

ZALECENIA

ZALECENIE KOMISJI (UE) 2023/688

z dnia 20 marca 2023 r.

w sprawie pomiaru liczby cząstek stałych do celów okresowej kontroli technicznej pojazdów wyposażonych w silniki wysokoprężne

KOMISJA EUROPEJSKA,

uwzględniając Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej, w szczególności jego art. 292,

a także mając na uwadze, co następuje:

- (1) Z uwagi na zdrowie publiczne, ochronę środowiska i uczciwą konkurencję należy zapewnić odpowiednie utrzymanie i kontrole pojazdów uczestniczących w ruchu, aby zachowywały one właściwości określone w homologacji typu w sposób zasadniczo nie pogorszony przez cały okres użytkowania.
- (2) Metody badania wymagane na mocy dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/45/UE ⁽¹⁾ w odniesieniu do emisji spalin pojazdów silnikowych, w szczególności badanie zadymienia mające zastosowanie do silników wysokoprężnych, nie są dostosowane do nowszych pojazdów, które są wyposażone w filtry cząstek stałych. Badania laboratoryjne wskazują, że nawet pojazdy z uszkodzonymi lub poddanymi ingerencji filtrami cząstek stałych w silnikach Diesla mogą pomyślnie przejść badanie zadymienia, a wadliwe działanie nie zostanie zauważone.
- (3) Aby móc wykryć pojazdy z wadliwymi filtrami cząstek stałych w silnikach Diesla, niektóre państwa członkowskie wprowadziły lub wkrótce wprowadzą metody pomiaru liczby cząstek stałych („PN”) w ramach okresowych kontroli technicznych pojazdów wyposażonych w silniki wysokoprężne. Choć metody te są podobne, to jednak różnią się pod pewnymi względami. Zamiast wprowadzania w Unii różnych metod pomiaru należy wprowadzić wspólny zestaw minimalnych wymagań dotyczących pomiaru PN na podstawie wytycznych.
- (4) Przy opracowywaniu tych wytycznych należycie uwzględniono istniejące metody opracowane przez niektóre państwa członkowskie, wyniki badań laboratoryjnych przeprowadzonych przez Wspólne Centrum Badawcze Komisji ⁽²⁾, jak również wyniki konsultacji z grupą ekspertów ds. zdatności do ruchu drogowego.
- (5) Ponieważ nie zbadano możliwości zastosowania takich wytycznych w przypadku pojazdów wyposażonych w silniki o zapłonie iskrowym, zakres wytycznych powinien być ograniczony do pojazdów wyposażonych w silniki wysokoprężne i posiadających limit cząstek stałych określony w ramach homologacji typu. Oznacza to pojazdy lekkie z silnikami o zapłonie samoczynnym zarejestrowane po raz pierwszy od 1 stycznia 2013 r. (Euro 5b i nowsze) ⁽³⁾ oraz pojazdy ciężarowe o dużej ładowności z silnikami o zapłonie samoczynnym zarejestrowane po raz pierwszy od 1 stycznia 2014 r. (Euro VI i nowsze) ⁽⁴⁾. Gdy tylko zostanie osiągnięty ten sam poziom pewności co do metody pomiaru PN mającej zastosowanie do pojazdów wyposażonych w silniki o zapłonie iskrowym, należy opracować odpowiednie wytyczne.

⁽¹⁾ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/45/UE z dnia 3 kwietnia 2014 r. w sprawie okresowych badań zdatności do ruchu drogowego pojazdów silnikowych i ich przyczep oraz uchylająca dyrektywę 2009/40/WE (Dz.U. L 127 z 29.4.2014, s. 51).

⁽²⁾ „Comparisons of Laboratory and On-Road Type-Approval Cycles with Idling Emissions Implications for Periodical Technical Inspection (PTI) Sensors” [„Porównanie laboratoryjnych i drogowych cykli w ramach procedury homologacji typu z emisjami na biegu jałowym. Wpływ na czujniki stosowane podczas okresowych kontroli technicznych”], doi.org/10.3390/s20205790 oraz „Evaluation of Measurement Procedures for Solid Particle Number (SPN) Measurements during the Periodic Technical Inspection (PTI) of Vehicles” [„Ocena procedur pomiarowych dla pomiarów liczby cząstek stałych podczas okresowej kontroli technicznej pojazdów”], doi.org/10.3390/ijerph19137602.

⁽³⁾ Rozporządzenie (WE) nr 715/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie homologacji typu pojazdów silnikowych w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z lekkich pojazdów pasażerskich i użytkowych (Euro 5 i Euro 6) oraz w sprawie dostępu do informacji dotyczących naprawy i utrzymania pojazdów (Dz.U. L 171 z 29.6.2007, s. 1).

⁽⁴⁾ Zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 595/2009 z dnia 18 czerwca 2009 r. dotyczącym homologacji typu pojazdów silnikowych i silników w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z pojazdów ciężarowych o dużej ładowności (Euro VI) oraz w sprawie dostępu do informacji dotyczących naprawy i obsługi technicznej pojazdów, zmieniającym rozporządzenie (WE) nr 715/2007 i dyrektywę 2007/46/WE oraz uchylającym dyrektywy 80/1269/EWG, 2005/55/WE i 2005/78/WE (Dz.U. L 188 z 18.7.2009, s. 1).

- (6) Aby wytyczne były skuteczne, powinny zawierać wymagania związane z urządzeniami pomiarowymi, kontrolami metrologicznymi, procedurą pomiarową, wymaganiami metrologicznymi i technicznymi, a także wartością graniczną zaliczenia/niezaliczenia.
- (7) Niniejsze zalecenie stanowi pierwszy krok w kierunku zharmonizowanego pomiaru PN podczas badań zdatności do ruchu drogowego w całej Unii,

PRZYMUJE NINIEJSZE ZALECENIE:

Państwa członkowskie powinny przeprowadzać pomiar liczby cząstek stałych podczas okresowych kontroli technicznych pojazdów wyposażonych w silniki wysokoprężne i filtry cząstek stałych w silnikach Diesla zgodnie z wytycznymi określonymi w załączniku.

Sporządzono w Brukseli dnia 20 marca 2023 r.

W imieniu Komisji
Adina-Ioana VĂLEAN
Członek Komisji

ZAŁĄCZNIK

Spis treści

	<i>Strona</i>
1. Zakres	49
2. Terminy i definicje	49
3. Opis przyrządu i napis	50
3.1. Opis przyrządu PN-PTI	50
3.2. Napis	51
3.3. Instrukcje użytkowania	51
4. Wymagania metrologiczne	52
4.1. Wskazanie wyniku pomiaru	52
4.2. Zakres pomiarowy	52
4.3. Rozdzielczość urządzenia wyświetlającego (wyłącznie w przypadku cyfrowych przyrządów wskazujących) ...	52
4.4. Czas reakcji	52
4.5. Czas rozgrzewania	53
4.6. Maksymalny błąd dopuszczalny („MPE”)	53
4.7. Wymogi w zakresie sprawności	53
4.8. Wymogi dotyczące liniowości	54
4.9. Poziom zerowy	54
4.10. Sprawność usuwania lotnych cząstek stałych	54
4.11. Stabilność w czasie lub błąd pełzania	55
4.12. Powtarzalność	55
4.13. Wielkości wpływające	55
4.14. Zaburzenia	56
5. Wymogi techniczne	57
5.1. Budowa	57
5.2. Wymagania zapewniające prawidłowe działanie	58
6. Kontrole metrologiczne	59
6.1. Badanie typu	59
6.2. Wstępna weryfikacja	59
6.3. Późniejsza weryfikacja	60
7. Procedura pomiarowa	61
8. Wartość graniczna PN-PTI	62
9. Wykaz źródeł	63

Wytyczne dotyczące pomiaru liczby cząstek stałych

1. Zakres

W niniejszym dokumencie przedstawiono wytyczne dotyczące badania stężenia liczbowego cząstek stałych („PN”) w ramach okresowej kontroli technicznej („PTI”). Pomiary stężenia PN dokonywane w ramach PTI można zastosować w odniesieniu do wszystkich pojazdów kategorii M i N wyposażonych w silniki wysokoprężne i filtry cząstek stałych w silnikach Diesla. Niniejsze wytyczne należy stosować do pojazdów lekkich zarejestrowanych po raz pierwszy od 1 stycznia 2013 r. (Euro 5b i nowszych) oraz do pojazdów ciężarowych o dużej ładowności zarejestrowanych po raz pierwszy od 1 stycznia 2014 r. (Euro VI i nowszych).

2. Terminy i definicje

Regulacja: zestaw czynności wykonywanych w odniesieniu do systemu pomiarowego, tak aby dostarczał on określonych wskazań odpowiadających danym wartościom mierzonej wielkości (VIM 3.11).

Sprawność zliczania: stosunek odczytu przyrządu PN-PTI do odczytu przyrządu lub urządzenia referencyjnego zapewniającego możliwość odtworzenia jego historii

Korekcja: kompensacja szacowanego efektu systemowego (VIM 2.53).

Zaburzenie: wielkość wpływająca, mająca wartość zawartą w granicach określonych w niniejszych wytycznych, lecz poza znamionowymi warunkami użytkowania przyrządu pomiarowego (OIML D 11).

Niepewność rozszerzona: iloczyn standardowej niepewności pomiaru, uzyskanej przy użyciu poszczególnych standardowych niepewności pomiaru związanych z wielkościami wejściowymi w modelu pomiarowym, i czynnika większego niż liczba jeden (VIM 2.35 i VIM 2.31).

