



EUROPSKA
KOMISIJA

Bruxelles, 20.3.2023.
C(2023) 1796 final

PREPORUKA KOMISIJE

od 20.3.2023.

o mjerenju broja čestica za periodične tehničke preglede vozila opremljenih motorima s kompresijskim paljenjem

PREPORUKA KOMISIJE

od 20.3.2023.

o mjerenju broja čestica za periodične tehničke preglede vozila opremljenih motorima s kompresijskim paljenjem

EUROPSKA KOMISIJA,

uzimajući u obzir Ugovor o funkcioniranju Europske unije, a posebno njegov članak 292.,
budući da:

- (1) S obzirom na očuvanje javnog zdravlja, okoliša i poštenog tržišnog natjecanja, važno je pobrinuti se za propisno održavanje i ispitivanje vozila u prometu kako bi se radni učinak tih vozila zadržao na razini opisanoj u njihovoj homologaciji, bez prekomjernog pogoršanja karakteristika tijekom čitavog životnog ciklusa.
- (2) Metode ispitivanja propisane Direktivom 2014/45/EU Europskog Parlamenta i Vijeća¹ za emisije ispušnih plinova, posebno za ispitivanje zacrnljenja koje se primjenjuje na motore s kompresijskim paljenjem, nisu primjerene za najnovija vozila opremljena filtrima čestica. Laboratorijska ispitivanja ukazuju na to da čak i vozila s oštećenim ili izmijenjenim filtrima dizelskih čestica mogu zadovoljiti ispitivanje zacrnljenja bez otkrivanja neispravnosti.
- (3) Kako bi se otkrila vozila s neispravnim filtrima čestica dizelskih motora, neke su države članice uvele ili će uskoro uvesti metode za mjerenje broja čestica („PN”) u okviru periodičnih tehničkih pregleda vozila opremljenih motorima s kompresijskim paljenjem. Iako su te metode slične, u određenim se aspektima razlikuju. Umjesto uvođenja različitih metoda mjerenja u Uniji, trebalo bi uvesti skup minimalnih zahtjeva za mjerenje PN-a na temelju smjernica.
- (4) Tijekom izrade tih smjernica u obziru su uzete postojeće metode koje su razvile određene države članice, nalazi laboratorijskih ispitivanja koje je proveo Komisijin Zajednički istraživački centar², kao i rezultati savjetovanja sa stručnom skupinom za tehničku ispravnost vozila.
- (5) Budući da nije ispitana primjenjivost tih smjernica na vozila opremljena motorima s vanjskim izvorom paljenja, područje primjene smjernica trebalo bi ograničiti na vozila opremljena motorima s kompresijskim paljenjem i za koja je u homologaciji utvrđena granična vrijednost broja krutih čestica. To obuhvaća laka dizelska vozila prvi put registrirana 1. siječnja 2013. ili kasnije (Euro 5b i novija)³ i teška dizelska vozila prvi

¹ Direktiva 2014/45/EU Europskog Parlamenta i Vijeća od 3. travnja 2014. o periodičnim tehničkim pregledima motornih vozila i njihovih priključnih vozila te stavljanju izvan snage Direktive 2009/40/EZ (SL L 127, 29.4.2014., str. 51.).

² Usporedbe laboratorijskih i cestovnih ispitivanja homologacijskih ciklusa za emisije ispušnih plinova u praznom hodu. Implikacije za senzore na periodičnim tehničkim pregledima, doi.org/10.3390/s20205790 i Evaluacija postupaka mjerenja broja krutih čestica tijekom periodičnih tehničkih pregleda vozila, doi.org/10.3390/ijerph19137602.

³ Uredba (EZ) br. 715/2007 Europskog parlamenta i Vijeća od 20. lipnja 2007. o homologaciji tipa motornih vozila s obzirom na emisije iz lakih osobnih i gospodarskih vozila (Euro 5 i Euro 6) i pristupu podacima za popravke i održavanje vozila (SL L 171, 29.6.2007., str. 1.–16.).

put registrirana 1. siječnja 2014. ili kasnije (Euro VI i novija)⁴. Čim se postigne ista razina pouzdanosti metode mjerenja PN-a za vozila opremljena motorima s vanjskim izvorom paljenja trebalo bi razviti odgovarajuće smjernice.

- (6) Kako bi bile djelotvorne, smjernice bi trebale uključivati zahtjeve koji se odnose na mjernu opremu, mjeriteljske provjere, postupke mjerenja, mjeriteljske i tehničke zahtjeve, te vrijednosti za prolazak/neprolazak.
- (7) Ova je Preporuka prvi korak ka usklađenom mjerenju PN-a tijekom ispitivanja tehničke ispravnosti vozila u Uniji,

DONIJELA JE OVU PREPORUKU:

Države članice trebale bi provoditi mjerenje broja čestica tijekom periodičnih tehničkih pregleda vozila opremljenih motorima s kompresijskim paljenjem i filtrima dizelskih čestica u skladu sa smjernicama utvrđenima u Prilogu.

Sastavljeno u Bruxellesu 20.3.2023.

Za Komisiju

Član Komisije

⁴ U skladu s Uredbom (EZ) br. 595/2009 Europskog parlamenta i Vijeća od 18. lipnja 2009. o homologaciji motornih vozila i motora s obzirom na emisije iz teških vozila (Euro VI.) i izmjeni Uredbe (EZ) br. 715/2007 i Direktive 2007/46/EZ te stavljanju izvan snage direktiva 80/1269/EEZ, 2005/55/EZ i 2005/78/EZ (SL L 188, 18.7.2009., str. 1.–13.).



Bruxelles, 20.3.2023.
C(2023) 1796 final

ANNEX

PRILOG

Preporuci Komisije

o mjerenju broja čestica za periodične tehničke preglede vozila opremljenih motorima s kompresijskim paljenjem

PRILOG

Sadržaj

1.	Područje primjene	2
2.	Izrazi i definicije	2
3.	Opis instrumenta i označivanje	4
3.1.	Opis instrumenta za PN-PTI	4
3.2.	Natpisi	4
3.3.	Upute za uporabu	5
4.	Mjeriteljski zahtjevi	6
4.1.	Prikaz rezultata mjerenja.....	6
4.2.	Raspon mjerenja.....	6
4.3.	Razlučivost uređaja za prikaz (samo za digitalne prikazne instrumente)	6
4.4.	Vrijeme odziva	7
4.5.	Razdoblje zagrijavanja	7
4.6.	Najveća dopuštena pogreška („MPE”).....	7
4.7.	Zahtjevi za učinkovitost	7
4.8.	Zahtjevi za linearnost	8
4.9.	Nulta razina	9
4.10.	Učinkovitost odvajanja hlapljivih čestica	9
4.11.	Stabilnost u odnosu na protok vremena ili na pomak	9
4.12.	Ponovljivost.....	10
4.13.	Utjecajne količine.....	10
4.14.	Smetnje.....	11
5.	Tehnički zahtjevi.....	13
5.1.	Konstrukcija	13
5.2.	Zahtjevi za osiguravanje ispravnog rada.....	14
6.	Mjeriteljske kontrole	15
6.1.	Ispitivanje tipa.....	15
6.2.	Početa verifikacija.....	15
6.3.	Naknadna verifikacija	17
7.	Postupak mjerenja	18
8.	Ograničenje PN-a na PTI-ju.....	20
9.	Popis izvora.....	20

Smjernice za mjerenje broja čestica

1. PODRUČJE PRIMJENE

U ovom su dokumentu navedene smjernice za ispitivanje koncentracije broja čestica („PN”) tijekom redovitog tehničkog pregleda („PTI”). Mjerenja koncentracije PN-a tijekom PTI-ja mogu se primijeniti na sva vozila kategorija M i N opremljena motorima s kompresijskim paljenjem i filtrima dizelskih čestica. Ove bi se smjernice trebale primjenjivati na laka vozila prvi put registrirana 1. siječnja 2013. ili kasnije (Euro 5b i novija) i teška vozila prvi put registrirana 1. siječnja 2014. ili kasnije (Euro VI i novija).

2. IZRAZI I DEFINICIJE

Prilagođavanje: Skup radnji koje se provode na mjernom sustavu kako bi se osigurali propisani pokazatelji koji odgovaraju danim vrijednostima količine koju treba izmjeriti (VIM 3.11)

Učinkovitost brojanja: Omjer očitavanja instrumenta za PN-PTI i sljedivog referentnog instrumenta ili očitavanja uređaja

Korekcija: Kompenzacija za procijenjeni sustavni učinak (VIM 2.53.)

