



Metody Grawimetryczne

W badaniach jakości powietrza atmosferycznego
i emisji cząstek stałych.

Badanie jakości powietrza na stanowiskach pracy.

POMIAR



robotyczny



automatyczny



manualny

ROZDZIELCZOŚĆ POMIAROWA



10 µg



1 µg



0.1 µg

Całkowity pył zawieszony

Wielkość ziaren pyłu (od kilku nanometrów do nawet 100 mikrometrów) jest najważniejszym parametrem wykorzystywanym do opisu jego właściwości.



Podział pyłów ze względu na rozmiar cząstek.

Nazwa	PM 10	PM 2,5 - 10	PM 2,5	PM1	PM 0,1
Średnica cząstki	< 10 μm	2.5 μm - 10 μm	< 2.5 μm	< 1.0 μm	< 0.1 μm

Naturalne i antropogeniczne źródła pyłu zawieszonego.



Rolnictwo i rekultywacja terenów



Procesy spalania w przemyśle



Procesy produkcyjne w gospodarce odpadami



Procesy spalania w sektorze energii

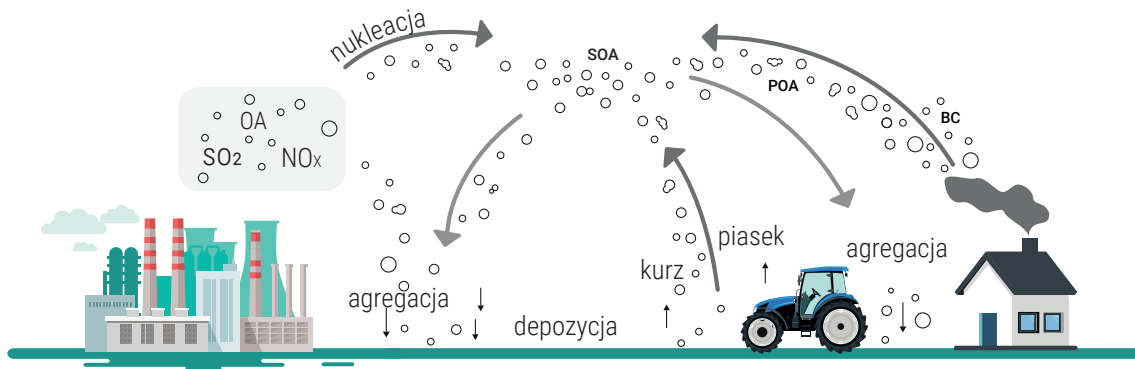


Transport drogowy, samolotowy i morski



Procesy spalania poza przemysłem

Schemat tworzenia się i przemiany pyłu zawieszonego w atmosferze.









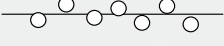
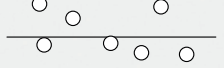


SO₂ - związki siarki
NO_x - związki azotu

OA - organiczny aerozol
BC - czarny węgiel

POA - pierwotne aerozole organiczne
SOA - wtórne aerozole organiczne

Standardowa grawimetryczna metoda pomiarowa wg. EN 12341:2014

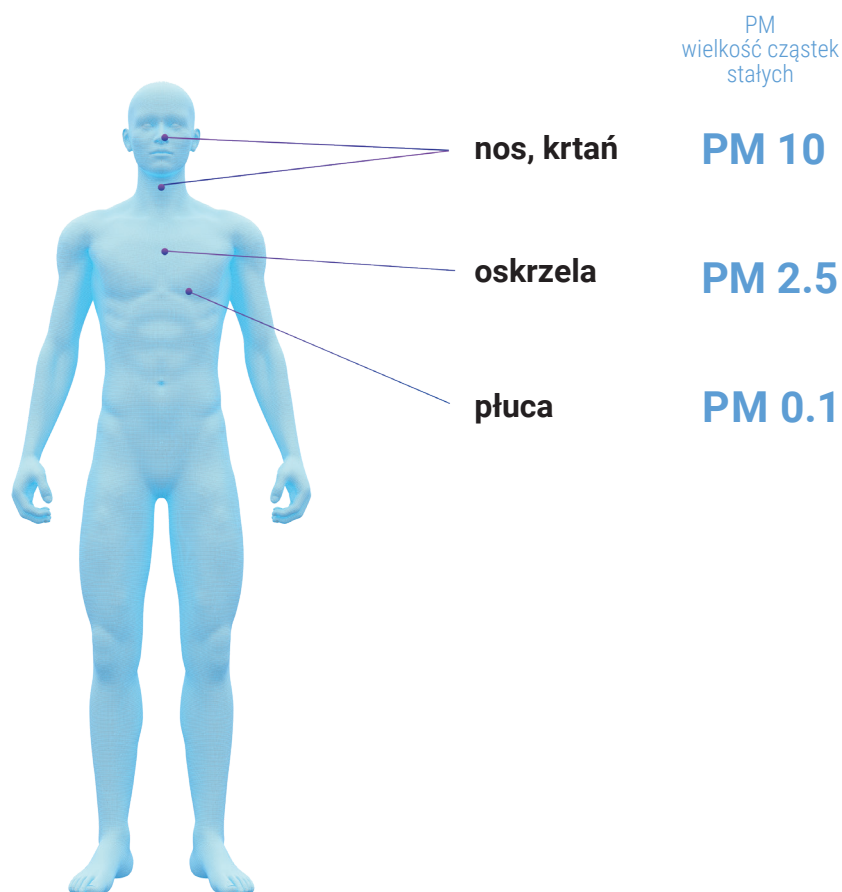
Koncentrację pyłu oblicza się na podstawie różnicy mas filtrów przed i po ekspozycji oraz wielkości przepływu powietrza w założonym czasie. Dla dokładności wyznaczenia koncentracji pyłu istotna jest precyzja i dokładność pomiaru masy, kondycjonowanie filtrów w ustalonych warunkach (temperatura 19-21°C, wilgotność względna powietrza 45-50%), ekspozycja filtra w stałym czasie i stałych warunkach ekspozycji (temperatura, wilgotność, przepływ powietrza), bezpieczny transport do i z punktu ekspozycji.

