



---

**Numer  
publikacji**

**EA-04/16**

---


**Wytyczne EA  
dotyczące wyrażania  
niepewności  
w badaniach ilościowych**

**CEL**

Celem niniejszego dokumentu jest ujednoczenie sposobu postępowania przy wyznaczaniu niepewności pomiarów i wyników badań w ramach EA. W tym celu, w niniejszym dokumencie zamieszczono wskazówki oraz zalecenia odnośnie wyznaczania niepewności pomiarów i wyników badań.

## **Autorstwo**

Dokument został przygotowany przez Grupę Ekspertów EA w zakresie wyznaczania niepewności pomiarów, powołaną przez Komitet Laboratoryjny EA.

## **Język oficjalny**

Tekst może być tłumaczony na inne języki, w zależności od potrzeb. Angielska wersja językowa jest rozstrzygająca.

## **Prawa autorskie**

Prawa autorskie stanowią własność EA. Tekst oryginału nie może być kopiowany w celu dalszej sprzedaży.

## **Dodatkowe informacje**

W celu uzyskania dodatkowych informacji dotyczących tej publikacji należy skontaktować się z krajową organizacją członkowską EA. Zapraszamy do odwiedzania naszej strony internetowej w celu aktualizacji posiadanych informacji.  
<http://www.european-accreditation.org>

*Data opracowania: listopad 2003*

*Data wdrożenia: listopad 2004*

*Okres przejściowy: -----*

---

## **Uzupełnienie krajowe**

*Oryginał publikacji: EA-04/16 rev00 December 2003 EA guidelines on the expression of uncertainty in quantitative testing.*

*Tłumaczenie: Polskie Centrum Akredytacji, 20.06.2007 r.*

[www.pca.gov.pl](http://www.pca.gov.pl)

*Tekst tłumaczenia nie może być kopiowany w celu sprzedaży.*

*W celu uniknięcia nieporozumień, poniżej podano wyjaśnienie dotyczące przypisu<sup>1</sup>, zamieszczonego na stronie 5 niniejszego dokumentu.*

*Przypis ten dotyczy tekstu angielskiego oryginału. W polskim tłumaczeniu GUM angielski termin „evaluation” jest tłumaczony słowami „obliczanie” lub „określanie”. W tłumaczeniu niniejszego dokumentu konsekwentnie używane jest słowo „wyznaczanie”, jak zdecydowali o tym autorzy.*

---

## **SPIS TREŚCI**

---

- 1 WPROWADZENIE**
- 2 ZAKRES STOSOWANIA**
- 3 DEKLARACJA POLITYKI**
- 4 KRÓTKIE STRESZCZENIE PRZEWODNIKA GUM**
- 5 OMÓWIENIE POJĘĆ: POMIAR I BADANIE ILOŚCIOWE**
  - 5.1 Wymagania
  - 5.2 Określone problemy związane z wyznaczaniem niepewności w badaniu
- 6. WYKORZYSTANIE DANYCH Z WALIDACJI I PARAMETRÓW METODY DO WYZNACZANIA NIEPEWNOŚCI**
  - 6.1 Źródła danych z parametrów metody i z walidacji
  - 6.2 Dane gromadzone podczas walidacji i weryfikacji metody badawczej przed jej zastosowaniem
  - 6.3 Porównania międzylaboratoryjne parametrów metod badawczych zgodnie z ISO 5725 lub równoważnym dokumentem normatywnym
  - 6.4 Dane z procesu sterowania jakością badań lub pomiarów
  - 6.5 Dane z badań biegłości
  - 6.6 Znaczenie składowych niepewności
  - 6.7 Wykorzystanie danych z wcześniejszych badań
- 7 PRZEDSTAWIANIE WYNIKÓW BADAN ILOŚCIOWYCH**
- 8 STOPNIOWE WDRAŻANIE PROBLEMATYKI NIEPEWNOŚCI**
- 9 KORZYŚCI DLA LABORATORIÓW PŁYNĄCE Z WYZNACZANIA NIEPEWNOŚCI**
- 10 DOKUMENTY ŹRÓDŁOWE**
- 11 BIBLIOGRAFIA**
- 12 ZAŁĄCZNIK**

## 1 WPROWADZENIE

Przewodnik *Wyrażanie Niepewności Pomiaru* (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements – GUM) [1] jest uznany przez EA jako podstawowy dokument dotyczący niepewności pomiaru. Dlatego też ogólnie wymaga się, aby określone wytyczne lub zalecenia dotyczące wyznaczania niepewności w każdej dziedzinie objętej działalnością EA były zgodne z GUM.

Powszechnie przyjmuje się, że GUM może być również stosowany w odniesieniu do badań, chociaż warto podkreślić, że istnieje istotna różnica pomiędzy procedurami pomiarowymi i procedurami badawczymi. Sama natura niektórych procedur badawczych może powodować trudności w bezpośrednim wykorzystaniu GUM. W rozdziale 6 zamieszczone są wskazówki odnośnie postępowania w takich wypadkach.

Tam gdzie jest to możliwe wymaga się, aby akredytowane laboratoria badawcze postępowaly zgodnie z GUM przedstawiając niepewność związaną z wynikami ilościowymi. Podstawowym wymaganiem GUM jest stosowanie modelu dotyczącego wyznaczania niepewności. Model ten powinien obejmować wszystkie składowe, które mogą znacząco wpływać na niepewność związaną z wynikiem badania. Jednak istnieją sytuacje, kiedy niekonieczne jest tworzenie szczegółowego modelu. W takich wypadkach zaleca się stosowanie innych uznanych wytycznych lub innych metod opartych, na przykład, na wykorzystywaniu danych z walidacji lub parametrów metody.

Akredytowane laboratoria badawcze opracowały odpowiednie zasady współpracy z klientami aby zapewnić, że klient w pełni wykorzysta usługi laboratorium. Klienci mają prawo oczekiwać, że przedstawione przez laboratorium sprawozdania z badań są rzeczywiście poprawne, użyteczne oraz wyczerpujące. W zależności od sytuacji, klienci mogą być także zainteresowani właściwościami jakościowymi, a w szczególności:

- wiarygodnością wyników oraz ilościowym określeniem tej wiarygodności, na przykład poprzez podanie niepewności;
- poziomem zaufania do oświadczenia o zgodności danego wyrobu, które może być wnioskiem wynikającym z wyniku badania wraz z podaną niepewnością rozszerzoną.

Pozostałe właściwości jakościowe, takie jak powtarzalność, precyzja pośrednia odtwarzalności, poprawność, odporność czy selektywność są również ważne dla scharakteryzowania metody badawczej.

Niniejszy dokument nie odnosi się do wykorzystywania niepewności przy ocenie zgodności. W zasadzie, jakość wyniku badania nie odzwierciedla najlepszej możliwości lub najmniejszej niepewności. W rozdziale 2 podany jest zakres stosowania niniejszego przewodnika, a w rozdziale 3 przedstawiono deklarację polityki, przygotowaną wspólnie przez EUROLAB, EURACHEM i EA. W rozdziałach 4, 5 i 6 przedstawiono odpowiednie omówienia. W rozdziale 4 przedstawiono krótkie streszczenie GUM. W rozdziale 5 streszczono istniejące wymagania wynikające z ISO/IEC 17025 [7] oraz strategię postępowania dotyczącą wdrażania wyznaczania niepewności. W rozdziale tym omówiono również pewne trudności związane z wyznaczaniem niepewności w badaniach. W rozdziale 6 wyjaśniono, w jaki sposób można wykorzystywać dane otrzymane

z walidacji oraz dane o parametrach metody do wyznaczania niepewności w badaniach. Wymagania EA dotyczące podawania wyników pomiarów są przedstawione w rozdziale 7. Wytyczne dotyczące stopniowego wdrażania niepewności w badaniach są podane w rozdziale 8. Korzyści z szacowania niepewności związanej z wartościami otrzymanymi w badaniach ilościowych są pokazane w rozdziale 9.

## 2 ZAKRES STOSOWANIA

Celem niniejszego dokumentu jest przedstawienie zaleceń dotyczących wyznaczania<sup>1</sup> niepewności w badaniach ilościowych. Każde badanie, w którym otrzymuje się wartość liczbową dla danej cechy lub wielkości mierzonej jest nazywane badaniem ilościowym. Wyznaczanie niepewności przy wzorcowaniu jest opisane w dokumencie EA-4/02 [11].

## 3 DEKLARACJA POLITYKI

Poniżej podano fragment dokumentu ILAC-G17:2002 *Wprowadzenie problematyki niepewności pomiaru w badaniach w związku z wejściem do stosowania normy ISO/IEC 17025* [15].

1. *Zaleca się, aby stwierdzenie dotyczące niepewności pomiaru zawierało informacje dostateczne dla celów porównawczych;*
2. *GUM i norma ISO/IEC 17025 stanowią podstawowe dokumenty, ale mogą być jeszcze niezbędne specyficzne interpretacje dotyczące określonych dziedzin;*
3. *Obecnie bierze się pod uwagę tylko niepewność pomiaru w badaniach ilościowych. Strategia dotycząca postępowania z wynikami badań jakościowych powinna zostać opracowana przez społeczność naukową;*
4. *Zaleca się, aby podstawowym wymaganiem było albo oszacowanie niepewności całkowitej, albo zidentyfikowanie głównych składników wraz z próbą oszacowania ich wielkości i wielkości niepewności złożonej;*
5. *Podstawą do oszacowania niepewności pomiaru jest wykorzystanie istniejącej wiedzy. Zaleca się wykorzystanie danych eksperymentalnych (karty kontroli jakości, walidacja, badania okrężne, badania biegłości, certyfikowane materiały odniesienia, podręczniki itp.);*
6. *W przypadku stosowania metod standardowych mamy do czynienia z trzema przypadkami:*
  - ♦ *kiedy stosowana jest metoda standardowa, w której podano wytyczne do szacowania niepewności, nie oczekuje się od laboratorium badawczego nic więcej jak tylko postępowania zgodnie z procedurą szacowania niepewności podaną w opisie metody standardowej<sup>2</sup>;*
  - ♦ *jeżeli norma podaje typową niepewność pomiaru dla wyników badań, pozwala się laboratorium obliczać tą wartość, jeżeli mogą wykazać pełną zgodność z metodą badawczą;*

---

<sup>1</sup> Termin *wyznaczanie* (ang. *evaluation* – przyp. tłumacza) został użyty jako bardziej odpowiedni niż termin *oszacowanie* (ang. *estimation* – przyp. tłumacza). *Wyznaczanie* jest terminem bardziej ogólnym i ma zastosowanie do różnych podejść dotyczących niepewności. Wyboru tego dokonano również w celu zachowania zgodności ze słownictwem stosowanym w GUM.

