**Ovaj je tekst namijenjen isključivo dokumentiranju i nema pravni učinak. Institucije Unije nisu odgovorne za njegov sadržaj. Vjerodostojne inačice relevantnih akata, uključujući njihove preambule, one su koje su objavljene u Službenom listu Europske unije i dostupne u EUR-Lexu. Tim službenim tekstovima može se izravno pristupiti putem poveznica sadržanih u ovom dokumentu.**

►**B**

# DELEGIRANA UREDBA KOMISIJE (EU) 2017/654

**od 19. prosinca 2016.**

**o dopuni Uredbe (EU) 2016/1628 Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu tehničkih i općih zahtjeva koji se odnose na granične vrijednosti emisija i homologaciju tipa za motore s unutarnjim izgaranjem u necestovnim pokretnim strojevima**

(SL L 102, 13.4.2017., str. 1.)

Koju je izmijenila:

| | | Službeni list | | |
|---|---|---|---|---|
| | | br. | stranica | datum |
| ►**M1** | Delegirana uredba Komisije (EU) 2018/236 od 20. prosinca 2017. | L 50 | 1 | 22.2.2018. |
| ►**M2** | Delegirana uredba Komisije (EU) 2018/989 od 18. svibnja 2018. | L 182 | 61 | 18.7.2018. |
| ►**M3** | Delegirana uredba Komisije (EU) 2021/1398 od 4. lipnja 2021. | L 299 | 1 | 24.8.2021. |

▼B

# DELEGIRANA UREDBA KOMISIJE (EU) 2017/654

**od 19. prosinca 2016.**

**o dopuni Uredbe (EU) 2016/1628 Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu tehničkih i općih zahtjeva koji se odnose na granične vrijednosti emisija i homologaciju tipa za motore s unutarnjim izgaranjem u necestovnim pokretnim strojevima**

*Članak 1.*

**Definicije**

Primjenjuju se sljedeće definicije:

(1) „Wobbeov indeks” ili „W” znači omjer odgovarajuće ogrjevne vrijednosti plina po jedinici obujma i kvadratnog korijena njegove relativne gustoće pri istim referentnim uvjetima;

$$W = H_{gas} \times \sqrt{\rho_{air}/\rho_{gas}}$$

(2) „faktor λ-pomaka” ili „$S_\lambda$”znači izraz kojim se opisuje zahtijevana prilagodljivost sustava upravljanja radom motora s obzirom na promjenu koeficijenta viška zraka λ ako motor kao gorivo upotrebljava plin čiji sastav nije čisti metan;

(3) „način rada na tekuće gorivo” znači normalan način rada motora s dvojnim gorivom tijekom kojega motor ne upotrebljava plinovito gorivo ni u kojem radnom stanju;

(4) „način rada na dvojno gorivo” znači normalan način rada motora s dvojnim gorivom tijekom kojega motor istodobno troši tekuće i plinovito gorivo u nekim radnim stanjima motora;

(5) „sustav za naknadnu obradu čestica” znači sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova predviđen za smanjivanje emisija krutih onečišćujućih tvari (PM) mehaničkom, aerodinamičnom, difuzijskom ili inercijskom separacijom;

(6) „regulator” znači uređaj ili strategija kontrole za automatsku regulaciju brzine ili opterećenja motora, a koji nije uređaj za ograničavanje brzine ugrađen u motor kategorije NRSh kojim se ograničava maksimalna brzina vrtnje motora isključivo radi sprečavanja rada motora na brzinama koje premašuju zadanu graničnu vrijednost;

(7) „temperatura okoline” znači, kad je riječ o laboratorijskom okruženju, na primjer prostoriji ili komori za vaganje filtra, temperatura u tom laboratorijskom okuženju;

(8) „osnovna strategija kontrole emisija” ili „BECS” znači strategija kontrole emisija koja je aktivna u cjelokupnom rasponu brzine vrtnje i zakretnog momenta unutar kojega motor radi osim ako se aktivira pomoćna strategija kontrole emisija (AECS);

▼B

(9) „reagens” znači svaki potrošni ili neobnovljivi medij nužan i korišten za djelotvoran rad sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova;

(10) „pomoćna strategija kontrole emisija” ili „AECS” znači strategija kontrole emisija čijom se aktivacijom privremeno mijenja osnovna strategija kontrole emisija radi postizanja određene svrhe i kao odgovor na specifičnu kombinaciju okolnih uvjeta i/ili radnih stanja te koja je aktivna samo dok ti uvjeti postoje;

(11) „dobra inženjerska procjena” znači procjene u skladu s općeprihvaćenim znanstvenim i inženjerskim načelima i dostupnim relevantnim informacijama;

(12) „visoka brzina” ili „$n_{hi}$” znači najviša brzina motora pri kojoj se postiže 70 % najveće snage motora;

(13) „niska brzina” ili „$n_{lo}$” znači najniža brzina motora pri kojoj se postiže 50 % najveće snage motora;

(14) „najveća snaga” ili „$P_{max}$” znači najveća snaga izražena u kW koju je konstrukcijski odredio proizvođač;

(15) „razrjeđivanje djelomičnog protoka” znači metoda analize ispušnog plina kojom se dio ukupnog protoka ispušnog plina izdvaja i miješa s odgovarajućom količinom zraka za razrjeđivanje prije nego što dođe do filtra za uzorkovanje čestica;

(16) „pomak” znači razlika između nultog ili umjernog signala i odgovarajuće vrijednosti dobivene mjernim instrumentom odmah nakon njegove primjene tijekom ispitivanja emisije;

(17) „rasponski umjeriti” znači podesiti instrument tako da daje odgovarajući odziv na umjerno mjerilo koje odgovara 75 % i 100 % maksimalne vrijednosti raspona instrumenta ili očekivanog raspona uporabe;

(18) „rasponski plin” znači pročišćena mješavina plinova koja se upotrebljava za rasponsko umjeravanje analizatora plina;

(19) „HEPA filtar” znači visokoučinkoviti filtri čestica iz zraka koji nazivno postižu minimalnu početnu učinkovitost uklanjanja čestica od 99,97 % ako se primjenjuje ASTM F 1471–93;

(20) „umjeravanje” znači proces podešavanja odziva mjernog sustava na ulazni signal tako da mu izlazni signali odgovaraju rasponu referentnih signala;

(21) „specifične emisije” znači masene emisije izražene u g/kWh;

(22) „naredba rukovatelja” znači ulazni signal rukovatelja motora za upravljanje izlaznim vrijednostima motora;

▼B

(23) „brzina vrtnje pri maksimalnom zakretnom momentu” znači brzina motora pri kojoj se iz motora dobiva maksimalni zakretni moment kako je konstrukcijski odredio proizvođač;

(24) „regulatorska brzina motora” znači radna brzina motora kad njom upravlja ugrađeni regulator;

(25) „emisije otvorenog kućišta koljenastog vratila” znači bilo kakav protok iz kućišta koljenastog vratila motora koji se ispušta izravno u okoliš;

(26) „sonda” znači prvi dio prijenosnog voda koji prenosi uzorak do sljedećeg sastavnog dijela u sustavu za uzorkovanje;

(27) „ispitni interval” znači razdoblje tijekom kojeg se utvrđuju specifične efektivne emisije;

(28) „nulti plin” znači plin koji daje nulti odziv u analizatoru;

(29) „nulto umjeren” znači da je instrument podešen tako da postigne nulti odziv na nulti umjerni standard, na primjer pročišćeni dušik ili pročišćeni zrak;

(30) „necestovni stacionarni ispitni ciklus pri promjenjivoj brzini” ili „NRSC pri promjenjivoj brzini” znači necestovni stacionarni ispitni ciklus koji nije NRSC pri stalnoj brzini;

(31) „necestovni stacionarni ispitni ciklus pri stalnoj brzini” ili „NRSC pri stalnoj brzini” znači svaki od necestovnih stacionarnih ispitnih ciklusa iz Priloga IV. Uredbi (EU) 2016/1628: D2, E2, G1, G2 ili G3;

(32) „ažuriranje i bilježenje” znači učestalost kojom analizator daje nove, trenutačne vrijednosti;

(33) „umjerni plin” znači pročišćena mješavina plinova koja se upotrebljava za umjeravanje plinskih analizatora;

(34) „stehiometrijski” znači omjer zraka i goriva pri kojem u slučaju potpune oksidacije goriva ne bi ostalo ni goriva ni kisika;

(35) „medij za pohranu” znači filtar čestica, vreća za uzorkovanje ili bilo koja druga naprava za pohranu koja se upotrebljava za skupno uzorkovanje;

(36) „razrjeđivanje punog protoka” znači metoda miješanja protoka ispušnog plina sa zrakom za razrjeđivanje prije nego što se dio razrijeđenog protoka ispušnog plina izdvoji radi analize;

(37) „dopušteno odstupanje” znači interval unutar kojega se nalazi 95 % skupa zabilježenih vrijednosti određene količine, pri čemu preostalih 5 % zabilježenih vrijednosti odstupa od intervala dopuštenog odstupanja;

▼B

(38) „servisni način rada” znači poseban način rada motora s dvojnim gorivom koji se aktivira za potrebe popravka ili premještanja necestovnog pokretnog stroja na sigurnu lokaciju kad rad na dvojno gorivo nije moguć.

*Članak 2.*

**Zahtjevi za sva ostala navedena goriva, mješavine goriva ili emulzije goriva**

Referentna goriva i sva ostala navedena goriva, mješavine goriva ili emulzije goriva koje je proizvođač unio u zahtjev za EU homologaciju tipa iz članka 25. stavka 2. Uredbe (EU) 2016/1628 moraju ispunjavati tehničke karakteristike i biti opisani u opisnoj mapi kako je utvrđeno u Prilogu I. ovoj Uredbi.

*Članak 3.*

**Mjere u pogledu sukladnosti proizvodnje**

Kako bi se osiguralo da su motori u proizvodnji sukladni s homologiranim tipom u skladu s člankom 26. stavkom 1. Uredbe (EU) 2016/1628, homologacijska tijela moraju poduzimati mjere i primjenjivati postupke utvrđene u Prilogu II. ovoj Uredbi.

▼M2

*Članak 4.*

**Metodologija za prilagodbu rezultata laboratorijskog ispitivanja emisija radi uključivanja faktora pogoršanja**

Rezultati laboratorijskog ispitivanja emisija moraju se prilagoditi radi uključivanja faktora pogoršanja koji uključuju faktore povezane s mjerenjem broja čestica (PN) i s motorima na plin iz članka 25. stavka 1. točke (c) Uredbe (EU) 2016/1628 u skladu s metodologijom utvrđenom u Prilogu III. ovoj Uredbi.

▼B

*Članak 5.*

**Zahtjevi u pogledu strategija kontrole emisija, mjera za kontrolu $NO_x$ i mjera za kontrolu čestica**

Mjerenja i ispitivanja koje se odnose na strategije kontrole emisija iz članka 25. stavka 3. točke (f) podtočke (i.) Uredbe (EU) 2016/1628, na mjere za kontrolu $NO_x$ iz članka 25. stavka 3. točke (f) podtočke (ii.) te Uredbe (EU) i na mjere za kontrolu emisija krutih onečišćujućih tvari te dokumentacija potrebna za njihovo dokazivanje moraju se provoditi u skladu s tehničkim zahtjevima utvrđenima u Prilogu IV. ovoj Uredbi.

▼B

*Članak 6.*

**Mjerenja i ispitivanja u pogledu područja koje je povezano s relevantnim necestovnim stacionarnim ispitnim ciklusom**

Mjerenja i ispitivanja koja se odnose na područja iz članka 25. stavka 3. točke (f) podtočke (iii.) Uredbe (EU) 2016/1628 moraju se provoditi u skladu s tehničkim zahtjevima utvrđenima u Prilogu V. ovoj Uredbi.

*Članak 7.*

**Uvjeti i metode za provođenje ispitivanja**

Uvjeti za provođenje ispitivanja iz članka 25. stavka 3. točaka (a) i (b) Uredbe (EU) 2016/1628, metode za utvrđivanje postavki opterećenja i brzine motora iz članka 24. te Uredbe, metode za uzimanje u obzir emisija plinova iz kućišta koljenastog vratila iz članka 25. stavka 3. točke (e) podtočke (i.) te Uredbe i metode za utvrđivanje i uzimanje u obzir kontinuirane i periodične regeneracije sustava za naknadu obradu ispušnih plinova iz članka 25. stavka 3. točke (e) podtočke (ii) te Uredbe moraju ispunjavati zahtjeve utvrđene u odjeljcima 5. i 6. Priloga VI. ovoj Uredbi.

*Članak 8.*

**Postupci za provođenje ispitivanja**

Ispitivanja iz članka 25. stavka 3. točke (a) i točke (f) podtočke (iv) Uredbe (EU) 2016/1628 moraju se provoditi u skladu s postupcima utvrđenima u odjeljku 7. Priloga VI. i Prilogu VIII. ovoj Uredbi.