Filtr HEPA (wysokosprawny filtr powietrza): urządzenie, które usuwa cząstki stałe z powietrza ze skutecznością wyższą niż 99,95 % (tj. klasa H13 lub wyższa zgodnie z normą EN 1822-1:2019).

Wskazanie: wartość liczbową wskazaną przez przyrząd pomiarowy lub system pomiarowy (VIM 4.1).

Wielkość wpływająca: wielkość, która – w pomiarze bezpośrednim – nie wpływa na wielkość, która podlega pomiarowi, ale oddziałuje na relację między wskazaniem a wynikiem pomiaru (VIM 2.52).

Oprogramowanie komputerowe właściwe z prawnego punktu widzenia: każda część oprogramowania komputerowego, w tym przechowywane parametry, która ma wpływ na obliczony, wyświetlony, przekazany lub przechowywany wynik pomiaru (OIML R 99).

Konserwacja: precyzyjnie określone prace związane z okresową konserwacją i regulacją mającą na celu utrzymanie przyrządu pomiarowego w stanie gotowości do użytkowania.

Maksymalny błąd dopuszczalny („MPE”): skrajna wartość błędu pomiarowego, w odniesieniu do znanej referencyjnej wartości liczbowej, dopuszczona przez specyfikacje lub przepisy dotyczące danego pomiaru, przyrządu pomiarowego lub systemu pomiarowego (VIM 4.26).

Błąd pomiarowy: zmierzona wartość liczbową pomniejszona o referencyjną wartość liczbową (VIM 2.16).

Wyniki pomiaru: zestaw wartości liczbowych przypisanych do wielkości mierzonej wraz z wszelkimi innymi dostępnymi istotnymi informacjami (VIM 2.9).

Zakres pomiarowy: zestaw wartości liczbowych tego samego rodzaju, które mogą być mierzone przy użyciu danego przyrządu pomiarowego lub systemu pomiarowego z określoną instrumentalną niepewnością pomiaru, w ustalonych warunkach (VIM 4.7).

Krajowy instytut metrologiczny („NMI”): instytut metrologiczny odpowiedzialny za badania typu wykonywane przy użyciu przyrządów PN-PTI w państwie członkowskim.

Czujnik cząstek stałych: urządzenie lub przyrząd, który wskazuje na obecność cząstek stałych w przypadku przekroczenia wartości progowej stężenia PN.

Cząstka stała (cząstki stałe): cząstki stałe (stabilne termicznie) o wielkości od 23 nm do co najmniej 200 nm emitowane przez pojazd i mierzone w fazie lotnej zgodnie z metodami określonymi w niniejszych wytycznych.

— **Cząstki stałe monodispersyjne:** cząstki stałe o małym rozrzucie i jednakowej wielkości.

— **Cząstki stałe polidispersyjne:** cząstki stałe o wielu różnych wielkościach.

Wielkość cząstek stałych: wielkość ruchliwości elektrycznej, tj. średnica kuli o takiej samej prędkości migracji w stałym polu elektrycznym jak dana cząstka.

Przyrząd PN-PTI: przyrząd do pomiaru stężenia PN w gazie spalinowym pochodzącym z silników spalinowych wewnętrznego spalania pobieranym podczas PTI z rury wydechowej pojazdu.

Typ przyrządu PN-PTI: wszystkie przyrządy pochodzące od tego samego producenta, które działają na tej samej zasadzie i są wyposażone w ten sam sprzęt i to samo oprogramowanie komputerowe wykorzystujące te same algorytmy obliczeń i korekcji.

Znamionowe warunki użytkowania: warunki użytkowania, które należy spełnić podczas pomiaru, aby przyrząd pomiarowy lub system pomiarowy działał zgodnie z założeniami (VIM 4.9).

Referencyjne warunki użytkowania: warunki użytkowania wymagane do oceny działania przyrządu pomiarowego lub systemu pomiarowego lub do porównania wyników pomiarów (VIM 4.11).

Rozdzielczość urządzenia wyświetlającego: najmniejsza różnica między wyświetlanymi wskazaniami, którą można w sposób znaczący rozróżnić (VIM 4.15).

Czas reakcji: czas między momentem, w którym wartość wielkości wejściowej przyrządu pomiarowego lub systemu pomiarowego podlega gwałtownej zmianie między dwiema określonymi stałymi wartościami wielkości, a momentem, w którym odpowiadające jej wskazanie osiada w określonych granicach wokół swojej ostatecznej stałej wartości (VIM 4.23, zob. OIML V 2-200 (2012) Międzynarodowy słownik metrologii – pojęcia podstawowe i ogólne oraz terminy powiązane podane w wykazie źródeł na końcu niniejszych wytycznych).

Urządzenie do wstępnego kondycjonowania próbek: urządzenie służące do rozcieńczania lub usuwania lotnych cząstek stałych.

Sonda próbkująca: przewód wprowadzany do rury wydechowej pojazdu w celu pobrania próbek gazu (OIML R 99).

Znaczny błąd: błąd, którego skala jest większa niż skala maksymalnego błędu dopuszczalnego („MPE”) przy wstępnej weryfikacji (OIML R 99).

Wynik badania: końcowy wynik pomiaru dla pojazdu badanego zgodnie z procedurą pomiarową PN-PTI opisaną w sekcji 7.

Zapewniający możliwość odtworzenia historii: spójność pomiarowa, tj. właściwość wyniku pomiaru lub wzorca jednostki miary polegająca na tym, że można je powiązać z określonymi odniesieniami za pośrednictwem nieprzerwanego łańcucha porównań, z których wszystkie mają określone niepewności pomiaru (VIM 2.41).

Weryfikacja: dostarczenie obiektywnego dowodu, że dany przedmiot spełnia określone wymagania, w kontekście badania i znakowania lub wydawania certyfikatu weryfikacji dla systemu lub przyrządu pomiarowego (VIM 2.44).

Czas rozgrzewania: czas, jaki upłynął od momentu przyłożenia zasilania do przyrządu do momentu, w którym przyrząd jest w stanie spełnić wymagania metrologiczne (OIML R 99).

Urządzenie zerujące lub procedura zerowania: urządzenie lub procedura służące do ustawienia wskazań przyrządu w punkcie zerowym (OIML R99).

3. Opis przyrządu i napis

3.1. Opis przyrządu PN-PTI

Do głównych elementów przyrządu PN-PTI powinny zaliczać się:

- sonda próbkująca wprowadzana do rury wydechowej użytkowanego pojazdu w celu pobrania próbki gazu spalinowego,
- linia pobierania próbek służąca do przenoszenia próbki do przyrządu (nieobowiązkowo),
- urządzenie do wstępnego kondycjonowania próbek służące do rozcieńczania wysokich stężeń cząstek stałych przy pomocy współczynnika rozcieńczenia lub do usuwania lotnych cząstek stałych próbki (nieobowiązkowo),
- urządzenie wykrywające służące do pomiaru stężenia PN w próbce gazu; dopuszcza się, aby czujnik cząstek stałych kondycjonował również gaz,

- urządzenie lub urządzenia do przetwarzania gazów za pośrednictwem przyrządu. W przypadku gdy cząstki stałe przechodzą przez filtr lub filtry przed poddaniem ich działaniu urządzenia wykrywającego, nadal należy spełnić kryteria sprawności zliczania zgodnie z niniejszymi wytycznymi,
- urządzenie lub urządzenia zapobiegające kondensacji wody zachodzącej w linii pobierania próbek i w przyrządzie; można to również osiągnąć poprzez ogrzewanie w wyższej temperaturze lub rozcieńczanie próbki, lub utlenianie (pół)lotnych substancji,
- filtr lub filtry do usuwania cząstek stałych, które mogłyby spowodować zanieczyszczenie różnych wrażliwych części przyrządu PN-PTI. W przypadku gdy cząstki stałe przechodzą przez taki filtr lub filtry przed poddaniem ich działaniu urządzenia wykrywającego, nadal należy spełnić kryteria sprawności zliczania (zob. sekcja 4.7) zgodnie z niniejszymi wytycznymi,
- filtr lub filtry HEPA, które zapewniają czyste powietrze w na poziomie zerowym oraz, w stosownych przypadkach, na potrzeby procedur zerowania (nieobowiązkowe w obu przypadkach),
- porty służące do weryfikacji w terenie celem wprowadzenia próbek powietrza i próbek referencyjnych cząstek stałych, jeżeli wymaga tego stosowana technologia,
- oprogramowanie komputerowe służące przetwarzaniu sygnału obejmujące urządzenie wskazujące, na którym wyświetlane są wyniki pomiaru, oraz urządzenie rejestrujące służące przechwytywaniu i gromadzeniu danych,
- urządzenie sterujące służące do uruchamiania i sprawdzania działania przyrządów oraz urządzenie służące do półautomatycznej lub automatycznej regulacji w celu ustawienia parametrów użytkownika przyrządów w określonych przedziałach.