<sup>2</sup> Laboratorium musi wykazać pełną zgodność z metodami badań.

- ♦ jeżeli norma podaje niepewność pomiaru rezultatów badania, nie wymaga się dalszych działań<sup>2</sup>(tekst przypisu na poprzedniej stronie – przyp. tłumacza)

Zaleca się nie oczekiwać by laboratoria robiły coś więcej ponad uświadomienie sobie i zastosowanie informacji dotyczących niepewności podanych w normie, tj. obliczenie odpowiedniej wartości lub postępowanie zgodnie z odpowiednią procedurą szacowania niepewności. Zaleca się, aby normy zawierające metody badań były przeglądane w odniesieniu do szacowania i stwierdzania niepewności rezultatów badań i odpowiednio nowelizowane przez organizacje normalizacyjne.

7. Wymagana głębokość szacowania niepewności może być różna w różnych dziedzinach. Pod uwagę należy wziąć następujące czynniki:
  - ♦ powszechne rozumienie;
  - ♦ wpływ niepewności pomiaru na rezultat (odpowiedniość określenia);
  - ♦ odpowiedniość;
  - ♦ klasyfikacja stopnia dokładności w określeniu niepewności pomiaru.
8. W pewnych przypadkach wystarczające może być podanie jedynie odtwarzalności;
9. Kiedy oszacowanie niepewności jest ograniczone, każde sprawozdanie dotyczące niepewności musi to jasno podawać;
10. Zaleca się nie opracowywanie nowych wytycznych wówczas, kiedy użyteczne wytyczne już istnieją.

#### 4 KRÓTKIE STRESZCZENIE PRZEWODNIKA GUM

Podane w przewodniku GUM zasady wynikają z jasnych podstaw teoretycznych i dzięki temu zapewniają spójne oraz możliwe do przenoszenia wyznaczanie niepewności, a także metrologiczną spójność pomiarową. W poniższych akapitach przedstawiono zwięzłą interpretację podstawowych idei i koncepcji.

W przewodniku GUM można wskazać trzy poziomy – są to podstawowe koncepcje, zalecenia i procedury wyznaczania niepewności. Zgodność wymaga zaakceptowania podstawowych koncepcji i postępowania według zaleceń. Podstawowa procedura wyznaczania przedstawiona w GUM – prawo propagacji niepewności – może być stosowana do modelu liniowego lub modelu aproksymacji liniowej (patrz opis poniżej). Procedura ta powinna być stosowana wszędzie tam gdzie jest to możliwe, ponieważ jest prosta i łatwa do wprowadzenia. Niemniej możliwe jest, że w pewnych przypadkach konieczne może być stosowanie bardziej zaawansowanych metod, takich jak model rozwinięcia funkcji wyższego rzędu lub propagacja rozkładów prawdopodobieństwa.

Podstawowymi koncepcjami w wyznaczaniu niepewności są:

- wiedza o każdej wielkości, która wpływa na wielkość mierzoną (mezurand – przyp. tłumacza) z zasady nie jest pełna i może być wyrażona w postaci funkcji gęstości prawdopodobieństwa (PDF) (Probability Density Function – przyp. tłumacza) wartości dających się przypisać do danego parametru na podstawie tej wiedzy;
- oczekiwana wartość tej funkcji PDF jest przyjmowana jako najlepsze przybliżenie wartości danej wielkości;

- odchylenie standardowe tej funkcji PDF jest przyjmowane jako niepewność standardowa związana z tym oszacowaniem;
- dana funkcja PDF jest oparta na wiedzy o wielkości, o której można wnioskować na podstawie:
  - powtarzanych pomiarów – wyznaczanie typu A
  - naukowej ocenie opartej na wszystkich dostępnych informacjach o wszystkich możliwych wpływach na zmienność danej wielkości – wyznaczanie typu B.

W niniejszym dokumencie przyjmuje się, że GUM jest oparty na:

- modelu sformułowanym na obliczeniu dotyczącym wzajemnego powiązania wielkości wejściowych, które wpływają na wielkość mierzona;
- poprawkach włączonych do modelu na obliczanie systematycznych wpływów; takie poprawki są istotne dla uzyskania spójności z ustalonymi odniesieniami (np. certyfikowane materiały odniesienia – CRM's, referencyjne procedury pomiarowe, jednostki SI)
- podawaniu wyniku pomiaru w taki sposób, aby wyspecyfikowana była wartość i ilościowy wskaźnik jakości tego wyniku.
- podaniu, jeżeli jest to wymagane, przedziału obejmującego wynik pomiaru, co do którego oczekuje się, że będzie obejmował znaczącą część wartości, które mogą być racjonalnie przypisane wielkości mierzonej. Ten przedział, często określany terminem niepewność rozszerzona, jest niezmiernie przydatnym ilościowym wskaźnikiem jakości wyniku. Niepewność rozszerzona jest często wyrażana jako wielokrotność niepewności standardowej. Współczynnik wielokrotności w tym przypadku to współczynnik rozszerzenia  $k$  (patrz rozdział 7).

Proces wyznaczania niepewności obejmuje cztery etapy:

- Wyprowadzenie modelowego równania pomiaru. Ponieważ, w zasadzie jest to najtrudniejsza część procesu wyznaczania niepewności, zaleca się wykorzystanie zależności przyczynowo – skutkowych łączących wielkości wejściowe z wielkością mierzoną.
- Podanie funkcji gęstości prawdopodobieństwa (PDFs) dla wielkości wejściowych do danego modelowego równania, jeżeli będą dostępne informacje dotyczące tych wielkości. W praktyce, w wielu wypadkach potrzebne jest tylko określenie oczekiwanej wartości oraz odchylenia standardowego dla każdej PDF, to jest najlepsze oszacowanie każdej wielkości oraz niepewności standardowej związanej z tym oszacowaniem.
- Propagacja niepewności. Podstawowa procedura (prawo propagacji niepewności) może być stosowana do modelu liniowego lub modelu aproksymacji liniowej, ma jednak pewne ograniczenia. Grupa Robocza Wspólnego Komitetu do spraw Przewodników w zakresie Metrologii (JCGM) przygotowuje wytyczne dotyczące bardziej ogólnej metody (propagacja PDFs), które obejmują prawo propagacji niepewności jako specjalny przypadek.

- Wyrażenie pełnego wyniku pomiaru poprzez podanie najlepszego oszacowania wartości wielkości mierzonej, złożonej niepewności standardowej związanej z tym oszacowaniem oraz niepewności rozszerzonej (Rozdział 7).

W GUM [1] przedstawiono wytyczne dotyczące podawania pełnego wyniku pomiaru w rozdziale 7, zatytułowanym „Podawanie niepewności”. Rozdział 7 niniejszego dokumentu jest zgodny z zaleceniami GUM oraz podano w nim kilka bardziej dokładnych wytycznych. Warto podkreślić, że przewodnik GUM dopuszcza wykorzystanie albo złożonej niepewności standardowej  $u_c(y)$ , albo niepewności rozszerzonej  $U(y)$ , to jest połowa szerokości przedziału dla określonego poziomu ufności, jako niepewność pomiaru. Tym niemniej, jeżeli stosuje się niepewność rozszerzoną, należy zawsze podać wartość współczynnika rozszerzenia  $k$ , który odpowiada wartości  $U(y)/u_c(y)$ .

W celu wyznaczenia niepewności związanej z wielkością mierzoną  $Y$  konieczna jest tylko znajomość:

- równania modelowego,  $Y = f(X_1, \dots, X_N)$ ,
- najlepszego oszacowania  $x_i$  dla wszystkich wielkości wejściowych  $X_i$ ,
- niepewności  $u(x_i)$  związanych z  $x_i$  oraz współczynników korelacji  $r(x_i, x_j)$ , związanych z  $x_i$  i  $x_j$ .

Najlepszym oszacowaniem  $x_i$  jest wartość oczekiwana danej funkcji PDF dla  $X_i$ , gdzie  $u(x_i)$  jest odchyleniem standardowym tej funkcji PDF, a  $r(x_i, x_j)$  jest współczynnikiem kowariancji pomiędzy  $x_i$  i  $x_j$  oraz odchyłeń standardowych.

W celu ustalenia złożonej niepewności standardowej  $u_c(y)$  związanej z wynikiem pomiaru, nie jest dodatkowo konieczna znajomość funkcji PDF. Natomiast przy ustalaniu połowy szerokości przedziału dla określonego poziomu ufności, to jest niepewności rozszerzonej, znajomość PDF jest konieczna. W tym drugim przypadku wymagana jest szersza wiedza, gdyż oba parametry, wartość oczekiwana i odchylenie standardowe nie spełniają w pełni funkcji PDF chyba, że wiadomym jest, iż mamy do czynienia z rozkładem Gaussa.

W rozdziale 7 podane są wytyczne dotyczące obliczania niepewności rozszerzonej w tych przypadkach, gdzie nie można założyć gaussowskiego rozkładu funkcji PDF dla wielkości mierzonej  $Y$ .