*Članak 9.*

**Postupci za mjerenje i uzimanje uzoraka emisija**

Mjerenja i uzimanja uzoraka emisija iz članka 25. stavka 3. točke (b) Uredbe (EU) 2016/1628 moraju se provoditi u skladu s postupcima utvrđenima u odjeljku 8. Priloga VI. ovoj Uredbi i Dodatku I. tom Prilogu.

*Članak 10.*

**Oprema za provođenje ispitivanja i za mjerenje i uzimanje uzoraka emisija**

Oprema za provođenje ispitivanja iz članka 25. stavka 3. točke (a) Uredbe (EU) 2016/1628 i oprema za mjerenje i uzimanje uzoraka emisija iz članka 25. stavka 3. točke (b) te Uredbe mora ispunjavati tehničke zahtjeve i karakteristike utvrđene u odjeljku 9. Priloga VI. ovoj Uredbi.

▼B

*Članak 11.*

**Metoda za evaluaciju podataka i izračune**

Podaci iz članka 25. stavka 3. točke (c) Uredbe (EU) 2016/1628 moraju se evaluirati i izračunavati u skladu s metodom utvrđenom u Prilogu VII. ovoj Uredbi.

*Članak 12.*

**Tehničke karakteristike referentnih goriva**

Referentna goriva iz članka 25. stavka 2. Uredbe (EU) 2016/1628 moraju ispunjavati tehničke karakteristike utvrđene u Prilogu IX. ovoj Uredbi.

*Članak 13.*

**Detaljne tehničke specifikacije i uvjeti za dostavu motora odvojeno od njegova sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova**

Ako proizvođač OEM-u u Uniji isporučuje motor odvojeno od njegova sustava za naknadnu obradu ispunih plinova, kako je propisano u članku 34. stavku 3. Uredbe (EU) 2016/1628, ta isporuka mora biti u skladu s detaljnim tehničkim specifikacijama i uvjetima utvrđenima u Prilogu X. ovoj Uredbi.

*Članak 14.*

**Detaljne tehničke specifikacije i uvjeti za privremeno stavljanje na tržište za potrebe terenskog ispitivanja**

Privremeno stavljanje na tržište radi terenskog ispitivanja motora koji nemaju EU homologaciju tipa u skladu s Uredbom (EU) 2016/1628 odobrava se, kako je propisano u članku 34. stavku 4. te Uredbe, ako ti motori ispunjavaju detaljne tehničke specifikacije i uvjete utvrđene u Prilogu XI. ovoj Uredbi.

*Članak 15.*

**Detaljne tehničke specifikacije i uvjeti za motore za posebne namjene**

EU homologacije tipa motora za posebne namjene i odobrenja za stavljanje na tržište tih motora dodjeljuju se u skladu s člankom 34. stavcima 5. i 6. Uredbe (EU) 2016/1628 ako su detaljne tehničke specifikacije i uvjeti utvrđeni u Prilogu XII. ovoj Uredbi ispunjeni.

*Članak 16.*

**Prihvaćanje jednakovrijednih homologacija tipa motora**

Pravilnici UNECE-a ili njihove izmjene iz članka 42. stavka 4. točke (a) Uredbe (EU) 2016/1628 i akti Unije iz članka 42. stavka 4. točke (b) te Uredbe navedeni su u Prilogu XIII. ovoj Uredbi.

▼B

*Članak 17.*

**Pojedinosti relevantnih informacija i uputa za OEM-e**

Pojedinosti informacija i uputa za OEM-e iz članka 43. stavaka 2., 3. i 4. Uredbe (EU) 2016/1628 utvrđene su u Prilogu XIV. ovoj Uredbi.

*Članak 18.*

**Pojedinosti relevantnih informacija i uputa za krajnje korisnike**

Pojedinosti informacija i uputa za krajnje korisnike iz članka 43. stavaka 3. i 4. Uredbe (EU) 2016/1628 utvrđene su u Prilogu XV. ovoj Uredbi.

*Članak 19.*

**Standardi radnog učinka i ocjenjivanje tehničkih službi**

1. Tehničke službe moraju biti u skladu sa standardima radnog učinka utvrđenima u Prilogu XVI.

2. Homologacijska tijela ocjenjuju tehničke službe u skladu s postupkom utvrđenim u Prilogu XVI. ovoj Uredbi.

*Članak 20.*

**Karakteristike stacionarnih i dinamičkih ispitnih ciklusa**

Stacionarni i dinamički ispitni ciklusi iz članka 24. Uredbe (EU) 2016/1628 moraju ispunjavati karakteristike utvrđene u Prilogu XVII. ovoj Uredbi.

▼M2

*Članak 20.a*

**Prijelazne odredbe**

1. Ne dovodeći u pitanje primjenu odredaba ove Uredbe, kako je izmijenjena Delegiranom uredbom Komisije (EU) 2018/989, do 31. prosinca 2018. homologacijska tijela nastavljaju dodjeljivati homologacije tipovima motora i porodicama motora u skladu s ovom Uredbom u verziji koja se primjenjuje 6. kolovoza 2018.

2. Ne dovodeći u pitanje primjenu odredaba ove Uredbe, kako je izmijenjena Delegiranom uredbom Komisije (EU) 2018/989, do 30. lipnja 2019. države članice dopuštaju stavljanje na tržište motora koji se temelje na tipu motora homologiranom u skladu s ovom Uredbom u verziji koja se primjenjuje 6. kolovoza 2018.

▼M3

3. EU-ove homologacije tipa motora ili porodice motora odobrene u skladu s Delegiranom uredbom (EU) 2017/654 prije 24. kolovoza 2021. ostaju valjane.

▼B

*Članak 21.*

**Stupanje na snagu i primjena**

Ova Uredba stupa na snagu dvadesetog dana od dana objave u *Službenom listu Europske unije*.

Ova je Uredba u cijelosti obvezujuća i izravno se primjenjuje u svim državama članicama.

▼B

*PRILOZI*


| Broj priloga | Naziv priloga | Stranica |
|---|---|---|
| I. | Zahtjevi za sva ostala navedena goriva, mješavine goriva ili emulzije goriva | |
| II. | Mjere u pogledu sukladnosti proizvodnje | |
| III. | Metodologija za prilagodbu rezultata laboratorijskog ispitivanja emisija radi uključivanja faktora pogoršanja | |
| IV. | Zahtjevi u pogledu strategija kontrole emisija, mjera za kontrolu $NO_x$ i mjera za kontrolu čestica | |
| V. | Mjerenja i ispitivanja u pogledu područja koje je povezano s relevantnim necestovnim stacionarnim ispitnim ciklusom | |
| VI. | Uvjeti, metode, postupci i oprema za provođenje ispitivanja i za mjerenje i uzimanje uzoraka emisija | |
| VII. | Metoda za evaluaciju podataka i izračune | |
| VIII. | Zahtjevi u pogledu radnog učinka i ispitni postupci za motore s dvojnim gorivom | |
| IX. | Tehničke karakteristike referentnih goriva | |
| X. | Detaljne tehničke specifikacije i uvjeti za dostavu motora odvojeno od njegova sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova | |
| XI. | Detaljne tehničke specifikacije i uvjeti za privremeno stavljanje na tržište za potrebe terenskog ispitivanja | |
| XII. | Detaljne tehničke specifikacije i uvjeti za motore za posebne namjene | |
| XIII. | Prihvaćanje jednakovrijednih homologacija tipa motora | |
| XIV. | Pojedinosti relevantnih informacija i uputa za OEM-e | |
| XV. | Pojedinosti relevantnih informacija i uputa za krajnje korisnike | |
| XVI. | Standardi radnog učinka i ocjenjivanje tehničkih službi | |
| XVII. | Karakteristike stacionarnih i dinamičkih ispitnih ciklusa | |

▼B

*PRILOG I.*

**Zahtjevi za sva ostala navedena goriva, mješavine goriva ili emulzije goriva**

1. **Zahtjevi za motore na tekuća goriva**

1.1. Pri podnošenju zahtjeva za EU homologaciju tipa proizvođač može odabrati jednu od sljedećih opcija za raspon vrsta goriva motora:

(a) motor na standardne vrste goriva, u skladu sa zahtjevima iz točke 1.2.; ili

(b) motor na specifično gorivo, u skladu sa zahtjevima iz točke 1.3.

1.2. Zahtjevi za motore na standardne vrste goriva (dizel, benzin)

Motor na standardne vrste goriva mora ispunjavati zahtjeve iz točaka od 1.2.1. do 1.2.4.

1.2.1. Osnovni motor mora se nalaziti unutar primjenjivih graničnih vrijednosti iz Priloga II. Uredbi (EU) 2016/1628 i ispunjavati zahtjeve iz ove Uredbe ako motor radi na referentna goriva navedena u odjeljku 1.1. ili 2.1. Priloga IX.

▼M2

1.2.2. Ako ne postoji norma Europskog odbora za normizaciju (CEN norma) za plinsko ulje koje nije predviđeno za uporabu u cestovnom prometu ili tablica svojstava goriva za tu upotrebu u Direktivi 98/70/EZ Europskog parlamenta i Vijeća [1], dizelsko (plinsko ulje koje nije predviđeno za uporabu u cestovnom prometu) referentno gorivo iz Priloga IX. predstavlja komercijalna plinska ulja koja nisu predviđena za uporabu u cestovnom prometu sa sadržajem sumpora koji nije veći od 10 mg/kg, cetanskim brojem koji nije niži od 45 i sadržajem metil estera masnih kiselina (FAME) koji nije veći od 8,0 % vol. Osim u slučajevima dopuštenima u skladu s točkama 1.2.2.1., 1.2.3. i 1.2.4., proizvođač mora krajnjim korisnicima dati odgovarajuću izjavu u skladu sa zahtjevima iz Priloga XV. da motori na plinsko ulje koje nije predviđeno za uporabu u cestovnom prometu mogu raditi samo na goriva sa sadržajem sumpora koji nije veći od 10 mg/kg (20 mg/kg na mjestu konačne distribucije), cetanskim brojem koji nije niži od 45 i sadržajem FAME-a koji nije veći od 8,0 % vol. Proizvođač može navesti ostale parametre, na primjer mazivost.

▼B

1.2.2.1. ►M2 Proizvođač motora ni u jednom trenutku ne navodi da se tip ili porodica motora može upotrebljavati unutar Unije u radu na komercijalna goriva koja nisu ona koja ispunjavaju zahtjeve iz ove točke, osim ako proizvođač dodatno ispuni zahtjev iz točke 1.2.3. ◄

(a) za benzin, zahtjeve iz Direktive 98/70/EZ ili norme CEN EN 228:2012. Ulje za podmazivanje može se dodati u skladu sa specifikacijom proizvođača;

(b) za dizel (osim plinskog ulja koje nije predviđeno za uporabu u cestovnom prometu), zahtjeve iz Direktive 98/70/EZ Europskog parlamenta i Vijeća ili norme CEN EN 590:2013;

[1] Direktiva 98/70/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 13. listopada 1998. o kakvoći benzinskih i dizelskih goriva i izmjeni Direktive Vijeća 93/12/EEZ (SL L 350, 28.12.1998., str. 58.).

▼M2

(c) za dizel (plinsko ulje koje nije predviđeno za uporabu u cestovnom prometu), zahtjeve iz Direktive 98/70/EZ, cetanski broj koji nije niži od 45 i FAME koji nije veći od 8,0 % vol.

▼B

1.2.3. Ako proizvođač dopušta rad motora na dodatna komercijalna goriva osim onih iz točke 1.2.2., na primjer rad na B100 (EN 14214:2012+A1:2014), B20 ili B30 (EN 16709:2015) ili na posebna goriva, mješavine goriva ili emulzije goriva, uz ispunjavanje zahtjeva iz točke 1.2.2.1. proizvođač mora poduzeti sve sljedeće radnje:

(a) u opisnom dokumentu utvrđenom u Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656 ([1]) mora deklarirati specifikaciju komercijalnih goriva, mješavina ili emulzija goriva na koje porodica motora može raditi;

(b) mora dokazati sposobnost osnovnog motora da ispunjava zahtjeve ove Uredbe za deklarirana goriva, mješavine ili emulzije goriva;

(c) mora biti odgovoran za ispunjavanje zahtjeva za praćenje u uporabi utvrđenih u Delegiranoj uredbi (EU) 2017/655 ([2]) u radu na deklarirana goriva, mješavine ili emulzije goriva, uključujući sve mješavine deklariranih goriva, mješavina ili emulzija goriva, i primjenjivog komercijalnog goriva iz točke 1.2.2.1.

1.2.4. Za motore SI, omjer mješavine goriva i ulja mora biti omjer koji predlaže proizvođač. Postotak ulja u mješavini goriva/maziva mora se evidentirati u opisnom dokumentu utvrđenom u Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

1.3. Zahtjevi za motore na specifično gorivo (ED 95 ili E 85)

Motori na specifično gorivo (ED 95 ili E 85) moraju ispunjavati zahtjeve iz točaka od 1.3.1. do 1.3.2.