metody oznaczania filtra	 kod QR filtra	 RFID kasety filtra	 kod QR kontenera	 kod EAN kontenera
metody ważenia filtra	 robotyczna / automatyczna		 manualna	
dokładność, precyzja pomiarów				
kondycjonowanie filtrów	wewnątrz urządzenia: UMA 2.5Y.FC; RB 2.5Y.FC; RMC 2.5Y.FC		na podstawie warunków w laboratorium MYA 2.5Y.F; AK-6/510.5Y.F; UMA 2.5Y.F; RB 2.5Y.F; RMC 2.5Y.F	
operator	 procedury są automatyczne		 wymagana wiedza z zakresu metodyki kto?, kiedy?, dlaczego?, w jaki sposób?	
wydajność pracy w cyklu dziennym	Q > 300		Q ≈ 50	

Masowa emisja cząstek stałych

Cząstki stałe emitowane z silników spalinowych są systemami polidispersyjnymi zawierającymi cząstki o różnych kształtach i wymiarach. Toksyczne składniki spalin negatywnie oddziałują na organizm człowieka, przyczyniając się do powstania stanów chorobowych i zmian mutagennych.

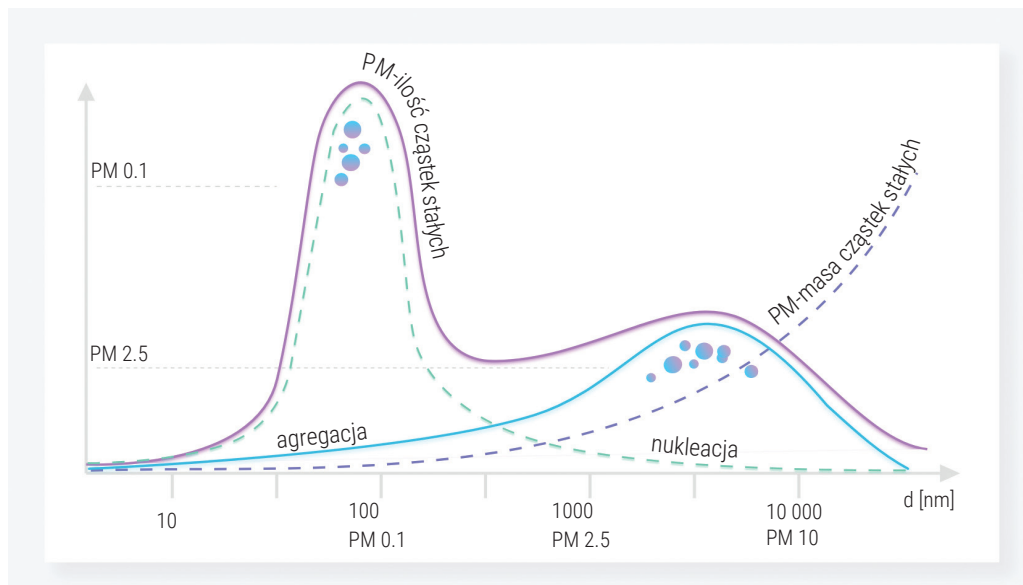
Wpływ cząstek stałych na organizm ludzki



Tworzenie się i przemiany cząstek stałych podczas emisji z silnika spalinowego

Pojęcie cząstka stała nie jest jednoznaczne, cząstki nie są jednakowe pod względem wymiarów i kształtów, są nieregularną mieszaniną składników chemicznych. Powstają w warunkach niedoboru tlenu przy zwiększonej dawce paliwa w wyniku niepełnego i niecałkowitego spalania paliwa. Postać, wielkość i skład cząstki zależy od temperatury i miejsca w układzie cylinder - układ wydechowy.