## 5 OMÓWIENIE POJĘĆ: POMIAR I BADANIE ILOŚCIOWE

### 5.1 Wymagania

W zasadzie norma 17025 nie włącza nowych wymagań dotyczących niepewności pomiaru, ale traktuje o niej znacznie dokładniej niż poprzednie dokumenty normatywne:

#### **„5.4.6 Szacowanie niepewności pomiaru**

**5.4.6.1** *Laboratorium wzorcujące lub laboratorium badawcze przeprowadzające własne wzorcowania powinno mieć i stosować procedurę szacowania niepewności pomiaru dla wszystkich wzorcowań i typów wzorcowań.*

**5.4.6.2** *Laboratoria badawcze powinny mieć i stosować procedury szacowania niepewności pomiaru. W pewnych przypadkach charakter metody badawczej może uniemożliwić ściśle, metrologicznie i statystycznie*



uzasadnione, obliczenie niepewności pomiaru. W tych przypadkach laboratorium powinno przynajmniej starać się zidentyfikować wszystkie składniki niepewności i racjonalnie je oszacować oraz zapewnić, że sposób przedstawiania wyników nie daje błędnego wrażenia odnośnie do niepewności. Racjonalne oszacowanie powinno być oparte na wiedzy o możliwościach metody oraz o zakresie pomiarowym i powinno wykorzystywać, na przykład, wcześniejsze doświadczenie oraz dane z walidacji.

**UWAGA 1** Ścisłość szacowania niepewności pomiaru zależy od takich czynników, jak:

- wymagania zawarte w metodzie badawczej;
- wymagania klienta;
- istnienie wąskiego zakresu granic będących podstawą do podjęcia decyzji o zgodności ze specyfikacją.

**UWAGA 2** W przypadkach, gdy laboratorium wykonuje badania według dobrze znanej metody, w której określono graniczne wartości głównych źródeł niepewności pomiarów oraz sposób prezentacji obliczonych wyników i przedstawia te wyniki według instrukcji (patrz 5.10), uznaje się, że spełnia ono wymagania niniejszego rozdziału.

**5.4.6.3** Przy szacowaniu niepewności pomiaru należy wziąć pod uwagę wszystkie składniki niepewności, które są istotne w danej sytuacji, z wykorzystaniem odpowiednich metod analizy.

**UWAGA 1** Źródła składowych niepewności obejmują, ale niekoniecznie ograniczają się do tego, stosowane wzorce odniesienia i materiały odniesienia, stosowane metody i wyposażenie, warunki środowiskowe, właściwości i stan obiektów poddawanych badaniu lub wzorcowaniu oraz wykonawcę badania.

**UWAGA 2** Przy szacowaniu niepewności pomiaru z reguły nie bierze się pod uwagę przewidywanego długoterminowego zachowania się obiektu badanego i/lub wzorcowanego.

**UWAGA 3** Dalsze informacje można znaleźć w ISO 5725 oraz w Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements (patrz bibliografia).”

## 5.2 Określone problemy związane z wyznaczaniem niepewności w badaniu

Terminy „wynik badania” i „wynik pomiaru” odnoszą się do dwóch dobrze zdefiniowanych pojęć. W metrologii stosuje się słowo „wielkość mierzona” (mezurand), tak jak zostało zdefiniowane w VIM [2, rozdział 2.6], natomiast w badaniach preferuje się słowo „właściwość”, tak jak zostało zdefiniowane w normie ISO 3534-2 [6].

<p><b>Wielkość mierzona</b> (VIM 2.6) Wielkość określona, stanowiąca przedmiot pomiaru</p>	<p><b>Właściwość</b> (ISO 3534) Cecha, która pomaga odróżniać obiekty w danej populacji</p>
<p><b>Wielkość (mierzalna)</b> (VIM 1.1) Cecha zjawiska, ciała lub substancji, którą można wyróżnić jakościowo i wyznaczyć ilościowo</p>	<p>[przytłumaczenia – definicja podana w PN-ISO 3534-1:2002: Cecha charakterystyczna jednostki umożliwiająca jej identyfikację lub zróżnicowanie jednostek w danej populacji. UWAGA – Właściwość może być właściwością mierzalną (liczbową) lub właściwością jakościową (atrybutową)]</p>

Różnica w terminologii wykorzystywanej w „pomiarach” i „badaniach” będzie lepiej rozumiana, jeżeli dokonamy porównania definicji dotyczącej realizacji tych dwóch operacji:

<p><b>Pomiar</b> (VIM 2.1) Zbiór operacji mających na celu wyznaczenie wartości wielkości.</p>	<p><b>Badanie</b> (ISO/IEC Guide 2 [3]) Działanie techniczne, które polega na określeniu jednej lub wielu właściwości danego wyrobu, procesu lub usługi, zgodnie z ustaloną procedurą.</p>
--	--

Wielkość mierzona zdefiniowana w słowniku VIM jest zatem szczególnym przypadkiem właściwości zdefiniowanej w ISO 3535 (powinno być ISO 3534, błąd oryginału – przyp. tłumacza) w sensie tego, że dobrze zdefiniowana właściwość może być uważana jako wielkość mierzona. W szczególności właściwość ilościowa jest „wielkością” w definicji VIM, a w trakcie realizacji badania wartość wielkości będzie określana przez pomiar. Z tego wynika, że można oczekiwać, iż cechy wyników pomiarów i ilościowych wyników badań będą identyczne. Oprócz tego, w obu wypadkach istotna jest odpowiednia definicja wielkości mierzonej lub odpowiednia definicja właściwości. Tutaj „odpowiednia” oznacza dostatecznie dokładna i odnosząca się do procesu mierzenia lub badania, i czasami odnosząca się również do dalszego wykorzystania wyniku.

Tym niemniej jednak, w praktyce pomiarowej występują zasadnicze różnice (jak to jest widoczne przy wzorcowaniu i badaniu), a te różnice wpływają na postępowanie przy wyznaczaniu niepewności:

*Proces pomiaru* zwykle daje wynik, który z zasady jest niezależny od metody pomiaru poza różnymi niepewnościami związanymi z różnymi metodami. Na przykład, można oczekiwać, że wartość temperatury wskazywana przez termometr rtęciowy i platynowy termometr oporowy będzie taka sama (w zakresie określonym przez związane z nimi niepewności), ale niepewność związana z pierwszą wartością będzie znacznie większa niż ta związana z drugą.

*Wynik badania* zwykle zależy od metody i od określonej procedury wykorzystanej do wyznaczenia właściwości, czasami silnie. Ogólnie rzecz ujmując, różne metody badawcze mogą dawać różne wyniki, ponieważ właściwość jest niekoniecznie dobrze zdefiniowaną wielkością mierzoną.

W trakcie realizacji *procedur pomiarowych*, należy utrzymywać standardowe wartości warunków środowiskowych i realizacji albo należy je mierzyć w celu zastosowania współczynników korygujących, aby można było podać wyniki odniesione do warunków standardowych. Na przykład podczas pomiarów wymiarów należy mierzyć temperaturę obrabianego przedmiotu, aby można było skorygować wyniki o współczynnik wynikający z rozszerzalności cieplnej materiału, a podczas pomiarów przepływu gazu ciśnienie i temperatura powinny być albo utrzymywane w wyspecyfikowanych wartościach albo mierzone i wykorzystane jako podstawa dla korekcji.

*Metody badawcze* są często zdefiniowane przez konwencje. Konwencje te odzwierciedlają różne związki lub cele:

- badanie musi być reprezentatywne dla rzeczywistych warunków użytkowania wyrobu;
- warunki badania są często kompromisem pomiędzy skrajnymi warunkami użytkowania;
- warunki badania powinny być łatwe do odtworzenia w laboratorium;
- zaleca się, aby warunki pojedynczego badania zapewniały panowanie nad zmiennością wyników badań.

W celu osiągnięcia ostatniego z podanych wyżej celów określa się nominalne wartości i ich tolerancje dla istotnych warunków w badaniach. Często specyfikuje się temperaturę badania, np.  $38^{\circ}\text{C}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Niestety, nie wszystkie warunki mogą być nadzorowane. Ten niedostatek wiedzy wprowadza zmienność w wynikach.

Pożądaną cechą metody badawczej jest możliwość panowania nad taką zmiennością.

W przypadku badań, do wyrażania wyników wykorzystuje się wskaźnik (taki jak wielkość fizyczna). Na przykład, czas zapłonu jest często wykorzystywany jako wskaźnik w badaniach palności. Niepewność związana z pomiarem czasu zapłonu dodaje zmienność do wyników badań. Wprawdzie ten udział w zmienności jest pomijalnie mały w stosunku do udziałów wnoszonych przez sam charakter metody i niekontrolowane warunki, to jednak zaleca się potwierdzenie tego aspektu.

Zaleca się, aby laboratoria badawcze poddały dokładnej analizie wszystkie elementy metody badawczej oraz warunki panujące podczas wykonywania badań tą metodą w celu wyznaczenia niepewności związanej z wynikiem badania.

W zasadzie, model matematyczny opisujący procedurę badawczą może być ustalony zgodnie z tym, co zaproponowano w GUM. Jednak ustalenie modelu może być niewykonalne z przyczyn ekonomicznych lub też innych. W takich przypadkach można zastosować podejście alternatywne. W szczególności, główne źródła zmienności można często ocenić poprzez porównania międzylaboratoryjne, jak podano to w normie ISO 5725 [8], które dają oszacowanie powtarzalności, odtwarzalności i (czasami) poprawność metody.

Pomimo omówionych powyżej różnic w terminologii, dla potrzeb tego dokumentu, ilościowy wynik badania jest traktowany jako wynik pomiaru w rozumieniu stosowanym w GUM. Najistotniejszą różnicą jest to, że dostępność wyczerpującego modelu matematycznego, który opisuje wszystkie wpływy na wielkość mierzoną, jest mniej możliwa w badaniu. Dlatego też wyznaczanie niepewności w badaniu może wymagać wykorzystania wyników walidacji i charakteryzowania właściwości metody, jak to opisano w rozdziale 6.