1.3.1. Za ED 95, osnovni motor mora se nalaziti unutar primjenjivih graničnih vrijednosti iz Priloga II. Uredbi (EU) 2016/1628 i ispunjavati zahtjeve iz ove Uredbe ako motor radi na referentno gorivo navedeno u odjeljku 1.2. Priloga IX.

1.3.2. Za E 85, osnovni motor mora se nalaziti unutar primjenjivih graničnih vrijednosti iz Priloga II. Uredbi (EU) 2016/1628 i ispunjavati zahtjeve iz ove Uredbe ako motor radi na referentno gorivo navedeno u odjeljku 2.2. Priloga IX.

([1]) Provedbena uredba Komisije (EU) 2017/656 od 19. prosinca 2016. o utvrđivanju administrativnih zahtjeva koji se odnose na granične vrijednosti emisija i homologaciju tipa za motore s unutarnjim izgaranjem za necestovne pokretne strojeve u skladu s Uredbom (EU) 2016/1628 Europskog parlamenta i Vijeća (vidjeti stranicu 364 ovog Službenog lista).

([2]) Delegirana uredba Komisije (EU) 2017/655 od 19. prosinca 2016. o dopuni Uredbe (EU) 2016/1628 Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu praćenja emisija plinovitih onečišćujućih tvari motora s unutarnjim izgaranjem u uporabi ugrađenih u necestovne pokretne strojeve (vidjeti stranicu 334 ovog Službenog lista).

▼B

2. **Zahtjevi za motore na prirodni plin/biometan (PP) ili ukapljeni naftni plin (UNP), uključujući motore s dvojnim gorivom**

2.1. Pri podnošenju zahtjeva za EU homologaciju tipa proizvođač može odabrati jednu od sljedećih opcija za raspon vrsta goriva motora:

(a) motor na sve vrste goriva, u skladu sa zahtjevima iz točke 2.3.;

(b) motor na ograničene vrste goriva, u skladu sa zahtjevima iz točke 2.4.;

(c) motor na specifično gorivo, u skladu sa zahtjevima iz točke 2.5.

2.2. Tablice sa sažetkom zahtjeva za EU homologaciju tipa za motore na prirodni plin/biometan, motore na UNP i motore s dvojnim gorivom navedene su u Dodatku 1.

2.3. Zahtjevi za motore na sve vrste goriva

2.3.1. Za motore na prirodni plin/biometan, uključujući motore s dvojnim gorivom, proizvođač mora dokazati da osnovni motor ima sposobnost prilagođavanja svakom sastavu prirodnog plina/biometana koji se može pojaviti na tržištu. Taj se postupak dokazivanja provodi u skladu s ovim odjeljkom 2. i, za motore s dvojnim gorivom, također u skladu s dodatnim odredbama u pogledu postupka prilagođavanja gorivu utvrđenima u točki 6.4. Priloga VIII.

2.3.1.1. Za motore na stlačeni prirodni plin/biometan (SPP), općenito postoje dvije vrste goriva, gorivo visoke ogrjevne vrijednosti (H-plin) i gorivo niske ogrjevne vrijednosti (L-plin), ali uz znatne razlike unutar obaju raspona. Ti se tipovi znatno razlikuju u energetskom sadržaju izraženom Wobbeovim indeksom i u faktoru λ-pomaka ($S_\lambda$). Uzima se da prirodni plinovi s faktorom λ-pomaka između 0,89 i 1,08 ($0,89 \leq S_\lambda \leq 1,08$) pripadaju H-rasponu i da prirodni plinovi s faktorom λ-pomaka između 1,08 i 1,19 ($1,08 \leq S_\lambda \leq 1,19$) pripadaju L-rasponu. U sastavu referentnih goriva odražavaju se velike promjene $S_\lambda$.

Osnovni motor mora ispunjavati zahtjeve ove Uredbe u pogledu referentnih goriva $G_R$ (gorivo 1) i $G_{25}$ (gorivo 2), kako je utvrđeno u Prilogu IX., ili u pogledu jednakovrijednih goriva nastalih miješanjem plina iz plinovoda i drugih plinova, kako je utvrđeno u Dodatku 1. Prilogu IX., bez ručnog namještanja sustava motora za dovod goriva između dva ispitivanja (potrebno je automatsko prilagođavanje). Nakon promjene goriva dopušteno je jedno prilagođavanje. Prilagođavanje se sastoji od pretkondicioniranja za sljedeće ispitivanje emisija u skladu s odgovarajućim ispitnim ciklusom. Za motore koji se ispituju u necestovnom stacionarnom ispitnu ciklusu (NRSC), ako ciklus pretkondicioniranja nije dovoljan da se dovod goriva motora automatski prilagodi gorivu, prije pretkondicioniranja motora može se napraviti alternativno prilagođavanje u skladu sa specifikacijama proizvođača.

2.3.1.1.1. Proizvođač može motor ispitati na treće gorivo (gorivo 3) ako je faktor λ-pomaka (Sλ) između 0,89 (što je niži raspon $G_R$) i 1,19 (što je viši raspon $G_{25}$), na primjer ako je gorivo 3 komercijalno gorivo. Rezultati tog ispitivanja mogu se upotrijebiti kao osnova za ocjenjivanje sukladnosti proizvodnje.

▼B

2.3.1.2. Za motore na ukapljeni prirodni plin/ukapljeni biometan (UPP), osnovni motor mora ispunjavati zahtjeve ove Uredbe za referentna goriva $G_R$ (gorivo 1) i $G_{20}$ (gorivo 2), kako je utvrđeno u Prilogu IX., ili u pogledu jednakovrijednih goriva nastalih miješanjem plina iz plinovoda i drugih plinova, kako je utvrđeno u Dodatku 1. Prilogu IX., bez ručnog namještanja sustava motora za dovod goriva između dva ispitivanja (potrebno je automatsko prilagođavanje). Nakon promjene goriva dopušteno je jedno prilagođavanje. Prilagođavanje se sastoji od pretkondicioniranja za sljedeće ispitivanje emisija u skladu s odgovarajućim ispitnim ciklusom. Za motore koji se ispituju u NRSC ispitnom ciklusu, ako ciklus pretkondicioniranja nije dovoljan da se dovod goriva motora automatski prilagodi gorivu, prije pretkondicioniranja motora može se napraviti alternativno prilagođavanje u skladu sa specifikacijama proizvođača.

2.3.2. Za motore na stlačeni prirodni plin/biometan (SPP) koji se automatski prilagođavaju H-plinovima s jedne strane i L-plinovima s druge i koji se prebacuju između H-raspona i L-raspona pomoću prekidača, osnovni motor mora se ispitati na odgovarajuće referentno gorivo kako je utvrđeno u Prilogu IX. za svaki raspon, u svakom položaju prekidača. Goriva su $G_R$ (gorivo 1) i $G_{23}$ (gorivo 3) za H-raspon plinova i $G_{25}$ (gorivo 2) i $G_{23}$ (gorivo 3) za L-raspon plinova ili jednakovrijedna goriva nastala miješanjem plina iz plinovoda i drugih plinova, kako je utvrđeno u Dodatku 1. Prilogu IX. Osnovni motor mora ispunjavati zahtjeve ove Uredbe u oba položaja prekidača bez ikakvih podešavanja dovoda goriva između dva ispitivanja za svaki položaj prekidača. Nakon promjene goriva dopušteno je jedno prilagođavanje. Prilagođavanje se sastoji od pretkondicioniranja za sljedeće ispitivanje emisija u skladu s odgovarajućim ispitnim ciklusom. Za motore koji se ispituju u NRSC ispitnom ciklusu, ako ciklus pretkondicioniranja nije dovoljan da se dovod goriva motora automatski prilagodi gorivu, prije pretkondicioniranja motora može se napraviti alternativno prilagođavanje u skladu sa specifikacijama proizvođača.

2.3.2.1. Proizvođač može motor ispitati na treće gorivo umjesto na $G_{23}$ (gorivo 3) ako je faktor λ-pomaka ($S_\lambda$) između 0,89 (što je niži raspon $G_R$) i 1,19 (što je viši raspon $G_{25}$), na primjer ako je gorivo 3 komercijalno gorivo. Rezultati tog ispitivanja mogu se upotrijebiti kao osnova za ocjenjivanje sukladnosti proizvodnje.

2.3.3. Za motore na prirodni plin/biometan, omjer rezultata emisije „r” određuje se za svaku onečišćujuću tvar kako slijedi:

$$r = \frac{\text{rezultat emisija na referentno gorivo 2}}{\text{rezultat emisija na referentno gorivo 1}}$$

ili

$$r_a = \frac{\text{rezultat emisija na referentno gorivo 2}}{\text{rezultat emisija na referentno gorivo 3}}$$

i

$$r_b = \frac{\text{rezultat emisija na referentno gorivo 1}}{\text{rezultat emisija na referentno gorivo 3}}$$

▼B

2.3.4. Za motore na UNP, proizvođač mora dokazti da osnovni motor ima sposobnost prilagođavanja svakom sastavu goriva koji se može pojaviti na tržištu.

Za motore na UNP, postoje razlike u sastavu $C_3/C_4$. Te se razlike odražavaju u referentnim gorivima. Osnovni motor mora ispunjavati zahtjeve u pogledu emisija u radu na referentna goriva A i B, kako je utvrđeno u Prilogu IX., bez ikakvih dodatnih podešavanja dovoda goriva između dva ispitivanja. Nakon promjene goriva dopušteno je jedno prilagođavanje. Prilagođavanje se sastoji od pretkondicioniranja za sljedeće ispitivanje emisija u skladu s odgovarajućim ispitnim ciklusom. Za motore koji se ispituju u NRSC ispitnom ciklusu, ako ciklus pretkondicioniranja nije dovoljan da se dovod goriva motora automatski prilagodi gorivu, prije pretkondicioniranja motora može se napraviti alternativno prilagođavanje u skladu sa specifikacijama proizvođača.

2.3.4.1. Omjer rezultata emisija „r” utvrđuje se za svaku onečišćujuću tvar kako slijedi:

$$r = \frac{\text{rezultat emisija na referentno gorivo B}}{\text{rezultat emisija na referentno gorivo A}}$$

2.4. Zahtjevi za motore na ograničene vrste goriva

Motor na ograničene vrste goriva mora ispunjavati zahtjeve iz točaka od 2.4.1. do 2.4.3.

▼M2

2.4.1. Motori na SPP konstruirani za rad na rasponu H-plinova ili rasponu L-plinova

▼B

2.4.1.1. Osnovni motor ispituje se na odgovarajuće referentno gorivo, kako je utvrđeno u Prilogu IX., za odgovarajući raspon. Goriva su $G_R$ (gorivo 1) i $G_{23}$ (gorivo 3) za H-raspon plinova i $G_{25}$ (gorivo 2) i $G_{23}$ (gorivo 3) za L-raspon plinova ili jednakovrijedna goriva nastala miješanjem plina iz plinovoda i drugih plinova, kako je utvrđeno u Dodatku 1. Prilogu IX. Osnovni motor mora ispunjavati zahtjeve ove Uredbe bez ikakvih podešavanja dovoda goriva između dva ispitivanja. Nakon promjene goriva dopušteno je jedno prilagođavanje. Prilagođavanje se sastoji od pretkondicioniranja za sljedeće ispitivanje emisija u skladu s odgovarajućim ispitnim ciklusom. Za motore koji se ispituju u NRSC ispitnom ciklusu, ako ciklus pretkondicioniranja nije dovoljan da se dovod goriva motora automatski prilagodi gorivu, prije pretkondicioniranja motora može se napraviti alternativno prilagođavanje u skladu sa specifikacijama proizvođača.

2.4.1.2. Proizvođač može motor ispitati na treće gorivo umjesto na $G_{23}$ (gorivo 3) ako je faktor λ-pomaka ($S_\lambda$) između 0,89 (što je niži raspon $G_R$) i 1,19 (što je viši raspon $G_{25}$), na primjer ako je gorivo 3 komercijalno gorivo. Rezultati tog ispitivanja mogu se upotrijebiti kao osnova za ocjenjivanje sukladnosti proizvodnje.