Ilość, emisja cząstek stałych



Metoda pomiarowa (EU) 2017/1151 - 40 CFR Part 1065

Wpływ warunków zewnętrznych na stabilność filtrów badanych jest weryfikowana w każdym cyklu badania poprzez obserwację zmian masy co najmniej dwóch filtrów referencyjnych. Dokładność ważenia wszystkich filtrów (badanych i referencyjnych) jest kontrolowana poprzez okresowe ważenia certyfikowanego wzorca o masie zbliżonej do masy filtrów badanych. Maksymalna dopuszczalna zmiana masy filtrów referencyjnych między badaniami wynosi 5 µg.

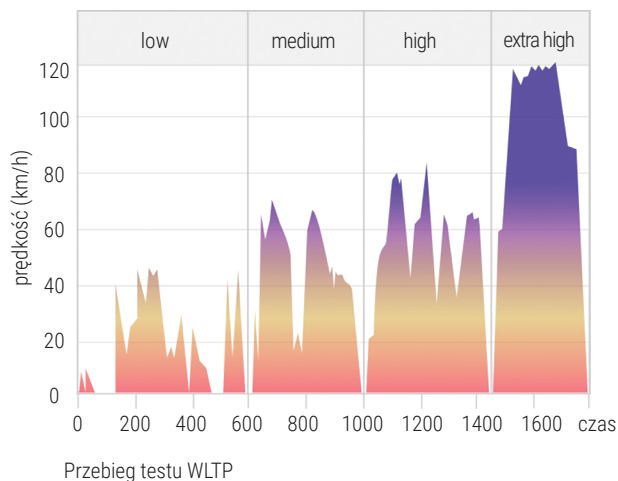
Limity emisji cząstek stałych

Region	Norma	PM
UE	Euro 6	4.5 mg/km
China	China 6	4.5 mg/km
EPA USA	Tier 3	10 mg/milę



Hamownia silnikowa - Instytut Badań i Rozwoju Motoryzacji BOSMAL

Wymagania dla systemu wagowego:	
działka elementarna	$d \leq 1 \mu\text{g}$
powtarzalność pomiaru	st. dev. $\leq 2 \mu\text{g}$
korekta wyporu powietrza	



Metoda Manualna

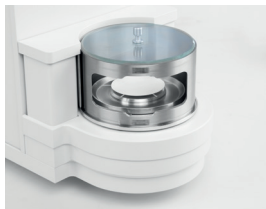
Ultramikrowagi UYA 5Y.F / 0.1 μ g **Mikrowagi MYA 5Y.F / 1 μ g**

- Ultramikrowagi UYA 5Y.F PLUS oraz mikrowagi MYA 5Y.F PLUS zostały zaprojektowane do dokładnego ważenia filtrów o średnicy max 70 mm
- Automatycznie otwierana komora ważenia
- Monitoring warunków środowiskowych
- Monitoring jakości ważenia, korekcja on-line wyporności powietrza
- Statystyki, raporty, zestawienia
- Programowalne czujniki podczerwieni



! Kompensacja wyporności powietrza

Pozwala na automatyczną korektę wartości wyniku ważenia w czasie rzeczywistym, co jest szczególnie ważne w przypadku próbek o gęstości znacznie różniącej się od gęstości wzorców masy.



Moduł warunków środowiskowych (temperatury, wilgotności, ciśnienia, wibracji i gęstości powietrza)

Umożliwia pomiar, zapis i wizualizację w czasie rzeczywistym wymienionych wielkości.



Monitoring poprawnego ważenia

Dzięki niemu unikniesz błędów ważenia wynikających z niepoprawnego umieszczenia próbki na szalce.

Drgania w procencie ważenia

Wagi serii 5Y wyposażono w detektor drgań, który jest unikalnym rozwiązaniem umożliwiającym monitoring miejsca pracy w zakresie drgań powodowanych przez ludzi, urządzenia i maszyny.



Mobilna obsługa wagi

Umożliwia transfer danych z wagi (wyniki pomiarów, dane statystyczne itp.) bezpośrednio do tabletu lub smartfonu użytkownika.