Smetnja: Utjecajna količina koja ima vrijednost unutar ograničenja navedenih u ovim smjernicama, ali izvan uvjeta za rad mjernog instrumenta (OIML D 11)

Proširena nesigurnost: Umnožak standardne mjerne nesigurnosti dobivene uporabom pojedinačnih standardnih mjernih nesigurnosti povezanih s ulaznim količinama u modelu mjerenja i faktora većeg od broja jedan (VIM 2.35 i VIM 2.31)

HEPA filter (visokoučinkoviti filter čestica iz zraka): Uređaj koji uklanja čestice iz zraka s učinkovitošću većom od 99,95 % (tj. razred H13 ili viši u skladu s normom EN 1822-1:2019)

Indikacija: Vrijednost količine koju daje mjerni instrument ili mjerni sustav (VIM 4.1)

Utjecajna količina: Količina koja pri izravnom mjerenju ne utječe na stvarno izmjerenu količinu, ali utječe na odnos između indikacije i rezultata mjerenja (VIM 2.52)

Pravno relevantni softver: Bilo koji dio softvera, uključujući pohranjene parametre, koji utječe na izračunate, prikazane, prenesene ili pohranjene rezultate mjerenja (OIML R 99)

Održavanje: Precizno definirani periodični radovi održavanja i periodičnog prilagođavanja kako bi mjerni instrument ostao u radnom stanju

Najveća dopuštena pogreška („MPE”): Najveća vrijednost pogreške u mjerenju u odnosu na poznatu referentnu vrijednost količine koja je dopuštena specifikacijama ili propisima za određeno mjerenje, mjerni instrument ili mjerni sustav (VIM 4.26.)

Pogreška u mjerenju: Izmjerena vrijednost količine umanjena za vrijednost referentne količine (VIM 2.16.)

Rezultat mjerenja: Skup vrijednosti količine pripisan izmjerenoj količini zajedno sa svim drugim dostupnim relevantnim informacijama (VIM 2.9.)

Raspon mjerenja: Skup vrijednosti količina iste vrste koje se mogu izmjeriti određenim mjernim instrumentom ili mjernim sustavom s određenom instrumentalnom mjernom nesigurnošću, pod definiranim uvjetima (VIM 4.7.)

Nacionalni mjeriteljski institut (NMI): Mjeriteljski institut odgovoran za ispitivanje tipa instrumenata za PN-PTI u državi članici

Detektor čestica: Uređaj ili instrument koji pokazuje prisutnost čestica ako je premašena granična vrijednost koncentracije PN-a

Čestice: Krute (toplinski stabilne) čestice veličine od 23 nm do barem 200 nm koje ispušta vozilo i izmjerene u zračnoj fazi u skladu s metodama navedenima u ovim smjernicama

- **Monodisperzirane čestice:** Čestice s vrlo ujednačenim rasponom veličine čestica
- **Polidisperzirane čestice:** Čestice raznih veličina

Veličina čestica: Veličina električne mobilnosti, tj. promjer kugle s istom brzinom migracije u konstantnom električnom polju kao i predmetna čestica

Instrument za PN-PTI: Instrument za mjerenje koncentracije PN-a u ispušnom plinu motora s unutarnjim izgaranjem uzorkovanog iz ispušne cijevi vozila tijekom PTI-ja

Vrsta instrumenta za PN-PTI: Svi instrumenti istog proizvođača s istim radnim načelom, izračunom hardvera i softvera te algoritmima za korekciju

Nazivni radni uvjeti: Radni uvjeti koji moraju biti ispunjeni tijekom mjerenja kako bi mjerni instrument ili mjerni sustav radio kako je projektiran (VIM 4.9.)

Referentni radni uvjeti: Radni uvjeti propisani za ocjenjivanje rada mjernog instrumenta ili mjernog sustava ili za usporedbu rezultata mjerenja (VIM 4.11.)

Razlučivost uređaja za prikaz: Najmanja razlika među prikazanim oznakama koja se može smisljeno razlikovati (VIM 4.15.)

Vrijeme odziva: Razdoblje od trenutka kada se vrijednost ulazne količine mjernog instrumenta ili mjernog sustava izlaže nagloj promjeni između dvije navedene vrijednosti konstantne količine i trenutka kada se odgovarajući pokazatelj zadrži unutar određenih granica oko svoje konačne stabilne vrijednosti (VIM 4.23., vidjeti OIML V 2-200 (2012) Međunarodni rječnik mjeriteljstva – Osnovni i opći koncepti i pridruženi pojmovi, navedeno na kraju ovih smjernica)

Uređaj za pretkondicioniranje uzorka: Uređaj za razrjeđivanje i/ili uklanjanje hlapljivih čestica

Sonda za uzorkovanje: Cijev koja se umeće u ispušnu cijev vozila za uzimanje uzoraka plina (OIML R 99)

Značajni kvar: Kvar čija je veličina veća od veličine najveće dopuštene pogreške pri početnoj verifikaciji (OIML R 99)

Rezultat ispitivanja: Konačni rezultat mjerenja za vozilo ispitano postupkom mjerenja PN na PTI-ju opisanim u odjeljku 7.

Sljedivo: Mjeriteljska sljedivost, tj. svojstvo rezultata mjerenja pri kojem se rezultat može povezati s referentnom vrijednošću putem dokumentiranog neprekidnog lanca kalibracija, pri čemu svaka pridonosi mjernoj nesigurnosti (VIM 2.41.)

Verifikacija: Pružanje objektivnih dokaza da određeni predmet ispunjava određene zahtjeve, u kontekstu pregleda i označivanja i/ili izdavanja potvrde o verifikaciji za mjerni sustav ili instrument (VIM 2.44)

Razdoblje zagrijavanja: Razdoblje koje je proteklo od trenutka aktiviranja električne energije na instrumentu do trenutka u kojem instrument može ispuniti mjeriteljske zahtjeve (OIML R 99)

Sklop ili postupak za podešavanje na nultu postavku: Sklop ili postupak za postavljanje oznake instrumenta na vrijednost nula (OIML R99)

3. OPIS INSTRUMENTA I OZNAČIVANJE

3.1. Opis instrumenta za PN-PTI

Glavne komponente instrumenta za PN-PTI trebale bi biti sljedeće:

- Sonda za uzorkovanje koja se umeće u ispušnu cijev radnog vozila radi prikupljanja uzorka ispušnih plinova.
- Cijev za uzorkovanje za prijevoz uzorka do instrumenta (nije obvezno);
- Uređaj za pretkondicioniranje uzorka radi razrjeđivanja visoke koncentracije čestica konstantnim faktorom razrjeđivanja i/ili za uklanjanje hlapljivih čestica uzorka (neobvezno);
- Uređaj (uređaji) za otkrivanje, koji služe mjerenju koncentracije PN-a u uzorku plina; detektor čestica smije pretkondicionirati i plin;
- Uređaj (uređaji) za prijenos plinova kroz instrument. Ako čestice prolaze kroz filtar (filtre) prije uređaja za otkrivanje, kriteriji učinkovitosti brojanja u skladu s ovim smjernicama i dalje bi trebali biti ispunjeni;
- Uređaj (uređaji) za sprečavanje stvaranja kondenzacije vode u cijevi za uzorkovanje i u instrumentu; to se može postići i zagrijavanjem na višu temperaturu i/ili razrjeđivanjem uzorka ili oksidiranjem (polu)hlapljivih vrsta;
- Filtar (filtri) za uklanjanje čestica koje bi mogle kontaminirati različite osjetljive dijelove instrumenta za PN-PTI. Ako čestice prolaze kroz takav filtar (ili više njih) prije uređaja za otkrivanje, i dalje bi trebali biti ispunjeni kriteriji učinkovitosti brojanja (vidjeti odjeljak 4.7.) u skladu s ovim smjernicama;
- HEPA filtar (filtri) za osiguravanje čistog zraka za nultu razinu i, ako je primjenjivo, postupke za podešavanje na nultu postavku (nije obvezno u oba slučaja);
- Ulazi za verifikaciju na terenu radi uvođenja uzoraka okolnog zraka i referentnih čestica ako to zahtijeva tehnologija koja se koristi;
- Softver za obradu signala, uključujući prikazni uređaj za prikazivanje rezultata mjerenja i uređaj za bilježenje podataka radi snimanja i pohranjivanja podataka;
- Upravljački sklop za pokretanje i provjeru rada instrumenta i poluautomatski ili automatski sklop za prilagođavanje kako bi se unutar propisanih granica postavili mjerni radni parametri.

3.2. Natpisi

U skladu s Prilogom I. Direktivi 2014/32/EU Europskog parlamenta i Vijeća¹ instrument za PN-PTI trebao bi imati trajnu, neprenosivu i lako čitljivu oznaku ili oznake. Oznake moraju sadržavati sljedeće informacije:

- (1) Naziv, registrirano trgovačko ime ili registriranu trgovačku oznaku proizvođača;
- (2) Godinu proizvodnje;

¹ Direktiva 2014/32/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 26. veljače 2014. o usklađivanju zakonodavstava država članica u odnosu na stavljanje na raspolaganje mjernih instrumenata na tržištu (SL L 96, 29.3.2014., str. 149.).