▼B

2.4.1.3. Omjer rezultata emisija „r” utvrđuje se za svaku onečišćujuću tvar kako slijedi:

$$r = \frac{\text{rezultat emisija na referentno gorivo 2}}{\text{rezultat emisija na referentno gorivo 1}}$$

ili

$$r_a = \frac{\text{rezultat emisija na referentno gorivo 2}}{\text{rezultat emisija na referentno gorivo 3}}$$

i

$$r_b = \frac{\text{rezultat emisija na referentno gorivo 1}}{\text{rezultat emisija na referentno gorivo 3}}$$

▼M2

_____

▼B

2.4.2. Za motore na prirodni plin ili UNP i konstruirane za rad na jedan specifični sastav goriva

2.4.2.1. Osnovni motor mora ispunjavati zahtjeve u pogledu emisija u radu na referentna goriva $G_R$ i $G_{25}$ ili na jednakovrijedna goriva nastala miješanjem plina iz plinovoda i drugih plinova, kako je utvrđeno u Dodatku 1. Prilogu IX., kad je riječ o SPP-u, odnosno na referentna goriva $G_R$ i $G_{20}$ ili na jednakovrijedna goriva nastala miješanjem plina iz plinovoda i drugih plinova, kako je utvrđeno u Dodatku 2. Prilogu VI., kad je riječ o UPP-u odnosno na referentna goriva A i B, kako je utvrđeno u Prilogu IX, kad je riječ o UNP-u. Između ispitivanja dopušteno je fino podešavanje sustava za dovod goriva. To fino podešavanje sastoji se od ponovnog dimenzioniranja baze podataka o dovodu goriva bez ikakve promjene osnovne strategije kontrole ili osnovne strukture baze podataka. Prema potrebi dopušteno je zamijeniti dijelove koji izravno utječu na protok goriva, na primjer sapnice brizgalice.

2.4.2.2. Za SPP, proizvođač može motor ispitati na referentna goriva $G_R$ i $G_{23}$, na referentna goriva $G_{25}$ i $G_{23}$ ili na jednakovrijedna goriva nastala miješanjem plina iz plinovoda i drugih plinova, kako je utvrđeno u Dodatku 1. Prilogu IX., a u tom slučaju EU homologacija tipa valjana je samo za H-raspon plinova odnosno L-raspon plinova.

2.4.2.3. Pri isporuci kupcu motor na sebi mora imati oznaku utvrđenu u Prilogu III. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656 na kojoj su deklarirani podaci o sastavu raspona vrsta goriva za koji je motor dimenzioniran.

2.5. Zahtjevi za motor na specifično gorivo na ukapljeni prirodni plin/ukapljeni biometan (UPP)

Motor na specifično gorivo na ukapljeni prirodni plin/ukapljeni biometan mora ispunjavati zahtjeve iz točaka od 2.5.1. do 2.5.2.

2.5.1. Zahtjevi za motor na specifično gorivo na ukapljeni prirodni plin/ukapljeni biometan (UPP)

▼B

2.5.1.1. Motor se dimenzionira za točno određeni sastav UPP-a čiji se faktor λ-pomaka ne razlikuje za više od 3 % od faktora λ-pomaka goriva $G_{20}$ iz Priloga IX. i čiji udio etana nije veći od 1,5 %.

2.5.1.2. Ako zahtjevi iz točke 2.5.1.1. nisu ispunjeni, proizvođač mora podnijeti zahtjev za homologaciju tipa motora na univerzalne vrste goriva u skladu sa specifikacijama iz točke 2.1.3.2.

▼M2

2.5.2. Zahtjevi za motor s dvojnim gorivom na ukapljeni prirodni plin (UPP)

2.5.2.1. Za porodice motora s dvojnim gorivom u kojima se motori dimenzioniraju za točno određeni sastav UPP-a čiji se faktor λ-pomaka ne razlikuje za više od 3 % od faktora λ-pomaka goriva $G_{20}$ iz Priloga IX. i čiji udio etana nije veći od 1,5 % te se osnovni motor ispituje samo na referentno plinsko gorivo $G_{20}$ ili na jednakovrijedno gorivo nastalo miješanjem plina iz plinovoda s drugim plinovima kako je utvrđeno u Dodatku 1. Prilogu IX.

▼B

2.6. EU homologacija tipa člana porodice

2.6.1. Uz iznimku navedenu u točki 2.6.2., EU homologacija tipa osnovnog motora proširuje se na sve članove porodice bez daljnjeg ispitivanja za bilo koji sastav goriva unutar raspona za koji je osnovni motor EU homologiran (za motore opisane u točki 2.5.) ili za isti raspon gorivâ (za motore opisane u točki 2.3. ili točki 2.4.) za koji je osnovni motor EU homologiran.

▼M3

2.6.2. Ako homologacijsko tijelo utvrdi da podneseni zahtjev zbog odabranog osnovnog motora ne obuhvaća u potpunosti porodicu motora utvrđenu u Prilogu IX. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656, homologacijsko tijelo može odabrati i ispitati alternativni ispitni motor i, prema potrebi, dodatni referentni ispitni motor.

▼B

2.7. Dodatni zahtjevi za motore s dvojnim gorivom

Kako bi dobio EU homologaciju tipa motor ili porodice motora s dvojnim gorivom, proizvođač mora:

(a) provesti ispitivanja u skladu s Tablicom 1.3. iz Dodatka 1.;

(b) uz ispunjavanje zahtjeva iz odjeljka 2. dokazati da su motori s dvojnim gorivom ispitani i u skladu sa zahtjevima utvrđenima u Prilogu VIII.

▼B

*Dodatak 1.*

**Sažetak homologacijskog postupka za motore na prirodni plin i UNP, uključujući motore s dvojnim gorivom**

U tablicama od 1.1. do 1.3. nalazi se sažetak homologacijskog postupka za motore na prirodni plin i UNP te minimalni broj ispitivanja potreban za homologaciju motora s dvojnim gorivom.

*Tablica 1.1.*

**EU homologacija motora na prirodni plin**

| | Točka 2.3.: Zahtjevi za motore na sve vrste goriva | Broj ispitnih ciklusa | Izračunavanje „r” | Točka 2.4.: Zahtjevi za motore na ograničene vrste goriva | Broj ispitnih ciklusa | Izračunavanje „r” |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vidjeti točku 2.3.1. motor na prirodni plin prilagodljiv bilo kojem sastavu goriva | $G_R$ (1) i $G_{25}$ (2)<br>na zahtjev proizvođača motor se može ispitati na dodatno komercijalno gorivo (3),<br>ako je $S_l$ = 0,89 – 1,19 | 2<br>(najviše 3) | $r = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 1}(G_R)}$<br>i, ako se ispituje na dodatno gorivo;<br>$r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3(market fuel)}}$<br>i<br>$r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$ | | | |
| Vidjeti točku 2.3.2. motor na prirodni plin koji se automatski prilagođava pomoću prekidača | $G_R$ (1) i $G_{23}$ (3) za H i<br>$G_{25}$ (2) i $G_{23}$ (3) za L<br>na zahtjev proizvođača motor se može ispitati na komercijalno gorivo (3) umjesto na gorivo $G_{23}$<br>ako je $S_l$ = 0,89 – 1,19 | 2 za H-raspon, i<br>2 za L-raspon;<br>u odgovarajućem položaju prekidača | $r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel })}$<br>i<br>$r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel })}$ | | | |
| Vidjeti točku 2.4.1. motor na PP pripremljen za rad na plin iz H-raspona ili plin iz L-raspona | | | | $G_R$ (1) i $G_{23}$ (3) za H ili<br>$G_{25}$ (2) i $G_{23}$ (3) za L<br>na zahtjev proizvođača motor se može ispitati na komercijalno gorivo (3) umjesto na gorivo $G_{23}$<br>ako je $S_l$ = 0,89 – 1,19 | 2 za H-raspon<br>ili<br>2 za L-raspon<br>2 | $r_b = \frac{\text{fuel 1}(G_R)}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$<br>za H-raspon<br>ili<br>$r_a = \frac{\text{fuel 2}(G_{25})}{\text{fuel 3}(G_{23} \text{ or market fuel})}$<br>za L-raspon |

▼B

| | Točka 2.3.: Zahtjevi za motore na sve vrste goriva | Broj ispitnih ciklusa | Izračunavanje „r” | Točka 2.4.: Zahtjevi za motore na ograničene vrste goriva | Broj ispitnih ciklusa | Izračunavanje „r” |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vidjeti točku 2.4.2<br>motor na PP pripremljen za rad na jedan specifičan sastav goriva | | | | $G_R$ (1) i $G_{25}$ (2),<br>dopušteno je fino podešavanje između ispitivanja.<br>na zahtjev proizvođača motor se može ispitati na:<br>$G_R$ (1) i $G_{23}$ (3) za H ili<br>$G_{25}$ (2) i $G_{23}$ (3) za L | 2<br>2 za H-raspon<br>ili<br>2 za L-raspon | |

*Tablica 1.2.*

**EU Homologacija motora na UNP**

| | Točka 2.3.: Zahtjevi za motore na sve vrste goriva | Broj ispitnih ciklusa | Izračunavanje „r” | Točka 2.4.: Zahtjevi za motore na ograničene vrste goriva | Broj ispitnih ciklusa | Izračunavanje „r” |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vidjeti točku 2.3.4.<br>motor na ukapljeni naftni plin prilagodljiv bilo kojem sastavu goriva | gorivo A i gorivo B | 2 | $r = \frac{\text{fuel B}}{\text{fuel A}}$ | | | |
| Vidjeti točku 2.4.2.<br>motor na UNP pripremljen za rad na jedan specifičan sastav goriva | | | | gorivo A i gorivo B, dopušteno je fino podešavanje između ispitivanja. | 2 | |

*Tablica 1.3.*

**Minimalan broj ispitivanja potreban za homologaciju motora s dvojnim gorivom**

| Tip dvojnog goriva | Način rada na tekuće gorivo | Način rada na dvojno gorivo | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | SPP | UPP | $UPP_{20}$ | UNP |
| 1A | | univerzalna ili ograničena<br>(dva ispitivanja) | univerzalna<br>(dva ispitivanja) | specifično gorivo<br>(jedno ispitivanje) | univerzalna ili ograničena<br>(dva ispitivanja) |
| 1B | univerzalna<br>(jedno ispitivanje) | univerzalna ili ograničena<br>(dva ispitivanja) | univerzalna<br>(dva ispitivanja) | specifično gorivo<br>(jedno ispitivanje) | univerzalna ili ograničena<br>(dva ispitivanja) |

▼B

| Tip dvojnog goriva | Način rada na tekuće gorivo | Način rada na dvojno gorivo | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | SPP | UPP | $UPP_{20}$ | UNP |
| 2A | | univerzalna ili ograničena (dva ispitivanja) | univerzalna (dva ispitivanja) | specifično gorivo (jedno ispitivanje) | univerzalna ili ograničena (dva ispitivanja) |
| 2B | univerzalna (jedno ispitivanje) | univerzalna ili ograničena (dva ispitivanja) | univerzalna (dva ispitivanja) | specifično gorivo (jedno ispitivanje) | univerzalna ili ograničena (dva ispitivanja) |
| 3B | univerzalna (jedno ispitivanje) | univerzalna ili ograničena (dva ispitivanja) | univerzalna (dva ispitivanja) | specifično gorivo (jedno ispitivanje) | univerzalna ili ograničena (dva ispitivanja) |

▼B

*PRILOG II.*

**Mjere u pogledu sukladnosti proizvodnje**

1. **Definicije**

Za potrebe ovog Priloga, primjenjuju se sljedeće definicije:

1.1. „sustav upravljanja kvalitetom” znači skup povezanih i uzajamno djelujućih elemenata koje organizacije upotrebljavaju radi usmjeravanja i kontrole načina na koji se provode politike i postižu ciljevi u području kvalitete;

1.2. „kontrola” znači postupak prikupljanja dokaza radi evaluacije primjene kriterija za kontrolu; kontrola treba biti objektivna, nepristrana i neovisna, a njezin se postupak treba dokumentirati i sustavno primjenjivati;

1.3. „korektivne mjere” znači postupak rješavanja problema koji se sastoji od niza koraka poduzetih za uklanjanje uzroka nesukladnosti ili nepoželjne situacije i osmišljenih za sprečavanje njihova ponovnog pojavljivanja.

2. **Svrha**

2.1. Cilj je mjera za osiguravanje sukladnosti proizvodnje osigurati da je svaki motor sukladan sa zahtjevima u pogledu specifikacija, radne sposobnosti i označivanja homologiranog tipa ili porodice motora.

2.2. Postupci nužno obuhvaćaju ocjenjivanje sustava upravljanja kvalitetom (dalje u tekstu: prvo ocjenjivanje), utvrđeno u odjeljku 3., te provjere i kontrole povezane s proizvodnjom (dalje u tekstu: mjere za osiguravanje sukladnosti proizvoda), utvrđene u odjeljku 4.

3. **Prvo ocjenjivanje**

3.1. Homologacijsko tijelo prije dodjele EU homologacije provjerava postojanje zadovoljavajućih mjera i postupaka koje je uspostavio proizvođač radi osiguravanja djelotvorne kontrole kako bi motori u proizvodnji bili sukladni s homologiranim tipom ili porodicom motora.

3.2. Na prvo se ocjenjivanje primjenjuju smjernice za sustave upravljanja kvalitetom i/ili okolišom iz norme EN ISO 19011:2011.

3.3. Homologacijsko tijelo mora biti zadovoljno ishodom prvog ocjenjivanja i mjerama za osiguravanje sukladnosti proizvoda iz odjeljka 4., uzimajući u obzir, prema potrebi, jednu od mjera opisanih u točkama od 3.3.1. do 3.3.3., kombinaciju nekih od tih mjera ili sve te mjere.

