



Farmacja

Przewodnik po pomiarze masy

Copyright by RADWAG Wagi Elektroniczne
Radom 2025
Wydanie I
RADWAG Wagi Elektroniczne
26-600 Radom, ul. Toruńska 5
Tel. 48 48 38 48 800, fax 48 48 385 00 10
e-mail: radom@radwag.pl
<http://www.radwag.com>

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	4
2. Systemy Zarządzania Jakością	5
3. Dokładność pomiaru masy wg. USP/Ph. Eur./JP	7
4. Masa minimalna USP/Ph. Eur./JP	11
5. Adiustacja	14
6. Metody pomiarowe.....	15
7. Kontrola metrologiczna wag i systemów wagowych	16

1. Wstęp

Pomiar masy w wielu laboratoriach jest pierwszym etapem dla dalszych analiz jakościowych lub ilościowych. Z tego względu musi być on dokładny niezależnie od aplikacji w jakiej jest stosowany. Błędy w odmierzaniu masy mogą istotnie wpływać na bezpieczeństwo i dokładność procesu produkcyjnego a także na jakość produktu finalnego. Niewątpliwie bezpieczeństwo w farmacji jest jednym z najważniejszych aspektów także mocno związanym z pomiarem masy w skali mikro oraz makro. Z metrologicznego punktu widzenia dokładność pomiaru to pojęcie jakościowe¹, które jest określone poprzez wartość błędu systematycznego tzn. poprawność (trueness) oraz wartość błędu losowego (precision). Na wartość błędu systematycznego wpływ ma odchyłka liniowości, czułości oraz centryczności. Test ten może być wykonany tylko z wykorzystaniem certyfikowanych wzorców masy, tak jak to jest wykonywane w dziale KJ firmy Radwag (rys. 1). Miarą błędu losowego jest odchylenie standardowe z serii pomiarów. Sposób oceny tych parametrów jest ściśle zdefiniowany w dokumentach branżowych takich jak USP rozdział 41 Balances, 1251 Weighing on an Analytical Balance, Ph. Eur. rozdział 2.1.7 Balances for analytical purposes, JP XVIII rozdział 9.62 Measuring Instruments, Appliances G1-6-182. Należy zauważyć, że unifikacja wymagań farmakopei amerykańskiej, europejskiej czy japońskiej w zakresie weryfikacji poprawności działania wag zapewnia nie tylko bezpieczeństwo produkcji ale także transfer metod i systemów wagowych, które mogą być dopasowane do specyfiki miejsca pracy.



Rysunek 1. Dział Kontroli Jakości – waga AS 220.R2, ocena poprawności wskazań

AS 220.R2, Obciążenie maksymalne 220g, działka elementarna d=0.1mg
adiustacja automatyczna, certyfikat OIML

¹ PN-ISO 5725-1. Dokładność (poprawność i precyzja) metod pomiarowych i wyników pomiarów. Ogólne zasady i definicje

2. Systemy Zarządzania Jakością

Nadzór na wagami i systemami wagowymi jest podstawowym wymaganiem każdego systemu zarządzania jakością np. ISO 9001, ISO 17025, QMS, ISO 22000, HACCO, GMP, GLP. Jednakże pierwszym etapem wdrożenia wagi do użytkowania zawsze powinna być kwalifikacja instalacyjna i kwalifikacja operacyjna. W trakcie tych procesów następuje weryfikacja możliwości metrologicznych wagi w zakresie takich parametrów jakie są wymagane. W stabilnych warunkach środowiskowych porównywane są wyniki pomiarów z oczekiwanymi limitami uwzględniając metody i wytyczne jakie są zawarte np. w USP 41, Ph. Eur. 2.1.7.

Jednym z ważniejszych elementów nadzoru nad wagą jest wzorcowanie, poprzez które utrzymuje się spójność pomiarową z jednostkami SI. Z drugiej strony wzorcowanie zawiera informację jakie są rzeczywiste odchyłki wskazań wagi w zakresie błędu systematycznego oraz losowego. Taką procedurę realizuje Laboratorium Pomiarowe firmy Radwag – akredytacja AP 069 w zakresie pomiarów masy i pomiarów objętości pipet jedno i wielokanałowych.