## **6 WYKORZYSTANIE DANYCH Z WALIDACJI I PARAMETRÓW METODY DO WYZNACZANIA NIEPEWNOŚCI**

### **6.1 Źródła danych z parametrów metody i z walidacji**

Zbadane właściwości parametrów metod badawczych są często istotne w wyznaczaniu niepewności związanej z wynikami (rozdział 4). Jest to szczególnie prawdziwe, gdy wyniki podlegają ważnym i nieprzewidywalnym wpływom, które najlepiej jest traktować jako wpływy przypadkowe lub, gdy

określenie wyczerpującego modelu matematycznego jest praktycznie niemożliwe. Dane z parametrów metody bardzo często obejmują również jednoczesny wpływ kilku źródeł niepewności i ich wykorzystanie może odpowiednio uprościć proces wyznaczania niepewności. Informacje dotyczące parametrów metody badawczej zwykle uzyskuje się z:

- danych gromadzonych podczas walidacji i weryfikacji metod badawczych przed wdrożeniem ich do stosowania w laboratorium,
- porównań międzylaboratoryjnych zgodnie z normą ISO 5725,
- danych gromadzonych podczas sterowania jakością badań (są to na przykład próbki kontrolne),
- programów badania biegłości jak to opisano w EA-3/04 [10].

W rozdziale tym przedstawiono ogólne wytyczne dotyczące zastosowania danych z każdego z tych źródeł.

## 6.2 Dane gromadzone podczas walidacji i weryfikacji metody badawczej przed jej zastosowaniem

6.2.1 W praktyce, przydatność metody badawczej stosowanej do badań rutynowych jest często sprawdzana w trakcie badań związanych z walidacją metody i jej weryfikacją. Zgromadzone w ten sposób dane mogą dostarczyć informacji do wyznaczania niepewności dla metod badawczych. Badania walidacyjne dotyczące ilościowych metod badawczych zwykle wyznaczają niektóre lub wszystkie z opisanych poniżej parametrów:

Precyzja. Badania wewnątrz laboratorium pozwalają wyznaczyć precyzję w warunkach powtarzalności i w warunkach pośrednich, najlepiej w określonym przedziale czasu, przy udziale różnych analityków i dla różnych rodzajów obiektów badań. Wyznaczona precyzja procedury badawczej jest istotnym składnikiem całkowitej niepewności, czy to wyznaczonej przez połączenie indywidualnych wariancji czy też poprzez badanie zachowania się całej metody podczas jej realizacji.

Obciążenie (ang. bias – przyp. tłumacza). Obciążenie metody badawczej jest zwykle wyznaczone przez badanie odpowiednich materiałów odniesienia lub próbek badawczych. Celem zwykle jest określenie i wyeliminowanie znaczącego obciążenia. Zazwyczaj niepewność związana z określeniem obciążenia jest ważnym składnikiem niepewności całkowitej.

Liniowość. Liniowość jest ważną właściwością metod używanych do wykonywania pomiarów w ich zakresie. Często wykonuje się korekcje znaczącej nieliniowości poprzez stosowanie nieliniowych funkcji kalibracyjnych. Alternatywnym rozwiązaniem, pozwalającym uniknąć efektu nieliniowości, jest ograniczenie zakresu stosowania metody (do obszaru, w którym przebieg jest liniowy – przyp. tłumacza). Zwykle dostateczne obliczenia dotyczące wszelkich pozostałych odchyłeń od liniowości są robione poprzez wykorzystanie danych dotyczących precyzji całkowitej. Jeżeli odchylenia te są nieznaczące w porównaniu z niepewnościami związanymi z wzorcowaniem, nie wymaga się dalszego wyznaczania niepewności (związanej z tymi odchyleniami – przyp. tłumacza).

Wykrywalność. Dolna granica możliwości działania metody badawczej może zostać ustalona. Otrzymana wartość nie nadaje się bezpośrednio do wyznaczenia niepewności. Niepewność w rejonie dolnej granicy lub w jej pobliżu jest prawdopodobnie znaczna w porównaniu z wartością wyniku, co jest przyczyną praktycznych trudności w ocenie i przedstawianiu niepewności. Rekomenduje się odpowiednią literaturę dotyczącą postępowania i przedstawiania wyników w tym obszarze [13].

Selektywność i specyficzność. Te pojęcia dotyczą zdolności metody do reagowania na właściwą wartość mierzoną w obecności oddziaływań przeszkadzających i są szczególnie ważne w badaniach chemicznych. Selektywność i specyficzność są, jednakże, pojęciami jakościowymi i nie dają bezpośredniej informacji o niepewności, chociaż wpływ efektów przeszkadzających może w zasadzie być wykorzystany w wyznaczaniu niepewności [12].

Moc lub Odporność. W wielu projektach metod lub protokołach walidacyjnych wymaga się, aby czułość względem poszczególnych parametrów była badana bezpośrednio. Dane odnośnie odporności mogą zatem dostarczyć informacji dotyczących wpływu ważnych parametrów i są szczególnie ważne w ustalaniu czy dany wpływ jest znaczący [13].

#### 6.2.2 Zaleca się, aby badania eksperymentalne parametrów metody były realizowane ostrożnie. W szczególności:

- *Reprezentatywność* jest istotna: zaleca się, aby na tyle na ile jest to możliwe, badania (parametrów metody – przyp. tłumacza) były prowadzone tak, żeby dostarczyć rzeczywisty przegląd liczby i zakresu oddziaływań występujących podczas normalnego stosowania metody, jak również obejmowały przedział wartości i rodzaje próbek w zakresie metody. Oszacowania precyzji obejmujące szeroką różnorodność źródeł zmienności są szczególnie właściwe pod tym względem.
- Wówczas, kiedy przewiduje się wzajemne oddziaływania czynników, zaleca się zbadanie wpływów tych oddziaływań. Można to uzyskać albo poprzez zapewnienie przypadkowego wyboru z różnych poziomów wzajemnie oddziaływujących parametrów albo poprzez staranne zaprojektowanie (tego elementu badania parametrów metody – przyp. tłumacza), aby otrzymać informacje dotyczące zarówno wariancji jak i kowariancji.
- Przy ocenie całkowitego obciążenia, ważne jest, aby stosowane materiały odniesienia i wartości były reprezentatywne dla materiałów rutynowo badanych (w laboratorium – przyp. tłumacza).

Staranne zaprojektowanie eksperymentu jest nie do przecenienia, aby zapewnić, że wszystkie mające znaczenie czynniki zostały należycie uwzględnione i prawidłowo wyznaczone.

6.2.3 Ogólne zasady stosowania danych z walidacji i parametrów do wyznaczania niepewności są podobne do tych, które mają zastosowanie i są wykorzystywane przy wyznaczaniu danych parametrów (p. wyżej). Tym niemniej, możliwe jest, że dostępne dane z parametrów metody nie obejmą wszystkich składowych. W związku z tym konieczne będzie dodatkowe oszacowanie. Typowe procedury stosowane w tym celu są następujące:

- Utworzenie listy istotnych źródeł niepewności. Zazwyczaj wygodnie jest włączyć wszystkie mierzone wielkości, które są stałe w czasie badania oraz włączyć odpowiednie składniki precyzji do obliczeń dotyczących zmienności poszczególnych pomiarów lub metody badania jako całości. Diagram przyczynowo skutkowy [13] jest bardzo wygodnym sposobem do zreasumowania źródeł niepewności pokazującym ich wzajemne oddziaływanie na siebie i wskazującym ich wpływ na niepewność związaną z wynikiem.
- Zebranie dostępnych danych o parametrach metody i z wzorcowania (kalibracji).
- Sprawdzenie, aby stwierdzić, które źródła niepewności są właściwie obliczone dla dostępnych danych. W zasadzie nie zawsze konieczne jest uzyskanie oddzielnie oddziaływań wszystkich składowych; wówczas, gdy kilka oddziaływań wpływa na całkowitą wartość parametru, do obliczeń wszystkie one mogą być brane pod uwagę łącznie. Dlatego też dane dotyczące precyzji obejmujące szeroką różnorodność źródeł zmienności są szczególnie użyteczne, ponieważ często będą zawierać wiele oddziaływań jednocześnie (ale należy zauważyć, że zazwyczaj same dane dotyczące precyzji są niewystarczające, chyba, że wszystkie inne czynniki zostały ocenione i wykazano, że są one pomijalne).
- Dla wszystkich źródeł niepewności, które nie są należycie uwzględnione w istniejących danych pomiarowych, albo należy szukać dodatkowych informacji w literaturze lub dostępnych dokumentach (certyfikaty, specyfikacje wyposażenia itp.), albo zaplanować eksperymenty w celu uzyskania wymaganych dodatkowych danych.

### **6.3 Porównania międzylaboratoryjne parametrów metod badawczych zgodnie z ISO 5725 lub równoważnym dokumentem normatywnym**

6.3.1 Porównania międzylaboratoryjne prowadzone zgodnie z ISO 5725 zwykle dostarczają informacji o wartości odchylenia standardowego powtarzalności  $s_p$  i odchylenia standardowego odtwarzalności  $s_R$  (oba pojęcia są zdefiniowane w ISO 3534-1 [5]) oraz mogą zapewnić oszacowanie poprawności (wyznaczonej jako obciążenie względem znanej wartości odniesienia). Zastosowanie tych danych do wyznaczenia niepewności w badaniu jest przedyskutowane szczegółowo w ISO TS 21748 [9]. Podstawowe zasady są następujące:

- i) Ustalenie związku danych odnoszących się do parametrów metody z wynikami pomiarów z poszczególnych procesów pomiarowych. W rozdziale 6.2 tego dokumentu przedstawiono szczegóły wymaganego postępowania.
- ii) Ustalenie związku danych odnoszących się do parametrów metody z obiektem badania poprzez zidentyfikowanie różnic w postępowaniu z próbką, pobieraniu próbek lub oczekiwanego poziomu odpowiedzi pomiędzy obiektem badania laboratorium a obiektami badań wykorzystywanymi we wspólnym badaniu. Konieczne może być skorygowanie odchylenia standardowego odtwarzalności, aby uwzględnić, na przykład, zmiany w precyzji zależnie od poziomu odpowiedzi.