3.2. Napis

Zgodnie z wymaganiami ustanowionymi załącznikiem I do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/32/UE ⁽¹⁾ etykieta lub etykiety przyrządów PN-PTI muszą być trwałe, niemożliwe do przeniesienia na inny obiekt i łatwe do odczytania. Wymaga się, aby na etykiecie lub etykietach znajdowały się następujące informacje:

- 1) nazwisko lub nazwa producenta, zarejestrowana nazwa handlowa lub zarejestrowany znak towarowy;
- 2) rok produkcji;
- 3) numer i rodzaj certyfikatu badania typu;
- 4) oznaczenie identyfikacyjne;
- 5) szczegółowe dane dotyczące mocy elektrycznej:
 - a) w przypadku zasilania z sieci zasilającej: napięcie znamionowe sieci zasilającej, częstotliwość i wymagana moc;
 - b) w przypadku zasilania z akumulatora pojazdu drogowego: napięcie znamionowe akumulatora i wymagana moc;
 - c) w przypadku zasilania z wewnętrznego wymiennego akumulatora: rodzaj akumulatora i jego napięcie znamionowe;
- 6) minimalne i (w stosownych przypadkach) nominalne natężenie przepływu;
- 7) zakres pomiarowy;
- 8) zakres użytkowania z uwzględnieniem temperatury, ciśnienia i wilgotności.

Jeżeli wymiary przyrządu nie pozwalają na umieszczenie wszystkich napisów, należy uwzględnić je w instrukcji obsługi przyrządu. Zaleca się również uwzględnienie zakresu warunków przechowywania (temperatura, ciśnienie, wilgotność).

Na dodatkowej etykiecie należy umieścić datę ostatniej weryfikacji przyrządu PN-PTI.

W przypadku przyrządów PN-PTI wyposażonych w funkcje metrologiczne sterowane za pomocą oprogramowania komputerowego wymaga się, aby oznaczenie oprogramowania komputerowego właściwego z prawnego punktu widzenia znajdowało się na etykiecie albo było możliwe do wyświetlenia na urządzeniu wskazującym.

3.3. Instrukcje użytkowania

Producent powinien dostarczyć instrukcje użytkowania dla każdego przyrządu w języku lub w językach kraju, w którym będzie on używany. Instrukcje użytkowania powinny zawierać:

⁽¹⁾ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/32/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku przyrządów pomiarowych (Dz.U. L 96 z 29.3.2014, s. 149).

- jednoznaczne instrukcje dotyczące montażu, konserwacji, napraw i dopuszczalnych regulacji,
- przedziały czasowe i procedury dotyczące konserwacji, regulacji i weryfikacji, których przestrzega się celem zapewnienia zgodności z MPE,
- opis procedury badania czystego powietrza lub szczelności,
- w stosownych przypadkach opis procedury zerowania,
- opis procedury pomiaru powietrza lub wysokiego stężenia PN (nieobowiązkowo),
- maksymalną i minimalną temperaturę przechowywania,
- oświadczenie dotyczące znamionowych warunków użytkowania (wymienionych w sekcji 4.1.3) i innych istotnych mechanicznych i elektromagnetycznych warunków środowiskowych,
- zakres operacyjnych temperatur otoczenia w przypadku przekroczenia zakresu ustalonego w znamionowych warunkach użytkowania (sekcja 4.1.3),
- w stosownych przypadkach szczegóły dotyczące kompatybilności z urządzeniami pomocniczymi,
- wszelkie specyficzne warunki użytkowania, na przykład ograniczenie długości sygnału lub danych lub specjalne zakresy temperatury otoczenia i ciśnienia atmosferycznego,
- w stosownych przypadkach specyfikację akumulatora,
- wykaz komunikatów o błędzie wraz z wyjaśnieniami.

4. Wymagania metrologiczne

4.1. Wskazanie wyniku pomiaru

Opracowując funkcje przyrządu, należy zapewnić, aby:

- gęstość PN była wyrażona jako liczba cząstek stałych na cm^3 ,
- napisy dla tej jednostki były jednoznacznie przypisane do wskazania; dozwolone są „#/cm³”, „cm⁻³”, „cząstki stałe/cm³”, „1/cm³”.

4.2. Zakres pomiarowy

Opracowując funkcje przyrządu, należy zapewnić, aby:

- minimalny zakres pomiarowy, który można podzielić, wynosił od 5 000 1/cm³ (maksymalna wartość dla dolnego zakresu) do dwukrotnej wartości granicznej PN-PTI (minimalna wartość dla górnego zakresu),
- przekroczenie zakresu było wyraźnie sygnalizowane przez przyrząd (np. poprzez komunikat ostrzegawczy lub migające cyfry),
- zakres pomiarowy był podany przez producenta przyrządu PN-PTI i pozostawał w zgodzie z minimalnym zakresem określonym w niniejszym punkcie. Zaleca się, aby zakres wyświetlania przyrządu PN-PTI był szerszy niż zakres pomiarowy i wynosił od zera do co najmniej pięciokrotnej wartości granicznej PN-PTI.

4.3. Rozdzielczość urządzenia wyświetlającego (wyłącznie w przypadku cyfrowych przyrządów wskazujących)

Opracowując funkcje przyrządu, należy zapewnić, aby:

- stężenia PN będące wynikami pomiarów były czytelne, jasne i jednoznacznie przedstawione użytkownikowi, wraz z ich jednostkami,
- cyfry na wyświetlaczu miały wysokość co najmniej 5 mm,
- wyświetlacz miał minimalną rozdzielczość 1 000 1/cm³. Podczas badania typu, weryfikacji wstępnej lub późniejszej weryfikacji możliwy był dostęp do minimalnej rozdzielczości 100 1/cm³ w zakresie od zera do 50 000 1/cm³, jeżeli wymaga tego krajowy instytut metrologiczny.

4.4. Czas reakcji

Opracowując funkcje przyrządu, należy zapewnić, aby:

- w przypadku pomiaru stężenia PN przyrząd PN-PTI, z uwzględnieniem linii pobierania próbek i urządzenia do wstępnego kondycjonowania próbek (jeżeli takie istnieją), wskazywał 95 % wartości końcowej próbki referencyjnej PN w ciągu 15 s po zmianie z powietrza filtrowanego za pomocą filtra HEPA lub otaczającego powietrza,

- badanie to można opcjonalnie przeprowadzić przy dwóch różnych stężeniach PN,
- przyrząd PN-PTI można wyposażyć w urządzenie rejestrujące w celu weryfikacji spełnienia tego wymogu.

4.5. Czas rozgrzewania

Opracowując funkcje przyrządu, należy zapewnić, aby:

- przyrząd PN-PTI nie wskazywał zmierzonego stężenia PN w czasie rozgrzewania,
- po upływie czasu rozgrzewania przyrząd PN-PTI spełniał wymagania metrologiczne wskazane w niniejszej sekcji.

4.6. Maksymalny błąd dopuszczalny („MPE”)

MPE jest względny w stosunku do rzeczywistej wartości stężenia (MPE_{rel}) lub bezwzględnej wartości stężenia (MPE_{abs}), w zależności od tego, która z tych wartości jest wyższa.

- Referencyjne warunki użytkowania (zob. sekcja 4.1.3): MPE_{rel} wynosi 25 % rzeczywistego stężenia, ale nie mniej niż MPE_{abs} .
- Znamionowe warunki użytkowania (zob. sekcja 4.1.3): MPE_{rel} wynosi 50 % rzeczywistego stężenia, ale nie mniej niż MPE_{abs} .
- Zaburzenia (zob. sekcja 4.1.4): MPE_{rel} wynosi 50 % rzeczywistego stężenia, ale nie mniej niż MPE_{abs} .

Zaleca się, aby MPE_{abs} był niższy lub równy 25 000 1/cm³.

4.7. Wymogi w zakresie sprawności

Poniżej wymieniono wymogi w zakresie sprawności zliczania:

	Wielkość cząstki stałej lub średnia geometryczna jej średnicy [nm]	Sprawność zliczania [-]
Wymagane	23 ± 5 %	0,2–0,6
Nieobowiązkowe	30 ± 5 %	0,3–1,2
Wymagane	50 ± 5 %	0,6–1,3
Wymagane	70 lub 80 ± 5 %	0,7–1,3
Nieobowiązkowe	100 ± 5 %	0,7–1,3
Nieobowiązkowe	200 ± 10 %	0,5–3,0

- Sprawność zliczania ustala się dla cząstek stałych monodispersyjnych o rozmiarach określonych w niniejszej sekcji lub dla cząstek stałych polidispersyjnych o średniej geometrycznej średnicy („GMD”) określonej w niniejszej sekcji i geometrycznym odchyleniu standardowym („GSD”) mniejszym lub równym 1,6,
- Minimalne stężenie stosowane do badania sprawności powinno być wyższe niż dolna wartość zakresu pomiarowego przyrządu PN-PTI podzielona przez dolną wartość sprawności zliczania określonej dla każdej wielkości cząstek stałych w niniejszej sekcji. Przykładowo dla dolnej wartości zakresu pomiarowego 5 000 1/cm³ przy 23 nm stężenie cząstek stałych mierzone przy pomocy układu odniesienia powinno wynosić co najmniej 25 000 1/cm³,
- Badania sprawności zliczania przeprowadza się w referencyjnych warunkach użytkowania (zob. sekcja 4.1.3) przy użyciu stabilnych termicznie i sadzopodobnych cząstek stałych. W razie potrzeby wszelka neutralizacja lub osuszanie wytworzonych cząstek stałych odbywa się przed rozdzielaniem przyrządu lub przyrządów referencyjnych i badających. W przypadku badania cząstek stałych monodispersyjnych korekcja dotycząca liczby cząstek wielokrotnie naładowanych nie przekracza 10 % (i podlega zgłoszeniu),
- Przyrządem referencyjnym jest mający odniesienie do wzorców elektrometr klatki Faradaya lub licznik cząstek stałych o sprawności zliczania > 0,5 przy 10 nm (w połączeniu z rozcieńczalnikiem mającym odniesienie do wzorców, jeżeli jest to konieczne w przypadku cząstek stałych polidispersyjnych). Niepewność rozszerzona układu odniesienia, z uwzględnieniem rozcieńczalnika, w razie potrzeby, jest niższa niż 12,5 %, ale najlepiej mniejsza lub równa jednej trzeciej MPE w referencyjnych warunkach użytkowania,