Rysunek 2. Wzorcowanie metodą manualną komparatora masy

Obciążenie maksymalne 500 g, zakres równoważenia elektrycznego - 10g do + 20 g
Odważniki balastowe wewnętrzne, sterowanie automatyczne

Systemy Zarządzania Jakością wymagają także zaplanowania i realizacji okresowych kontroli tzw. SOP w zakresie takich parametrów, które są istotne dla realizowanego procesu. Przygotowując się do testów należy pamiętać o tym, że istotnym czynnikiem zakłócającym pomiar masy jest dynamika zmian środowiska pracy w zakresie temperatury i wilgotności. Negatywny wpływ mogą mieć także drgania pochodzące od maszyn i nadmierny ruch powietrza. Mając to na uwadze wagi produkcji firmy Radwag zostały wyposażone w czujniki umożliwiające detekcję tych zjawisk co jest jednym z aspektów aplikacji Digital Weighing Auditor (DWA). Wizerunek funkcji DWA pokazano na rysunku 3.



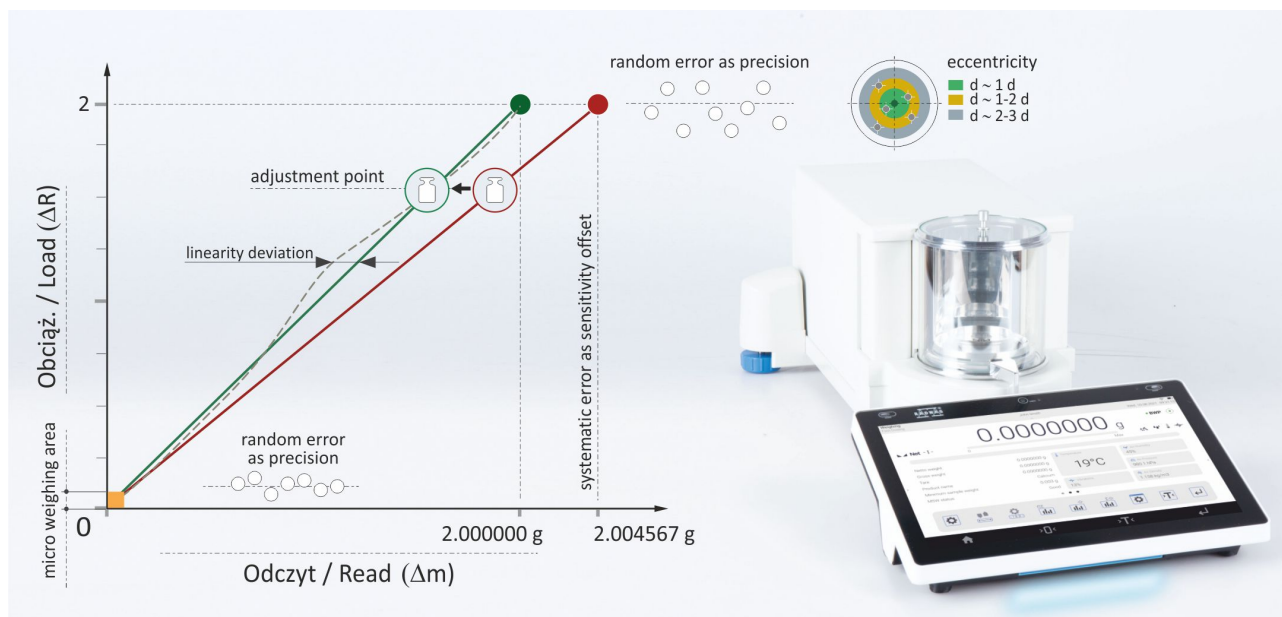
Rysunek 3. Aplikacja Digital Weighing Auditor

Legenda: 1 – monitoring jakości ważenia (udary), 2 – status Digital Weighing Auditor,
3 – kontrola temperatury, 4 – kontrola wilgotności, 5 – detekcja drgań podłoża.