- iii) Identyfikacja i obliczenie dodatkowych niepewności związanych z czynnikami nieuwzględnionymi w odpowiednim stopniu w porównaniu międzylaboratoryjnym (patrz 6.3.2).
- iv) Wykorzystanie zasad podanych w GUM w celu połączenia wszystkich istotnych składowych niepewności, łącznie z odchyleniem standardowym odtwarzalności (w razie konieczności skorygowanym), każdą niepewnością związaną ze składnikiem obciążenia pochodzącym od danego laboratorium dla tej metody badawczej oraz niepewnościami pochodzącymi od dodatkowych oddziaływań zidentyfikowanych w iii).

Powyższe zasady są odpowiednie w odniesieniu do metod badawczych, które były przedmiotem porównania międzylaboratoryjnego. W odniesieniu do tych przypadków zaleca się skorzystanie z ISO TS 21748 w celu znalezienia szczegółów odpowiedniej procedury. Wytyczne dotyczące zastosowania danych z porównań międzylaboratoryjnych w badaniach chemicznych są podane w przewodniku EURACHEM/CITAC [12].

6.3.2 Dodatkowymi źródłami (6.3.1 iii), które mogą wymagać szczególnego uwzględnienia są:

- Pobieranie próbek. Badania wspólne rzadko uwzględniają etap pobierania próbek. W wypadku, gdy stosowana w laboratorium metoda obejmuje dzielenie próbki lub wielkością mierzoną jest właściwość znacznego obiektu (chodzi o dużą masę, objętość lub wielkość – przyp. tłumacza) na podstawie niewielkiej próbki, należy zbadać wpływy pobierania próbek i uwzględnić ich wyniki.
- Przygotowanie próbek. W większości badań (wspólnych – przyp. tłumacza) próbki są ujednorodniane i dodatkowo mogą być stabilizowane przed ich rozestaniem (do uczestników badań wspólnych – przyp. tłumacza). Koniecznym może być zbadanie i dodanie wpływów spowodowanych przez specyficzne procedury przygotowania próbek, stosowane w laboratoriach.
- Obciążenie metody. Obciążenie metody często jest badane przed lub w trakcie porównań międzylaboratoryjnych, kiedy to możliwe, przez porównanie z wynikami uzyskanymi metodami referencyjnymi lub wynikami uzyskanymi podczas badań materiałów odniesienia. Wówczas, kiedy samo obciążenie, niepewności standardowe związane ze stosowanymi wielkościami odniesienia oraz niepewność standardowa związana z wyznaczonym obciążeniem są wszystkie małe w porównaniu z odchyleniem standardowym odtwarzalności, nie ma potrzeby dalszego uwzględniania niepewności związanej z obciążeniem metody. W przeciwnym wypadku konieczne będzie wzięcie pod uwagę (niepewności związanej z obciążeniem metody – przyp. tłumacza).
- Zmienność warunków. Laboratoria uczestniczące w badaniach (wspólnych – przyp. tłumacza) mogą mieć skłonność do takiego postępowania, aby wyniki uzyskiwać w warunkach średnich (środką – przyp. tłumacza) zakresów warunków doświadczalnych, co może powodować niedoszacowanie przedziałów wyników możliwych do uzyskania w zakresie określonym w metodzie. Wówczas, kiedy te wpływy zostały zbadane

i wykazano, że są nieznaczące w całym dopuszczalnym zakresie, nie wymaga się dalszego ich uwzględniania.

- Zmiany w rodzaju próbki. Powinno się uwzględnić niepewność wynikającą z próbek, których właściwości są poza zakresem objętym przez badanie (wspólne – przyp. tłumacza).

#### 6.4 Dane z procesu sterowania jakością badań lub pomiarów

6.4.1 Wiele badań lub procesów pomiarowych podlega kontrolnym sprawdzeniom opartym na okresowym pomiarze stabilnego, ale poza tym typowego, obiektu badania w celu zidentyfikowania znaczących odchyłeń od normalnego działania. Zebrane w ten sposób, w długim okresie czasu, dane są wartościowym źródłem danych do obliczania niepewności. Odchylenie standardowe takiego zbioru dostarcza złożonego oszacowania zmienności wynikającej z wielu potencjalnych źródeł zmiennych. Wynika z tego, że odchylenie standardowe, traktowane podobnie jak dane parametrów metody, (co zostało omówione wcześniej) dostarcza podstaw do obliczania niepewności, która bezpośrednio uwzględnia główne źródła zmienności. W przeciwnym wypadku obliczanie niepewności wymagałoby indywidualnego obliczania od poszczególnych oddziaływań.

6.4.2. Dane ze sterowania jakością (QC) tego rodzaju w zasadzie nie będą obejmowały dzielenia próbki, oddziaływania wynikającego z różnicy pomiędzy obiektami badań, oddziaływań wynikających ze zmian w poziomie odpowiedzi lub niejednorodności badanych obiektów. W związku z tym dane ze sterowania jakością powinny być ostrożnie wykorzystywane w odniesieniu do podobnych materiałów i z należyтым uwzględnieniem dodatkowych wpływów, których racjonalnie można się spodziewać.

6.4.3 Te składowe danych ze sterowania jakością, które są podstawą odrzucenia wyników pomiarów lub badań oraz wymagają podjęcia działań korygujących, zasadniczo powinny być wyeliminowane ze zbioru danych przed wyliczeniem odchylenia standardowego.

#### 6.5 Dane z badań biegłości

6.5.1 Celem badań biegłości jest okresowe sprawdzenie osiągnięć laboratorium i są one najlepsze dla tego celu (EA-3/04 [10] oraz cytowane tam dokumenty). Wyniki laboratoriów uzyskane w ramach badań biegłości mogą być odpowiednio wykorzystywane do sprawdzenia wyznaczonej niepewności, jako że niepewność powinna być zgodna z rozrzutem wartości uzyskiwanych przez laboratorium w ramach wielu rund badań biegłości.

6.5.2 W zasadzie, badania biegłości nie są organizowane dostatecznie często tak, aby możliwe było dobre oszacowanie realizowania metody badawczej wdrożonej w konkretnym laboratorium. Dodatkowo, zwykle właściwości rozsyłanych obiektów badań, jak również oczekiwany wynik będą się różnić (w poszczególnych rundach – przyp. tłumacza). W związku z tym niezmiernie trudno jest zgromadzić reprezentatywny zbiór danych dla dobrego scharakteryzowania badanych obiektów. Co więcej, w wielu programach badań biegłości do oceny laboratoriów stosuje się wartości uzgodnione, co czasami prowadzi do pozornie nieprawidłowych wyników dla poszczególnych laboratoriów. W związku z tym wykorzystanie badań biegłości do wyznaczania niepewności jest ograniczone. Tym niemniej, w szczególnych wypadkach, gdy:



- rodzaje badanych obiektów stosowanych w danym programie badania biegłości są właściwe dla badanych rutynowo,
- wartości przypisane w każdej rundzie badań biegłości są spójne z odpowiednimi wartościami odniesienia oraz
- niepewność związana z wartością przypisaną jest mała w porównaniu z obserwowanym rozrzutem wyników,

dyspersja statystyczna różnic pomiędzy wartościami podanymi przez uczestników i wartościami przypisanymi otrzymana w powtarzanych rundach daje podstawy do wyznaczenia niepewności wynikającej z tych części procedury pomiarowej, które wchodzą w zakres danego programu badania biegłości.

6.5.3 Odchylenie systematyczne od spójnych wartości przypisanych oraz wszystkie inne źródła niepewności (takie jak te odnotowane w związku z wykorzystaniem danych z porównań międzylaboratoryjnych otrzymanych zgodnie z ISO 5725) również muszą być wzięte pod uwagę.

6.5.4 Stwierdzono, że wyżej wymienione podejście nie jest powszechnie stosowane. Najnowszy przewodnik EUROLAB [4] sugeruje, aby w pewnych warunkach dane z badań biegłości mogły mieć szersze zastosowanie w dostarczaniu wstępnego oszacowania niepewności.

## 6.6 Znaczenie składowych niepewności

6.6.1 Nie wszystkie źródła niepewności zidentyfikowane podczas wyznaczania niepewności będą wnosili znaczący udział do niepewności złożonej; faktycznie, w praktyce możliwe jest, że wpływać będzie tylko niewielka ich liczba. Te kilka znaczących źródeł niepewności wymaga oczywiście starannego zbadania, aby otrzymać rzetelne oszacowanie ich udziału. Dlatego zaleca się wykonać wstępne oszacowanie udziału w niepewności poszczególnych składowych lub ich kombinacji, jeżeli konieczne kierując się rozsądkiem, i zwracać uwagę na te, które są najbardziej znaczące.

6.6.2 Ważne jest, aby podczas decydowania, czy składowa niepewności może być pominięta, uwzględnić poniższe czynniki.

- Względne wielkości największej i najmniejszej składowej. Na przykład składowa, której wartość stanowi jedną piątą największej składowej, będzie miała jedynie 2 % udziału w złożonej niepewności standardowej.
- Wpływ na podawaną niepewność. Nieostrożnym jest robić przybliżenia, które w sposób istotny wpływają na podawaną niepewność lub interpretację wyników.
- Uzasadnienie stopnia dokładności dotyczącego wyznaczenia niepewności, biorącego pod uwagę wymagania klienta, regulacji prawnych oraz innych wymagań zewnętrznych zidentyfikowanych, na przykład, podczas przeglądu umowy.

## 6.7 Wykorzystanie danych z wcześniejszych badań

W celu wykorzystania wyników wcześniejszych badań do wyznaczania niepewności konieczne jest wykazanie wiarygodności stosowania rezultatów wcześniejszych badań. Zazwyczaj będzie to obejmować:

- Wykazanie, że możliwe jest uzyskanie precyzji porównywalnej do tej, jaka była uzyskana uprzednio.
- Wykazanie, że wykorzystanie danych dotyczących obciążenia otrzymanych uprzednio jest uzasadnione; zazwyczaj poprzez oznaczenie obciążenia przy wykorzystaniu odpowiedniego materiału odniesienia (przykład, patrz przewodnik ISO Guide 33 [4]), poprzez zadowalający wynik w odpowiednich programach biegułości lub innych porównaniach międzylaboratoryjnych.
- Ciągłe działania w ramach statystycznej kontroli z regularnym wykorzystywaniem wyników próbek w ramach sterowania jakością oraz wdrożenie skutecznych procedur zapewnienia jakości analitycznej.