- Jeżeli przyrząd PN-PTI zawiera jakiegokolwiek wewnętrzny czynnik regulacji, powinien on pozostać taki sam (stały) dla wszystkich badań opisanych w niniejszym punkcie,
- Cały przyrząd PN-PTI (tj. z uwzględnieniem sondy próbkującej i linii pobierania próbek, jeżeli mają zastosowanie) powinien spełniać wymogi w zakresie sprawności zliczania. Na wniosek producenta można badać sprawność zliczenia przyrządu PN-PTI w oddzielnych częściach wewnątrz przyrządu przy zachowaniu reprezentatywnych warunków. W takim przypadku sprawność całego przyrządu PN-PTI (tj. iloczyn sprawności wszystkich części) spełnia wymogi w zakresie sprawności zliczania.

4.8. Wymogi dotyczące liniowości

Podczas badań liniowości należy zapewnić, aby:

- cały przyrząd PN-PTI poddano badaniu pod kątem liniowości z termicznie stabilnymi, polidispersyjnymi, sadzopodobnymi cząstkami stałymi o GMD 70 ± 10 nm i GSD mniejszym lub równym 1,6,
- przyrządem referencyjnym był zapewniający możliwość odtworzenia jego historii licznik cząstek stałych o sprawności zliczania $> 0,5$ przy 10 nm. Do urządzenia referencyjnego można dołączyć zapewniający możliwość odtworzenia jego historii rozcieńczalnik w celu pomiaru wysokich stężeń, przy czym niepewność rozszerzona całego układu odniesienia (rozcieńczalnik + licznik cząstek stałych) jest niższa niż 12,5 %, ale najlepiej mniejsza lub równa jednej trzeciej MPE w referencyjnych warunkach użytkowania,
- badania liniowości wykonywało się dla co najmniej 9 różnych stężeń w zakresie pomiarowym i przestrzegało się MPE w referencyjnych warunkach użytkowania (zob. sekcja 4.6),
- przy stężeniach próbnych zaleca się uwzględnienie dolnej wartości zakresu pomiarowego, obowiązującej granicy PN-PTI (± 10 %), dwukrotności granicy PN-PTI (± 10 %) oraz granicy PN-PTI pomnożonej przez 0,2. Co najmniej jedno stężenie powinno znajdować się pomiędzy granicą PN-PTI a wyższą wartością zakresu pomiarowego, a także co najmniej 3 stężenia powinny być rozłożone równomiernie pomiędzy punktem, w którym MPE zmienia się z bezwzględnego na względny, a granicą PN-PTI,
- jeżeli przyrząd bada się w podziale na części, sprawdzenie liniowości można ograniczyć do czujnika cząstek stałych, ale przy obliczaniu błędów należy uwzględnić sprawność pozostałych części.

Poniżej podsumowano wymogi dotyczące liniowości:

Miejsce kontroli	Odniesienie	Minimalna liczba badanych stężeń	MPE
NMI	Zapewniające możliwość odtworzenia jego historii licznik cząstek stałych i rozcieńczalnik	9	Referencyjne warunki użytkowania (zob. sekcja 4.6)

4.9. Poziom zerowy

Punkt zerowy bada się przy pomocy filtra HEPA. Poziom zerowy jest średnim sygnałem przyrządu PN-PTI z filtrem HEPA na wlocie w okresie co najmniej 15 s po okresie stabilizacji wynoszącym co najmniej 15 s. Maksymalny dopuszczalny punkt zerowy wynosi $5\ 000\ 1/\text{cm}^3$.

4.10. Sprawność usuwania lotnych cząstek stałych

Badanie sprawności usuwania lotnych cząstek stałych powinno zapewnić, aby system osiągał > 95 % skuteczności usuwania cząstek stałych tetrakontanu ($\text{C}_{40}\text{H}_{82}$) o wielkości ruchliwości elektrycznej $30\ \text{nm} \pm 5$ % i o stężeniu między $10\ 000$ a $30\ 000\ 1/\text{cm}^3$. W razie potrzeby neutralizacja cząstek stałych tetrakontanu odbywa się przed rozdzielaniem przyrządu lub przyrządów referencyjnych i badających. Alternatywnie można stosować polidispersyjne cząstki stałe tetrakontanu o GMD 30–35 nm i całkowitym stężeniu $50\ 000$ – $150\ 000\ 1/\text{cm}^3$. W obu przypadkach (badanie z monodispersyjnymi lub polidispersyjnymi cząstkami tetrakontanu) układ odniesienia spełnia te same wymagania, które opisano w sekcji 4.8.

Badania skuteczności usuwania lotnych cząstek stałych przy większych rozmiarach cząstek tetrakontanu (monodispersyjnych) lub GMD (polidispersyjnych) lub wyższych stężeniach tetrakontanu niż te opisane w niniejszej sekcji można przyjąć wyłącznie, gdy przyrząd PN-PTI przejdzie badanie pomyślnie (> 95 % skuteczności usuwania).

4.11. Stabilność w czasie lub błąd pełzania

Do badania stabilności stosuje się przyrząd PN-PTI zgodnie z instrukcją użytkownika producenta. Badanie stabilności przyrządu musi zapewnić, aby pomiary wykonane przez przyrząd PN-PTI w stabilnych warunkach środowiskowych pozostawały w granicach MPE w referencyjnych warunkach użytkowania (zob. sekcja 4.6). W trakcie badania stabilności nie można przeprowadzać żadnych regulacji przyrządu PN-PTI.

Jeżeli przyrząd jest wyposażony w środki służące kompensacji błędów pełzania, takie jak automatyczne zerowanie lub automatyczna regulacja wewnętrzna, działanie tych regulacji nie powoduje wskazania, które można pomylić z pomiarem gazu zewnętrznego. Pomiary stabilności przeprowadza się przez co najmniej 12 godzin (niekoniecznie w sposób ciągły) przy nominalnym stężeniu wynoszącym co najmniej 100 000 1/cm³. Porównanie z przyrządem referencyjnym (o takich samych wymogach jak układ odniesienia opisany w sekcji 4.8) przeprowadza się co najmniej raz na godzinę. Dopuszcza się przeprowadzenie przyspieszonego badania stabilności, które trwa 3 godziny, przy stężeniu nominalnym co najmniej 10 000 000 1/cm³. W takim przypadku porównanie z przyrządem referencyjnym przeprowadza się co godzinę, ale przy nominalnym stężeniu 100 000 1/cm³.

4.12. Powtarzalność

Badanie powtarzalności powinno zagwarantować, że dla 20 kolejnych pomiarów tej samej próbki referencyjnych PN, przeprowadzanych przez tę samą osobę i za pomocą tego samego przyrządu w stosunkowo krótkich odstępach czasu, doświadczalne odchylenie standardowe 20 wyników nie jest większe niż jedna trzecia MPE (w referencyjnych warunkach użytkowania) dla danej próbki. Powtarzalność bada się przy nominalnym stężeniu co najmniej 100 000 1/cm³. Pomiędzy każdymi dwoma kolejnymi pomiarami do przyrządu PN-PTI dostarczany jest strumień powietrza przepuszczony przez filtr HEPA lub strumień powietrza z otoczenia.

4.13. Wielkości wpływające

— Poniżej przedstawiono referencyjne warunki użytkowania. Zastosowanie ma MPE określony dla referencyjnych warunków użytkowania (zob. sekcja 4.6).

Temperatura otoczenia	20 °C ± 2 °C
Wilgotność względna	50 % ± 20 %
Ciśnienie atmosferyczne	Stabilne otoczenie (± 10 hPa)
Napięcie sieci zasilającej	Napięcie znamionowe ± 5 %
Częstotliwość sieci zasilającej	Częstotliwość znamionowa ± 1 %
Drgania	Brak/nieistotne
Napięcie akumulatora	Napięcie znamionowe akumulatora

— Poniżej przedstawiono minimalne wymagania dotyczące badania znamionowych warunków użytkowania. Zastosowanie ma MPE określony dla „znamionowych warunków użytkowania” (zob. sekcja 4.6).