- (3) Broj potvrde o ispitivanju tipa
- (4) Identifikacijsku oznaku;
- (5) Pojediniosti o napajanju električnom energijom:
 - (a) U slučaju napajanja iz električne mreže: nazivni napon mreže, frekvencija i potrebna snaga,
 - (b) U slučaju napajanja iz akumulatora cestovnog vozila: nazivni napon akumulatora i potrebna snaga,
 - (c) U slučaju unutarnje uklonjivog akumulatora: vrstu i nazivni napon akumulatora;
- (6) Najmanji i (ako je primjenjivo) nazivni protok;
- (7) Raspon mjerenja;
- (8) Radni raspon temperature, tlaka i vlažnosti.

Ako dimenzije instrumenta ne dopuštaju uključivanje svih natpisa, oni bi trebali biti uključeni u priručnik instrumenta. Preporučuje se i opisivanje raspona uvjeta skladištenja (temperatura, tlak, vlažnost).

Na dodatnoj oznaci trebao bi biti naveden datum posljednje verifikacije instrumenta za PN-PTI.

Za instrumente za PN-PTI s mjeriteljskim funkcijama kojima se upravlja softverom, identifikacija pravno relevantnog softvera mora biti navedena na oznaci ili prikazana na prikaznom uređaju.

3.3. Upute za uporabu

Proizvođač bi trebao osigurati upute za uporabu za svaki instrument na jeziku (jezicima) zemlje u kojoj će se koristiti. Upute za uporabu trebale bi uključivati:

- Nedvosmislene upute za ugradnju, održavanje, popravke i dopuštena prilagođavanja;
- Vremenske intervale i postupke za održavanje, prilagođavanje i verifikaciju koji se primjenjuju radi usklađivanja s MPE-om;
- Opis postupka ispitivanja čistog zraka i/ili propuštanja;
- Ako je primjenjivo, postupak „podešavanja na nultu postavku”;
- Postupak mjerenja okolnog zraka ili visoke koncentracije PN-a (opcionalno);
- Najviše i najniže temperature skladištenja;
- Izjavu o nazivnim radnim uvjetima (navedenima u odjeljku 4.13.) i drugim odgovarajućim mehaničkim i elektromagnetskim uvjetima okoliša;
- Raspon radnih temperatura okoline ako prelazi raspon propisan u nazivnim radnim uvjetima (odjeljak 4.13.);
- Ako je primjenjivo, pojediniosti o kompatibilnosti s pomoćnom opremom;
- Sve posebne radne uvjete, na primjer ograničenje duljine signala ili podataka, ili posebne raspone temperature okoline i atmosferskog tlaka;
- Ako je primjenjivo, specifikacije akumulatora;

- Popis poruka o pogrešci s objašnjenjima.

4. MJERITELJSKI ZAHTJEVI

4.1. Prikaz rezultata mjerenja

Instrumentom bi se trebalo osigurati sljedeće:

- Izražavanje PN-a po količini kao broja čestica po cm^3 ;
- Natpisi za ovu jedinicu nedvosmisleno su dodijeljeni prikazu; dopušteno je sljedeće: „#/cm³”, „cm⁻³”, „čestica/cm³”, „1/cm³”.

4.2. Raspon mjerenja

Instrumentom bi se trebalo osigurati sljedeće:

- Najmanji raspon mjerenja, koji se može podijeliti, je od 5 000 $1/\text{cm}^3$ (najveća vrijednost za donji raspon) do dvostruke granične vrijednosti za PN na PTI-ju (najmanja vrijednost za gornji raspon);
- Prekoračenje raspona vidljivo je označeno na instrumentu (npr. poruka upozorenja ili treperenje broja);
- Raspon mjerenja deklarira proizvođač instrumenta za PN-PTI i u skladu je s najmanjim rasponom određenim u ovom stavku. Preporučuje se da raspon prikaza instrumenta za PN-PTI bude veći od mjernog područja, od nule do najmanje pet puta veće granične vrijednosti za PN na PTI-ju.

4.3. Razlučivost uređaja za prikaz (samo za digitalne prikazne instrumente)

Instrumentom bi se trebalo osigurati sljedeće:

- Koncentracije PN-a kao rezultati mjerenja korisniku su prikazane čitljivo, jasno i nedvosmisleno zajedno s mjernom jedinicom;
- Digitalne brojke visoke su najmanje 5 mm;
- Zaslون pruža minimalnu razlučivost od 1 000 $1/\text{cm}^3$. Ako to zahtijeva NMI, tijekom ispitivanja tipa / početne verifikacije / naknadne verifikacije, na raspolaganju je minimalna razlučivost od 100 $1/\text{cm}^3$ između nula i 50 000 $1/\text{cm}^3$.

4.4. Vrijeme odziva

Instrumentom bi se trebalo osigurati sljedeće:

- Za mjerenje koncentracije PN, instrument za PN-PTI, uključujući cijev za uzorkovanje i uređaj za pretkondicioniranje uzorka (ako se koristi) pokazuje 95 % konačne vrijednosti referentnog uzorka PN-a unutar 15 sekundi nakon prelaska sa zraka dobivenog HEPA filtrom ili s okolnog zraka.
- Opcionalno, ovo se ispitivanje može provesti s dvije različite koncentracije PN-a.
- Instrument za PN-PTI može se opremiti uređajem za bilježenje podataka kako bi se ovaj zahtjev provjerio.

4.5. Razdoblje zagrijavanja

Instrumentom bi se trebalo osigurati sljedeće:

- Instrument za PN-PTI ne pokazuje izmjerenu koncentraciju PN-a tijekom razdoblja zagrijavanja;
- Nakon razdoblja zagrijavanja instrument za PN-PTI ispunjava mjeriteljske zahtjeve navedene u ovom odjeljku.

4.6. Najveća dopuštena pogreška („MPE”)

MPE ovisi o stvarnoj vrijednosti koncentracije (MPE_{rel}) ili apsolutnoj vrijednosti koncentracije (MPE_{abs}), koja je god veća.

- Referentni radni uvjeti (vidjeti odjeljak 4.13.): MPE_{rel} je 25 % stvarne vrijednosti koncentracije, ali nije niži od MPE_{abs}
- Nazivni radni uvjeti (vidjeti odjeljak 4.13.): MPE_{rel} je 50 % stvarne vrijednosti koncentracije, ali nije niži od MPE_{abs}
- Smetnje (vidjeti odjeljak 4.14.): MPE_{rel} je 50 % stvarne vrijednosti koncentracije, ali nije niži od MPE_{abs}

Preporučuje se MPE_{abs} manji od ili jednak $25\ 000\ 1/cm^3$.

4.7. Zahtjevi za učinkovitost

Zahtjevi za učinkovitost brojanja navedeni su u nastavku:

	Veličina čestica ili srednji geometrijski promjer [nm]	Učinkovitost brojanja [-]
Obvezno	$23 \pm 5\ %$	0,2–0,6
Neobvezno	$30 \pm 5\ %$	0,3–1,2
Obvezno	$50 \pm 5\ %$	0,6–1,3
Obvezno	70 ili $80 \pm 5\ %$	0,7–1,3
Neobvezno	$100 \pm 5\ %$	0,7–1,3
Neobvezno	$200 \pm 10\ %$	0,5–3,0

- Učinkovitost brojanja određuje se s monodisperziranim česticama veličina definiranih u ovom odjeljku ili s polidisperziranim česticama sa srednjim geometrijskim promjerom („GMD”) definiranim u ovom odjeljku i s geometrijskim standardnim devijacijama („GSD”) od 1,6 ili manje;
- Najmanja koncentracija koja se upotrebljava za ispitivanja učinkovitosti trebala bi biti viša od niže vrijednosti mjernog područja instrumenta za PN-PTI podijeljene s nižom učinkovitošću brojanja definiranom za svaku veličinu čestica u ovom odjeljku. Primjerice, za nižu vrijednost raspona mjerenja $5\ 000\ 1/\text{cm}^3$ pri 23 nm koncentracija čestica izmjerenih referentnim sustavom trebala bi biti najmanje $25\ 000\ 1/\text{cm}^3$;
- Ispitivanja učinkovitosti brojanja provode se u referentnim radnim uvjetima (vidjeti odjeljak 4.13.) s termički stabilnim česticama nalik čađi. Ako je potrebno, neutralizacija i/ili sušenje nastalih čestica obavlja se prije razdjelnika referentnih i ispitnih instrumenata. U slučaju ispitivanja s monodisperziranim česticama korekcija za višestruko nabijene čestice nije veća od 10 % (i rezultati se bilježe);
- Referentni instrument je sljediva Faradayeva elektrometrijska šalica ili sljedivi brojač čestica s učinkovitošću brojanja $> 0,5$ na 10 nm (kombinirano sa sljedivim razrjeđivačem ako je potrebno za polidisperzirane čestice). Proširena nesigurnost referentnog sustava, uključujući razrjeđivač ako je primjenjivo, manja je od 12,5 %, ali po mogućnosti manja od ili jednaka trećini MPE-a u referentnim radnim uvjetima;
- Ako instrument za PN-PTI uključuje bilo koji unutarnji faktor prilagođavanja, trebao bi ostati isti (fiksni) za sva ispitivanja opisana u ovom stavku.
- Cijeli instrument za PN-PTI (tj. uključujući sondu za uzorkovanje i liniju za uzorkovanje, ako postoji) trebao bi ispunjavati zahtjeve za učinkovitost brojanja. Na zahtjev proizvođača učinkovitost brojanja instrumenta za PN-PTI može se ispitati u zasebnim dijelovima u reprezentativnim uvjetima unutar instrumenta. U tom slučaju učinkovitost cijelog instrumenta za PN-PTI (tj. umnožavanje učinkovitosti svih dijelova) ispunjava zahtjeve za učinkovitost brojanja.