Bazy danych serii pomiarów i raportów

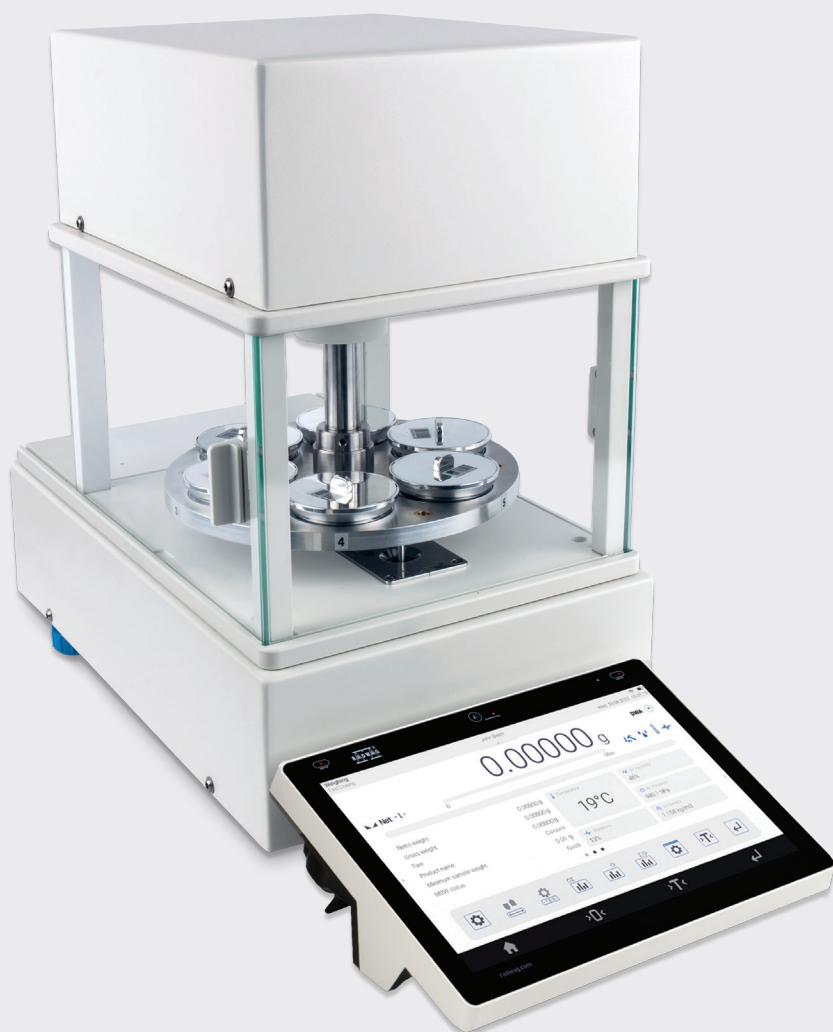
Pełna kontrola i możliwość filtrowania zawsze dostępnych danych z wykonanych pomiarów.



Metoda automatyczna

Wagi automatyczne AK 5Y.F

System wagowy AK-6 5Y.F reprezentuje poziom profesjonalny w pomiarach masy. Dynamiczna kontrola i korekta wskazań masy zapewnia szybkość i stabilność pomiaru niezależnie od rodzaju ważonego filtra. Zautomatyzowany proces pomiaru filtrów, gwarantuje doskonałe parametry dokładności i powtarzalności. Urządzenie posiada magazyn na 6 filtrów.



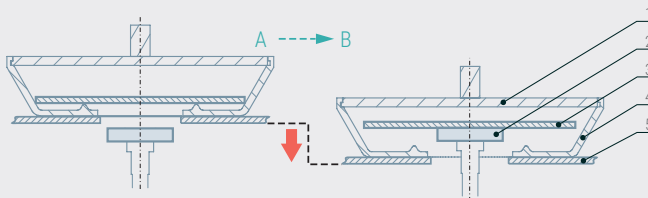
Efektywność i skuteczność, analiza wagowa

Wylimitowanie „czynnika ludzkiego” gwarantuje nieosiągalną w cyklach ważenia manualnego powtarzalność pomiarów. Ma to istotne znaczenie w ocenie emisji cząstek stałych emitowanych przez silniki spalinowe (norma Euro 6). Z drugiej strony pozwala prowadzić prace badawczo-rozwojowe przy zachowaniu powtarzalności pomiaru na poziomie $sd < 0.5 \mu g$.



Kaseta na filtry

Specjalnie zaprojektowana kaseta pozwala na bezpieczne przechowywanie filtrów oraz gwarantuje niezmienność ich masy.