Temperatura otoczenia (IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2, IEC 60068-3-1)	Od +5 °C (indeks poziomu badania 2 zgodnie z OIML D11) (lub mniej jeżeli tak określił producent) do +40 °C (indeks poziomu badania 1 zgodnie z OIML D11) (lub więcej, jeśli tak określił producent). Jeżeli krytyczne temperatury wewnętrzne przyrządu PN-PTI wykraczają poza zakres, przyrząd nie wskazuje wartości mierzonej i sygnalizuje ostrzeżenie.
---------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Wilgotność względna (IEC 60068-2-78, IEC 60068-3-4, IEC 60068-2-30)	Do 85 %, brak kondensacji (indeks poziomu badania 1 zgodnie z OIML D11) (przy użyciu wewnątrz) Do 95 %, przy kondensacji (przy użyciu na zewnątrz)
Ciśnienie atmosferyczne	860 hPa do 1 060 hPa
Napięcie sieci zasilającej (IEC 61000-2-1, IEC 61000-4-1)	-15 % do +10 % napięcia znamionowego (indeks poziomu badania 1 zgodnie z OIML D11)
Częstotliwość sieci zasilającej (IEC 61000-2-1, IEC 61000-2-2, IEC 61000-4-1)	± 2 % napięcia znamionowego (indeks poziomu badania 1 zgodnie z OIML D11)
Napięcie akumulatora pojazdu drogowego (ISO 16750-2)	Akumulator 12 V: 9 V do 16 V; Akumulator 24 V: 16 V do 32 V
Napięcie wewnętrzznego akumulatora	Niskie napięcie, określone przez producenta, do napięcia nowego lub w pełni naładowanego akumulatora określonego rodzaju

4.14. Zaburzenia

Znaczne błędy, określone w MPE dla zaburzeń (zob. sekcja 4.6), nie powinny wystąpić albo powinny zostać wykryte i naprawione za pomocą urządzeń kontrolnych w przypadku opisanych poniżej minimalnych wymagań dotyczących zakłóceń.

Wstrząsy mechaniczne (IEC 60068-2-31)	Ręczne: 1 spadek o wartości 1 m na każdej dolnej krawędzi Przenośne: 1 spadek o wartości 25 mm na każdej dolnej krawędzi (indeks poziomu badania 1 zgodnie z OIML D11)
Drgania wyłącznie w przypadku przyrządów ręcznie sterowanych (IEC 60068-2-47, IEC 60068-2-64, IEC 60068-3-8)	10 Hz do 150 Hz, 1,6 ms ⁻² , 0,05 m ² s ⁻³ , -3 dB/oktawa (indeks poziomu badania 1 zgodnie z OIML D11)
Spadki napięcia w sieci prądu przemiennego, krótkie przerwy i redukcje (IEC 61000-4-11, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2)	0,5 cyklu – redukcja do 0 % 1 cykl – redukcja do 0 % 25/30 ^(*) cykli – redukcja do 70 % 250/300 ^(*) cykli – redukcja do 0 % ^(*) Odpowiednio dla 50 Hz/60 Hz (indeks poziomu badania 1 zgodnie z OIML D11)
Zaburzenia impulsowe (przejściowe) w sieciach prądu przemiennego (IEC 61000-4-4)	Amplituda 2 kV Częstotliwości powtarzania 5 kHz (indeks poziomu badania 3 zgodnie z OIML D11)
Zaburzenia impulsowe (przejściowe) na liniach sygnałowych, przesyłania danych i sterujących (IEC 61000-4-4)	Amplituda 1 kV Częstotliwości powtarzania 5 kHz (indeks poziomu badania 3 zgodnie z OIML D11)
Skoki napięcia w zasilających liniach elektroenergetycznych prądu przemiennego (IEC 61000-4-5)	Linia do linii 1,0 kV Linia do podłoża 2,0 kV (indeks poziomu badania 3 zgodnie z OIML D11)
Skoki napięcia w liniach sygnałowych, przesyłania danych i sterujących (IEC 61000-4-5)	Linia do linii 1,0 kV Linia do podłoża 2,0 kV (indeks poziomu badania 3 zgodnie z OIML D11)

Wyładowania elektrostatyczne (IEC 61000-4-2)	Wyładowanie kontaktowe 6 kV Wyładowanie w powietrzu 8 kV (indeks poziomu badania 3 zgodnie z OIML D11)
Promieniowane pola elektromagnetyczne i pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-20)	80 (26*) MHz do 6 GHz, 10 V/m (indeks poziomu badania 3 zgodnie z OIML D11) * W przypadku badanego urządzenia, bez żadnego okablowania do przeprowadzenia badania, dolna granica częstotliwości wynosi 26 MHz
Pola przewodzone o częstotliwości radiowej (IEC 61000-4-6)	0,15 MHz do 80 MHz, 10 V (e.m.f.) (indeks poziomu badania 3 zgodnie z OIML D11)
Częstotliwość zasilania pól elektromagnetycznych (IEC 61000-4-8)	Ciągła 100 A/m O krótkim czasie trwania 1 000 A/m dla 1 s (indeks poziomu badania 5 zgodnie z OIML D11)
W przypadku przyrządów zasilanych z akumulatora pojazdu drogowego:	
Przewodzenie przebiegów przejściowych wzdłuż przewodów zasilających	Impulsy 2a, 2b, 3a, 3b, badanie poziomu IV (ISO 7637-2)
Przewodzenie przebiegów przejściowych przewodami innymi niż przewody zasilające	Impulsy a i b, badanie poziomu IV (ISO 7637-3)
Spadek obciążenia	Badanie B (ISO 16750-2)

5. Wymogi techniczne

5.1. Budowa

Przyrząd powinien być zgodny z następującymi specyfikacjami:

- wszystkie części na odcinku między rurą wydechową a czujnikiem cząstek stałych, stykające się z nierozcieńczonym i rozcieńczonym gazem spalinowym, są wykonane z materiału odpornego na korozję i nie wpływają na skład próbki gazu. Materiał, z którego wykonana jest sonda próbkująca, jest odporny na temperaturę gazu spalinowego,
- w przyrządzie PN-PTI zastosowano dobre praktyki pobierania próbek cząstek stałych w celu zminimalizowania ich strat,
- sonda próbkująca jest zaprojektowana w taki sposób, aby można było ją wprowadzić do rury wydechowej pojazdu na odległość co najmniej 0,2 m (co najmniej 0,05 m w uzasadnionych przypadkach) i bezpiecznie przytrzymać za pomocą urządzenia mocującego niezależnie od odległości, na którą wprowadzono sondę, oraz kształtu i wielkości rury wydechowej i grubości jej ścianek. Budowa sondy próbkującej ułatwia pobieranie próbek przy wlocie sondy próbkującej bez konieczności dotykania ścianki rury wydechowej,
- przyrząd zawiera urządzenie, które zapobiega kondensacji wody w elementach próbkujących i pomiarowych, albo czujnik, który uruchamia alarm i uniemożliwia wskazanie wyniku pomiaru. Przykładami urządzeń lub technik, które mogą zapobiec skraplaniu się wody, są ogrzewanie linii pobierania próbek lub rozcieńczanie powietrzem w pobliżu sondy próbkującej,
- jeżeli ze względu na zastosowaną technikę pomiaru konieczna jest regulacja wartości referencyjnej, w przyrządzie dostępne są proste środki do dostarczenia takiej próbki (np. port do próbkowania/regulacji/weryfikacji),
- jeżeli do przyrządu PN-PTI włączono jednostkę rozcieńczania, współczynnik rozcieńczenia pozostaje stały podczas pomiaru,
- urządzenie przetwarzające gaz spalinowy montuje się w taki sposób, aby jego drgania nie wpływały na pomiary. Użytkownik może włączać je i wyłączać niezależnie od pozostałych komponentów przyrządu. Nie można jednak wykonać żadnego pomiaru, gdy jest ono wyłączone. Układ przetwarzania gazu powinien być automatycznie przepłukiwany powietrzem przed wyłączeniem urządzenia transportującego gaz spalinowy,

- przyrząd jest wyposażony w urządzenie, które wskazuje, kiedy natężenie przepływu gazu jest niższe niż minimalne natężenie przepływu, a tym samym przepływ spada do poziomu, który spowodowałby przekroczenie czasu reakcji albo MPE w referencyjnych warunkach użytkowania (zob. 4.f). Co więcej, i zgodnie z zastosowaną technologią, czujnik cząstek stałych jest wyposażony w czujniki temperatury, napięcia lub wszelkie inne istotne czujniki, które monitorują parametry krytyczne dla działania przyrządu PN-PTI, aby nie przekroczyć granic MPE określonych w niniejszych wytycznych,
- urządzenie do wstępnego kondycjonowania próbek (w stosownych przypadkach) musi być szczelne w takim stopniu, aby wpływ powietrza rozcieńczającego na wyniki pomiaru nie przekraczał $5\,000\text{ l/cm}^3$,
- przyrząd może być wyposażony w interfejs umożliwiający sprzężenie z dowolnym urządzeniem peryferyjnym lub urządzeniami peryferyjnymi, lub z innymi przyrządami, o ile urządzenia peryferyjne, inne połączone przyrządy lub zaburzenia oddziałujące na interfejs nie mają wpływu na funkcje metrologiczne przyrządów ani ich dane pomiarowe. Funkcje, które są wykonywane lub inicjowane przez interfejs, spełniają odpowiednie wymagania i warunki. Jeżeli przyrząd jest połączony z drukarką danych lub zewnętrznym urządzeniem do przechowywania danych, transmisja danych z przyrządu do drukarki jest zaprojektowana w sposób uniemożliwiający fałszowanie danych. Jeżeli urządzenie lub urządzenia sprawdzające działanie przyrządu wykryją znaczny błąd lub usterkę, wydrukowanie dokumentu lub zapisanie danych pomiarowych na urządzeniu zewnętrznym (do celów prawnych) nie jest możliwe. Interfejs przyrządu PN-PTI spełnia wymagania OIML D 11 i OIML D 31,
- częstotliwość raportowania przyrządu PN-PTI jest równa lub większa niż 1 Hz,
- przyrząd zaprojektowano zgodnie z dobrą praktyką inżynierską, aby zapewnić stabilność sprawności zliczania cząstek stałych podczas badania,
- przyrząd PN-PTI lub urządzenie wyposażone w odpowiednie oprogramowanie komputerowe dopuszcza czas rejestracji określony w procedurze pomiarowej opisanej w sekcji 7 i umożliwia zgłaszanie pomiaru i wyniku badania zgodnie z procedurą pomiarową,
- przyrząd PN-PTI lub urządzenie wyposażone w odpowiednie oprogramowanie komputerowe prowadzi użytkownika przez kroki opisane w procedurze pomiarowej opisanej w sekcji 7,
- opcjonalnie przyrząd PN-PTI lub urządzenie wyposażone w odpowiednie oprogramowanie komputerowe może zliczać godziny pracy w trybie pomiarowym.