4.8. Zahtjevi za linearnost

Ispitivanjem linearnosti trebalo bi osigurati sljedeće:

- Cijeli instrument za PN-PTI ispituje se na linearnost s toplinski stabilnim polidisperziranim česticama nalik čađi s GMD $70 \pm 10\ \text{nm}$ i GSD-om manjim ili jednakim 1,6;
- Referentni instrument sljediv je brojač čestica s učinkovitošću brojanja $> 0,5$ na 10 nm. Uz referentni instrument može se koristiti sljedivi razrjeđivač kako bi se izmjerile visoke koncentracije, ali proširena nesigurnost cijelog referentnog sustava (razrjeđivač + brojač čestica) ostaje ispod 12,5 %, po mogućnosti manja od ili jednaka jednoj trećini MPE-a u referentnim radnim uvjetima;
- Ispitivanja linearnosti provode se s najmanje devet različitih koncentracija unutar mjernog raspona i unutar MPE-a u referentnim radnim uvjetima (vidjeti odjeljak 4.6.).
- Preporučuje se da se u ispitne koncentracije uključe niža vrijednost mjernog područja, primjenjiva granična vrijednost PN-a na PTI-ju ($\pm 10\ %$), dvostruko veća od granične vrijednosti PN-a na PTI-ju ($\pm 10\ %$) i granica PN-a na PTI-ju pomnožena s 0,2. Najmanje jedna koncentracija trebala bi biti u rasponu od granične

vrijednosti PN-a na PTI-ju do više vrijednosti mjernog raspona, a najmanje tri koncentracije trebale bi biti ravnomjerno raspoređene od točke u kojoj se MPE mijenja od apsolutne do relativne i granične vrijednosti PN-a na PTI-ju.

- Ako se uređaj ispituje u dijelovima, provjera linearnosti može se ograničiti na detektor čestica, ali učinkovitost ostalih dijelova treba uzeti u obzir pri izračunu pogreške.

Zahtjevi za linearnost sažeti su u nastavku:

Kontrolno mjesto	Referentna vrijednost	Najmanji broj ispitanih koncentracija	MPE
NMI	Sljedivi brojač čestica sa sljedivim razrjeđivačem	9	Referentni radni uvjeti (vidjeti odjeljak 4.6.)

4.9. Nulta razina

Nulta točka ispituje se s HEPA filtrom. Nulta razina prosječni je signal instrumenta za PN-PTI s HEPA filtrom na ulazu tijekom razdoblja od najmanje 15 s nakon razdoblja stabilizacije od najmanje 15 s. Najveća dopuštena nulta razina je $5\ 000\ 1/\text{cm}^3$.

4.10. Učinkovitost odvajanja hlapljivih čestica

Ispitivanjem učinkovitosti odvajanja hlapljivih čestica trebalo bi osigurati da sustav postiže učinkovitost $> 95\ %$ odvajanja čestica tetrakontana ($\text{C}_{40}\text{H}_{82}$) veličine električne mobilnosti $30\ \text{nm} \pm 5\ %$ i u koncentracijama od $10\ 000$ do $30\ 000\ 1/\text{cm}^3$. Ako je potrebno, neutralizacija čestica tetrakontana obavlja se prije razdjelnika referentnih i ispitnih instrumenata. Druga je mogućnost upotreba polidisperziranih čestica tetrakontana GMD-a od 30 do $35\ \text{nm}$ i u ukupnoj koncentraciji od $50\ 000$ do $150\ 000\ 1/\text{cm}^3$. U oba slučaja (ispitivanje s monodisperziranim ili polidisperziranim česticama tetrakontana) referentni sustav ispunjava iste zahtjeve kako su opisani u odjeljku 4.8.

Ispitivanja učinkovitosti odvajanja hlapljivih čestica s većom veličinom čestica tetrakontana (monodisperzirane) ili GMD-om (polidisperzirane) i/ili višim koncentracijama tetrakontana od onih opisanih u ovom odjeljku mogu se prihvatiti samo ako je instrument za PN-PTI zadovoljio ispitivanje ($> 95\ %$ učinkovitosti uklanjanja).

4.11. Stabilnost u odnosu na protok vremena ili na pomak

Za ispitivanje stabilnosti instrument za PN-PTI upotrebljava se u skladu s uputama za rad koje pruža proizvođač. Ispitivanjem stabilnosti instrumenta mora se osigurati da mjerenja instrumenta za PN-PTI u stabilnim uvjetima okoliša ostanu unutar MPE-a u referentnim radnim uvjetima (vidjeti odjeljak 4.6.). Tijekom ispitivanja stabilnosti nije moguće izvršiti prilagodbu instrumenta za PN-PTI.

Ako je instrument opremljen uređajem za kompenzaciju pomaka, kao što je automatsko podešavanje na nultu postavku ili automatsko unutarnje prilagođavanje, djelovanje tih prilagođavanja ne daje prikaz koji se može zamijeniti s mjerenjem vanjskog plina. Mjerenja stabilnosti provode se tijekom najmanje 12 sati (ne nužno kontinuirano) s nazivnom koncentracijom od najmanje $100\ 000\ 1/\text{cm}^3$. Usporedba s referentnim instrumentom (isti zahtjevi kao i referentni sustav opisan u odjeljku 4.8.) provodi se najmanje svaki sat.

Dopušteno je ubrzano ispitivanje stabilnosti koje traje tri sata s nazivnom koncentracijom od najmanje 10 000 000 1/cm³. U tom se slučaju usporedba s referentnim instrumentom obavlja svaki sat, ali s nazivnom koncentracijom 100 000 1/cm³.

4.12. Ponovljivost

Ispitivanjem ponovljivosti trebalo bi se osigurati da za 20 uzastopnih mjerenja istog referentnog uzorka PN-a koje provodi ista osoba s istim instrumentom u relativno kratkim vremenskim intervalima standardno eksperimentalno odstupanje za 20 rezultata nije veće od jedne trećine MPE-a (referentni radni uvjeti) za odgovarajući uzorak. Ponovljivost se ispituje s nazivnom koncentracijom od najmanje 100 000 1/cm³. Između svaka dva uzastopna mjerenja, u instrument za PN-PTI dovodi se protok zraka filtriranog HEPA filtrom ili protok okolnog zraka.

4.13. Utjecajne količine

- Referentni radni uvjeti navedeni su u nastavku. Primjenjuje se MPE utvrđen za „referentne radne uvjete” (vidjeti odjeljak 4.6.)

Temperatura okoline	20 °C ± 2 °C
Relativna vlažnost	50 % ± 20 %
Atmosferski tlak	Stabilna okolina (± 10 hPa)
Napon iz električne mreže	Nazivni napon ± 5 %
Frekvencija mreže	Nazivni frekvencija ± 1 %
Vibracije	Nema/zanemarivo
Napon akumulatora	Nazivni napon akumulatora

- Minimalni zahtjevi za ispitivanje pri nazivnim radnim uvjetima navedeni su u nastavku. Primjenjuje se MPE utvrđen za „nazivne radne uvjete” (vidjeti odjeljak 4.6.)

Temperatura okoline (IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2, IEC 60068-3-1)	Od + 5 °C (indeks ispitne razine 2 u skladu s OIML D11) (ili manje ako ga je odredio proizvođač) do + 40 °C (indeks ispitne razine 1 u skladu s OIML D11) (ili više ako ga je odredio proizvođač). Ako su kritične unutarnje temperature instrumenta za PN-PTI izvan raspona, instrument ne prikazuje izmjerenu vrijednost i prikazuje upozorenje.
Relativna vlažnost (IEC 60068-2-78, IEC 60068-3-4, IEC 60068-2-30)	Do 85 %, bez kondenzacije (indeks ispitne razine 1 u skladu s OIML D11) (ako se upotrebljava u zatvorenom prostoru) Do 95 % kondenzacije (ako se upotrebljava vani)
Atmosferski tlak	od 860 hPa do 1060 hPa
Napon iz električne mreže (IEC 61000-2-	od – 15 % do + 10 % nazivnog napona

1, IEC 61000-4-1)	(indeks ispitne razine 1 u skladu s OIML D11)
Frekvencija mreže (IEC 61000-2-1, IEC 61000-2-2, IEC 61000-4-1)	$\pm 2\%$ nazivne frekvencije (indeks ispitne razine 1 u skladu s OIML D11)
Napon akumulatora cestovnog vozila (ISO 16750-2)	Akumulator s naponom od 12 V: od 9 V do 16 V; Akumulator s naponom od 24 V: od 16 V do 32 V
Napon unutarnjeg akumulatora	Nizak napon, kako ga je naveo proizvođač, do napona novog ili potpuno napunjenog akumulatora navedenog tipa

4.14. Smetnje

Značajni kvarovi, kako je navedeno u MPE-u za smetnje (vidjeti odjeljak 4.6.), ne bi se smjeli pojaviti ili bi se trebali otkriti te bi se na njih trebalo reagirati provjerom u skladu sa sljedećim minimalnim zahtjevima za smetnje opisane u nastavku.