Legenda:

1 - pokrywa kasety filtra
4 - obudowa kasety filtra

2 - szalka 3 - badany filtr
5 - magazyn dla filtrów i wzorców



Pomiar warunków środowiskowych w komorze ważenia

W wyposażeniu automatycznego systemu wagowego AK-6 5Y.F znajduje się wysokiej klasy termohigrobarometr, pozwalający na rejestrację warunków środowiskowych w czasie rzeczywistym z dokładnością: ± 1 hPa (ciśnienie) / $\pm 1,8\%$ (wilgotność) / $\pm 0,1^\circ\text{C}$ (temperatura).



Identyfikacja filtrów

Identyfikacja filtrów jest realizowana poprzez cyfrowy kod stanowiska pomiarowego w powiązaniu z kodem EAN/QR pojemnika wagowego (opcja).

Kontrola metrologiczna

Kontrola poprawności działania systemu wagowego może być realizowana poprzez zewnętrzną masę adiustacyjną, certyfikowany zewnętrzny wzorzec o masie zbliżonej do masy badanych filtrów lub referencyjny filtr odniesienia.

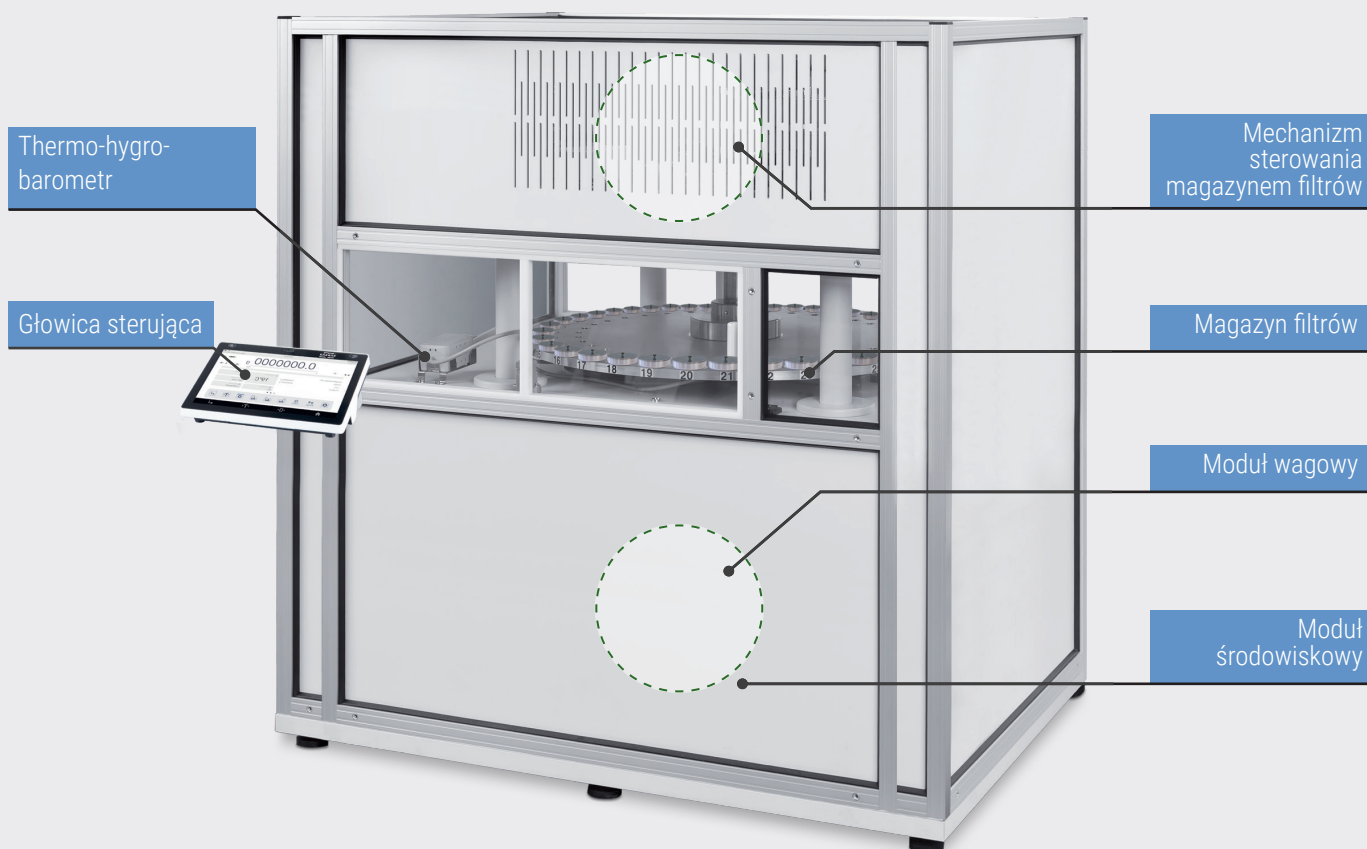
Dedykowane oprogramowanie

Ergonomiczne oprogramowanie wspierane przez zewnętrzną aplikację RMCS pozwala zarządzać czasem i planami badań każdego filtra lub bez serii filtrów.