5.2. Wymagania zapewniające prawidłowe działanie

- Jeżeli wykrycie jednego zaburzenia lub ich większej liczby jest możliwe dzięki zastosowaniu automatycznych urządzeń samokontrolnych, to powinna istnieć możliwość sprawdzenia poprawności działania takich urządzeń,
- przyrząd jest kontrolowany przez automatyczne urządzenie sprawdzające, które działa w taki sposób, że przed wskazaniem lub wydrukowaniem pomiaru wszystkie regulacje i wszystkie inne parametry urządzenia sprawdzającego są potwierdzane pod kątem poprawności wartości lub stanu (tj. pozostawania w granicach),
- wbudowane są następujące kontrole:
 - 1) przyrząd PN-PTI automatycznie i w sposób ciągły monitoruje odpowiednie parametry, które mają istotny wpływ na stosowaną zasadę pomiaru (np. objętościowe natężenie przepływu próbki, temperatura czujnika). W przypadku wystąpienia niedopuszczalnych odchyłeń nie jest wyświetlana żadna zmierzona wartość. Jeśli PN-PTI wymaga cieczy roboczej, wykonywanie pomiarów nie jest możliwe, gdy jej poziom jest niewystarczający;
 - 2) test pamięci z jednoznaczną weryfikacją oprogramowania i działania najważniejszych zespołów (automatycznie po każdym włączeniu, następnie najpóźniej każdorazowo po północy);
 - 3) procedura badania czystego powietrza lub szczelności w celu wykrycia określonego maksymalnego wycieku (co najmniej przy każdej samokontroli, zalecane przed każdym pomiarem). Jeżeli zmierzona wartość przekracza $5\,000\text{ l/cm}^3$, przyrząd nie pozwala użytkownikowi na kontynuowanie pomiaru;
 - 4) jeżeli wymaga tego stosowana zasada pomiaru, procedura zerowania wykonana za pomocą filtra HEPA na wlocie przyrządu PN-PTI (przynajmniej przy każdej samokontroli, zalecane przed każdym pomiarem);

- opcjonalnie przyrząd PN-PTI może mieć wbudowaną kontrolę procedury pomiarowej powietrza lub wysokiego stężenia PN, wykonywaną przed procedurą badania czystego powietrza lub szczelności, w ramach której przyrząd PN-PTI wykrywa więcej cząstek stałych niż uprzednio zdefiniowane stężenie PN,
- przyrządy wyposażone w automatyczne lub półautomatyczne urządzenie do regulacji pozwalają użytkownikowi na wykonanie pomiaru dopiero po wykonaniu prawidłowych regulacji,
- przyrządy wyposażone w półautomatyczne urządzenie do regulacji nie pozwalają użytkownikowi na wykonanie pomiaru, gdy wymagana jest regulacja,
- zarówno w przypadku automatycznych, jak i półautomatycznych urządzeń do regulacji można przewidzieć środki ostrzegające o konieczności dokonania regulacji,
- na wszystkich częściach przyrządu, które nie są fizycznie zabezpieczone w inny sposób przed czynnościami mogącymi wpłynąć na dokładność lub integralność przyrządu, znajdują się skuteczne zabezpieczenia. Ma to zastosowanie w szczególności do: a) środków regulacji, b) integralności oprogramowania (zob. również OIML D 31 – normalny poziom ryzyka lub WELMEC 7.2 – wymagania klasy ryzyka C),
- oprogramowanie komputerowe właściwe z prawnego punktu widzenia jest jasno oznaczone. Oznaczenie jest wyświetlane lub drukowane: a) na polecenie, b) podczas pracy lub c) przy uruchamianiu przyrządu pomiarowego, który można wyłączyć i ponownie włączyć. Obowiązują wszystkie odpowiednie regulacje przewidziane w dokumentach OIML D 31 – normalny poziom ryzyka lub WELMEC 7.2 – wymagania klasy ryzyka C,
- oprogramowanie jest chronione w taki sposób, że dostępne są dowody wszelkich interwencji (np. aktualizacje oprogramowania, zmiany parametrów). Obowiązują wszystkie odpowiednie regulacje przewidziane w dokumentach OIML D 31 – normalny poziom ryzyka lub WELMEC 7.2 – wymagania klasy ryzyka C,
- na charakterystyki metrologiczne przyrządu nie wpływa w żaden niedozwolony sposób podłączenie go do innego urządzenia, żadna cecha samego podłączonego urządzenia ani żadne zdalne urządzenie, które komunikuje się z przyrządem pomiarowym (załącznik I do dyrektywy 2014/32/UE),
- przyrząd z zasilaniem akumulatorowym działa prawidłowo z nowymi lub w pełni naładowanymi bateriami określonego typu i albo nadal działa prawidłowo, albo nie wskazuje żadnych wartości, gdy napięcie spada poniżej wartości określonej przez producenta. Określone wartości graniczne napięcia dla akumulatorów pojazdów drogowych przewidziano w znamionowych warunkach użytkowania (zob. sekcja 4.1.3).

6. Kontrole metrologiczne

Zgodność z wymaganiami metrologicznymi sprawdza się na trzech różnych etapach:

- badanie typu,
- wstępna weryfikacja,
- późniejsza weryfikacja.

6.1. Badanie typu

Kontrolę zgodności przeprowadza się w odniesieniu do wymagań metrologicznych określonych w sekcji 4 i wymagań technicznych określonych w sekcji 5, stosowanych do co najmniej jednego przyrządu PN-PTI, który reprezentuje ostateczny typ przyrządu. Testy przeprowadza krajowy instytut metrologiczny.

6.2. Wstępna weryfikacja

W przypadku każdego wyprodukowanego przyrządu PN-PTI producent przyrządu lub jednostka notyfikowana wybrana przez producenta dokonuje wstępnej weryfikacji.

Wstępna weryfikacja obejmuje badanie liniowości z cząstkami stałymi polidispersyjnymi o monomodalnym rozkładzie wielkości, GMD 70 nm \pm 20 nm i GSD mniejszym lub równym 2,1. Badanie liniowości przeprowadza się z wykorzystaniem 5 próbek referencyjnych PN. Zastosowanie ma MPE w referencyjnych warunkach użytkowania (zob. sekcja 4.6). Stężenie 5 referencyjnych próbek PN obejmuje zakres od jednej piątej wartości granicznej PN-PTI do dwukrotnej wartości granicznej PN-PTI (w tym te dwa stężenia, ± 10 %) i obejmuje również wartość graniczną PN-PTI (± 10 %).

Układ odniesienia składa się z licznika cząstek stałych zapewniającego możliwość odtworzenia jego historii o sprawności zliczania przy 23 nm większej lub równej 0,5 lub spełniającej wymogi określone w sekcji 4.7. Licznikowi cząstek stałych może towarzyszyć rozcieńczalnik zapewniający możliwość odtworzenia jego historii. Niepewność rozszerzona całego układu odniesienia jest niższa niż 12,5 %, ale najlepiej mniejsza lub równa jednej trzeciej MPE w referencyjnych warunkach użytkowania.

Materiał wykorzystywany do wstępnej weryfikacji jest stabilny termicznie i sadzopodobny. Można zastosować inne materiały (np. cząsteczki soli).

Cały układ doświadczalny wykorzystywany do wstępnej weryfikacji (generator cząstek stałych, przyrząd PN-PTI i układ odniesienia) jest badany przez właściwy krajowy instytut metrologiczny (najlepiej podczas badania typu przyrządu PN-PTI) i określa się współczynnik korekcji układu do testów podczas badania typu prowadzonych przez krajowy instytut metrologiczny. Współczynnik korekcji układu uwzględnia różnice między badaniem typu a badaniem w ramach wstępnej weryfikacji, które wynikają np. z materiału cząstek stałych i zróżnicowania wielkości cząstek, a także z różnych przyrządów referencyjnych. Współczynnik korekcji układu powinien być stały w wyżej wymienionym zakresie stężeń (współczynnik zmienności mniejszy niż 10 %) i zaleca się, aby mieścił się w przedziale 0,65–1,5. W przypadku zmiany układu odniesienia lub generatora cząstek stałych początkowy układ doświadczalny do wstępnej weryfikacji jest ponownie testowany przez właściwy krajowy instytut metrologiczny.