Mehanički udar (IEC 60068-2-31)	Ručni uređaj: jedan pad s 1 m na svaki donji rub Pokretni uređaj: jedan pad s 25 mm na svaki donji rub (indeks ispitne razine 1 u skladu s OIML D11)
Vibracije samo za ručne instrumente (IEC 60068-2-47, IEC 60068-2-64, IEC 60068-3-8)	Od 10 Hz do 150 Hz, $1,6 \text{ ms}^{-2}$, $0,05 \text{ m}^2\text{s}^{-3}$, -3 dB/oktavi (indeks ispitne razine 1 u skladu s OIML D11)
Kratki prekidi i smanjenja napona izmjenične struje (IEC 61000-4-11, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2)	0,5 ciklusa – smanjenje na 0 % jedan ciklus – smanjenje na 0 % 25/30 (*) ciklusa – smanjenje na 70 % 250/300 (*) ciklusa – smanjenje na 0 % (*) Za 50 Hz odnosno 60 Hz (indeks ispitne razine 1 u skladu s OIML D11)
Izboj (tranzijenti) na izmjeničnoj mreži (IEC 61000-4-4)	Amplituda 2 kV Stopa ponavljanja 5 kHz (indeks ispitne razine 3 u skladu s OIML D11)
Izboj (tranzijenti) na signalnim, podatkovnim i upravljačkim vodovima (IEC 61000-4-4)	Amplituda 1 kV Stopa ponavljanja 5 kHz (indeks ispitne razine 3 u skladu s OIML D11)

Prenapon na električnim vodovima izmjenične struje (IEC 61000-4-5)	Od voda do voda 1,0 kV Od voda do uzemljenja 2,0 kV (indeks ispitne razine 3 u skladu s OIML D11)
Izboji na signalnim, podatkovnim i upravljačkim vodovima (IEC 61000-4-5)	Od voda do voda 1,0 kV Od voda do uzemljenja 2,0 kV (indeks ispitne razine 3 u skladu s OIML D11)
Elektrostatska izbijanja (IEC 61000-4-2)	6 kV kontaktno pražnjenje 8 kV pražnjenje u zrak (indeks ispitne razine 3 u skladu s OIML D11)
Zračena radiofrekvencijska elektromagnetska polja (IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-20)	od 80 (26*) MHz do 6 GHz, 10 V/m (indeks ispitne razine 3 u skladu s OIML D11) * Za opremu koja se ispituje, bez kablova za primjenu ispitivanja, donja granica frekvencije je 26 MHz.
Vođena radiofrekvencijska polja (IEC 61000-4-6)	od 0,15 do 80 MHz, 10 V (elektromagn. polje) (indeks ispitne razine 3 u skladu s OIML D11)
Frekvencija električne energije za magnetska polja (IEC 61000-4-8)	Kontinuirano 100 A/m Kratkotrajno 1000 A/m tijekom jedne sekunde (indeks ispitne razine 5 u skladu s OIML D11)
Za instrumente s napajanjem iz akumulatora cestovnog vozila:	
Vođenje električnih tranzijenata duž vodova za napajanje	Impulsi 2a, 2b, 3a, 3b, ispitna razina IV. (ISO 7637-2)
Vođenje električnih tranzijenata u vodovima koji nisu vodovi napajanja	Impulsi a i b, ispitna razina IV. (ISO 7637-3)
Pad opterećenja	Ispitivanje B (ISO 16750-2)

5. TEHNIČKI ZAHTJEVI

5.1. Konstrukcija

Instrument bi trebao ispunjavati sljedeće specifikacije:

- Svi dijelovi od ispušne cijevi do detektora čestica koji su u dodiru sa sirovim i razrijeđenim ispušnim plinom izrađeni su od materijala otpornog na koroziju i ne utječu na sastav uzorka plina. Materijal sonde za uzorkovanje otporan je na temperaturu ispušnog plina;
- Instrument za PN-PTI uključuje dobre prakse uzorkovanja čestica za minimiziranje gubitaka čestica;
- Sonda za uzorkovanje konstruirana je tako da se može umetnuti barem 0,2 m (barem 0,05 m za opravdane iznimke) u ispušnu cijev vozila i da se sigurno pričvršćuje na mjestu s pomoću uređaja za zadržavanje neovisno o dubini umetanja i obliku, veličini i debljini stijenke ispušne cijevi. Konstrukcija sonde za uzorkovanje olakšava uzorkovanje na ulazu sonde za uzorkovanje bez dodirivanja stijenke ispušne cijevi.
- Instrument je ili opremljen uređajem koji sprečava stvaranje kondenzacije vode u sastavnim dijelovima za uzorkovanje i mjerenje ili detektorom koji aktivira alarm i sprečava pokazivanje rezultata mjerenja. Neki primjeri uređaja ili tehnika kojima se može spriječiti kondenzacija vode jesu uređaji za zagrijavanje cijevi za uzorkovanje ili razrjeđivanje okolnim zrakom blizu sonde za uzorkovanje;
- Ako je zbog tehnike mjerenja potrebna referenca za prilagođavanje, na raspolaganju su jednostavna sredstva za dobivanje takvog uzorka (na primjer utor za uzorak/prilagođavanje/verifikaciju) s instrumentom;
- Ako je instrument za PN-PTI opremljen jedinicom za razrjeđivanje, faktor razrjeđivanja ostaje konstantan tijekom mjerenja;
- Uređaj koji prenosi ispušni plin ugrađen je tako da njegove vibracije ne utječu na mjerenja. Korisnik ga može uključiti i isključiti odvojeno od ostalih sastavnih dijelova instrumenta. Međutim, ako je isključen nije moguće obaviti mjerenja. Sustav za upravljanje plinom trebao bi se automatski prozračiti zrakom iz okoline prije isključivanja uređaja koji prenosi ispušni plin;
- Instrument je opremljen uređajem koji pokazuje kada je brzina protoka plina niža od minimalne brzine protoka i stoga se protok smanjuje na razinu koja bi prouzročila prekoračenje vremena odziva ili MPE-a u referentnim radnim uvjetima (vidjeti odjeljak 4.f.). Usto, u skladu s korištenom tehnologijom detektor čestica opremljen je sensorima za temperaturu, električnu struju, napon ili bilo kojim drugim relevantnim sensorima koji prate kritične parametre za rad instrumenta za PN-PTI kako bi instrument ostao unutar MPE-a navedenog u ovim smjernicama;
- Uređaj za pretkondicioniranje uzorka (ako je primjenjivo) mora biti nepropusan za zrak u tolikoj mjeri da utjecaj zraka za razrjeđivanje na rezultate mjerenja nije veći od $5\,000\text{ l/cm}^3$;
- Instrument može biti opremljen sučeljem koje omogućuje spajanje s bilo kojim perifernim uređajem ili drugim instrumentima, pod uvjetom da mjeriteljske funkcije instrumenata ili njihovi mjerni podaci nisu pod utjecajem perifernih uređaja, drugih međusobno povezanih instrumenata ili smetnji koje djeluju na sučelje. Funkcije koje se obavljaju ili pokreću putem sučelja ispunjavaju relevantne zahtjeve i uvjete. Ako je instrument povezan s pisačem ili vanjskim uređajem za pohranu podataka, prijenos

podataka iz instrumenta u pisač osmišljen je tako da se rezultati ne mogu krivotvoriti. Nije moguće ispisati dokument ili pohraniti mjerne podatke na vanjskom uređaju (u pravne svrhe) ako sklop provjere instrumenta otkrije značajan kvar ili neispravnost. Sučelje instrumenta za PN-PTI ispunjava zahtjeve OIML D 11 i OIML D 31;

- Učestalost izvješćivanja instrumenta za PN-PTI jednaka je ili veća od 1 Hz;
- Instrument je projektiran u skladu s dobrom inženjerskom praksom kako bi se osigurala stabilnost učinkovitosti brojanja čestica tijekom cijelog ispitivanja;
- Instrument za PN-PTI ili uređaj s odgovarajućim softverom omogućuje vrijeme bilježenja, koje ovisi o postupku mjerenja kako je opisano u odjeljku 7. i izvješćuje o mjerenju i rezultatima ispitivanja u skladu s postupkom mjerenja;
- Instrument za PN-PTI ili uređaj s odgovarajućim softverom vodi korisnika kroz korake opisane u postupku mjerenja opisanom u odjeljku 7.;
- Opcionalno, instrument za PN-PTI ili uređaj s odgovarajućim softverom može brojiti sate rada u načinu mjerenja.