W wypadku, gdy wymienione wyżej warunki są spełnione i metoda jest realizowana w określonym zakresie analitycznym i dziedzinie stosowania, w zasadzie akceptuje się bezpośrednio wykorzystanie danych z wcześniejszych badań (łącznie z badaniami w ramach walidacji) przy wyznaczeniu niepewności w danym laboratorium.

Dla metod wykorzystywanych w ramach określonego zakresu możliwe jest wykorzystanie wartości odchylenia standardowego odtwarzalności  $S_R$ , jako złożonej niepewności standardowej wówczas, kiedy na poziomie zgodności wykazano, że podczas badań w ramach walidacji uwzględniono wszystkie zidentyfikowane źródła niepewności lub wtedy, gdy wykazano, że każde z pozostałych źródeł niepewności może być w uzasadniony sposób zaniedbane.

Jeżeli są jakiegokolwiek znaczące źródła niepewności, które nie zostały uwzględnione podczas badań w ramach walidacji, ich udział musi być wyznaczony indywidualnie i dodany do wartości  $S_R$ , aby uzyskać wartość niepewności całkowitej.

## 7. PRZEDSTAWIANIE WYNIKÓW BADAŃ ILOŚCIOWYCH

W badaniach ilościowych uzyskuje się wynik liczbowy, a otrzymana wartość liczbową powinna być, o ile jest to możliwe, wyrażona w jednostkach układu SI. Jeżeli wymagane jest podawanie wyniku wraz ze związaną niepewnością, zaleca się postępować zgodnie z wytycznymi podanymi w tym rozdziale (patrz ISO/IEC 17025 [7]).

- 7.1 Po wyznaczeniu niepewności rozszerzonej dla danego poziomu ufności (zwykle 95%), wynik badania  $y$  i przypisana mu niepewność rozszerzona  $U$  powinny być podane w następujący sposób:  $y \pm U$  wraz ze stwierdzeniem o poziomie ufności. Stwierdzenie o poziomie ufności będzie zależne od natury rozkładu prawdopodobieństwa; poniżej omówiono kilka przykładów.

Wszystkie poniższe przykłady odnoszące się do poziomu ufności 95% wymagają modyfikacji wówczas, kiedy wymagany jest inny poziom ufności.

### 7.1.1 Rozkład normalny

Z punktu widzenia zapewnienia przedziału pokrycia przy 95% poziomie ufności można w zasadzie bezpiecznie założyć rozkład normalny wówczas, kiedy dla wielkości wejściowych mamy model liniowy oraz ma zastosowanie jedna z trzech podanych poniżej możliwości:

1. Jest jedna, dominująca składowa niepewności, która wynika z rozkładu normalnego, a odpowiednia liczba stopni swobody przekracza 30.
2. Trzy największe składowe niepewności są porównywalnej wielkości.
3. Trzy największe składowe są porównywalnej wielkości oraz efektywna liczba stopni swobody<sup>3</sup> przekracza 30.

W tych warunkach możliwe jest sformułowanie następującego stwierdzenia:

*Podana niepewność rozszerzona wynika z niepewności standardowej pomnożonej przez współczynnik rozszerzenia  $k = 2$ , który dla rozkładu normalnego zapewnia poziom ufności w przybliżeniu 95%.*

Uwaga: NIE należy zakładać, że rozkład jest normalny, jeżeli model pomiaru jest znacząco nieliniowy w zakresie pomiarowym, w szczególności, jeżeli niepewności wielkości wejściowych są duże w porównaniu z samymi wielkościami wejściowymi. W tych warunkach konieczne jest odniesienie do bardziej zaawansowanych zaleceń, na przykład podanych w GUM.

### 7.1.2 Rozkład $t$ -Studenta

Rozkład  $t$  może być przyjęty w przypadku, gdy spełnione są podane powyżej warunki dla rozkładu normalnego, ale liczba stopni swobody jest mniejsza od 30. W tych warunkach można podać następujące stwierdzenie (gdzie w miejsce XX oraz YY należy wpisać odpowiednie wartości liczbowe):

*Podana niepewność rozszerzona wynika z niepewności standardowej pomnożonej przez współczynnik rozszerzenia  $k = XX$ , który dla rozkładu  $t$  z efektywną liczbą stopni swobody  $\nu_{\text{eff}} = YY$  zapewnia poziom ufności w przybliżeniu 95%.*

### 7.1.3 Dominujące składowe (rozkład nienormalny) przy wyznaczaniu niepewności metodą typu B

Jeżeli niepewność związana z wynikiem pomiaru jest zdominowana przez składową wynikającą z wielkości wejściowej, która nie podlega rozkładowi normalnemu oraz jest tak duża, że rozkład normalny lub rozkład  $t$  nie jest otrzymywany wówczas, kiedy ta wielkość jest wiązana z pozostałymi wielkościami wejściowymi, należy poświęcić szczególną uwagę w celu otrzymania współczynnika rozszerzenia, który zapewni poziom ufności w przybliżeniu 95%. Dla modelu addytywnego, to jest wówczas, kiedy wielkość mierzona może być wyrażona jako liniowa kombinacja wielkości wejściowych, PDF (funkcja gęstości prawdopodobieństwa – przyp. tłumacza) dla wartości mierzonej może być otrzymana poprzez powiązanie, tj. przenoszenie, poszczególnych PDF dla wielkości wejściowych. Nawet w takim przypadku oraz prawie zawsze, kiedy model nie jest liniowy konieczna matematyka jednakże może być trudna. W praktycznym podejściu robi się założenie, że rozkład wynikowy w swojej postaci będzie niewiele różnił się od rozkładu dla składowej dominującej.

<sup>3</sup> Efektywna liczba stopni swobody może być oszacowana jednym z trzech podanych poniżej sposobów:

- biorąc efektywny stopień swobody dla pojedynczej, dominującej składowej
- stosując wzór Welch-Satterthwaite, opisany w GUM oraz w dokumencie EA-4/02
- (w przybliżeniu) przez wzięcie liczby stopni swobody dla największej składowej

W wielu wypadkach możliwe jest przyporządkowanie rozkładu prostokątnego dla dominującej wielkości wejściowej, której rozkład nie jest normalny. W takim wypadku rozkład prostokątny może zatem być przyporządkowany wielkości mierzonej. Niepewność rozszerzona na poziomie ufności 95% może być otrzymana poprzez pomnożenie wartości niepewności złożonej przez wartość  $0,96 \sqrt{3} = 1,65$ . W tych warunkach można podać następujące stwierdzenie:

*Podana niepewność rozszerzona jest zdominowana przez pojedynczą składową niepewności, dla której został przyporządkowany prostokątny rozkład prawdopodobieństwa. Współczynnik rozszerzenia o wartości 1,65 (=  $0,96 \sqrt{3}$ ) został zastosowany dlatego, żeby otrzymać poziom ufności w przybliżeniu 95%.*

**7.2 Dla celów niniejszego dokumentu rozumie się, że określenie w przybliżeniu oznacza efektywnie lub dla większości celów praktycznych.**

**7.3 Zaleca się również podanie odniesienia do metody, jaką wyznaczono niepewność.**

7.4 W wypadku niektórych badań może być niemożliwe wyznaczenie w sposób metrologicznie uzasadniony liczbowych wartości dla każdej składowej niepewności; w takiej sytuacji sposób podawania informacji o niepewności musi być taki, że jest to jasne. Na przykład, jeżeli niepewność jest oparta wyłącznie na powtarzalności bez uwzględnienia innych czynników, to wówczas należy to podać.

7.5 Jeżeli nie uwzględniono w pełni niepewności pobierania próbek, należy to jednoznacznie stwierdzić, że wynik i związana z nim niepewność odnoszą się jedynie do badanej próbki i nie może dotyczyć żadnej partii (produktu – przyp. tłumacza), z której próbka mogła być pobrana.

7.6 Liczba miejsc dziesiętnych podawanej wartości liczbowej niepewności powinna zawsze odzwierciedlać rzeczywiste możliwości pomiarowe. Z punktu widzenia procesów dotyczących wyznaczania niepewności rzadko można uzasadnić podawanie więcej niż dwóch miejsc znaczących. Często właściwe jest jedno miejsce znaczące. Analogicznie zaleca się, aby wartość liczbowa wyniku była zaokrąglana w taki sposób, że ostatnia cyfra dziesiętna odpowiada ostatniej cyfrze niepewności. W obu wypadkach mogą być stosowane normalne zasady zaokrąglania liczb.

Na przykład, jeżeli otrzymano wynik 123,456 jednostek i rezultat wyznaczenia niepewności wyniósł 2,27 jednostek, wykorzystanie dwóch cyfr znaczących da zaokrąglone wartości 123,5 jednostek  $\pm$  2,3 jednostki.

7.7 Wynik badania powinien być zwykle wyrażony w postaci  $y \pm U$ . Niemniej może zaistnieć sytuacja, gdy wartości górnej i dolnej granicy przedziału niepewności różnią się między sobą, na przykład wtedy, gdy występują błędy typu cosinus. Jeżeli te różnice są małe, wówczas najbardziej praktycznym podejściem jest podawanie niepewności rozszerzonej jako  $\pm$  większy z dwóch przedziałów. Jeżeli jednak występuje duża różnica między górną i dolną wartością, zaleca się oddzielne ich wyznaczenie i podanie. Można to uzyskać, na przykład, poprzez określenie najkrótszego przedziału pokrycia na żądanym poziomie ufności w PDF dla wielkości mierzonej.

Na przykład, dla niepewności +6,5 jednostek i -6,7 jednostek można w celach praktycznych podać proste określenie  $\pm$  6,7 jednostek. Jednakże, jeżeli będą

wartości +6,5 jednostek oraz -9,8 jednostek, wówczas zaleca się podanie osobno, tj. +6,5 jednostek; -9,8 jednostek.