Metoda automatyczna

Automatyczne systemy wagowe UMA 5Y.FC

Automatyczny system wagowy został zaprojektowany dla badania zmian masy różnego rodzaju filtrów wykorzystywanych w procesach fizycznych lub chemicznych z włókna kwarcowego, włókna szklanego, teflonu oraz filtrów wykonanych z teflonu pokrytego włóknem szklanym. System umożliwia również kondycjonowanie filtrów zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 12341:2014. Urządzenie posiada magazyn na 24 filtry.



Skuteczne i bezpieczne pomiary

System wagowy UMA reprezentuje najwyższą klasę w pomiarach masy poziomego profesjonalnego. Dynamiczna kontrola i korekta wskazań masy zapewnia szybkość i stabilność ważenia niezależnie od rodzaju ważonego filtra.

Efektywność i skuteczność analizy wagowej

Pełna automatyzacja cyklu pomiarowego, dzięki wyeliminowaniu „czynnika ludzkiego” gwarantuje nieosiągalną w cyklach ważenia manualnego powtarzalność pomiarów. Możliwość zdalnego programowania procesów pomiarowych znacząco zwiększa efektywność pracy. Projektowanie cyklu badań - aplikacja komputerowa. Sterowanie on-line, zdalne, raport, statystyki.



Kaseta filtra

Każdy filtr podczas kondycjonowania jest przechowywany w stalowym pojemniku.



Identyfikacja filtrów

Identyfikacja filtrów jest realizowana poprzez cyfrowy kod stanowiska pomiarowego w powiązaniu z kodem EAN pojemnika wagowego (opcja).



Kontrola metrologiczna

Dokładność pomiarów masy jest okresowo kontrolowana za pomocą certyfikowanego wzorca o masie zbliżonej do masy analizowanych filtrów.

Pomiar warunków środowiskowych

W wyposażeniu automatycznego systemu wagowego UMA znajduje się wysokiej klasy termohigrobarometr, pozwalający na rejestrację warunków środowiskowych w czasie rzeczywistym. Urządzenie cechuje bardzo wysoka dokładność pomiarów: ciśnienia na poziomie ± 1 hPa, wilgotności na poziomie ± 1.8 % oraz temperatury na poziomie ± 0.1 °C. Moduł środowiskowy systemu wagowego jest zabudowany w dolnej części, przez co możliwy jest laminarny przepływ powietrza niezakłócający procesu pomiaru masy filtra. Zakres zmian temperatury oraz wilgotności jest wymuszany automatycznie zgodnie z wartościami zaprogramowanymi w terminalu urządzenia.