Poniżej podsumowano wymogi dotyczące liniowości w ramach wstępnej weryfikacji:

Miejsce kontroli	Przyrząd referencyjny	Minimalna liczba stężeń	MPE
Producent lub jednostka notyfikowana wybrana przez producenta	Licznik cząstek stałych zapewniający możliwość odtworzenia jego historii (opcjonalnie z rozcieńczalnikiem zapewniającym możliwość odtworzenia jego historii)	5	Referencyjne warunki użytkowania (zob. sekcja 4.6)

Dodatkowe testy podczas wstępnej weryfikacji obejmują:

- kontrolę wzrokową w celu ustalenia zgodności z zatwierdzonym typem przyrządu PN-PTI,
- sprawdzenie napięcia i częstotliwości zasilania w miejscu użytkowania w celu ustalenia zgodności ze specyfikacjami na etykiecie przyrządu pomiarowego,
- badanie czystego powietrza lub badanie szczelności (jak opisano w instrukcjach użytkowania),
- badanie poziomu zerowego (jak opisano w sekcji 4.9), jeżeli różni się od badania czystego powietrza lub badania szczelności,
- sprawdzenie niskiego przepływu gazu poprzez ograniczenie przepływu gazu dostarczanego do sondy próbkującej,
- kontrolę czasu reakcji.

Opcjonalnie można przeprowadzić badania wysokiego stężenia PN, sprawności zliczania i powtarzalności.

6.3. Późniejsza weryfikacja

Późniejsza weryfikacja dokładności przyrządu PN-PTI powinna mieć miejsce zawsze, gdy wymaga tego producent przyrządu, ale nie później niż rok od ostatniej weryfikacji. Późniejsza weryfikacja obejmuje badanie przeprowadzone przy 3 różnych stężeniach z cząstkami stałymi polidispersyjnymi o monomodalnym rozkładzie wielkości, GMD 70 nm ± 20 nm i GSD mniejszym lub równym 2,1. Zastosowanie ma MPE w znamionowych warunkach użytkowania. Stężenia stosowane na potrzeby badania to jedna piąta wartości granicznej PN-PTI, wartość graniczna PN-PTI oraz dwukrotność wartości granicznej PN-PTI (stężenia w granicach 20 %).

Późniejszą weryfikację można przeprowadzić (i) w pomieszczeniach producenta lub jednostki notyfikowanej wybranej przez producenta albo (ii) w miejscu użytkowania przyrządu PN-PTI.

Jeżeli późniejszą weryfikację przeprowadza się w pomieszczeniach producenta lub jednostki notyfikowanej wybranej przez producenta przy użyciu tego samego zatwierzonego układu co w przypadku wstępnej weryfikacji, stosuje się ten sam współczynnik korekcji układu.

Jeżeli późniejszą weryfikację przeprowadza się w miejscu użytkowania przyrządu PN-PTI, przenośny układ obejmuje przenośny generator cząstek stałych i przenośny układ odniesienia (licznik cząstek stałych zapewniający możliwość odtworzenia jego historii i opcjonalnie rozcieńczalnik zapewniający możliwość odtworzenia jego historii).

Wymaga się, aby zróżnicowanie wielkości cząstek wytworzonych przez przenośny generator cząstek stałych spełniał GMD i GSD określone w sekcji 6.2 przez łącznie co najmniej 3 godziny rozłożone na 3 różne dni w takich samych warunkach, jakie będą stosowane w terenie. Test ten należy powtarzać co najmniej raz w roku.

Przenośny układ odniesienia spełnia te same wymagania co układy odniesienia stosowane do badań liniowości w ramach wstępnej weryfikacji (zob. sekcja 6.2), ale jego niepewność rozszerzona w znamionowych warunkach użytkowania jest niższa niż 20 %, ale najlepiej mniejsza lub równa jednej trzeciej MPE w referencyjnych warunkach użytkowania.

Cały przenośny układ doświadczalny wykorzystywany do późniejszej weryfikacji (przenośny generator cząstek stałych, przyrząd PN-PTI i układ odniesienia) jest badany przez właściwy krajowy instytut metrologiczny i określa się współczynnik korekcji układu do testów podczas badania typu prowadzonych przez krajowy instytut metrologiczny. Współczynnik korekcji układu uwzględnia różnice między badaniem typu a badaniem w ramach późniejszej weryfikacji, które wynikają np. z materiału cząstek stałych i zróżnicowania wielkości cząstek, a także z różnych przyrządów referencyjnych. Współczynnik korekcji układu powinien być stały w zakresie stężeń stosowanym do badań w ramach późniejszej weryfikacji (współczynnik zmienności mniejszy niż 10 %) i zaleca się, aby mieścił się w przedziale 0,65–1,5. W przypadku zmiany przenośnego układu odniesienia lub przenośnego generatora cząstek stałych wymagane jest nowe zatwierdzenie przez krajowy instytut metrologiczny.

Poniżej podsumowano wymogi dotyczące liniowości w ramach późniejszej weryfikacji:

Miejsce kontroli	Przyrząd referencyjny	Minimalna liczba stężeń	MPE
Obiekty lub teren producenta lub jednostki notyfikowanej	Licznik cząstek stałych zapewniający możliwość odtworzenia jego historii (opcjonalnie z rozcieńczalnikiem zapewniającym możliwość odtworzenia jego historii)	3	Znamionowe warunki użytkowania (zob. sekcja 4.6)

Dodatkowe testy podczas późniejszej weryfikacji obejmują:

- kontrolę wzrokową w celu ustalenia ważności poprzedniej weryfikacji i obecności wszystkich wymaganych pieczęci, plomb i dokumentów,
- badanie czystego powietrza lub badanie szczelności (jak opisano w instrukcjach użytkowania),
- badanie poziomu zerowego (jak opisano w sekcji 4.9), jeżeli różni się od badania czystego powietrza lub badania szczelności,
- sprawdzenie niskiego przepływu gazu poprzez ograniczenie przepływu gazu dostarczanego do sondy próbkującej,
- kontrolę czasu reakcji,
- badanie wysokiego stężenia PN (opcjonalnie).

7. Procedura pomiarowa

Badanie stężenia PN stosuje się do pojazdów opisanych w sekcji 1 w celu określenia liczby cząstek stałych na centymetr sześcienny w gazach spalinowych nieruchomego pojazdu przy niskich obrotach silnika na biegu jałowym. Badanie nie jest wykonywane podczas regeneracji filtra cząstek stałych w silniku Diesla pojazdu.

Przygotowanie pojazdu

Na początku badania pojazd powinien być:

- rozgrzany, tj. temperatura płynu chłodzącego silnik powinna wynosić > 60 °C, ale najlepiej > 70 °C,
- kondycjonowany, poprzez pracę przez pewien czas na biegu jałowym przy niskich obrotach lub przyspieszanie pracy silnika nieruchomego pojazdu do maksymalnej prędkości obrotowej silnika wynoszącej 2 000 obr./min lub poprzez jazdę. Kondycjonowanie odbywa się w celu zapewnienia, by na skuteczność filtra cząstek stałych w silnikach Diesla nie miała wpływu niedawna regeneracja. Za czas kondycjonowania uważa się okres, w którym silnik jest włączony, łącznie z fazami przed badaniem (np. fazą stabilizacji). Zalecany całkowity czas kondycjonowania wynosi 300 s.

Szybkie badanie zaliczeniowe jest możliwe przy temperaturze płynu chłodzącego silnik wynoszącej < 60 °C. Jeśli jednak pojazd nie przejdzie pomyślnie badania, wówczas badanie się powtarza, a pojazd powinien spełniać wymagania określone dla temperatury płynu chłodzącego silnik oraz kondycjonowania.

Przygotowanie przyrządu PN-PTI

- przyrząd PN-PTI jest podłączony do zasilania co najmniej przez czas rozgrzewania wskazany przez producenta,
- samokontrolę przyrządu określone w sekcji 5 obejmują monitorowanie właściwego działania przyrządu podczas pracy i uruchamianie sygnału ostrzegawczego lub wyświetlanie komunikatu w razie nieprawidłowego działania.

Przed każdym badaniem sprawdza się dobry stan układu pobierania próbek, w tym sprawdza się, czy wąż i sonda do pobierania próbek nie są uszkodzone.

Procedura badania

- przed rozpoczęciem pomiaru rejestruje się następujące dane:
 - a) numer rejestracyjny pojazdu;
 - b) numer identyfikacyjny pojazdu;
 - c) poziom emisji zgodnie z homologacją typu (klasa emisji Euro);
- oprogramowanie licznika cząstek stałych automatycznie prowadzi operatora przyrządu przez procedurę badania,
- sonda jest wprowadzana na głębokość co najmniej 0,20 m do wylotu układu wydechowego. W uzasadnionych wyjątkowych przypadkach, gdy pobieranie próbek na tej głębokości nie jest możliwe, sondę wprowadza się na głębokość co najmniej 0,05 m. Sonda próbująca nie dotyka ścianek rury wydechowej,
- jeżeli układ wydechowy ma więcej niż jeden wylot, badanie przeprowadza się we wszystkich wylotach, przy czym we wszystkich badaniach przestrzega się odpowiedniej wartości granicznej PN-PTI. W tym przypadku za stężenie PN pojazdu uznaje się najwyższe zmierzone stężenie PN odnotowane na różnych wylotach układu wydechowego,
- pojazd pracuje na biegu jałowym przy niskich obrotach. Jeżeli w warunkach statycznych silnik pojazdu nie jest włączony, operator badania dezaktywuje system start/stop. W przypadku pojazdów hybrydowych i pojazdów hybrydowych typu plug-in wymagane jest włączenie silnika ciepłego (np. poprzez włączenie układu klimatyzacji w przypadku pojazdów hybrydowych lub wybór trybu ładowania akumulatora w przypadku pojazdów hybrydowych typu plug-in),
- po włożeniu sondy do rury wydechowej wykonuje się następujące kroki w celu przeprowadzenia badania PN-PTI:
 - a) Okres stabilizacji trwający co najmniej 15 sekund przy pracy silnika na biegu jałowym. Ewentualnie przed okresem stabilizacji wykonuje się 2–3 przyspieszenia do maksymalnej prędkości obrotowej silnika wynoszącej 2 000 obr./min.;
 - b) Po okresie stabilizacji dokonuje się pomiaru emisji stężenia PN. Czas trwania badania wynosi co najmniej 15 s (całkowity czas trwania pomiaru). Wynik badania to średnie stężenie PN w czasie trwania pomiaru. Jeżeli zmierzone stężenie PN jest ponad dwukrotnie wyższe od wartości granicznej PN-PTI, wówczas można od razu przerwać pomiar przed upływem 15 s i podać wynik badania.

