

Zapis wyników badań z niepewnością.

Sposób szacowania niepewności badań i zapisu wyniku badań wraz z niepewnością podany został w „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement” (polskie tłumaczenie książki „Wyrażanie niepewności pomiaru. Przewodnik. GUM 1999) i powtórzony w dokumencie EA-04/16.

W punkcie 7.6 czytamy:

„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 liczbową 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.”

W jaki sposób zapisać wynik pomiaru z niepewnością (rozszerzoną), za pomocą ilu cyfr, z jaką dokładnością? Wystarczy przeczytać ze zrozumieniem powyższe dwa zdania. Oczywiście podajemy niepewność rozszerzoną, oszacowaną dla poziomu ufności ok. 95% (U_{95}).

- a) sporządzamy budżet niepewności;
- b) szacujemy niepewność wyniku;
- c) zapisujemy niepewność za pomocą dwu cyfr znaczących (np. **9,648** to 9,6);
- d) wynik badania zapisujemy z taką dokładnością z jaką niepewność, w formacie:

Jeśli podajemy przedziały symetryczne zapisujemy np. 123,6 \pm 9,6 jednostek. Jeśli podajemy przedziały niesymetryczne zapisujemy np. 62,6(+1,8) jednostek lub jeśli wymagane jest podanie niepewności dla obszaru poniżej i powyżej wartości zapisujemy np. 62,6(-1,4; +1,8) jednostek.

Dziwi więc uwaga audytora PCA „laboratorium odczytuje wyniki pomiaru stężenia gazu z dokładnością do pełnych liczb całkowitych, natomiast wyniki obliczeń podawane są do jednego miejsca po przecinku”.

Auditor PCA zastosował tu rozumowanie że skoro wynik pomiaru podawany jest z dokładnością do jednośc (chodzi tu o wynik pomiaru gazu miernikiem o rozdzielczości 1ppm) to i wynik obliczeń

powinien być podany z taką dokładnością. Oczywiście jest to w sprzeczności z przytoczonymi powyżej materiałami. Jeśli wynik pomiaru wielkości X wynosi np. 3 i poddawany jest przekształceniu w celu obliczenia wielkości Y np.

$$Y = \frac{1}{16} \cdot X$$

Jaki otrzymam wynik obliczeń: oczywiście 0,1875 i czy oznacza to że mam ten wynik zaokrąglić do jedności czyli zapisać Y=1 zamiast Y=0,1875.

(Skąd taki przykład: Pracownik np. palacz jest narażony na tlenek węgla o stężeniu 3 ppm przez 30 min, bo tyle przebywa w kotłowni w celu szlakowania).

Zastanówmy się jeszcze nad niepewnością, ale nie wchodząc w szczegóły uwzględnijmy tylko rozdzielczość która w tym przypadku wynosi 1 ppm, i nie bawmy się w przekształcenia tej niepewności w standardową i z powrotem. Jaka jest niepewność Y jeśli niepewność X wynosi $U_x=1$.

$$U_Y = \frac{\partial Y}{\partial X} \cdot U_x = \frac{1}{16} \cdot U_x = \frac{1}{16} \cdot 1 = 0,0625$$

Co oznacza że wynik obliczeń wielkości Y możemy zapisać w postaci $0,188 \pm 0,063$ jednostek (**dwie cyfry znaczące w niepewności**).

Jest żal że trzeba prowadzić takie rozważania, na poziomie nauczania początkowego z powodu PCA. Nie poruszam tu kwestii przeliczania ppm na mg/m^3 (czy 3 ppm na wyświetlaczu to $3,48 \text{ mg}/\text{m}^3$ czy $3 \text{ mg}/\text{m}^3$). Oraz granicy oznaczalności, która wielu uczniów PCA, przyprawi tu o zawrót głowy. Jeśli miernik został wywzorcowany od 2 ppm (ma więc granicę oznaczalności 2ppm) jak wynik obliczeń (i wskaźnik narażenia) mógł dać 0,188ppm? A co jeśli odczyt miernika jest w l/min a wynik badania w mg/m^3 ?

Andrzej Uzarczyk