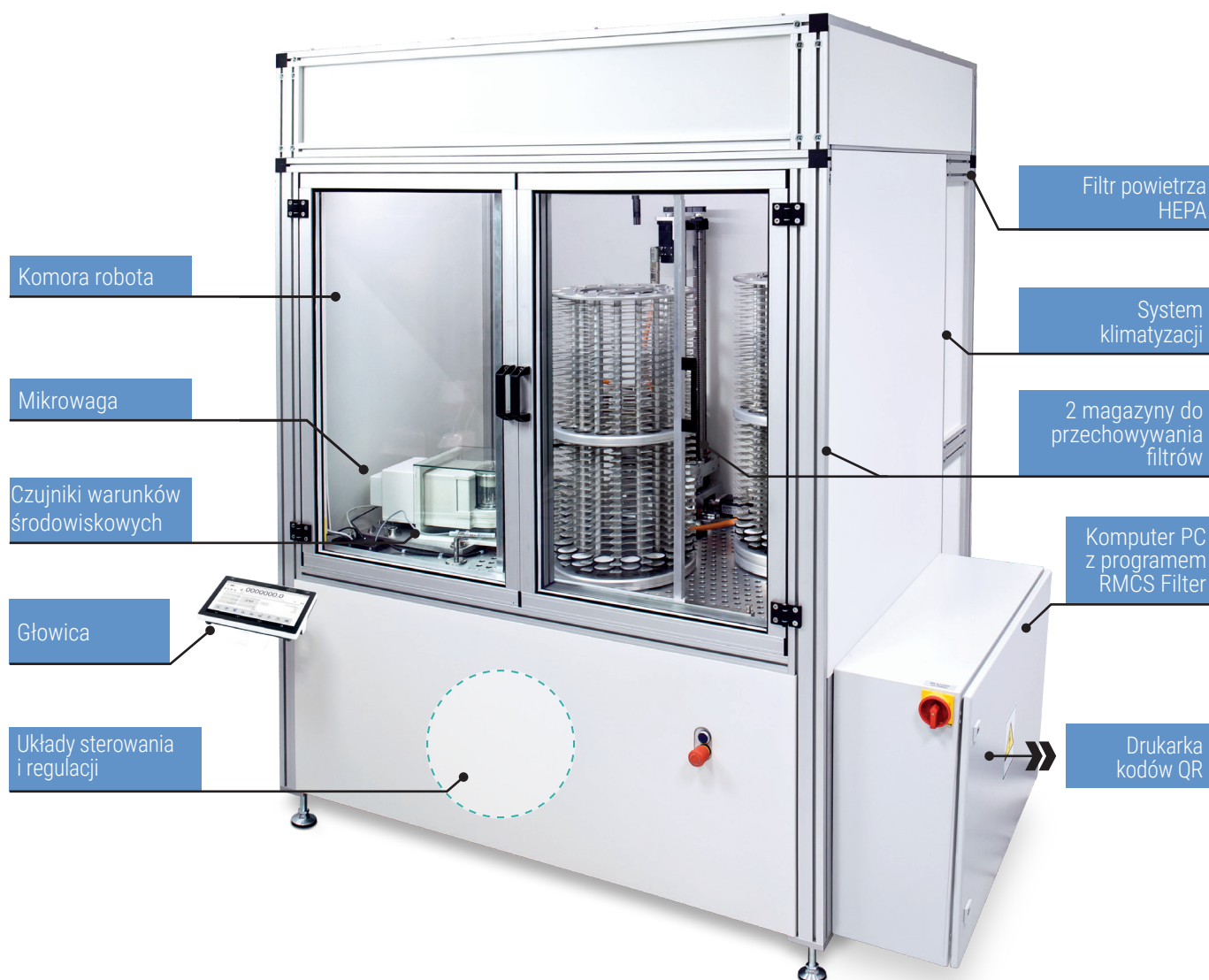
Dedykowane oprogramowanie

Ergonomiczne oprogramowanie wspierane przez zewnętrzną aplikację RMCS pozwala zarządzać czasem i planami badań porównawczych każdego filtra lub serii filtrów. Zestawienia zbiorcze oraz elementy raportów są definiowane przez administratora systemu.

Metoda automatyczna System robotyczny RB/RMC

Robotyczny system wagowy RB 5Y.F

Pozwala na przeprowadzenie automatycznej procedury kondycjonowania oraz ważenia filtrów o maksymalnej średnicy 47 mm. System klimatyzacji gwarantuje stałe, niezmiennie warunki w komorze. Urządzenie posiada 2 magazyny umożliwiające przechowywanie do 1020 filtrów.





Magazyn filtrów

Urządzenia posiadają stałe magazyny kondycjonujące. Filtry są umieszczane w specjalnych kasetach wykonanych z metalu lub polioksymetylenu. Opcjonalnie kasety mogą zostać wyposażone w system znakowania RFID.



Warunki środowiskowe

Czujniki THB realizują monitoring temperatury i wilgotności wewnątrz komory urządzenia. By zyskać czystość i sterylność środowiska pracy zastosowano filtr HEPA. System klimatyzacji steruje przepływem powietrza wewnątrz komory ważenia, zapewniając stabilne warunki pracy, zgodnie z normą EN 12341.



Robot

Filtry są transportowane pomiędzy poszczególnymi elementami urządzenia (magazynem filtrów, magazynem filtrów referencyjnych, jonizatorem, czytnikiem kodów QR, wagą) za pomocą robota, który porusza się w trzech płaszczyznach X / Y / Z. Ruch zespołu transportowego odbywa się automatycznie zgodnie z ustaloną procedurą.



Robotyczny system wagowy RMC 5Y.F

Robot RMC 5Y.F przy zachowaniu funkcjonalności robota RB 5Y.F oferuje pomiary przy zastosowaniu filtrów umieszczonych w specjalnie zaprojektowanej metalowej kasecie. Takie rozwiązanie pozwala na przechowywanie filtrów w idealnych warunkach.

Dedykowane oprogramowanie

Oprogramowanie RMCS Filter umożliwia zarządzanie całym procesem ważenia filtrów, od momentu przypisania kodów QR, poprzez ważenie filtrów niepróbkowanych, ważenie filtrów próbkowanych, aż po i analizę danych.