3.3.1. Prvo ocjenjivanje i/ili provjeru mjera za osiguravanje sukladnosti proizvoda obavlja homologacijsko tijelo koje dodjeljuje homologaciju ili imenovano tijelo koje djeluje u ime homologacijskog tijela.

3.3.1.1. Pri razmatranju mjere u kojoj je potrebno obaviti prvo ocjenjivanje homologacijsko tijelo može uzeti u obzir dostupne informacije o certifikaciji proizvođača koja nije prihvaćena na temelju 3.3.3.

▼M2

3.3.2. Prvo ocjenjivanje i provjeru mjera za osiguravanje sukladnosti proizvoda može se obaviti i u suradnji s homologacijskim tijelom druge države članice ili imenovanim tijelom koje homologacijsko tijelo u tu svrhu odredi.

▼B

3.3.2.1. U tom slučaju homologacijsko tijelo druge države članice sastavlja izjavu o sukladnosti u kojoj navodi područja i proizvodne pogone koje je obuhvatilo kao relevantne za motore koje treba EU homologirati.

3.3.2.2. Nakon što primi zahtjev za izjavu o sukladnosti od homologacijskog tijela države članice koje dodjeljuje EU homologaciju, homologacijsko tijelo druge države članice mora odmah dostaviti tu izjavu o sukladnosti ili obavijest da je ne može izdati.

3.3.2.3. U izjavi o sukladnosti mora se navesti barem sljedeće:

3.3.2.3.1. grupa ili trgovačko društvo (npr. XYZ proizvodnja);

3.3.2.3.2. konkretna organizacija (npr. Europski ogranak);

3.3.2.3.3. tvornice/lokacije (npr. tvornica motora 1 (Ujedinjena Kraljevina), tvornica motora 2 (Njemačka));

3.3.2.3.4. uvršteni tipovi/porodice motora;

3.3.2.3.5. ocijenjena područja (npr. sastavljanje motora, ispitivanje motora, proizvodnja sustava za naknadnu obradu);

3.3.2.3.6. pregledani dokumenti (npr. priručnik i postupci za upravljanje kvalitetom u poduzeću i na lokacijama);

3.3.2.3.7. datum ocjenjivanja (npr. kontrola provedena od 18. do 30.5.2013.);

3.3.2.3.8. planirani nadzorni posjet (npr. listopad 2014.).

3.3.3. Za ispunjavanje zahtjeva za prvo ocjenjivanje iz točke 3.3. homologacijsko tijelo prihvaća i odgovarajuću certifikaciju proizvođača prema usklađenoj normi EN ISO 9001:2008 ili prema jednakovrijednoj usklađenoj normi. Proizvođač mora dostaviti detaljne podatke o certifikaciji i obvezati se da će obavijestiti homologacijsko tijelo o svim promjenama koje se odnose na rok valjanosti ili područje certifikacije.

4. **Mjere za osiguravanje sukladnosti proizvoda**

4.1. Svi motori EU homologirani na temelju Uredbe (EU) 2016/1628, ove Delegirane uredbe, Delegirane uredbe (EU) 2017/655 i Provedbene uredbe (EU) 2017/656 moraju se proizvoditi tako da budu sukladni s homologiranim tipom ili porodicom motora putem ispunjavanja zahtjeva iz ovog Priloga, Uredbe (EU) 2016/1628 i navedenih delegiranih i provedbenih uredbi Komisije.

4.2. Prije dodjele EU homologacije na temelju Uredbe (EU) 2016/1628 i delegiranih i provedbenih akata donesenih na temelju te Uredbe homologacijsko tijelo provjerava postojanje odgovarajućih mjera i dokumentiranih kontrolnih planova, koje s proizvođačem treba dogovoriti za svaku homologaciju, kako bi se u utvrđenim razdobljima provodilo ispitivanja ili povezane provjere koji su nužni za provjeru kontinuirane usklađenosti s homologiranim tipom ili porodicom motora, uključujući, ako je primjenjivo, ispitivanja utvrđena u Uredbi (EU) 2016/1628 i delegiranim i provedbenim aktima donesenima na temelju te Uredbe.

▼B

4.3. Nositelj EU homologacije mora:

4.3.1. osigurati postojanje i primjenu postupaka za djelotvornu kontrolu sukladnosti motorâ s homologiranim tipom ili porodicom motora;

4.3.2. imati pristup ispitnoj ili drugoj odgovarajućoj opremi potrebnoj za provjeru sukladnosti sa svakim homologiranim tipom ili porodicom motora;

4.3.3. osigurati da se podaci o rezultatima ispitivanja ili provjere evidentiraju i da priloženi dokumenti budu dostupni u razdoblju od najviše deset godina koje se određuje u dogovoru s homologacijskim tijelom;

4.3.4. za motore kategorija NRSh i NRS, osim za NRS-v-2B i NRS-v-3, osigurati da se za svaki tip motora provedu barem provjere i ispitivanja propisani u Uredbi (EU) 2016/1628 i delegiranim i provedbenim aktima donesenima na temelju te Uredbe. Za ostale kategorije, proizvođač i homologacijsko tijelo mogu dogovoriti ispitivanja na razini sastavnog dijela ili postupka sastavljanja na temelju odgovarajućeg kriterija;

4.3.5. analizirati rezultate svakog tipa ispitivanja ili provjere u svrhu provjere i osiguravanja stabilnosti karakteristika proizvoda, imajući u vidu razlike dopuštene u industrijskoj proizvodnji;

4.3.6. osigurati da se provodi dodatno uzorkovanje i ispitivanje ili provjera svaki put kad se u nekom tipu ispitivanja utvrde dokazi o nesukladnosti za skup uzoraka ili ispitnih dijelova.

4.4. Ako homologacijsko tijelo smatra da rezultati dodatnih kontrola ili provjera iz točke 4.3.6. nisu zadovoljavajući, proizvođač mora osigurati ponovnu uspostavu sukladnosti proizvodnje u najkraćem mogućem roku korektivnim mjerama u skladu sa zahtjevima homologacijskog tijela.

5. **Mjere za kontinuiranu provjeru**

5.1. Tijelo koje je dodijelilo EU homologaciju tipa može u bilo kojem trenutku provjeriti metode za provjeru sukladnosti proizvodnje koje se primjenjuju u svakom proizvodnom pogonu putem redovitih kontrola. U tu svrhu proizvođač mora osigurati pristup lokacijama na kojima se odvijaju proizvodnja, inspekcija, ispitivanje, skladištenje i distribucija te dostaviti sve potrebne informacije o dokumentaciji i evidenciji sustava upravljanja kvalitetom.

5.1.1. Uobičajeni je pristup pri takvim redovitim kontrolama praćenje kontinuirane djelotvornosti postupaka utvrđenih u odjeljcima 3. i 4. (prvo ocjenjivanje i mjere za osiguravanje sukladnosti proizvoda).

5.1.1.1. Aktivnosti nadzora koje provode tehničke službe (kvalificirane ili priznate u skladu s točkom 3.3.3.) prihvaćaju se kao ispunjavanje zahtjeva točke 5.1.1. u pogledu postupaka utvrđenih pri prvom ocjenjivanju.

▼B

5.1.1.2. Minimalna učestalost provjera, osim provjera navedenih u točki 5.1.1.1., kako bi se osiguralo da se relevantne provjere sukladnosti proizvodnje, koje se primjenjuju u skladu s odjeljcima 3. i 4., preispituju u razdoblju koje ovisi o stupnju povjerenja homologacijskog tijela, je najmanje jednom u dvije godine. Međutim, homologacijsko tijelo obavlja i dodatne provjere ovisno o godišnjoj proizvodnji, rezultatima ranijih ocjenjivanja, potrebi za praćenjem korektivnih mjera i na obrazloženi zahtjev drugog homologacijskog tijela ili bilo kojeg tijela za nadzor tržišta.

5.2. Pri svakom preispitivanju inspektoru mora biti dostupna evidencija ispitivanja, provjera i proizvodnje, posebno evidencija ispitivanja i provjera koji se zahtijevaju u točki 4.2.

5.3. Inspektor može odabrati nasumične uzorke za ispitivanje u laboratoriju proizvođača ili u prostorijama tehničke službe, u kom se slučaju provode samo fizička ispitivanja. Minimalni broj uzoraka može se odrediti na temelju rezultata proizvođačeve vlastite provjere.

5.4. Ako se ne čini da postoji zadovoljavajuća razina kontrole ili ako se u primjeni točke 5.2. čini potrebnim provjeriti valjanost provedenih ispitivanja ili na obrazloženi zahtjev drugog homologacijskog tijela ili bilo kojeg tijela za nadzor tržišta, inspektor odabire uzorke za ispitivanje u laboratoriju proizvođača ili za slanje tehničkoj službi radi provođenja fizičkih ispitivanja u skladu sa zahtjevima utvrđenima u odjeljku 6. Uredbe (EU) 2016/1628 i u delegiranim i provedbenim aktima donesenima na temelju te Uredbe.

5.5. Ako homologacijsko tijelo ili homologacijsko tijelo druge članice tijekom inspekcije ili nadzorne provjere ne bude zadovoljno rezultatima, u skladu s člankom 39. stavkom 3. Uredbe (EU) 20161628, homologacijsko tijelo mora osigurati poduzimanje svih potrebnih koraka za ponovnu uspostavu sukladnosti proizvodnje u najkraćem mogućem roku.

6. **Zahtjevi za ispitivanje sukladnosti proizvodnje u slučajevima nezadovoljavajuće razine kontrole sukladnosti proizvoda iz točke 5.4.**

6.1. U slučaju nezadovoljavajuće razine kontrole sukladnosti proizvodnje iz točke 5.4. ili 5.5., sukladnost proizvodnje provjerava se ispitivanjem emisija na temelju opisa u certifikatima EU o homologaciji utvrđenima u Prilogu IV. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

6.2. Osim ako je drugačije propisano u točki 6.3. primjenjuje se sljedeći postupak.

6.2.1. Tri motora i, ako je primjenjivo, tri sustava za naknadnu obradu nasumično se radi inspekcije uzimaju iz proizvodnje serije razmatranog tipa motora. Prema potrebi se radi donošenja odluke o prolazu ili padu uzimaju dodatni motori Da bi se donijela odluka o prolazu, treba ispitati najmanje četiri motora.

6.2.2. Nakon što inspektor odabere motore, proizvođač ne smije vršiti nikakva podešavanja na odabranim motorima.

▼B

6.2.3. Motori se podvrgavaju ispitivanju emisija u skladu sa zahtjevima iz Priloga VI. odnosno, za motore s dvojnim gorivom, u skladu s Dodatkom 2. Prilogu VIII. te se ispituju u ispitnim ciklusima relevantnima za tip motora u skladu s Prilogom XVII.

▼M2

6.2.3.1. Ne dovodeći u pitanje točku 6.2.3., kad je riječ o motorima kategorije RLL za koje se postojeće ispitno izvješće upotrebljava za dobivanje homologacije u skladu s člankom 7. stavkom 2. Provedbene uredbe (EU) 2017/656, postotak opterećenja i snage te faktor ponderiranja za broj načina ispitnog ciklusa tipa F može za potrebe ovog Priloga biti jednak onom upotrijebljenom u homologacijskom ispitivanju.

▼B

6.2.4. Granične vrijednosti utvrđene su u Prilogu II. Uredbi (EZ) br. 2016/1628. Ako se motor sa sustavom za naknadnu obradu neučestalo regenerira, kako je navedeno u točki 6.6.2. Priloga VI., svi se rezultati emisije plinovitih ili krutih onečišćujućih tvari moraju prilagoditi faktorom primjenjivim za tip motora. U svim se slučajevima svi rezultati emisije plinovitih ili krutih onečišćujućih tvari prilagođavaju primjenom odgovarajućih faktora pogoršanja (DF-ovi) za taj tip motora, ►M2 kako su utvrđeni u skladu s Prilogom III. ◄

6.2.5. Ispitivanja se provode na novoproizvedenim motorima.

6.2.5.1. Na zahtjev proizvođača ispitivanja se mogu provesti na motorima koji su uhodavani najdulje 2 % trajanja razdoblja trajnosti emisije ili 125 sati, ovisno o tome što je kraće. Ako postupak uhodavanja provodi proizvođač, on se obvezuje da na tim motorima neće obavljati nikakva podešavanja. Ako je proizvođač naveo postupak uhodavanja u točki 3.3. opisnog dokumenta, kako je utvrđeno u Prilogu I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656, uhodavanje se obavlja primjenom tog postupka.

6.2.6. Na temelju ispitivanja motora uzorkovanjem, kako je utvrđeno u Dodatku 1., smatra se da je proizvodnja određene serije motora sukladna s homologiranim tipom ako se donese odluka o prolazu za sve onečišćujuće tvari odnosno da nije sukladna s homologiranim tipom ako se donese odluka o padu za jednu onečišćujuću tvar, u skladu s kriterijima ispitivanja iz Dodatka 1., kako je prikazano na slici 2.1.

