach SMÚ certyfikowanych materiałów odniesienia. Wytwarzaniem i badaniem właściwości certyfikowanych materiałów odniesienia w ramach struktury organizacyjnej SMÚ zajmuje się Centrum Chemiczne, w którego skład wchodzi Laboratorium Wytwarzania Materiałów Odniesienia. Na potrzeby technik pomiarowych takich, jak atomowa emisyjna spektrometria (AES) i atomowa absorpcyjna spektrometria (AAS) oraz innych metod wymagających kalibracji sprzętu wykonywanych jest 37 rodzajów jednopierwiastkowych roztworów wzorcowych. Charakteryzujące je wszystkie takie samo co do wartości stężenie masowe 1 g/dm^3 jest oznaczane poprzez zastosowanie metod miareczkowych o wysokiej dokładności (m.in. wagowo-objętościowe miareczkowanie kompleksometryczne przy użyciu EDTA). Podawana w świadectwach wartość rozszerzonej niepewności dla wszystkich roztworów wzorcowych jest taka sama i równa $0,002 \text{ g/dm}^3$, a ich termin trwałości określony jest na okres dwóch lat.



Metody stosowane przez instytucje metrologiczne w Japonii



Metody stosowane przez instytucje metrologiczne w Niemczech (BAM, PTB, DKD)



Wszystkie opisane dotychczas metody wytwarzania wzorcowych roztworów do absorpcyjnej spektrometrii atomowej (AAS) opierają się na procedurach rozpuszczania odważek substancji wejściowych o wysokiej klasie czystości (powyżej 99,5 %) w odpowiednich matrycach. Roztwory te różnią się jednak między sobą wartościami stężeń, nieznacznie składem matryc (pod względem stężeń stosowanych kwasów nieorganicznych), a także objętością próbek dostępnych komercyjnie. W związku tymi właściwościami można przypuszczać, że mogą się one także różnić certyfikowanym terminem ich trwałości. Przeważnie producenci podają roczny termin ważności (np. NIST), jednakże można się spotkać również z okresem dwuletniej trwałości (np. roztwory sporządzane przez SMÚ).

Najistotniejszą różnicą pomiędzy procedurami wytwarzania i certyfikowania wzorcowych roztworów do atomowej spektrometrii absorpcyjnej są metody używane w różnych ośrodkach metrologicznych do oznaczania stężenia przygotowywanych serii roztworów. Wiodące ośrodki na świecie (np. NIST, BAM czy PTB) stosują optyczną emisyjną spektrometrię z jonizacją w indukcyjnie sprzężonej plazmie (ICP-OES). Pozostałe ośrodki wykorzystują na ogół w tym samym celu metody klasycznej chemii analitycznej, czyli miareczkowania (np. kompleksometryczne, potencjometryczne lub red-ox).

Inwestycja zrealizowana w połowie roku 2007 przez Główny Urząd Miar w Warszawie wyposażała laboratorium wytwarzające wzorce do AAS w optyczny spektrometr emisyjny ICP-OES. Zastosowanie tej techniki analitycznej umożliwi dostosowanie usług świadczonych przez GUM do standardów wiodących laboratoriów metrologicznych. W chwili obecnej rozpoczęto intensywne prace mające na celu opracowanie odpowiednich procedur przeznaczonych do wyznaczania stężeń głównych składników roztworów wzorcowych do AAS, a także określania poziomu zanieczyszczeń takich roztworów. Wdrożenie tej metody pomiarowej pozwoli Laboratorium Gęstości, Lepkości i Analizy Spektralnej GUM na przystąpienie do programu porównań międzylaboratoryjnych (krajowych, np. GUM i OUM w Łodzi, oraz zagranicznych), jaki i do programu badań biegłości. Po wypełnieniu wszystkich tych warunków GUM będzie się mógł ubiegać o umieszczenie wytwarzanych wzorców do AAS na listach CMC.

Dr Agnieszka Zoń

Laboratorium Gęstości, Lepkości i Analizy Spektralnej, Zakład Fizykochemii GUM