Po zakończeniu procedury badania przyrząd PN-PTI podaje (i zapisuje lub drukuje) średnie stężenie PN dla danego pojazdu oraz komunikat „ZALICZONO” lub „NIE ZALICZONO”.

- Jeżeli wynik badania jest niższy od wartości granicznej PN-PTI lub równy tej wartości, przyrząd zgłasza komunikat „ZALICZONO” i badanie zostaje zaliczone.
- Jeżeli wynik badania jest wyższy od wartości granicznej PN-PTI, przyrząd zgłasza komunikat „NIE ZALICZONO” i badanie nie zostaje zaliczone.

8. **Wartość graniczna PN-PTI**

Pojazdy, które podlegają badaniu stężenia PN opisanemu w sekcji 1, powinny spełniać kryterium wartości granicznej PN-PTI wynoszącej 250 000 (1/cm³) po poddaniu ich badaniu z wykorzystaniem przyrządu PN-PTI spełniającego wymogi określone w niniejszych wytycznych i po przeprowadzeniu procedury pomiarowej omówionej w sekcji 7.

Niniejsze wytyczne mogą być stosowane do poszczególnych wartości granicznych PN-PTI od 250 000 (1/cm³) do 1 000 000 (1/cm³).

9. Wykaz źródeł

Normy ISO

ISO 16750-2 wyd. 4.0 (2012), Pojazdy drogowe – Warunki środowiskowe i badanie sprzętu elektrycznego i elektro-nicznego – Część 2: Ładunki elektryczne

ISO 7637-2 (2011) Pojazdy drogowe – Zakłócenia elektryczne przenoszone przez przewodzenie i przez sprzężenie – Część 2: Przewodzenie przebiegów przejściowych wyłącznie wzdłuż przewodów zasilających

ISO 7637-3 (2007) Pojazdy drogowe – Zakłócenia elektryczne przenoszone przez przewodzenie i przez sprzężenie – Część 3: Samochody osobowe i lekkie pojazdy użytkowe o nominalnym napięciu zasilania 12 V oraz pojazdy użytkowe o napięciu zasilania 24 V – Przenoszenie elektrycznych przebiegów przejściowych przez sprzężenia pojemnościowe i indukcyjne przez linie inne niż linie zasilające

Normy IEC

IEC 60068-2-1 wyd. 6.0 (2007-03), *Badania środowiskowe* – Część 2: *Próby* – Sekcja 1: Próba A: *Zimno*

IEC 60068-2-2 wyd. 5.0 (2007-07), *Badania środowiskowe* – Część 2: *Próby* – Sekcja 1: Próba B: *Suche gorąco*

IEC 60068-3-1 wyd. 2.0 (2011-08), *Badania środowiskowe* – Część 3: Dokumentacja uzupełniająca i wytyczne – Sekcja 1: *Próby zimna i suchego gorąca*

IEC 60068-2-78 wyd. 2.0 (2012-10), *Badania środowiskowe* – Część 2: *Próby* – Sekcja 78: Próba cab: *Wilgotne gorąco stałe*

IEC 60068-2-30 wyd. 3.0 (2005-08), *Badania środowiskowe* – Część 2: *Próby* – Sekcja 30: Próba Db: *Wilgotne gorąco, cykliczne (cykl 12 + 12 godzin)*

IEC 60068-3-4 wyd. 1.0 (2001-08), *Badania środowiskowe* – Część 3: Dokumentacja uzupełniająca i wytyczne – Sekcja 4: *Próby wilgotnego gorąca*

IEC 61000-2-1 wyd. 1.0 (1990-05), *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)* – Część 2: *Środowisko* – Sekcja 1: *Opis środowiska – Środowisko elektromagnetyczne zaburzeń przewodzonych o niskiej częstotliwości i sygnalizowania w publicznych systemach zasilania energią*

IEC 61000-4-1 wyd. 3.0 (2006-10), *Podstawowa publikacja EMC – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)* – Część 4: *Techniki pomiaru badawczego* – Sekcja 1: *Przegląd serii IEC 61000-4*

IEC 61000-2-2 wyd. 1.0 (1990-05), *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)* – Część 2: *Środowisko* – Sekcja 2: *Poziomy kompatybilności zaburzeń przewodzonych o niskiej częstotliwości i sygnalizowania w publicznych systemach niskonapięciowego zasilania energią*

IEC 60068-2-31 wyd. 2.0 (2008-05), *Badania środowiskowe* – Część 2: *Próby* – Sekcja 31: Próba Ec: *Wstrząsy spowodowane nieostrożną obsługą, głównie w przypadku próbek typu sprzętowego*

IEC 60068-2-47 wyd. 3.0 (2005-4), *Badania środowiskowe* – Część 2: *Próby* – Sekcja 47: *Montowanie próbek do badań pod kątem drgań, udarowości i podobnych prób dynamicznych*

IEC 60068-2-64 wyd. 2.0 (2008-04), *Badania środowiskowe* – Część 2: *Próby* – Sekcja 64: Próba Fh: *Wibracje szerokopasmowe losowe i wytyczne*

IEC 60068-3-4 wyd. 1.0 (2003-08), *Badania środowiskowe* – Część 3: Dokumentacja uzupełniająca i wytyczne – Sekcja 8: *Wybór spośród badań drgań*

IEC 61000-4-11 wyd. 2.0 (2004-03), *Podstawowa publikacja EMC – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)* – Część 4: *Techniki pomiaru badawczego* – Sekcja 11: *Badania odporności na spadki napięcia, krótkie przerwy i zmiany napięcia*

IEC 61000-6-1 wyd. 2.0 (2005-3), *Podstawowa publikacja EMC – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)* – Część 6: *Normy ogólne* – Sekcja 1: *Odporność w środowisku mieszkalnym, handlowym i środowisku przemysłu lekkiego*

IEC 61000-6-2 wyd. 2.0 (2005-01), *Podstawowa publikacja EMC – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)* – Część 6: *Normy ogólne* – Sekcja 2: *Odporność w środowiskach przemysłowych*

IEC 61000-4-4 wyd. 3.0 (2012-04), Podstawowa publikacja EMC – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4: Techniki pomiaru badawczego – Sekcja 4: Badanie odporności na szybkie elektryczne stany przejściowe/zaburzenia impulsowe

IEC 61000-4-5 wyd. 2.0 (2005-11), Korekta 1 do wyd. 2.0 (2009-10), Podstawowa publikacja EMC – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4: Techniki pomiaru badawczego – Sekcja 5: Badanie odporności na skoki napięcia

IEC 61000-4-2 wyd. 2.0 (2008-12), Podstawowa publikacja EMC – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4: Techniki pomiaru badawczego – Sekcja 2: Badanie odporności na wyładowania elektrostatyczne

IEC 61000-4-3 wyd. 3.2 (2010-04), Podstawowa publikacja EMC – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4: Techniki pomiaru badawczego – Sekcja 3: Badanie odporności na promieniowane pola elektromagnetyczne i pola elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej

IEC 61000-4-20 wyd. 2.0 (2010-08), Podstawowa publikacja EMC – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4: Techniki pomiaru badawczego – Sekcja 20: Badanie emisji i odporności w falowodach elektromagnetycznych poprzecznych (TEM)

IEC 61000-4-6 wyd. 4.0 (2013-10), Podstawowa publikacja EMC – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4: Techniki pomiaru badawczego – Sekcja 6: Odporność na zaburzenia przewodzone, spowodowane przez pola o częstotliwości radiowej

IEC 61000-4-8 wyd. 2.0 (2009-09), Podstawowa publikacja EMC – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4: Techniki pomiaru badawczego – Sekcja 8: Badanie odporności na pole magnetyczne o częstotliwości zasilania

Normy europejskie

EN 1822-1:2019-10, Filtry powietrza (EPA, HEPA i ULPA) – Część 1: Klasyfikacja, badania właściwości użytkowych, znakowanie

Publikacje OIML

OIML R 99-1 i 2 (2008), Przyrządy do pomiaru emisji spalin z pojazdów

OIML V 2-200 (2012), Międzynarodowe słownictwo z zakresu metrologii – podstawowe i ogólne pojęcia oraz związane z nimi terminy (VIM)

OIML D 11 (2013), Ogólne wymagania dotyczące przyrządów pomiarowych – warunki środowiskowe