6.2.7. Ako se za jednu onečišćujuću tvar donese odluka o prolazu, ta se odluka ne može promijeniti zbog rezultata dodatnih ispitivanja koja se provode radi donošenja odluka za ostale onečišćujuće tvari.

Ako se ne donese odluka o prolazu za sve onečišćujuće tvari i ako se ne donese nijedna odluka o padu za neku od onečišćujućih tvari, ispitivanje se provodi na još jednom motoru.

6.2.8. Ako se ne donese odluka o prolazu ili padu, proizvođač u svakom trenutku može zaustaviti ispitivanje. U tom se slučaju evidentira odluka o padu.

6.3. Na temelju odstupanja od točke 6.2.1. primjenjuje se sljedeći postupak za tipove motora koji se u EU-u prodaju u količini manjoj od 100 jedinica godišnje:

6.3.1. Jedan motor i, ako je primjenjivo, jedan sustav za naknadnu obradu nasumično se uzimaju iz proizvodnje serije razmatranog tipa motora.

6.3.2. Ako motor ispunjava zahtjeve iz točke 6.2.4., donosi se odluka o prolazu i nisu potrebna daljnja ispitivanja.

6.3.3. Ako ispitivanje ne ispunjava zahtjeve iz točke 6.2.4., primjenjuje se postupak iz točaka od 6.2.6. do 6.2.9.

▼B

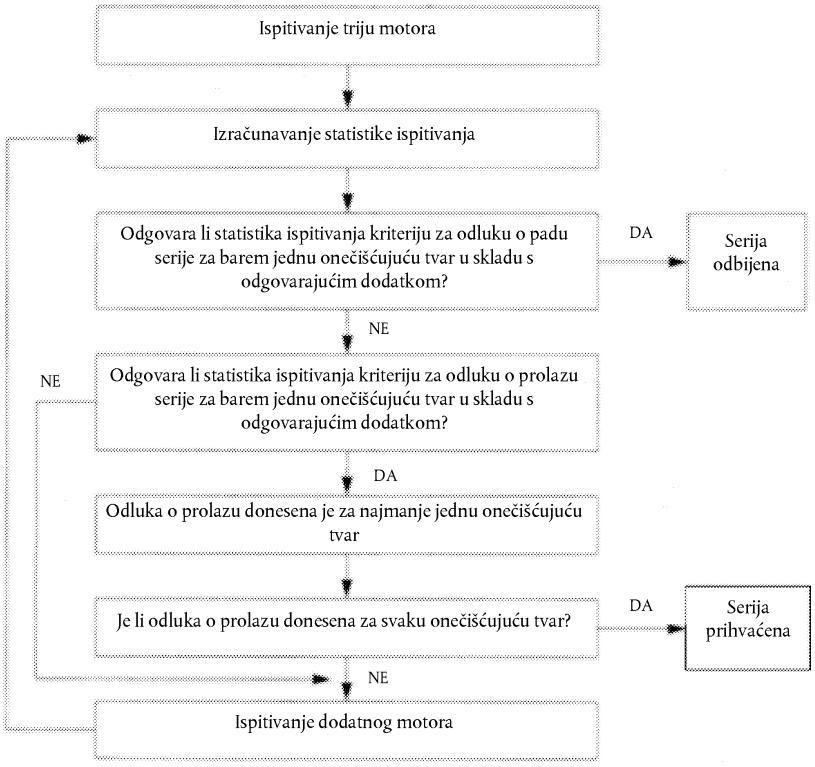
6.4. Sva se navedena ispitivanja mogu provoditi s primjenjivim komercijalnim gorivima. Međutim, na zahtjev proizvođača upotrebljavaju se referentna goriva navedena u Prilogu IX. ►M2 Za motore na prirodni plin/biometan (PP) ili ukapljeni naftni plin (UNP), uključujući motore s dvojnim gorivom, ispitivanja se provode s najmanje dva referentna goriva za svaki motor na plinovito gorivo osim za motore na plinovito gorivo s EU homologacijom tipa za specifično gorivo za koje je potrebno samo jedno referentno gorivo, kako je opisano u Dodatku 1. Prilogu I. ◄ Ako se koristi više od jednog referentnog plinovitog goriva, iz rezultata mora biti vidljivo da je motor unutar graničnih vrijednosti u radu na svako gorivo.

6.5. Nesukladnost motora na plinovito gorivo

Ako postoji dvojba oko sukladnosti motora na plinovito gorivo, uključujući motore s dvojnim gorivom, kad se koristi komercijalno gorivo, ispitivanja se moraju provesti sa svakim referentnim gorivom za rad na koje je ispitan osnovni motor te, na zahtjev proizvođača, s mogućim dodatnim trećim gorivom, kako je navedeno u točkama 2.3.1.1.1., 2.3.2.1. i 2.4.1.2. Priloga I., za rad na koje je mogao biti ispitan osnovni motor. Rezultat se prema potrebi računski pretvara primjenom odgovarajućih faktora „$r$”, „$r_a$” ili „$r_b$”, kako je opisano u točkama 2.3.3., 2.3.4.1. i 2.4.1.3. Priloga I. Ako su $r$, $r_a$ ili $r_b$ manji od 1, korekcija se ne primjenjuje. Iz izmjerenih te, prema potrebi, izračunanih rezultata mora biti vidljivo da je motor unutar graničnih vrijednosti sa svim relevantnim gorivima (na primjer, s gorivom 1, gorivom 2 i, ako je primjenjivo, trećim gorivom kad je riječ o motorima na prirodni plin/biometan te s gorivima A i B kad je riječ o motorima na UNP).

*Slika 2.1.*

**Shema ispitivanja usklađenosti proizvodnje**



▼B

*Dodatak 1.*

**Postupak za provjeru sukladnosti proizvodnje**

1. U ovom Dodatku opisuje se postupak koji treba primjenjivati za provjeru sukladnosti proizvodnje s obzirom na emisije onečišćujućih tvari.

2. S minimalnom veličinom uzorka od tri motora postupak uzimanja uzoraka utvrđuje se tako da vjerojatnost da serija s 30 % neispravnih motora uspješno prođe ispitivanje iznosi 0,90 (rizik proizvođača = 10 %), a da je vjerojatnost da serija s 65 % neispravnih motora bude prihvaćena iznosi 0,10 (rizik potrošača = 10 %).

3. Za svaku onečišćujuću tvar iz emisije primjenjuje se sljedeći postupak (vidjeti sliku 2.1.).

   Neka je: n = broj trenutačnog uzorka.

4. Za uzorak utvrdite statistiku ispitivanja kojom se kvantificira ukupan broj nesukladnih rezultata ispitivanja na n-tom ispitivanju.

5. Zatim:

   (a) ako ta statistika ispitivanja nije veća od broja za odluku o prolazu navedenog u tablici 2.1. za veličinu uzorka, donosi se odluka o prolazu za onečišćujuću tvar;

   (b) ako ta statistika ispitivanja nije manja od broja za odluku o padu navedenog u tablici 2.1. za veličinu uzorka, donosi se odluka o padu za onečišćujuću tvar;

   (c) u suprotnom, ispituje se dodatni motor u skladu s točkom 6.2. i postupak izračunavanja primjenjuje se na uzorku uvećanom za jednu jedinicu.

U tablici 2.1. se brojevi odluka o prolazu i padu izračunavaju na temelju međunarodne norme ISO 8422/1991.

*Tablica 2.1.*

**Statistike ispitivanja za ispitivanje sukladnosti proizvodnje**

Minimalna veličina uzorka: 3 Minimalna veličina uzorka za odluku o prolazu: 4

| Ukupan broj ispitivanih motora (veličina uzorka) | Broj za odluku o prolazu | Broj za odluku o padu |
|---|---|---|
| 3 | — | 3 |
| 4 | 0 | 4 |
| 5 | 0 | 4 |
| 6 | 1 | 5 |
| 7 | 1 | 5 |
| 8 | 2 | 6 |
| 9 | 2 | 6 |

▼B

| Ukupan broj ispitivanih motora (veličina uzorka) | Broj za odluku o prolazu | Broj za odluku o padu |
|---|---|---|
| 10 | 3 | 7 |
| 11 | 3 | 7 |
| 12 | 4 | 8 |
| 13 | 4 | 8 |
| 14 | 5 | 9 |
| 15 | 5 | 9 |
| 16 | 6 | 10 |
| 17 | 6 | 10 |
| 18 | 7 | 11 |
| 19 | 8 | 9 |

▼B

*PRILOG III.*

**Metodologija za prilagodbu rezultata laboratorijskog ispitivanja emisije radi uključivanja faktora pogoršanja**

1. **Definicije**

Za potrebe ovog Priloga primjenjuju se sljedeće definicije:

1.1. „ciklus starenja” znači rad necestovnog pokretnog stroja ili motora (brzina, opterećenje, snaga) koji će se izvršiti tijekom razdoblja akumulacije sati rada;

1.2. „ključni sastavni dijelovi povezani s emisijama” znači sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova, elektronička upravljačka jedinica motora i njezini pripadajući senzori i aktuatori te sustav povrata ispušnih plinova, uključujući sve povezane filtre, uređaje za hlađenje, kontrolne ventile i cijevi;

1.3. „ključno održavanje povezano s emisijama” znači održavanje ključnih sastavnih dijelova povezanih s emisijama;

1.4. „održavanje povezano s emisijama” znači održavanje koje bitno utječe na emisije ili za koje je vjerojatno da će utjecati na učinkovitosti u pogledu emisija necestovnih pokretnih strojeva ili motora tijekom normalnog rada u uporabi;

1.5. „porodica motora po sustavu za naknadnu obradu” znači proizvođačevo grupiranje motora koji su u skladu s definicijom porodice motora, ali koji se dodatno grupiraju u porodice motora na temelju upotrebe sličnog sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova;

1.6. „održavanje nepovezano s emisijama” znači održavanje koje ne utječe bitno na emisije i koje nema trajan učinak na pogoršanje učinkovitosti u pogledu emisija necestovnih pokretnih strojeva stroja ili motora tijekom normalnog rada u uporabi nakon provođenja održavanja;

1.7. „raspored akumulacije sati rada” znači ciklus starenja i razdoblje akumulacije sati rada za utvrđivanje faktora pogoršanja za porodicu motora po sustavu za naknadnu obradu.

2. **Općenito**

2.1. U ovom se Prilogu navode detalji postupaka za odabir motora koji će se ispitivati prema rasporedu akumulacije sati rada u svrhu utvrđivanja faktora pogoršanja radi EU homologacije tipa i ocjenjivanja sukladnosti proizvodnje tipa ili porodice motora. Faktori pogoršanja primjenjuju se na emisije izmjerene u skladu s Prilogom VI. i izračunane u skladu s Prilogom VII. u skladu s postupkom utvrđenim u točki 3.2.7. odnosno točki 4.3.

2.2. Homologacijska tijela ne moraju prisustvovati ispitivanjima akumulacijom sati rada ili ispitivanjima emisija provedenima radi utvrđivanja pogoršanja.

▼B

2.3. U ovom se Prilogu također navode detalji radnji održavanja povezanog i nepovezanog s emisijama koje bi se trebale ili mogle raditi na motorima koji su podvrgnuti rasporedu akumulacije sati rada. To održavanje mora biti u skladu s održavanjem koje se radi na motorima u uporabi i o kojem se obavješćuju krajnji korisnici novih motora.

3. **Kategorije motora NRE, NRG, IWP, IWA, RLL, RLR, SMB, ATS i potkategorije NRS-v-2b i NRS-v-3**

3.1. Odabir motora za utvrđivanje faktora pogoršanja razdoblja trajnosti emisije

3.1.1. Za ispitivanje emisije radi utvrđivanja faktora pogoršanja razdoblja trajnosti emisije biraju se motori iz porodice motora utvrđene u odjeljku 2. Priloga IX. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

▼M2

3.1.2. Motori iz različitih porodica motora mogu se dodatno kombinirati u porodice na temelju upotrijebljenog tipa sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova ili, ako se ne upotrebljava nikakav sustav za naknadnu obradu, na temelju sličnosti tehničkih karakteristika sustava za kontrolu emisija. Motori različitog promjera i radnog takta, različite konfiguracije, različitih sustava za upravljanje zrakom ili različitih sustava za dovod goriva mogu se smatrati ekvivalentnima s obzirom na karakteristike pogoršanja emisija ako proizvođač homologacijskom tijelu dostavi podatke da postoji opravdana tehnička osnova za takvo određenje. Kako bi se u iste porodice motora po sustavu za naknadnu obradu ispušnih plinova svrstali motori sa sličnim tehničkim specifikacijama i ugradnjom sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova, proizvođač mora homologacijskom tijelu dostaviti podatke kojima se dokazuje da je učinak smanjenja emisija tih motora sličan.