## 8. STOPNIOWE WDRAŻANIE PROBLEMATYKI NIEPEWNOŚCI

Wiadomo, że wiedza dotycząca modelowania matematycznego oraz określania różnych czynników wpływających jest ogólnie różna w odniesieniu do różnych dziedzin badań.

Ten czynnik należy brać pod uwagę podczas wdrażania normy ISO/IEC 17025. W zasadzie nie można oczekiwać, że laboratoria podejmą prace naukowe w celu oceny niepewności związanych z ich pomiarami i badaniami. Zaleca się zatem, aby odpowiednie wymagania jednostki akredytującej były zawsze dostosowane do aktualnego stanu wiedzy w odpowiednich dziedzinach badań.

Jeżeli brak jest matematycznego modelu jako podstawy do wyznaczenia niepewności pomiaru, laboratorium może

- określić te wielkości i parametry, dla których spodziewa się znaczącego wpływu na niepewność i oszacować ich udział w niepewności całkowitej;
- wykorzystać dane dotyczące powtarzalności lub odtwarzalności, które można pozyskać z zapisów dotyczących walidacji, wewnętrznego sterowania jakością badań lub porównań międzylaboratoryjnych;
- odwołać się do danych lub procedur zamieszczonych w odpowiednich normach opisujących badanie;
- łączyć podane powyżej podejścia.

Zaleca się, aby laboratoria starały się doskonalić swoje wyznaczania niepewności, jeżeli jest to możliwe, biorąc pod uwagę:

- najnowsze dane pochodzące z wewnętrznego sterowania jakością badań, w celu rozszerzenia bazy statystycznej do szacowania niepewności;
- nowe dane z udziału w porównaniach międzylaboratoryjnych lub badaniach biegłości;
- nowelizacje istotnych norm;
- określone dokumenty zawierające wytyczne dla określonych dziedzin badań.

Konsekwentnie, jednostki akredytujące powinny być w stanie modyfikować swoje wymagania dotyczące niepewności pomiaru, odpowiednio do rozwoju wiedzy w tym obszarze. W dłuższym okresie czasu, różnice dotyczące wymagań w stosunku do różnych dziedzin i tego jak wyznaczać niepewność pomiaru będą się zmniejszały. Tym niemniej zaleca się, aby laboratoria wybierały najbardziej odpowiednie podejście dla swoich dziedzin i wyznaczały niepewność pomiaru w takim stopniu, na ile jest to właściwe do zamierzonego użycia.

## 9 KORZYŚCI DLA LABORATORIÓW PŁYNĄCE Z WYZNACZANIA NIEPEWNOŚCI

Istnieje wiele korzyści związanych z wyznaczaniem niepewności pomiaru w badaniach, chociaż często to zadanie zajmuje wiele czasu.

- Niepewność pomiaru pomaga w sposób ilościowy w ważnych problemach, takich jak sterowanie ryzykiem i wiarygodność wyników badania.
- Stwierdzenie dotyczące niepewności pomiaru może reprezentować bezpośrednią korzyść w konkurencyjności poprzez wartość dodaną i znaczenie dla wyniku.
- Wiedza o ilościowych wpływach pojedynczych wielkości na wynik badania podwyższa pewność metody badawczej. Środki korygujące mogą być wdrażane bardziej skutecznie i przez to stawać się również bardziej efektywne pod względem kosztów.
- Wyznaczanie niepewności pomiaru daje punkt wyjścia do optymalizacji procedur badawczych poprzez lepsze rozumienie procesu badawczego.
- Klienci, tacy jak jednostki certyfikujące wyroby, potrzebują informacji dotyczących niepewności związanej z wynikami, kiedy potwierdzają zgodność ze specyfikacjami.
- Koszty wzorcowania mogą zostać zmniejszone, jeżeli podczas wyznaczania niepewności może być wykazane, że poszczególne wielkości wpływające (pochodzące od niepewności związanej z wzorcowaniem – przyp. tłumacza) nie mają istotnego udziału w niepewności.

## 10 DOKUMENTY ŹRÓDŁOWE

[1] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML. International Organization for Standardization, Printed in Switzerland, ISBN 92-67-10188-9, Wydanie pierwsze, 1993, Poprawione i wydane ponownie, 1995.

[2] International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM). International Organization for Standardization, 1993 (w trakcie nowelizacji).

[3] ISO/IEC Guide 2:1996, Standardization and related activities – General vocabulary.

[4] ISO Guide 33:2000, Uses of certified reference materials.

[5] ISO/IEC 3534-1:1994, Statistics – Vocabulary and symbols, Part 1: Probability and general statistical terms.

[6] ISO/IEC 3534-2:1994, Statistics – Vocabulary and symbols, Part 2: Statistical quality control.

[7] ISO/IEC 17025:1999, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. (aktualne wydanie ISO/IEC 17025:2005 – przyp. tłumacza)

[8] ISO/IEC 5725:1994, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results,

[9] ISO/TS 21748:2002, Guide to the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty evaluation.

[10] EA-3/04, Use of Proficiency Testing as a Tool for Accreditation in Testing (with EUROLAB and EURACHEM), Sierpień, 2001.

[11] EA-4/02, Expression of the Uncertainty of Measurements in Calibration (łącznie z suplementami 1 raz 2 do EA-4/02) (wcześniej EAL-R2), grudzień, 1999.

[12] EURACHEM/CITAC Guide CG 4, Quantifying Uncertainty in Analytical Measurements (wydanie drugie), 2000.

[13] EURACHEM, The Fitness for Purpose of Analytical Methods (ISBN 0-948926-12-0), 1998.

[14] EUROLAB, Technical report No.1/2002, czerwiec, 2002.

[15] ILAC G17:2002, Introducing the Concept of Uncertainty of Measurement in Testing in Association with the Application of the Standard ISO/IEC 17025, listopad, 2002.

## 11 BIBLIOGRAFIA

AFNOR FD X 07-021 Métrologie et application de la statistique – Aide à la démarche pour l'évaluation et l'utilisation de l'incertitude des mesures et des résultats d'essais (1999) (Help to the process for the evaluation and the use of the measurement and test result uncertainty)

S.L.R Ellison, V. Barwick, Accred. Qual., Assur., (1998) 3, 101 – 105.

## 12 ZAŁĄCZNIK

Spis dokumentów (normatywnych i nienormatywnych, istniejących lub w trakcie opracowania) dotyczących niepewności pomiaru. (Dokument ustanowiony przez CEN/WG 122 oraz grupę EA << niepewność >>) opracowany przez Bernda Siebert'a.

## Załącznik: Alfabetyczny spis dokumentów

<b>CEAL</b>	Measurement uncertainty for environmental laboratories
<b>CEN 12282</b>	In vitro diagnostic medical devices- Measurement of quantities in samples of biological origin – Description of reference materials
<b>CEN ISO 18153</b>	In vitro diagnostic medical devices- Measurement of quantities in samples of biological origin – Metrological traceability of values for catalytic concentration of enzymes assigned to calibration and control materials.
<b>CEN/ISO 17511</b>	In vitro diagnostic medical devices- Measurement of quantities in samples of biological origin – Metrological traceability of values assigned to calibration and control materials.
<b>CLAS Reference Document 5</b>	General Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of Accredited laboratories' Measurement Results.
<b>DIN (DRAFT) 32646</b>	Chemische Analyse -Erfassungs- und Bestimmungsgrenze als Verfahrenskenn-größen - Ermittlung in einem Ringversuch unter Vergleichs-bedingungen - Begriffe, Bedeutung, Vorgehensweise
<b>DIN 1319 Teil 3 Teil 4</b>	DIN 1319 Teil 3. „Auswertung v. Messungen einer einzelnen Messgröße, Messunsicherheit“; DIN 1319 Teil 4 „Behandlung von Unsicherheiten bei der Auswertung von Messungen“
<b>DIN 32645</b>	Chemische Analytik -Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenze - Ermittlung unter Wiederholbedingungen - Begriffe, Verfahren, Auswertung
<b>DIN 51309</b>	Kalibrierung von Drehmomentmessgeräten für statische Drehmomente (Februar 1998)
<b>DIN 58932-3</b>	Hematology- Determination of the concentration of blood corpuscles- Par 3 Determination of the concentration of erythrocytes; Reference method
<b>DIN 58932-4</b>	Hematology- Determination of the concentration of blood corpuscles- Part 4: Determination of leucocytes; reference method
<b>DKD R 7-1</b>	Kalibrierung elektronischer nichtselbsttätiger Waagen
<b>DKD R 7-1 Blatt 1 bis 3</b>	Kalibrierung elektronischer nichtselbsttätiger Waagen
<b>EA-10/03</b>	Calibration of Pressure Balances (July 1997)
<b>EA-10/04</b>	Uncertainty of Calibration Results in Force Measurement (August 1996)
<b>EA-10/14</b>	EA Guidelines on the Calibration of Static Torque Measuring Devices (June 2000)
<b>EA-4/02</b>	Expression of the uncertainty of measurement in Calibration
<b>EA-4/02 / DKD-3, E1</b>	Angabe der Meßunsicherheit bei Kalibrierungen / Expression of the Uncertainty of Measurements in Calibration
<b>EN 13274-1 to -8</b>	Respiratory protective devices – Methods of test – Parts 1 to 8
<b>EN 550(1984), EN 552 (1984), EN 554(1984), EN ISO 14967 (2000) and EN ISO 14160(1998)</b>	Sterilization of medical devices (CEN/TC 204)
<b>EN 875, EN 876, EN 895, EN 910, EN 1043-1, EN 1043-2, EN 1321, EN 1320, prEN ISO 17641-2, prEN ISO 17641-3</b>	Destructive testing of welds (CEN/TC 121/SC 5)