Jednym z elementów Systemów Zarządzania Jakością w każdej organizacji, także w firmie Radwag jest akredytacja i certyfikacja wag i systemów wagowych. Jest to szczególnie ważne dla takich obszarów jak farmacja, gdzie wymagany jest także nadzór metrologii prawnej. Z tego względu wszystkie wagi jakie oferuje Radwag posiadają certyfikat zatwierdzenia typu wydany przez Jednostkę Notyfikowaną, europejską (CMI, GUM), amerykańską (NTEP), lub inną adekwatną dla kraju użytkowania wagi. Konsekwencją certyfikacji europejskiej jest tzw. certyfikat OIML, który potwierdza wysoką jakość wagi, której dotyczy.

3. Dokładność pomiaru masy wg. USP/Ph. Eur./JP

Jak wspomniano wcześniej dokładność to pojęcie jakościowe, pomiar zatem będzie dokładny tylko wtedy, gdy wartość błędu systematycznego i losowego będzie w akceptowalnych granicach. Błąd systematyczny wagi jest zależny od zmian czułości wagi, odchyłki liniowości oraz odchyłki centryczności. Przyjmuje się, że suma błędów tych czynników nie powinna być większa niż 0.10%, ale jest mało prawdopodobne, aby wystąpiły one jednocześnie i miały ten sam znak algebraiczny. Z tego powodu kryterium akceptacji dla każdego z nich jest ustalone na poziomie 0,05%. Graficzna interpretacja tego zjawiska jest pokazana na rysunku 4.



Rysunek 4. Błąd systematyczny i losowy wagi

Jak pokazano na rysunku 4, dokładność wagi, zwłaszcza w górnym zakresie ważenia jest mocno zależna tylko od zmian jej czułości. Odchylenie czułości wzrasta w przybliżeniu liniowo wraz z obciążeniem wagi, może być zatem krytyczne dla pomiarów w których masa ładunku jest większa niż 50% obciążenia maksymalnego wagi. Należy zauważyć, że adiustacja wagi wykonywana w cyklach automatycznych i ręcznych (ingerencja operatora) eliminuje te odchylenia. Takie możliwości w zakresie adiustacji oferują wszystkie wagi laboratoryjne serii X2, X7, 5Y produkcji firmy Radwag.

Dolna część wykresu pokazuje natomiast iż potencjalne odchylenia czułości są nieistotne, gdy masa ładunku jest mała, przyjmuje się, że mniejsza niż 5% maksymalnego obciążenia wagi (micro weighing area). Dokładność ważenia próbek o tak małych masach jest zależna tylko od wartości błędu losowego wagi. Jest to podstawą dla wyznaczenia początku zakresu ważenia tzw. Minimum Sample Weight.

Widok mas adiustacyjnych wag zabudowanych w konstrukcji wag o różnej rozdzielczości pokazano na rysunku 5. Warto wiedzieć, że masa adiustacyjna jest de facto wzorcem masy, ale nie posiada ona świadectwa wzorcowania, tak jak inne wzorce masy.



Rysunek 5. Masa adiustacyjna wag o różnych rozdzielczościach

3.1. Okresowa kontrola czułości wagi

Odchyłka czułości powinna być wyznaczona przy użyciu pojedynczego wzorca masy, którego wartość nominalna zawiera się w zakresie 5÷100% maksymalnego obciążenia wagi. Zazwyczaj jednak test jest wykonywany wzorcem o masie zbliżonej do wartości obciążenia maksymalnego wagi. Wzorce stosowane do badania czułości powinny być zgodne z wymaganiami norm OIML R-111-1 lub ASTM E-617, przy czym niepewność wyznaczenia masy wzorca nie powinna być większa niż limit dokładności tj. 0.05%

Badanie powinno być wykonane po okresie aklimatyzacji wagi, w stabilnych warunkach środowiskowych. Okres aklimatyzacji jest zdefiniowany w dokumentacji technicznej każdej wagi i ma szczególne znaczenie w przypadku pomiarów dokonywanych z rozdzielczością 0.001mg (mikrowagi) oraz 0.0001mg (ultra-mikrowagi).