3.1.3. Motor za ispitivanje mora biti reprezentativan za karakteristike pogoršanja emisija porodice motora koje će za homologaciju primjenjivati faktore pogoršanja. Proizvođač motora odabire jedan motor reprezentativan za porodicu motora, skupinu porodica motora ili porodicu motora po sustavu za naknadnu obradu, kako je utvrđeno u točki 3.1.2., radi ispitivanja tijekom rasporeda akumulacije sati rada iz točke 3.2.2., o čemu se obavještava homologacijsko tijelo prije početka svakog ispitivanja.

3.1.4. Ako homologacijsko tijelo odluči da je za najgori scenarij s obzirom na emisije neki drugi motor reprezentativan za porodicu motora, skupinu porodica motora ili porodicu motora po sustavu za naknadnu obradu, homologacijsko tijelo i proizvođač motora zajednički odabiru motor za ispitivanje.

▼B

3.2. Utvrđivanje faktora pogoršanja razdoblja trajnosti emisije

▼M2

3.2.1. Općenito

Faktori pogoršanja primjenjivi na porodicu motora, skupinu porodica motora ili porodicu motora po sustavu za naknadnu obradu izvode se iz odabranih motora na temelju rasporeda akumulacije sati rada koji obuhvaća redovito ispitivanje emisija plinovitih i krutih tvari tijekom svakog ispitnog ciklusa primjenjivog na kategoriju motora, kako je navedeno u Prilogu IV. Uredbi (EU) 2016/1628. Za necestovne dinamičke ispitne cikluse (NRTC) motora kategorije NRE upotrebljavaju se samo rezultati ispitivanja NRTC-om s toplim pokretanjem.

▼B

3.2.1.1. Homologacijsko tijelo može na zahtjev proizvođača dopustiti upotrebu faktora pogoršanja koji su utvrđeni alternativnim postupcima u odnosu na postupke iz točaka od 3.2.2. do 3.2.5. U tom slučaju proizvođač homologacijskom tijelu mora dokazati da primijenjeni alternativni postupci nisu manje strogi od postupaka utvrđenih u točkama od 3.2.2. do 3.2.5.

3.2.2. Raspored akumulacije sati rada

Rasporedi akumulacije sati rada mogu se prema odabiru proizvođača provesti radom necestovnog pokretnog stroja opremljenog odabranim motorom prema rasporedu akumulacije sati rada „u uporabi" ili radom odabranog motora prema rasporedu akumulacije sati rada „na dinamometru". Proizvođač ne mora upotrebljavati referentno gorivo za akumulaciju sati rada između ispitnih točaka mjerenja emisija.

3.2.2.1. Akumulacija sati rada u uporabi i na dinamometru

3.2.2.1.1. Proizvođač u skladu s dobrom inženjerskom procjenom određuje način i trajanje akumulacije sati rada i ciklusa starenja za motore.

3.2.2.1.2. Proizvođač određuje ispitne točke na kojima će se mjeriti emisije plinovitih i krutih tvari tijekom primjenjivih ciklusa kako slijedi.

3.2.2.1.2.1. Tijekom rasporeda akumulacije sati rada kraćeg od razdoblja trajnosti emisije u skladu s točkom 3.2.2.1.7. tri je minimalni broj ispitnih točaka, jedna na početku, jedna približno na sredini i jedna na kraju rasporeda akumulacije radnih sati.

3.2.2.1.2.2. Ako akumulacija sati rada traje do kraja razdoblja trajnosti emisije, dva je minimalni broj ispitnih točaka, jedna na početku i jedna na kraju akumulacije radnih sati.

3.2.2.1.2.3. Proizvođač može dodatno ispitivati na jednako udaljenim međutočkama.

3.2.2.1.3. Vrijednosti emisija na početnoj točki i na kraju razdoblja trajnosti emisije izračunane u skladu s točkom 3.2.5.1. ili izravno izmjerene u skladu s točkom 3.2.2.1.2.2. moraju biti unutar graničnih vrijednosti primjenjivih na porodicu motora. Međutim, rezultati pojedinačnih emisija u međutočkama mogu prelaziti te granične vrijednosti.

3.2.2.1.4. Za kategorije ili potkategorije motora na koje se primjenjuje NRTC ili za motore kategorija i potkategorija NRS na koje se primjenjuje necestovni dinamički ispitni ciklus za velike motore s paljenjem električnom iskrom (LSI-NRTC), proizvođač može zatražiti suglasnost homologacijskog tijela za provođenje samo jednog ispitnog ciklusa (NRTC-a s toplim pokretanjem ili LSI-NRTC-a, prema potrebi, ili NRSC-a) na svakoj ispitnoj točki i provođenje ostalih ispitnih ciklusa samo na početku i na kraju rasporeda akumulacije sati rada.

3.2.2.1.5. Za kategorije ili potkategorije motora za koje ne postoji primjenjiv necestovni dinamički ciklus u Prilogu IV. Uredbi (EU) 2016/1628, na svakoj ispitnoj točki provodi se samo NRSC.

3.2.2.1.6. Rasporedi akumulacije sati rada mogu se razlikovati za različite porodice motora po sustavu za naknadnu obradu.

▼B

3.2.2.1.7. Raspored akumulacije sati rada može biti kraći od razdoblja trajnosti emisije, ali ne smije biti kraći od ekvivalenta najmanje jedne četvrtine relevantnog razdoblja trajnosti emisije utvrđenog u Prilogu V. Uredbi (EU) 2016/1628.

3.2.2.1.8. Dopušteno je ubrzano starenje prilagođivanjem rasporeda akumulacije sati rada na temelju potrošnje goriva. Prilagođivanje se temelji na omjeru između uobičajene potrošnje goriva u uporabi i potrošnje goriva u ciklusu starenja, ali potrošnja goriva u ciklusu starenja ne smije prelaziti uobičajenu potrošnju goriva u uporabi za više od 30 %.

3.2.2.1.9. Uz odobrenje homologacijskog tijela proizvođač može primijeniti alternativne metode za ubrzano starenje.

3.2.2.1.10. Raspored akumulacije sati rada mora se opisati u cijelosti u zahtjevu za homologaciju te dostaviti homologacijskom tijelu prije početka svih ispitivanja.

3.2.2.2. Ako homologacijsko tijelo odluči da je potrebno provesti dodatna mjerenja između točaka koje je odabrao proizvođač, ono mora o tome obavijestiti proizvođača. Proizvođač mora sastaviti revidirani raspored akumulacije sati rada koji homologacijsko tijelo mora prihvatiti.

3.2.3. Ispitivanje motora

3.2.3.1. Stabilizacija motora

3.2.3.1.1. Za svaku porodicu motora po sustavu za naknadnu obradu proizvođač određuje nakon koliko je sati rada necestovnog pokretnog stroja ili motora rad njegova sustava za naknadnu obradu stabiliziran. Na zahtjev homologacijskog tijela proizvođač mora dati na uvid podatke i analize koje je upotrijebio pri određivanju tog broja. Alternativno, proizvođač može držati motor ili necestovni pokretni stroj u pogonu od 60 do 125 sati ili ekvivalentno razdoblje u ciklusu starenja kako bi stabilizirao njegov sustav za naknadnu obradu.

3.2.3.1.2. Kraj razdoblja stabilizacije određen u točki 3.2.3.1.1. smatra se početkom rasporeda akumulacije sati rada.

3.2.3.2. Ispitivanje akumulacijom sati rada

3.2.3.2.1. Nakon stabilizacije motor radi prema rasporedu akumulacije sati rada koji odabere proizvođač, kako je opisano u točki 3.2.2. U periodičnim intervalima tijekom rasporeda akumulacije sati rada koje odredi proizvođač i, ako je primjenjivo, o kojima odluči homologacijsko tijelo u skladu s točkom 3.2.2.2. ispituju se emisije plinovitih i krutih tvari iz motora u NRTC-u s toplim pokretanjem i NRSC-u ili LSI-NRTC-u i NRSC-u primjenjivima na kategoriju motora, kako je utvrđeno u Prilogu IV. Uredbi (EU) 2016/1628.

Proizvođač može odabrati da se emisije onečišćujućih tvari ispred bilo kojeg sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova mjere odvojeno od emisija onečišćujućih tvari iza bilo kojeg sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova.

U skladu točkom 3.2.2.1.4. ako je dogovoreno da se na svakoj ispitnoj točki provede samo jedan ispitni ciklus (NRTC s toplim pokretanjem, LSI-NRTC ili NRSC), drugi se ispitni ciklus (NRTC s toplim pokretanjem, LSI-NRTC ili NRSC) provodi na početku i na kraju rasporeda akumulacije sati rada.

▼B

U skladu s točkom 3.2.2.1.5., za kategorije ili potkategorije motora za koje ne postoji primjenjiv necestovni dinamički ciklus utvrđen u Prilogu IV. Uredbi (EU) 2016/1628, u svakoj se ispitnoj točki provodi samo NRSC.

3.2.3.2.2. Tijekom rasporeda akumulacije sati rada održavanje motora provodi se u skladu s točkom 3.4.

3.2.3.2.3. Tijekom rasporeda akumulacije sati rada može se obavljati neplanirano održavanje motora ili necestovnog pokretnog stroja, na primjer ako je proizvođačev uobičajeni sustav za dijagnostiku detektirao problem koji informira rukovatelja necestovnog pokretnog stroja da je došlo do kvara.

3.2.4. Izvješćivanje

3.2.4.1. Rezultati svih ispitivanja emisija (NRTC s toplim pokretanjem, LSI-NRTC i NRSC) provedenih tijekom rasporeda akumulacije sati rada moraju se staviti na raspolaganje homologacijskom tijelu. Ako se neko ispitivanje emisija proglasi nevažećim, proizvođač mora obrazložiti zašto je to ispitivanje proglašeno nevažećim. U tom slučaju mora se provesti dodatan niz ispitivanja emisija unutar sljedećih 100 sati akumulacije sati rada.

3.2.4.2. Proizvođač mora čuvati evidenciju svih podataka o svim ispitivanjima emisija i o svakom održavanju obavljenom na motoru tijekom rasporeda akumulacije sati rada. Ti se podaci dostavljaju homologacijskom tijelu zajedno s rezultatima ispitivanja emisija koja su provedena tijekom rasporeda akumulacije sati rada.

3.2.5. Određivanje faktora pogoršanja

3.2.5.1. Tijekom rasporeda akumulacije sati rada u skladu s točkom 3.2.2.1.2.1. ili točkom 3.2.2.1.2.3., za svaku onečišćujuću tvar koja je izmjerena tijekom NRTC-a s toplim pokretanjem, LSI-NRTC-a i NRSC-a na svakoj ispitnoj točki tijekom rasporeda akumulacije sati rada, radi se najprimjerenija analiza linearne regresije na temelju svih rezultata ispitivanja. Rezultati svakog ispitivanja za svaku onečišćujuću tvar izražavaju se jednakim brojem decimalnih mjesta kao i granične vrijednosti za tu onečišćujuću tvar, kako je primjenjivo na porodicu motora, uz još jedno dodatno decimalno mjesto.

Ako je u skladu s točkom 3.2.2.1.4. ili točkom 3.2.2.1.5. proveden samo jedan ispitni ciklus (NRTC s toplim pokretanjem, LSI-NRTC ili NRSC) na svakoj ispitnoj točki, regresijska analiza radi se samo na temelju rezultata ispitivanja dobivenih u ispitnom ciklusu provedenom na svakoj ispitnoj točki.

Proizvođač može od homologacijskog tijela zatražiti prethodno odobrenje za nelinearnu regresiju.

3.2.5.2. Vrijednosti emisija za svaku onečišćujuću tvar na početku razdoblja akumulacije sati rada i na završetku razdoblja trajnosti emisije primjenjivog na ispitivani motor se:

(a) utvrđuju ekstrapolacijom regresijske jednadžbe iz točke 3.2.5.1. tijekom razdoblja akumulacije sati rada u skladu s točkom 3.2.2.1.2.1. ili točkom 3.2.2.1.2.3.; ili

(b) izravno mjere tijekom rasporeda akumulacije sati rada u skladu s točkom 3.2.2.1.2.2.

▼M2

Ako se vrijednosti emisija upotrebljavaju za porodice motora koje pripadaju istoj skupini porodica motora ili istoj porodici motora po sustavu za naknadnu obradu, ali koje imaju različita razdoblja trajnosti emisije, tada se vrijednosti emisije na kraju razdoblja trajnosti emisije ponovno izračunavaju za svako razdoblje trajnosti emisije ekstrapolacijom ili interpolacijom regresijske jednadžbe, kako je određeno u točki 3.2.5.1.

▼B

3.2.5.3. Faktor pogoršanja (DF) za svaku onečišćujuću tvar određuje se kao omjer primijenjenih vrijednosti emisija na kraju razdoblja trajnosti emisije i primijenjenih vrijednosti emisija na početku rasporeda akumulacije sati rada (multiplikativni faktor pogoršanja).

Proizvođač može od homologacijskog tijela zatražiti prethodno odobrenje za primjenu dodatnog DF-a za svaku onečišćujuću tvar. Aditivni DF definira se kao razlika izračunanih vrijednosti emisija na kraju razdoblja trajnosti emisije i izračunanih vrijednosti emisija na početku rasporeda akumulacije sati rada.