Dane techniczne



UYA 2.5Y.F.A

**MYA 5.5Y.F.A
MYA 5.5Y.F1**

MYA 21.5Y.MAG

Obciążenie maksymalne [Max]	2,1 g	5,1 g	21 g
Obciążenie minimalne [Min]	10 µg	100 µg	100 µg
Dokładność odczytu [d]	0,1 µg	1 µg	1 µg
Działka legalizacyjna [e]	1 mg	1 mg	1 mg
Zakres tary	-2,1 g	-5,1 g	-21 g
Powtarzalność (5% Max) - standardowa*	0,15 µg	0,6 µg	1 µg
Powtarzalność (Max) - standardowa*	0,35 µg	1,6 µg	3 µg
Powtarzalność (5% Max) - dopuszczalna*	0,35 µg	1,2 µg	1,6 µg
Powtarzalność (Max) - dopuszczalna*	0,6 µg	2,4 µg	4 µg
Liniowość	±1,5 µg	±5 µg	±7 µg
Czas stabilizacji	10 – 20 s	8 s	Max 10 s
Adiustacja	Wewnętrzna	Wewnętrzna	Wewnętrzna
Metoda pomiaru filtrów	Manualna	Manualna	Manualna
Typy filtra	GF, QA, MCE, PTFE	GF, QA, MCE, PTFE	GF, QA, MCE, PTFE
Maksymalny wymiar filtra	Max. ø 100 mm	Max. ø 100 mm	Max. ø 100 mm
Maksymalna ilość filtrów w cyklu badania	1	1	1
System znakowania filtrów	-	-	-
Jonizacja	-	-	-
Klimatyzacja	-	-	-
Automatyczne poziomowanie	W wagach PLUS	W wagach PLUS	-
Wymiar szalki	ø 50 mm (for filter)	ø 100 mm do filtrów (F), ø 160 mm do filtrów (F1), ø 26 mm	ø 26 mm
Wyświetlacz	10" dotykowy		
Interfejsy komunikacyjne	2 x USB-A, USB-C, HDMI, Ethernet, Hotspot, Wi-Fi®		

**XA 52.5Y.F****XA 110.5Y.F****AK-6/510.5Y.F****UMA 2.5Y.FC
UMA 2.5Y.F****RB 2.5Y.FC****RMC 2.5Y.FC
RMC 2.5Y.F**

52 g	110 g	0,51 g	2,1 g	2,1 g	2,1 g
1 mg	1 mg	10 µg	100 µg	100 µg	100 µg
10 µg	10 µg	0,1 µg	1 µg	1 µg	1 µg
1 mg	1 mg	–	–	1 mg	1 mg
-52 g	-110 g	-0,51 g	-2,1 g	-2,1 g	-2,1 g
5 µg	5 µg	0,2 µg	0,41 µg	0,41 µg	0,41 µg
10 µg	20 µg	0,2 µg	1 µg	1 µg	1 µg
12 µg	12 µg	0,4 µg	0,8 µg	0,8 µg	0,8 µg
20 µg	30 µg	0,4 µg	1,5 µg	1,5 µg	1,5 µg
±30 µg	±60 µg	≤1,5 µg	≤1,5 µg	≤1,5 µg	≤1,5 µg
~5 s, ~30 s for filter	~5 s, ~30 s for filter	10 s	30 s	10 – 20 s	10 – 20 s
Wewnętrzna	Wewnętrzna	Zewnętrzna	Wewnętrzna	Wewnętrzna	Wewnętrzna
Manualna	Manualna	Automatyczna	Automatyczna	Robotyczna	Robotyczna
GF, QA, MCE, PTFE	GF, QA, MCE, PTFE	GF, QA, MCE, PTFE	GF, QA, MCE, PTFE	GF, QA, MCE, PTFE	GF, QA, MCE, PTFE
Max. 210 × 254 mm	Max. 210 × 254 mm	Max. ø 47 mm	Max. ø 47 mm	Max. ø 47 mm	Max. ø 47 mm
1	1	6	24	1020	156
–	–	EAN kod numeryczny	EAN kod numeryczny	–	–
–	–	–	–	Automatyczna	Automatyczna
–	–	–	Tylko waga FC	Tak	Tylko waga FC
–	–	–	–	–	–
210 × 254 mm do filtrów, ø 90 mm ażurowa	210 × 254 mm do filtrów, ø 90 mm ażurowa	ø 16 mm	ø 16 mm ażurowa	ø 30 mm	ø 16 mm ażurowa

10" dotykowy

2 × USB-A, USB-C, HDMI, Ethernet, Hotspot, Wi-Fi®

* Wartości powtarzalności są ujęte dla mas skupionych.

Wi-Fi® jest zarejestrowanym znakiem towarowym będącym własnością Wi-Fi® Alliance.