5.2. Zahtjevi za osiguravanje ispravnog rada

- Ako se otkrivanje jedne ili više smetnji postiže upotrebom sklopova za automatsku samoprovjeru, tada bi trebalo biti moguće provjeriti ispravan rad takvih uređaja;
- Instrumentom upravlja sklop za automatsku provjeru koji radi tako da se, prije nego što se mjerenje može prikazati ili ispisati, moraju potvrditi ispravne vrijednosti ili status (tj. unutar granica) svih prilagođavanja i svi ostali parametri uređaja za provjeru;
- Integrirane su sljedeće provjere:
 - (1) Instrument za PN-PTI automatski i kontinuirano prati relevantne parametre koji imaju značajan utjecaj na upotrijebljeno mjerno načelo (npr. količina protoka uzorka, temperatura detektora). Ako se pojave neprihvatljiva odstupanja, ne prikazuje se izmjerena vrijednost. Ako instrument za PN-PTI zahtijeva radnu tekućinu, mjerenja nisu moguća ako njezina razina nije dovoljna;
 - (2) Ispitivanje memorije s jasnom verifikacijom softvera i funkcije najvažnijih sklopova (automatski nakon svakog uključivanja, a zatim najkasnije nakon svake promjene dana);
 - (3) Postupak ispitivanja za čisti zrak ili propuštanje za otkrivanje određenog najvećeg propuštanja (barem sa svakim samoispitivanjem, preporučeno prije svakog mjerenja). Ako je izmjerena vrijednost veća od $5\,000\,1/\text{cm}^3$, instrument korisniku ne dopušta daljnje mjerenje;
 - (4) Ako se to zahtijeva mjernim načelom, postupak podešavanja na nultu postavku izveden s HEPA filtrom na ulazu instrumenta za PN-PTI (barem sa svakim samoispitivanjem, preporučeno prije svakog mjerenja).
- Opcionalno, instrument za PN-PTI može obuhvaćati provjeru postupka mjerenja okolnog zraka ili visoke koncentracije PN-a, koja se provodi prije postupka ispitivanja za čisti zrak ili propuštanje, pri čemu instrument za PN-PTI otkriva više čestica od prethodno definirane koncentracije PN-a;

- Instrumenti opremljeni sklopom za automatsko ili sklopom za poluautomatsko prilagođavanje omogućuju korisniku da provede mjerenje tek nakon što se napravi ispravno prilagođavanje;
- Instrumenti opremljeni sklopom za poluautomatsko prilagođavanje ne dopuštaju korisniku da provede mjerenje ako je potrebno prilagođavanje;
- Za sklopove za automatsko i poluautomatsko prilagođavanje može se predvidjeti upozorenje o potrebnom prilagođavanju;
- Djelotvorni sklopovi za brtvljenje ugrađeni su na svim dijelovima instrumenta koji nisu na neki drugi način materijalno zaštićeni od radnji koje bi mogle utjecati na točnost ili cjelovitost instrumenta. To se odnosi posebno na: (a) sklopove za prilagođavanje, (b) cjelovitost softvera (vidjeti i OIML D 31 za uobičajenu razinu rizika ili zahtjeve WELMEC 7.2 za rizik kategorije C);
- Pravno relevantni softver jasno je utvrđen. Identifikacijska oznaka prikazana je ili otisnuta: (a) radnjom rukovatelja, ili (b) tijekom rada ili (c) pri pokretanju mjernog instrumenta koji se može isključiti i ponovno uključiti. Primjenjuju se sve relevantne odredbe iz OIML D 31 za uobičajenu razinu rizika ili zahtjevi WELMEC 7.2 za rizik kategorije C;
- Softver je zaštićen tako da su dostupni dokazi o bilo kakvoj intervenciji (npr. ažuriranja softvera, promjene parametara). Primjenjuju se sve relevantne odredbe iz OIML D 31 za uobičajenu razinu rizika ili zahtjevi WELMEC 7.2 za rizik kategorije C;
- Mjeriteljske značajke instrumenta nikako ne smiju podlijetati nedozvoljenom utjecaju zbog spajanja na drugi uređaj, značajki drugog spojenog uređaja ili bilo kojeg drugog udaljenog uređaja koji ima uspostavljenu vezu s mjernim instrumentom (Prilog I. Direktivi 2014/32/EU);
- Instrument napajan baterijom ispravno funkcionira s novim ili potpuno napunjenim baterijama specificiranog tipa i nastavlja ispravno funkcionirati ili ne pokazuje nikakve vrijednosti ako je napon niži od vrijednosti koju je naveo proizvođač. Specifične granične vrijednosti napona za akumulatore cestovnih vozila propisane su u naznačenim radnim uvjetima (vidjeti odjeljak 4.13.).

6. MJERITELJSKE KONTROLE

Mjeriteljski zahtjevi ispituju se u tri različite faze:

- Ispitivanje tipa
- Početna verifikacija
- Naknadna verifikacija

6.1. Ispitivanje tipa

Provjera sukladnosti provodi se za mjeriteljske zahtjeve navedene u odjeljku 4. i tehničke zahtjeve navedene u odjeljku 5., koji se primjenjuju na barem jedan instrument za PN-PTI, koji predstavlja konačnu vrstu instrumenta. Ispitivanja provodi NMI.

6.2. Početna verifikacija

Za svaki proizvedeni instrument za PN-PTI proizvođač instrumenta ili imenovano tijelo koje je izabrao proizvođač obavlja početnu verifikaciju.

Početa verifikacija uključuje ispitivanje linearnosti s polidisperziranim česticama s monomodalnom distribucijom veličine, GMD 70 ± 20 nm i GSD 2,1. Provjera linearnosti provodi se s pet referentnih uzoraka PN-a. Primjenjuje se MPE za referentne radne uvjete (vidjeti odjeljak 4.6.) Koncentracija pet uzoraka PN-a obuhvaća od jedne petine granične vrijednosti PN-a na PTI-ju do dva puta veću od granične vrijednosti PN-a na PTI-ju (uključujući te dvije koncentracije ± 10 %) i uključuje i graničnu vrijednost PN-a na PTI-ju (± 10 %).

Referentni sustav sastoji se od sljedivog brojača čestica s učinkovitošću brojanja pri 23 nm od 0,5 ili većom ili koji ispunjava zahtjeve odjeljka 4.7. Brojač čestica može biti opremljen sljedivim razrjeđivačem. Proširena nesigurnost cijelog referentnog sustava manja je od 12,5 %, ali je po mogućnosti manja od ili jednaka trećini MPE-a u referentnim radnim uvjetima.

Materijal koji se upotrebljava za početnu verifikaciju termički je stabilan i nalik čađi. Mogu se upotrijebiti i drugi materijali (npr. čestice soli).

Nadležni NMI (po mogućnosti tijekom ispitivanja tipa instrumenta za PN-PTI) ispituje cijeli pokusni postav koji se upotrebljava za početnu verifikaciju (generator čestica, instrument za PN-PTI i referentni sustav) te određuje korekcijski faktor postava za NMI-jevo ispitivanje tipa. U korekcijskom faktoru postava uzimaju se u obzir razlike ispitivanja tipa i ispitivanja početne verifikacije koje proizlaze iz primjerice materijala čestica i raspodjele veličine čestica te različitih referentnih instrumenata. Korekcijski faktor postava trebao bi biti konstantan u prethodno navedenom rasponu koncentracije (koeficijent varijacije manji od 10 %) i preporučuje se da bude u rasponu od 0,65 do 1,5. Ako se promijeni referentni sustav ili generator čestica, nadležni NMI ponovno ispituje pokusni postav za početnu verifikaciju.

Zahtjevi za početnu verifikaciju linearnosti sažeti su u nastavku:

Kontrolno mjesto	Referentni instrument	Najmanji broj koncentracija	MPE
Proizvođač ili imenovano tijelo koje je izabrao proizvođač	Sljedivi brojač čestica (opcionally sa sljedivim razrjeđivačem)	5	Referentni radni uvjeti (vidjeti odjeljak 4.6)

Dodatna ispitivanja tijekom početne verifikacije uključuju:

- vizualni pregled radi utvrđivanja sukladnosti s homologiranim tipom instrumenta za PN-PTI,
- provjeru napona i frekvencije napajanja na mjestu uporabe radi utvrđivanja sukladnosti sa specifikacijama na oznaci mjernog instrumenta,
- ispitivanje za čisti zrak ili propuštanje (kako je opisano u uputama za uporabu),
- ispitivanje nulte razine (kako je opisano u odjeljku 4.9.) ako se razlikuje od provjere za čisti zrak ili propuštanje,
- provjeru niskog protoka plina ograničavanjem dovoda plina u sondu za uzorkovanje,
- provjeru vremena odziva.