1. Obciążyć szalkę wagi 2-krotnie wzorcem masy którym będzie wykonywane badanie, zdjąć wzorec masy z szalki wagi,
2. Zamknąć komorę ważenia, o ile to dotyczy,
3. Wyzerować wskazanie wagi
4. Umieścić wzorec masy na szalce wagi, po stabilizacji zarejestrować wskazanie.
5. Wyliczyć odchyłkę czułości według poniższej zależności (1),

$$\frac{|m - I|}{m} \times 100 \leq 0.05 \quad (1)$$

gdzie:

m - masa nominalna wzorca lub jego masa umowna zawarta w świadectwie wzorcowania,
I - wskazanie, np. w gramach.

Przykład

- waga AS 220.X7, maksymalne obciążenie Max = 220g
- działka elementarna d=0.1mg
- kontrola wzorcem o masie 200g, komplet wzorców masy numer K-1485/18, świadectwo wzorcowania 14366/4786/24
- umowna masa wzorca masy 199,99987g, niepewność rozszerzona wyznaczenia masy wzorca, $U = 0.06\text{mg}$
- wynik ważenia $I = 199.9999\text{g}$

$$\frac{|199.99987 - 199.9999|}{199.99987} \times 100 \leq 0.05$$

(2)

$$0.000015 \leq 0.05$$



Rysunek 6. Kontrola odchyłki czułości wagi wzorcem masy

Odchyłka czułości wagi jest mniejsza niż limit jaki zawiera USP 41, Ph. Eur 2.1.7 oraz JP XVIII rozdział 9.62. Waga może być stosowana do pomiarów masy w całym zakresie pomiarowym.

Według Ph. Eur 2.1.7 zazwyczaj wystarczy użyć masy nominalnej odważnika lub wzorca podczas oceny odchyłki czułości o ile względny maksymalny dopuszczalny błąd wzorca testowego (tj. maksymalny dopuszczalny błąd odważnika lub wzorca testowego podzielony przez masę nominalną) nie jest większy niż jedna trzecia specyfikacji testu czułości tj. 0.05%. Jeżeli stosunek ten nie może być osiągnięty, należy zastosować wartość masy wzorca podaną na świadectwie wzorcowania. W takim przypadku użytkownik musi upewnić się, że niepewność wyznaczania masy wzorca podzielona przez jego masę nominalną nie jest większa niż jedna trzecia 0.05%.

$$\frac{U}{M} \leq \frac{1}{3} 0.05\% = \frac{U}{M} \leq 0.00016$$

(3)

gdzie:

U – niepewność wyznaczania masy wzorca,

M – masa nominalna wzorca

Przykład – sprawdzenie przydatności wzorca masy do badań czułości wagi

- Masa nominalna wzorca = 200g,
- Niepewność rozszerzona wyznaczenia masy wzorca = 0.06mg → 0.00006g
- $U/M = 0.0000003$
- Limit = 0.00016
- Wzorzec masy może być wykorzystany do oceny odchyłki czułości

Z metrologicznego punktu widzenia wartość niepewności rozszerzonej podczas wzorcowania jest cechą charakterystyczną każdego laboratorium, która jest zależna od dokładności wag wykorzystywanych w procesie wzorcowania oraz od niepewności wzorców masy wyższego rzędu.



Rysunek 7. Waga analityczna XA 82/220.5Y z termometrem kontrolnym i wzorcami masy

XA 82/220.5Y Obciążenie maksymalne 220g, działka elementarna $d=0.1/0.01$ mg
Adiustacja wewnętrzna, certyfikat OIML, Interfejsy: USB-A x2, USB-C, HDMI, Ethernet, Wi-Fi®, Hotspot

Zmniejszenie niepewności pomiaru podczas wzorcowania wzorców masy jest możliwe także przy zastosowaniu automatyzacji, tak jak to jest realizowane w Laboratorium Pomiarowym firmy Radwag.

4. Masa minimalna USP/Ph. Eur./JP

Podczas ważenia próbek o małych masach np. odmierzanie ilości proszku istotne znaczenie dla dokładności pomiaru ma tylko błąd losowy. Taka ocena jakości pomiaru masy jest przedstawiona w dokumentach USP 41, Ph. Eur. 2.1.7, JP XVIII rozdział 9.62.