**Załącznik: Alfabetyczny spis dokumentów – ciąg dalszy**

<b>EN 970, EN 1290, EN 1435, EN 1713, EN 1714</b>	Non-destructive testing of welds (CEN/TC 121/WG 13)
<b>EN ISO 14253-1</b>	Geometrical product specification (GPS). Inspection by measurement of workpieces and measuring equipments. Part 1: decision rules for proving conformance or non-conformance with specifications.
<b>EN ISO 4259</b>	Petroleum products - Determination and application of precision data in relation to methods of test
<b>EN 12286</b>	In vitro diagnostic medical devices- Measurement of quantities in samples of biological origin – Presumptions of reference measurement procedures.
<b>EN 24185</b>	Measurement of liquid flow in closed conduits - Weighing method (ISO 4185:1980)
<b>EN 29104</b>	Measurement of fluid flow in closed conduits - Methods of evaluating the performance of electromagnetic flow-meters for liquids
<b>EN ISO 2922</b>	Acoustics – Measurement of noise emitted by vessels on inland water ways and harbours
<b>EN ISO 4871</b>	Acoustics – Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment
<b>EN ISO 5167</b>	Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices - Part 1: Orifice plates, nozzles and Venturi tubes inserted in circular cross-section conduits running full
<b>EN ISO 6817</b>	Measurement of conductive liquid flow in closed conduits - Methods using electromagnetic flow-meters (ISO 6817:1992)
<b>EN ISO 9300</b>	Measurement of gas flow by means of critical flow Venturi nozzles
<b>EN ISO-8316</b>	Measurement of liquid flow in closed conduits - Method by collection of the liquid in a volumetric tank (ISO 8316:1987)
<b>ENV ISO 13530</b>	Water Quality – Guide to analytical quality control for water analysis (ISO/TR 13530:1997)
<b>EURACHEM</b>	Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement
<b>EUROLAB</b>	EUROLAB Technical Report "Measurement Uncertainty – a collection for beginners"
<b>FD X 07-021</b>	Fundamental standards - Metrology and statistical applications - Aid in the procedure for estimating and using uncertainty in measurements and test results (AFNOR)
<b>GUM</b>	Guide to the Expression of uncertainty in measurement
<b>Hanser Verlag</b>	Method for the estimation of uncertainty of hardness testing machines; PC file for the determination (NOTE: This is a comprehensive technical book, but not discussed in the context of this inventory.)
<b>ISO TS 14253-2</b>	GPS - Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment -- Part 2: Guide to the estimation of uncertainty in GPS measurement; in calibration equipment and in product verification
<b>ISO 11200-ISO 11205</b>	Acoustics – Determination of emission sound pressure levels of noise sources (series of standards in 6 parts)
<b>ISO 11453</b>	Statistical interpretation of data - Tests and confidence intervals relating to proportions (1996)
<b>ISO 11843-1</b>	Capability of detection - Part 1: Terms and definitions (1997)
<b>ISO 11843-2</b>	Capability of detection - Part 2: Methodology in the linear calibration case (2000)
<b>ISO 13752</b>	Air quality - Assessment of uncertainty of a measurement method under field conditions using a second method as reference (1998)

## Załącznik: Alfabetyczny spis dokumentów – ciąg dalszy

ISO 14111	Natural gas - Guidelines for traceability in analysis –
ISO 15195	Clinical Laboratory medicine – Requirements for reference measurement Laboratories
ISO 16269-7	Statistical interpretation of data - Part 7: Median - Estimation and confidence interval (2001)
ISO 3095	Acoustics – Measurement of noise emitted by railbound vehicles.
ISO 3534-1	Statistics - Vocabulary and symbols - Part 1: Probability and general statistical terms (1993)
ISO 3534-2	Statistics - Vocabulary and symbols - Part 2: Statistical quality control (1993)
ISO 3534-3	Statistics - Vocabulary and symbols - Part 3: Design of experiments (1999)
ISO 362	Acoustics – Measurement of noise emitted by accelerating road vehicles –Engineering Method
ISO 3740-3747	Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure (series of standards in 8 parts).
ISO 5479	Statistical interpretation of data - Tests for departure from the normal distribution (1997)
ISO 5725-1	Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results - Part 1: General principles and definitions (1994)
ISO 5725-2	Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results - Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method (1994)
ISO 5725-3	Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results - Part 3: Intermediate measures of the precision of a standard measurement method (1994)
ISO 5725-4	Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results - Part 4: Basic method for the determination of the trueness of a standard measurement method (1994)
ISO 5725-5	Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results - Part 5: Alternative methods for the determination of the precision of a standard measurement method (1998)
ISO 5725-6	Accuracy (trueness and precision) of measurement method and results - Part 6: Use in practice of accuracy values (1994)
ISO 6142	Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures - Gravimetric method
ISO 6143	Gas analysis - Comparison method for determining and checking the composition of calibration gas mixtures
ISO 6144, ISO 6145-1, ISO/TR 14167, ISO/DIS 14912, etc.	Gas analysis - Volumetric methods and quality aspects ( <i>several documents</i> )
ISO 6879	Air quality - Performance characteristics and related concepts for air quality measuring methods (1995)
ISO 6974-1	Natural gas - Determination of composition with defined uncertainty by gas chromatography - Part 1: Guidelines for tailored analysis
ISO 7574-1 to ISO 7574-4	Acoustics – Statistical methods for determining and verifying noise emission values of machinery and equipment (series of standards in 4 parts).....
ISO 8466-1	Water quality - Calibration and evaluation of analytical methods and estimation of performance characteristics - Part 1: Statistical evaluation of the linear calibration function (1990)
ISO 8466-2	Water quality - Calibration and evaluation of analytical methods and estimation of performance characteristics - Part 2: Calibration strategy for non-linear second order calibration functions(1993)

**Załącznik: Alfabetyczny spis dokumentów – ciąg dalszy**

ISO 9169	Air quality - Determination of performance characteristics of a measurement method (1996)
ISO 9614-1 to ISO 9614-3	Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity (series of standards in 3 parts)..
VIM	International vocabulary of basic and general terms in metrology (1993)
ISO CD 7507-1	Petroleum and liquid petroleum products - Calibration of vertical cylindrical tanks - Part 1: Strapping Method
ISO DIS 11222	Air quality – Determination of the uncertainty of the time average of air quality measurements
ISO DIS 14956	Air quality — Evaluation of the suitability of a measurement procedure by comparison with a required measurement uncertainty
ISO TR 10017	Guidance on statistical techniques for ISO 9001:1994 (1999)
ISO TR 13425	Guide for the selection of statistical methods in standardization and specification (1995)
ISO TR 13530	Water quality - Guide to analytical quality control for water analysis (1997)
ISO TR 13843	Water quality - Guidance on validation of microbiological methods (2000)
ISO TR 20461	Bestimmung der Messunsicherheit von Volumenmessungen nach dem geometrischen Verfahren
ISO/TR 5168	Measurement of fluid flow - Evaluation of uncertainties
ISO/TR 7066-1	Assessment of uncertainty in calibration and use of flow measurement devices - Part 1: Linear calibration relationships
M3003 (UKAS)	The expression of uncertainty and confidence in measurement
NEN 3114	Accuracy of measurements - Terms and definitions (1990)
NEN 6303	Vegetable and animal oils and fats - Determination of repeatability and reproducibility of methods of analysis by interlaboratory tests (1988, in Dutch)
NEN 7777 Draft	Environment - Performance characteristics of measurement methods (2001 in Dutch)
NEN 7778 Draft	Environment - Equivalency of measurement methods(2001in Dutch)
FD V 03-116	Analyse des produits agricoles et alimentaires. Guide d'application des données métrologiques (AFNOR)
NIST Technical Note 1297	Guidelines for evaluating and expressing uncertainty of NIST measurement results
NKO-PR2.8 (EA-4/02 in Dutch)	Uitdrukken van de meetonzekerheid (vertaling van EAL-R2) (translation in Dutch of EAL-R2)
NPR 2813 (NEN, Netherlands)	Uncertainty of length measurement – Terms, definitions and guidelines
NPR 7779 Draft	Environment - Evaluation of the uncertainty of measurement results (2002 in Dutch)
prEN ISO 15011-1, prEN ISO 15011-2, prEN ISO 15011-3, EN ISO 10882-1, EN ISO 10882-2	Health and safety in welding and allied processes (CEN/TC 121/SC 9)
prEN ISO 8655-1	prEN ISO 8655-1 Piston operated volumetric apparatus – terms prEN ISO 8655-1 Piston operated volumetric apparatus – frarimetric test methods.
prISO 11904-1	Acoustics – Determination of sound immissions from sound sources placed close to the ears – Part 1: Technique using microphones in real ears (MIRE-technique)...
SINAL DT-0002	Guida per la valutazione e la espressione dell'incertezza nelle misurazioni –

**Załącznik: Alfabetyczny spis dokumentów – ciąg dalszy**

<b>SINAL DT-0002/1</b>	Guida per la valutazione e la espressione dell'incertezza nelle misurazioni, esempi applicativi di valutazioni dell'incertezza nelle misurazioni elettriche –
<b>SINAL DT-0002/3</b>	Guida per la valutazione e la espressione dell'incertezza nelle misurazioni, avvertenze per la valutazione dell'incertezza nel campo dell'analisi chimica –
<b>SINAL DT-0002/4</b>	Guida per la valutazione e la espressione dell'incertezza nelle misurazioni, esempi applicativi di valutazione dell'incertezza nelle misurazioni chimiche
<b>SINAL DT-0002/5</b>	Guida per la valutazione e la espressione dell'incertezza nelle misurazioni, esempio applicativo per misurazioni su materiali strutturali
<b>SIT Doc-519</b>	Introduzione ai criteri di valutazione dell'incertezza di misura nelle tarature.
<b>SIT/Tec-003/01</b>	Linea guida per la taratura di bilance –
<b>TELARC Technical Guide Number 5</b>	Precision and Limits of Detection for Analytical Methods
<b>UKAS Publ. ref: LAB12</b>	The Expression of Uncertainty in Testing
<b>VDI 24449-Part 3</b>	Measurement methods test criteria – General method for the determination of the uncertainty of calibratable measurement methods
<b>VDI/VDE 2620 Entwurf</b>	Unsichere Messungen und ihre Wirkung auf das Messergebnis (Dez. 1998)
<b>VDI/VDE 2622, BI 2 Entw</b>	Kalibrieren von Messmitteln für elektrische Größen - Methoden zur Ermittlung der Messunsicherheit (Okt. 1999)