Opcionalno, mogu se provesti ispitivanja visoke koncentracije PN-a, učinkovitosti brojanja i ponovljivosti.

6.3. Naknadna verifikacija

Naknadna verifikacija točnosti instrumenta za PN-PTI trebala bi se provoditi svaki put kada to zatraži proizvođač instrumenta, a najkasnije godinu dana od posljednje verifikacije. Naknadna verifikacija je ispitivanje koje se provodi pri tri različite koncentracije s polidisperziranim česticama s monomodalnom distribucijom veličine, GMD 70 ± 20 nm i GSD 2,1. Primjenjuje se MPE utvrđen za nazivne radne uvjete. Koncentracije koje se upotrebljavaju za ispitivanje su jedna petina granične vrijednosti za PN-PTI, granične vrijednosti za PN-PTI i dvostruke granične vrijednosti za PN pri PTI-j (koncentracije unutar 20 %).

Naknadna verifikacija može se provesti: i. u prostorima proizvođača ili imenovanog tijela koje je izabrao proizvođač, ili ii. na mjestu uporabe instrumenta za PN-PTI.

Ako se naknadna verifikacija provodi u prostorima proizvođača ili imenovanog tijela koje je izabrao proizvođač koristeći se istim odobrenim postavom za početnu verifikaciju, primjenjuje se isti korekcijski faktor postava.

Ako se naknadna verifikacija provodi na mjestu uporabe instrumenta za PN-PTI, prijenosni postav sastoji se od prijenosnog generatora čestica i prijenosnog referentnog sustava (sljedivi brojač čestica i, prema potrebi, sljedivi razrjeđivač).

Distribucija veličine čestica koju proizvodi prenosivi generator čestica potrebna je za ispunjavanje zahtjeva GMD-a i GSD-a definiranih u odjeljku 6.2. u ukupnom trajanju od najmanje tri sata raspoređenih tijekom tri različita dana pod istim uvjetima kao u predviđenoj uporabi na terenu. Taj se test mora ponavljati najmanje jednom godišnje.

Prenosivi referentni sustav ispunjava iste zahtjeve kao i referentni sustavi koji se upotrebljavaju za ispitivanja linearnosti u početnoj verifikaciji (vidjeti odjeljak 6.2.), ali njegova proširena nesigurnost u nazivnim radnim uvjetima ostaje ispod 20 %, po mogućnosti manja od ili jednaka trećini MPE-a u nazivnim radnim uvjetima.

Nadležni NMI ispituje cijeli prijenosni pokusni postav koji se upotrebljava za naknadnu verifikaciju (prijenosni generator čestica, instrument za PN-PTI i referentni sustav) te određuje korekcijski faktor postava za NMI-jevo ispitivanje tipa. Korekcijski faktor postava uzima u obzir razlike ispitivanja tipa i ispitivanja pri naknadnoj verifikaciji koje proizlaze iz primjerice materijala čestica i raspodjele veličine čestica te različitih referentnih instrumenata. Korekcijski faktor postava trebao bi biti konstantan u rasponu koncentracije za ispitivanja pri naknadnoj verifikaciji (koeficijent varijacije manji od 10 %) i preporučuje se da bude u rasponu od 0,65 do 1,5. Ako se promijeni prenosivi referentni sustav ili prenosivi generator čestica, potrebno je novo odobrenje NMI-ja.

Zahtjevi za naknadnu verifikaciju linearnosti sažeti su u nastavku:

Kontrolno mjesto	Referentni instrument	Najmanji broj koncentracija	MPE
Objekti ili područje proizvođača ili imenovanog tijela	Sljedivi brojač čestica (po izboru sa sljedivim razrjeđivačem)	3	Nazivni radni uvjeti (vidjeti odjeljak 4.6.)

Dodatna ispitivanja tijekom naknadne verifikacije uključuju:

- vizualni pregled radi utvrđivanja valjanosti prethodne verifikacije i prisutnosti svih potrebnih pečata i dokumenata,
- ispitivanje za čisti zrak ili propuštanje (kako je opisano u uputama za uporabu),
- ispitivanje nulte razine (kako je opisano u odjeljku 4.9.) ako se razlikuje od provjere za čisti zrak ili propuštanje,
- provjeru niskog protoka plina ograničavanjem dovoda plina u sondu za uzorkovanje,
- provjeru vremena odziva,
- ispitivanje visoke koncentracije PN-a (opcionalno).

7. POSTUPAK MJERENJA

Ispitivanje koncentracije PN-a primjenjuje se na vozila opisana u odjeljku 1. i utvrđuje broj čestica po kubičnom centimetru u ispušnim plinovima vozila u stanju mirovanja pri radu motora u praznom hodu. Ispitivanje se ne provodi tijekom regeneracije DPF-a vozila.

Priprema vozila

Na početku ispitivanja vozilo bi trebalo biti:

- zagrijano, to jest rashladna tekućina motora na temperaturi $> 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, ali optimalno na temperaturi $> 70\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Kondicionirano radom tijekom određenog razdoblja pri niskom praznom hodu i/ili provodeći stacionarna ubrzanja do najveće brzine motora u minuti od 2000 okr./min ili vožnjom. Kondicioniranje se provodi kako bi se osiguralo da nedavna regeneracija ne utječe na učinkovitost DPF-a. Vrijeme kondicioniranja smatra se razdobljem uključivanja motora, uključujući faze prije ispitivanja (npr. faza stabilizacije). Preporučeno ukupno vrijeme kondicioniranja je 300 s.

Moguće je provesti brzo ispitivanje s rashladnom tekućinom motora na temperaturi $< 60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Međutim, ako vozilo ne uspije proći ispitivanje, ispitivanje se ponavlja i vozilo treba ispunjavati zahtjeve postavljene za temperaturu rashladnog sredstva motora i kondicioniranja.

Priprema instrumenta za PN-PTI

- Instrument za PN-PTI uključen je barem tijekom vremena zagrijavanja koje je naveo proizvođač;
- Samoprovjerama instrumenta definiranim u odjeljku 5. prati se ispravnost rada instrumenta te u slučaju neispravnosti aktiviraju upozorenja ili poruke;

Prije svakog ispitivanja provjerava se dobro stanje sustava za uzorkovanje, uključujući provjeru oštećenja crijeva i sonde za uzorkovanje.

Ispitni postupak

- Prije početka mjerenja bilježe se sljedeći podaci:
 - (a) registarski broj vozila,
 - (b) identifikacijski broj vozila;
 - (c) homologirana razina emisija (Euro emisijska norma);
- Softver brojača čestica automatski vodi rukovatelja instrumentom tijekom postupka ispitivanja;
- Sonda se umeće u izlaz ispušnog sustava najmanje 0,20 m duboko. U opravdanim izuzećima u kojima uzorkovanje na toj dubini nije moguće, sonda se umeće najmanje 0,05 m duboko. Sonda za uzorkovanje ne dodiruje stijenke ispušne cijevi;
- Ako ispušni sustav ima više od jednog izlaza, ispitivanje se provodi na svim izlazima, a odgovarajuća granična vrijednost PN-a na PTI-ju poštuje se u svim ispitivanjima. U tom se slučaju najviša izmjerena koncentracija PN-a izmjerena na različitim izlazima ispušnog sustava smatra koncentracijom broja čestica vozila;
- Vozilo radi u niskom praznom hodu. Ako se motor vozila ne uključi u statičkim uvjetima, ispitni rukovatelj deaktivira sustav za automatsko gašenje motora pri zaustavljanju. Za hibridna vozila i hibridna vozila na punjenje, motor s unutarnjim sagorijevanjem mora biti uključen (npr. uključivanjem sustava klimatizacije za hibridna vozila ili odabirom načina punjenja akumulatora za hibridna vozila na punjenje);
- Nakon što se sonda umetne u ispušnu cijev, za ispitivanje PN-a na PTI-ju izvode se sljedeći koraci:

- (a) Razdoblje stabilizacije od najmanje 15 sekundi s motorom koji radi u praznom hodu. Opcionalno, prije razdoblja stabilizacije provode se 2-3 ubrzanja motora do najviše 2000 okr./min,
- (b) Nakon razdoblja stabilizacije mjere se emisije koncentracije PN-a. Ispitivanje traje najmanje 15 s (ukupno trajanje mjerenja). Rezultat ispitivanja prosječna je koncentracija PN-a tijekom trajanja mjerenja. Ako je izmjerena koncentracija PN-a više od dva puta veća od granične vrijednosti PN-a na PTI-ju, mjerenje se može zaustaviti prije isteka 15 s i rezultati ispitivanja se bilježe.