Dla wyznaczenie wartości błędu losowego wagi należy wykonać serię co najmniej 10 pomiarów, a następnie wyliczyć wartość odchylenia standardowego z otrzymanych wyników. Celem tego testu jest sprawdzenie tego czy wartość błędu losowego (powtarzalność wskazań) mieści się w akceptowalnym limicie (zależność 3). Najmniejsze możliwe odchylenie standardowe zgodnie z USP/Ph.Eur, może mieć wartość 0.41d. Jeżeli uzyskane odchylenie standardowe z serii pomiarów będzie miało wartość mniejszą niż 0.41d, to należy je zastąpić wartością 0.41d

$$R = \frac{2 \cdot S}{m} \leq 0.10\% \rightarrow \frac{2 \cdot S}{m} \leq 0.001 \quad (3)$$

gdzie: S – odchylenie standardowe wskazanych wartości (np. w gramach);
m – najmniejsza masa netto próbki, która będzie ważona na wadze.

Przykład wyliczenia odchylenia standardowego dla kilku różnych hipotetycznych wag pokazano w tabeli 1.

Tabela 1. Błąd losowy wag o różnych wartościach działki elementarnej

No.	W-1	W-2	W-3	W-4
1	20.001	0.1001	0.50001	5.0001
2	20.000	0.0999	0.50002	5.0004
3	20.001	0.1000	0.50003	5.0005
4	20.001	0.1002	0.49998	4.9997
5	20.001	0.1001	0.49998	4.9992
6	20.001	0.1000	0.50002	5.0003
7	20.001	0.0999	0.50002	5.0010
8	20.001	0.1001	0.49998	4.9992
9	20.001	0.1001	0.49998	5.0001
10	20.001	0.1000	0.50001	5.0006
St. dev. (S)	0.00032	0.00010	0.00002	0.00059
S _{MIN} = 0.41d	0.00041	x	x	x

Wartość odchylenia standardowego w kolejnym kroku jest wykorzystana do obliczenia początku zakresu ważenia → tzw. Minimum Sample Weight, zależność (4).

$$MSW = 2000 \cdot S \quad (4)$$

Ważenia wykonywane poniżej progu MSW z zasady nie spełniają warunku 3, więc według wymagań USP, Ph. Eur., JP nie mogą być uznane za „dokładne” – praktycznie nie powinny być wykonywane. Początek zakresu ważenia dla wag 1-4 pokazano w tabeli 2.

Tabela 2. Wartości MSW zależnie od wartości błędu losowego

No.	W-1	W-2	W-3	W-4
d (g)	0.001	0.0001	0.00001	0.0001
St. dev. (S)	0.00032	0.00010	0.00002	0.00059
$S_{MIN} = 0.41d$	0.00041	x	x	x
MSW	0.82g	0.2g	0.04g	1.18g

Warto zaznaczyć, że o wartości MSW nie decyduje rozdzielczość wagi (ilość miejsc dziesiętnych po przecinku), ale wartość błędu losowego, co jest widoczne porównując MSW wagi numer 2 oraz numer 4.

Praktyka pokazuje że precyzja pomiaru dla tzw. „małych mas” ma wartość stałą, przy założeniu że warunki podczas wykonywania testu są stabilne. Niestety istotne znaczenie dla badania precyzji pomiaru mają także umiejętności operatora, czyli ważenie bez uderów oraz inne czynniki zakłócające pomiar takie jak drgania, wibracje lub nadmierny ruch powietrza. Podczas badania powinno się stosować wzorce o masie nieco większej niż przewidywany próg MSW, głównie ze względów praktycznych. Znacznie łatwiej ująć pęsetą i umieścić na szalce wagi wzorce, które mają odpowiednio większą powierzchnię.



Rysunek 8. Badanie zmian masy filtra po procesie sączenia, odmierzanie ilości substancji

Mikrowaga MYA 5.5Y.FA – pomiar masy filtra, Obciążenie maksymalne 5g, działka elementarna $d=0.001\text{mg}$
Waga analityczna XA 82/220.5Y, Obciążenie maksymalne 220g, działka elementarna $d=0.01\text{mg}$

Najmniejsze wartości MSW dla wag o różnych rozdzielczościach pokazano w tabeli 3, jednak realistycznie patrząc na ten problem, te wartości są możliwe do uzyskania tylko w przypadku wag o rozdzielczościach 1mg oraz 0.1mg.

Tabela 3. Minimalne wartości MSW zależnie od wartości działki elementarnej wagi

Działka elementarna (d)	Formuła	MSW	Typ wagi
1 mg	$0.41 \cdot 1\text{mg} \cdot 2000$	820 mg	PS 1000.X2
0.1 mg	$0.41 \cdot 0.1\text{mg} \cdot 2000$	82 mg	AS 220.5Y
0.01 mg	$0.41 \cdot 0.01\text{mg} \cdot 2000$	8.2 mg	XA 82/220.5Y
0.001 mg	$0.41 \cdot 0.001\text{mg} \cdot 2000$	0.82 mg	MYA 5.5Y
0.0001 mg	$0.41 \cdot 0.0001\text{mg} \cdot 2000$	0.082 mg	UYA 2.5Y

Należy jednak zauważyć, że wyznaczona wartość błędu losowego wagi jest tylko eksperymentalnym oszacowaniem tej wartości, która dodatkowo może być zmienna w efekcie zmienności środowiska pracy. Z tego powodu zaleca się dokonywać ważenia powyżej progu MSW.

Wyznaczenie wartości MSW jest tylko połową sukcesu, teraz należy uwzględnić to wymagania w codziennej pracy. Znaczne wsparcie w tym zakresie daje funkcja programowa MSW jaka jest dostępna w wagach AS, XA, MYA, UYA.5Y produkcji Radwag. Wartość progu MSW oraz okres jego ważności jest zdefiniowany przez administratora wagi. Status procesu ważenia w kontekście MSW jest czytelnie pokazywany na wyświetlaczu wagi.

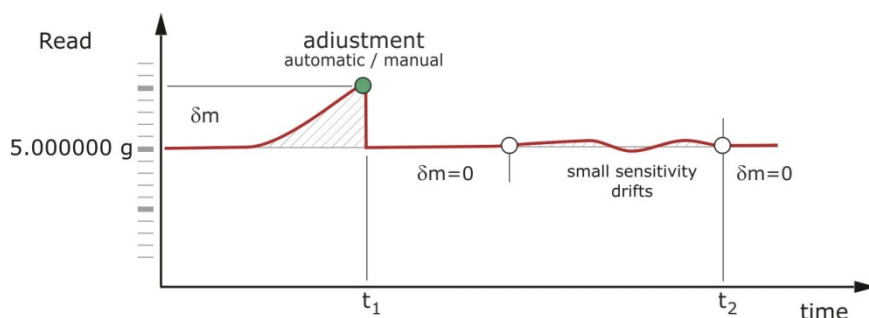


Rysunek 9. Mikrowaga MYA 5.5Y z aktywną Funkcją MSW

MYA 5.5Y, Obciążenie maksymalne 5g, działka elementarna d=0.001mg
Adiustacja wewnętrzna, certyfikat OIML

5. Adiustacja

Zadaniem adiustacji jest korekta wskazań wagi, którą uzyskuje się w wyniku porównania wyniku ważenia wzorca (tzw. masy adiustacyjnej) z jej znaną wartością. Porównania te są wykonywane automatycznie → zmiana temperatury, upływ czasu lub półautomatycznie przed rozpoczęciem badań → ingerencja operatora wagi. Masa adiustacyjna nie jest wzorcowana, tak jak wzorce zewnętrzne. Wzorcowanie jako procedura pokazująca „dokładność” wskazań jest realizowana dla wagi jako całości, więc de facto także w odniesieniu do wartości wewnętrznej masy adiustacyjnej. Zasadę adiustacji pokazano na rysunku 9, jest ona identyczna dla każdej wagi, a poprawność działania tego układu jest weryfikowana w firmie Radwag przez Dział KJ.