Nakon završetka ispitnog postupka instrument za PN-PTI izvješćuje (i pohranjuje ili ispisuje) prosječnu koncentraciju PN-a u vozilu i poruku „PASS” ili „FAIL” (prošao/nije prošao).

- Ako je rezultat ispitivanja manji ili jednak graničnoj vrijednosti PN-a na PTI-ju, instrument prikazuje poruku „PASS”, što znači da je vozilo uspješno prošlo ispitivanje.
- Ako je rezultat ispitivanja veći od granične vrijednosti PN-a na PTI-ju, instrument prikazuje poruku „FAIL”, što znači da vozilo nije prošlo na ispitivanju.

8. OGRANIČENJE PN-A NA PTI-JU

Vozila koja su podvrgnuta ispitivanju koncentracije PN-a opisanom u odjeljku 1. ne bi trebala premašivati graničnu vrijednost PN-a na PTI-ju od 250 000 (1/cm³) nakon što su ispitana instrumentom za PN-PTI koji ispunjava zahtjeve utvrđene u ovim smjernicama i nakon postupka mjerenja opisanog u odjeljku 7.

Ove se smjernice mogu primijeniti na jedinstvenu graničnu vrijednost PN-a na PTI-ju od 250 000 (1/cm³) do 1 000 000 (1/cm³).

9. POPIS IZVORA

ISO norme

ISO 16750-2 izdanje 4.0 (2012.), Cestovna vozila – Uvjeti okoliša i ispitivanje električne i elektroničke opreme – 2. dio: Električna opterećenja

ISO 7637-2 (2011.) Cestovna vozila – Električne smetnje koje nastaju vođenjem i sprezanjem – 2. dio: Vođenje električnih tranzijenata samo duž vodova napajanja

ISO 7637-3 (2007.) Cestovna vozila – Električne smetnje koje nastaju vođenjem i sprezanjem – 3. dio: Osobni automobili i laka gospodarska vozila s nazivnim naponom napajanja 12 V i gospodarska vozila s naponom napajanja 24 V – Prijenos električnih tranzijenata kapacitivnim ili induktivnim sprezanjem vodovima koji nisu namijenjeni napajanju

Norme IEC-a

IEC 60068-2-1 izdanje 6.0 (2007.-03), *Ispitivanje utjecaja okoliša* – 2. dio: *Ispitne metode* – 1. odjeljak: A ispitivanje: *Hladno*

IEC 60068-2-2 izdanje 5.0 (2007.-07), *Ispitivanje utjecaja okoliša* – 2. dio: *Ispitne metode* – 1. odjeljak: B ispitivanje: *Suha toplina*

IEC 60068-3-1 izdanje 2.0 (2011.-08), *Ispitivanje utjecaja okoliša* – 3. dio: *Popratna dokumentacija i upute* – 1. odjeljak: *Ispitivanje hladnoćom i suhom toplinom*

IEC 60068-2-78 izdanje 2.0 (2012.-10), Ispitivanje utjecaja okoliša – 2. dio: *Ispitne metode* – 78. odjeljak: *Cab* ispitivanje: *Toplina s vlagom, stabilno stanje*

IEC 60068-2-30 izdanje 3.0 (2005.-08), Ispitivanje utjecaja okoliša – 2. dio: *Ispitne metode* – 30. odjeljak: *Db* ispitivanje: *Ispitivanje topline s vlagom, ciklički (12+12-satni ciklus)*.

IEC 60068-3-4 izdanje 1.0 (2001.-08), Ispitivanje utjecaja okoliša – 3. dio: *Popratna dokumentacija i upute* – 4. odjeljak: *Ispitivanja topline s vlagom*

IEC 61000-2-1 izdanje 1.0 (1990.-05), *Elektromagnetska kompatibilnost (EMC)* – 2. dio: *Okoliš* – 1. odjeljak: *Opis okoliša – Elektromagnetski okoliš za niskofrekvencijske smetnje vođenja i signaliziranje u javnim energetskeim pojnim sustavima*

IEC 61000-4-1 izdanje 3.0 (2006.-10), *Osnovna EMC norma – Elektromagnetska kompatibilnost (EMC)* – 4. dio: *Ispitne i mjerne tehnike* – 1. odjeljak: *Pregled norma niza IEC 61000-4*

IEC 61000-2-2 izdanje 1.0 (1990.-05), *Elektromagnetska kompatibilnost (EMC)* – 2. dio: *Okoliš* – 2. odjeljak: *Razine kompatibilnosti za niskofrekvencijske vođene smetnje i dojavu u javnim niskonaponskim energetskeim sustavima*

IEC 60068-2-31 izdanje 2.0 (2008.-05), Ispitivanje utjecaja okoliša – 2. dio: *Ispitne metode* – 31. odjeljak: *Ec* ispitivanje: *Nestručno rukovanje na potrese, prvenstveno za uzorke tipova opreme*

IEC 60068-2-47 izdanje 3.0 (2005.-08), Ispitivanje utjecaja okoliša – 2. dio: *Ispitne metode* – 47. odjeljak: *Montaža uzoraka za vibraciju, udarac i slična dinamička ispitivanja*

IEC 60068-2-64 izdanje 2.0 (2008.-04), Ispitivanje utjecaja okoliša – 2. dio: *Ispitne metode* – 64. odjeljak: *Fh* ispitivanje: *Vibracije, širokopojasne slučajne i upute*

IEC 60068-3-4 izdanje 1.0 (2003.-08), Ispitivanje utjecaja okoliša – 3. dio: *Popratna dokumentacija i upute* – 8. odjeljak: *Odabir među vibracijskih ispitivanja*

IEC 61000-4-11 izdanje 2.0 (2004.-03), *Osnovna EMC norma – Elektromagnetska kompatibilnost (EMC)* – 4. dio: *Ispitne i mjerne tehnike* – 11. odjeljak: *Ispitivanje otpornosti na naponske propade, kratkotrajne prekide i naponske promjene*

IEC 61000-6-1 izdanje 2.0 (2005.-03), *Osnovna EMC norma – Elektromagnetska kompatibilnost (EMC)* – 6. dio: *Norme srodnih područja* – 1. odjeljak: *Otpornost za stambena, poslovna i lakoindustrijska okruženja*

IEC 61000-6-2 izdanje 2.0 (2005.-01), *Osnovna EMC norma – Elektromagnetska kompatibilnost (EMC)* – 6. dio: *Norme srodnih područja* – 2. odjeljak: *Otpornost za industrijska okruženja*

IEC 61000-4-4 izdanje 3.0 (2012.-04), *Osnovna EMC norma – Elektromagnetska kompatibilnost (EMC)* – 4. dio: *Ispitne i mjerne tehnike* – 4. odjeljak: *Ispitivanje otpornosti na električke brze tranzijente/izboje*

IEC 61000-4-5 izdanje 2.0 (2005.-11), 1. ispravak za izdanje 2.0 (2009.-10), *Osnovna EMC norma – Elektromagnetska kompatibilnost (EMC)* – 4. dio: *Ispitne i mjerne tehnike* – 5. odjeljak: *Ispitivanje otpornosti na prenapon*

IEC 61000-4-2 izdanje 2.0 (2008.-12), *Osnovna EMC norma – Elektromagnetska kompatibilnost (EMC)* – 4. dio: *Ispitne i mjerne tehnike* – 2. odjeljak: *Ispitivanje otpornosti na elektrostatska izbijanja*

IEC 61000-4-3 izdanje 3.2. (2010.-04), Osnovna EMC norma – Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) – 4. dio: Ispitne i mjerne tehnike – 3. odjeljak: Ispitivanje otpornosti na zračena radiofrekvencijska elektromagnetska polja

IEC 61000-4-20 izdanje 2.0 (2010.-08), Osnovna EMC norma – Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) – 4. dio: Ispitne i mjerne tehnike – 20. odjeljak: Ispitivanje emisije i otpornosti u poprečnim elektromagnetskim (TEM) valovodima

IEC 61000-4-6 izdanje 4.0 (2013.-10), Osnovna EMC norma – Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) – 4. dio: Ispitne i mjerne tehnike – 6. odjeljak: Ispitivanje otpornosti na vođene smetnje nastale djelovanjem radiofrekvencijskih polja

IEC 61000-4-8 izdanje 2.0 (2009.-09), Osnovna EMC norma – Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) – 4. dio: Ispitne i mjerne tehnike – 8. odjeljak: Ispitivanje otpornosti na magnetska polja energetske frekvencije

Europske norme

EN 1822-1:2019-10, Visokoučinkoviti zračni filtri (EPA, HEPA i ULPA) – 1. dio: Razredba, ispitivanje značajka, označivanje

Publikacije OIML-a

OIML R 99-1 & 2 (2008.) Instrumenti za mjerenje emisija ispušnih plinova vozila

OIML V 2-200 (2012.) Međunarodni mjeriteljski rječnik – Osnovni i opći podaci i pridruženi naziv (VIM)

OIML D 11 (2013) Opći zahtjevi za mjerne instrumente – uvjeti okoliša