Rysunek 10. Ogólna zasada działania adiustacji wagi elektronicznej

Adiustacja wagi jest typowym ważeniem obciążenia, więc z metrologicznego punktu widzenia, jakość tego procesu może być definiowana przez precyzję pomiaru. Jak wiadomo precyzja każdego pomiaru jest dość mocna zależna od warunków w jakich pomiar jest wykonywany oraz umiejętności operatora. Należy zauważyć że automatyzacja adiustacji oraz zabudowanie wewnątrz wagi masy adiustacyjnej znacznie zwiększa precyzję pomiaru względem pomiarów wykonywanych manualnie. Jest to szczególnie istotne i pożądane gdyż na podstawie wyniku ważenia masy adiustacyjnej dokonywana jest korekta czułości wagi.

Jak wspomniano wcześniej parametrem jakościowym adiustacji jest precyzja pomiaru, którą można wyznaczyć poprzez funkcję diagnostyczną Autotest GLP. Jest ona dostępna w menu większości wag laboratoryjnych produkcji Radwag. Zasada działania Autotestu GLP polega na wyznaczeniu odchylenia standardowego → miara precyzji pomiaru, z serii 10-krotnego ważenia wewnętrznej masy adiustacyjnej. Otrzymana wartość odchylenia standardowego jest zazwyczaj mniejsza od wartości działki elementarnej badanej wagi.

6. Metody pomiarowe

Zazwyczaj metoda ważenia jest zdefiniowana przez normy PN-EN, ASTM, przewodniki ISO lub inne uznane i przyjęte do stosowania dokumenty branżowe, wewnętrzne lub zewnętrzne. Wymagania mogą dotyczyć masy próbki, sposobu jej poboru, przechowywania i tolerancji odważania. Należy pamiętać że próbki nie są neutralne i mogą być niestabilne ze względu na sorpcję wilgoci, niezrównoważone ładunki elektrostatyczne oraz niestabilność termiczną. Środowisko pracy również może mieć wpływ na proces ważenia, gdy jego zmienność w zakresie temperatury, wilgotności, ruchu powietrza oraz drgań będzie zbyt duża.



**Rysunek 11. Waga XA 82/220.5Y, pomiar masy filtra,
Mikrowaga MYA 2.5Y, pomiar masy kapsułki – jednolitość masy preparatów medycznych (USP)**

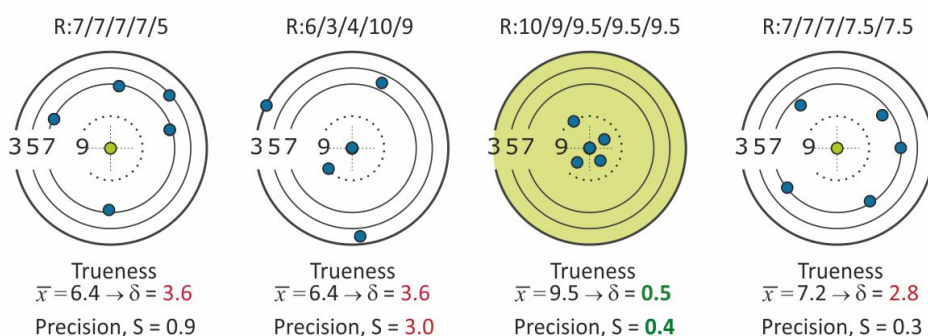
Waga analityczna XA 82/220.5Y, Obciążenie maksymalne 220g, działka elementarna $d=0.01\text{mg}$, certyfikat OIML
Mikrowaga MYA 2.5Y, Obciążenie maksymalne 2g, działka elementarna $d=0.001\text{mg}$, certyfikat OIML

Zmienność środowiska pracy jest monitorowana przez czujniki wewnętrzne zainstalowane w wagach serii 5Y → zielone ikony na wyświetlaczu wagi, rysunek 10. Jest to profesjonalne rozwiązanie dla każdego laboratorium w zakresie nadzoru nad zmiennością warunków pracy. Możliwe jest także podłączenie do złącza USB wagi dodatkowych zewnętrznych czujników temperatury i wilgotności, które będą monitorować środowisko pracy.

Dokładność pomiaru w skali mikro może być zaburzana przez wiele czynników, które wzajemnie wpływają na siebie. Pomimo tego, potencjalną dokładność pomiaru masy można określić poprzez sprawdzenie precyzji pomiaru w miejscu użytkowania wagi. Ten test wykonywany jest zazwyczaj wzorcem o masie zbliżonej do masy ważonych próbek. Odchylenie standardowe (S) z serii pomiarów jest tu miarą nieprecyzyjności, im mniejsza wartość (S) tym lepsza zbieżność wyników w serii → lepsza precyzja pomiarów. Jak wiemy precyzja pomiaru jest błędem losowym, a na dokładność pomiaru wpływ ma także błąd systematyczny. Może być on istotny tylko wówczas, gdy masa ważonych próbek jest większa niż 50% wartości obciążenia maksymalnego wagi.

7. Kontrola metrologiczna wag i systemów wagowych

Nie ma żadnych wątpliwości że z metrologicznego i normatywnego² punktu widzenia każde urządzenie pomiarowe, w tym także waga powinno być okresowo sprawdzane zgodnie z przyjętym harmonogramem. W przypadku wag taka procedura jest realizowana za pomocą jednego lub kilku wzorców masy i polega na porównaniu wskazania wagi ze znaną certyfikowaną wartością wzorca. Zazwyczaj wyznaczona jest dopuszczalna tolerancja +/- w jakiej powinien znaleźć się wynik ważenia wzorca lub limit tzw. próg ważenia tak jak MSW.



Rysunek 12. Poprawność (trueness) i precyzja (precision) w pomiarach masy

Podczas kontroli metrologicznej wykorzystywane są wzorce masy do oceny dokładności pomiaru → błąd systematyczny. Jest to podejście normatywne zalecane przez OIML w odniesieniu do wszystkich wag nieautomatycznych. Należy zauważyć, że w rzeczywistości pomiar masy dokonywany jest dla zupełnie innych obiektów niż wzorce stalowe. Z tego powodu można przypuszczać, że dokładność pomiaru będzie inna, zwłaszcza gdy ważony obiekt ma znacznie większą powierzchnię → filtr.



Rysunek 13. Kontrola metrologiczna wagi, pomiar masy filtra

² ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, EN ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements)

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Dział Kontroli Jakości – waga AS 220.R2, ocena poprawności wskazań.....	4
Rysunek 2. Wzorcowanie metodą manualną komparatora masy.....	5
Rysunek 3. Aplikacja Digital Weighing Auditor.....	6
Rysunek 4. Błąd systematyczny i losowy wagi	7
Rysunek 5. Masa adiustacyjna wag o różnych rozdzielczościach	8
Rysunek 6. Kontrola odchyłki czułości wagi wzorcem masy.....	9
Rysunek 7. Waga analityczna XA 82/220.5Y z termometrem kontrolnym i wzorcami masy	10
Rysunek 8. Badanie zmian masy filtra po procesie sączenia,	12
Rysunek 9. Mikrowaga MYA 5.5Y z aktywną Funkcją MSW	13
Rysunek 10. Ogólna zasada działania adiustacji wagi elektronicznej.....	14
Rysunek 11. Waga XA 82/220.5Y, pomiar masy filtra, Mikrowaga MYA 2.5Y, pomiar masy kapsułki – jednolitość masy preparatów medycznych (USP)	15
Rysunek 12. Poprawność (trueness) i precyzja (precision) w pomiarach masy	16
Rysunek 14. Kontrola metrologiczna wagi, pomiar masy filtra	16

SPIS TABEL

Tabela 1. Błąd losowy wag o różnych wartościach działce elementarnej	11
Tabela 2. Wartości MSW zależnie od wartości błędu losowego	12
Tabela 3. Minimalne wartości MSW zależnie od wartości działki elementarnej wagi	13



Radwag

Ul. Toruńska 5, 26-600 Radom

Tel. 48 386 60 00

e-mail: radom@radwag.pl

radwag.com