Primjer određivanja DF-ova primjenom linearne regresije prikazan je na slici 3.1. za emisiju $NO_x$.

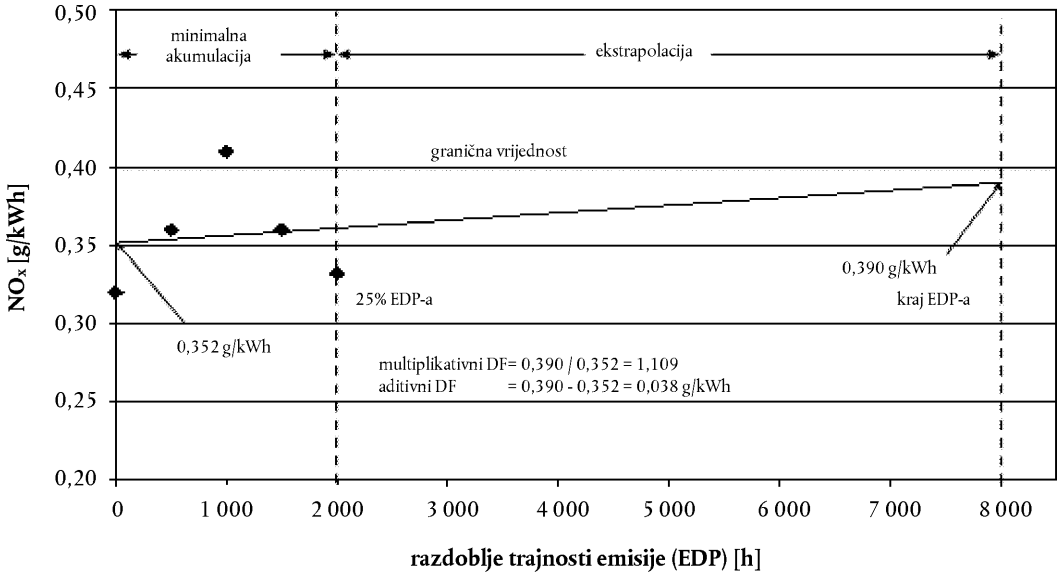
Miješanje multiplikativnih i aditivnih faktora pogoršanja unutar jedne skupine onečišćujućih tvari nije dopušteno.

Ako se izračunom dobije vrijednost manja od 1,00 za multiplikativni DF, odnosno manja od 0,00 za aditivni DF, faktor pogoršanja iznosi 1,00, odnosno 0,00.

Ako je u skladu s točkom 3.2.2.1.4. dogovoreno da se na svakoj ispitnoj točki provodi samo jedan ispitni ciklus (NRTC s toplim pokretanjem, LSI-NRTC ili NRSC) i da se drugi ispitni ciklus (NRTC s toplim pokretanjem, LSI-NRTC ili NRSC) provodi samo na početku i na kraju rasporeda akumulacije sati rada, faktor pogoršanja izračunan za ispitni ciklus koji je proveden u svakoj ispitnoj točki primjenjiv je i na drugi ispitni ciklus.

*Slika 3.1.*

**Primjer određivanja faktora pogoršanja**



▼B

3.2.6. Zadani faktori pogoršanja

3.2.6.1. Kao alternativa primjeni rasporeda akumulacije sati rada za određivanje DF-ova, proizvođači motora mogu se odlučiti na primjenu zadanih multiplikativnih DF-ova iz tablice 3.1.

*Tablica 3.1.*

**Zadani faktori pogoršanja**

| Ispitni ciklus | CO | HC | $NO_x$ | PM | PN |
|---|---|---|---|---|---|
| NRTC i LSI-NRTC | 1,3 | 1,3 | 1,15 | 1,05 | 1,0 |
| NRSC | 1,3 | 1,3 | 1,15 | 1,05 | 1,0 |

Nema zadanih aditivnih faktora pogoršanja. Zadani multiplikativni DF-ovi ne smiju se pretvarati u aditivne DF-ove.

▼M2

_____

3.2.6.1.1. Ne dovodeći u pitanje točku 3.2.6.1., za PN se može uzeti aditivni DF od 0,0 ili multiplikativni DF od 1,0 u kombinaciji s rezultatima prethodnog ispitivanja DF-ova kojim nije utvrđena vrijednost PN-a ako su ispunjena oba sljedeća uvjeta:

(a) prethodno ispitivanje faktora pogoršanja provedeno je na tehnologiji motora koja bi ispunjavala uvjete za uvrštavanje u istu porodicu motora po sustavu za naknadnu obradu, kako je utvrđeno u točki 3.1.2., kao i porodica motora na koju se planiraju primijeniti faktori pogoršanja; i

(b) rezultati ispitivanja upotrijebljeni su za raniju homologaciju tipa dodijeljenu prije primjenjivog datuma EU homologacije tipa iz Priloga III. Uredbi (EU) 2016/1628.

▼B

3.2.6.2. Ako se upotrebljavaju zadani DF-ovi, proizvođač mora homologacijskom tijelu dostaviti jake dokaze da se od sastavnih dijelova za kontrolu emisija može razumno očekivati da imaju trajnost emisije povezanu s tim zadanim faktorima. Ti se dokazi mogu temeljiti na analizi konstrukcije, na ispitivanjima ili na kombinaciji te analize i ispitivanja.

3.2.7. Primjena faktora pogoršanja

3.2.7.1. Motori se moraju nalaziti unutar odgovarajuće granične vrijednosti emisije za svaku onečišćujuću tvar, kako je primjenjivo na porodicu motora, nakon što se primijene faktori pogoršanja na rezultat ispitivanja izmjeren u skladu s Prilogom VI. (specifična emisija ponderirana prema ciklusu za čestice i svaki pojedinačni plin). Ovisno o vrsti faktora pogoršanja primjenjuje se sljedeće:

(a) za multiplikativne faktore: (specifična emisija ponderirana prema ciklusu) × DF ≤ granična vrijednost emisije

(b) za aditivne faktore: (specifična emisija ponderirana prema ciklusu) + DF ≤ granična vrijednost emisije

Specifična emisija ponderirana prema ciklusu može uključivati prilagodbu za neučestalu regeneraciju, ako je primjenjivo.

▼B

3.2.7.2. Za multiplikativni faktor pogoršanja $NO_x$ + HC, zasebni faktori pogoršanja za HC i $NO_x$ utvrđuju se i primjenjuju odvojeno u izračunu razina pogoršanja emisija iz rezultata ispitivanja emisija prije kombiniranja dobivenih vrijednosti pogoršanja $NO_x$ i HC radi utvrđivanja sukladnosti s graničnom vrijednosti emisije.

3.2.7.3. Proizvođač se može odlučiti na prenošenje faktora pogoršanja određenih za jednu porodicu motora po sustavu za naknadnu obradu na motor koji nije obuhvaćen tom porodicom. U tim slučajevima proizvođač mora homologacijskom tijelu dokazati da motor za koji je porodica motora po sustavu za naknadnu obradu izvorno ispitivana i motor na koji se faktori pogoršanja prenose imaju slične tehničke specifikacije i zahtjeve za ugradnju u necestovni pokretni stroj te da su emisije tog motora slične.

Ako se faktori pogoršanja prenose na motor s različitim razdobljem trajnosti emisije, moraju se preračunati za primjenjivo razdoblje trajnosti emisije ekstrapolacijom ili interpolacijom regresijske jednadžbe, kako je utvrđeno u točki 3.2.5.1.

3.2.7.4. Faktor pogoršanja za svaku onečišćujuću tvar za svaki primjenjivi ispitni ciklus bilježi se u ispitnom izvješću utvrđenom u Dodatku 1. Prilogu VI. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

3.3. Provjeravanje sukladnosti proizvodnje

3.3.1. Sukladnost proizvodnje u pogledu zahtjeva za emisije provjerava se na temelju odjeljka 6. Priloga II.

3.3.2. Proizvođač može izmjeriti emisije onečišćujućih tvari ispred bilo kojeg sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova tijekom provođenja EU homologacijskog ispitivanja. U tu svrhu proizvođač može odrediti neslužbene faktore pogoršanja za motor bez sustava za naknadnu obradu i za sustav za naknadnu obradu koji taj proizvođač može upotrijebiti kao pomoć za kontrolu na kraju proizvodne linije.

3.3.3. Za potrebe EU homologacije tipa u ispitnom izvješću iz Dodatka 1. Prilogu VI. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656 bilježe se samo faktori pogoršanja utvrđeni u skladu s točkom 3.2.5. ili 3.2.6.

3.4. Održavanje

Za potrebe rasporeda akumulacije sati rada održavanje se provodi u skladu s proizvođačevim priručnikom za servisiranje i održavanje.

3.4.1. Planirano održavanje povezano s emisijama

3.4.1.1. Planirano održavanje povezano s emisijama koje se provodi kad je motor u pogonu radi rasporeda akumulacije sati rada obavlja se u intervalima jednakima onima navedenima u proizvođačevim uputama za održavanje za krajnjeg korisnika necestovnog pokretnog stroja ili motora. Taj raspored održavanja može se prema potrebi ažurirati tijekom rasporeda akumulacije sati rada pod uvjetom da se nijedan postupak održavanja ne izbriše iz rasporeda održavanja nakon što se provede na ispitnom motoru.

▼B

3.4.1.2. Sve prilagodbe, rastavljanja, čišćenja ili zamjene ključnih sastavnih dijelova povezanih s emisijama koji se periodično obavljaju tijekom razdoblja trajnosti emisije kako bi se spriječio kvar motora moraju se obavljati samo u mjeri u kojoj je to tehnološki nužno kako bi se osiguralo ispravno funkcioniranje sustava za kontrolu emisija. Tijekom rasporeda akumulacije sati rada i nakon određenog broja sati rada motora izbjegavaju se planirane zamjene ključnih sastavnih dijelova povezanih s emisijama osim onih koji se rutinski mijenjaju. U tom se kontekstu potrošni dijelovi koji se redovito mijenjaju ili dijelovi koje je nakon određenog broja sati rada motora potrebno očistiti smatraju dijelovima koji se rutinski mijenjaju.

3.4.1.3. Svi zahtjevi za planirano održavanje podliježu odobrenju homologacijskog tijela prije dodjele EU homologacije tipa te se moraju navesti u korisničkom priručniku. ►M2 Homologacijsko tijelo ne smije odbiti odobriti razumne i tehnički nužne zahtjeve za održavanje, među ostalim, zahtjeve utvrđene u točki 3.4.1.4. ◄

3.4.1.4. Za potrebe rasporeda akumulacije sati rada proizvođač motora određuje svako namještanje, čišćenje, održavanje, prema potrebi, i planiranu zamjenu sljedećih dijelova:

— filtara i hladnjaka u povratu ispušnih plinova (EGR);

— ventila za prinudno prozračivanje kućišta koljenastog vratila, ako je primjenjivo;

— sapnica za ubrizgavanje goriva (dopušteno je samo čišćenje);

— brizgaljki za gorivo;

— turbopuhala;

— elektroničke upravljačke jedinice motora i njezinih pripadajućih senzora i aktuatora;

— sustava za naknadnu obradu čestica (uključujući pripadajuće sastavne dijelove);

— sustava za naknadnu obradu $NO_x$ (uključujući pripadajuće sastavne dijelove);

— povrata ispušnih plinova, uključujući sve pripadajuće upravljačke ventile i cijevi;

— svih ostalih sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova.

3.4.1.5. Planirano ključno održavanje povezano s emisijama provodi se samo ako ga se mora provoditi u uporabi i ako je krajnji korisnik motora ili necestovnog pokretnog stroja upoznat s tim zahtjevom.

3.4.2. Izmjene planiranog održavanja

Proizvođač homologacijskom tijelu podnosi zahtjev za odobrenje svakog novog planiranog održavanja koje želi provoditi tijekom rasporeda akumulacije sati rada i nakon toga preporučiti krajnjim

▼B

korisnicima necestovnih pokretnih strojeva i motora. Uz zahtjev se moraju priložiti podaci u prilog potrebe za novim planiranim održavanjem i intervala održavanja.

3.4.3. Planirano održavanje nepovezano s emisijama

Razumno i tehnički nužno planirano održavanje nepovezano s emisijama (na primjer, zamjena ulja, zamjena filtra ulja, zamjena filtra goriva, zamjena filtra zraka, održavanje rashladnog sustava, namještanje brzine praznog hoda, regulator, pritezanje vijaka motora, podešavanje zračnosti ventila, namještanje brizgaljke, namještanje napetosti pogonskog remena itd.) može se provesti na motorima ili necestovnim pokretnim strojevima odabranima za raspored akumulacije sati rada u najmanje učestalim intervalima koje je proizvođač preporučio krajnjem korisniku (na primjer, ne u intervalima preporučenima za teške uvjete upotrebe).

3.5. Popravak

3.5.1. Popravci sastavnih dijelova motora odabranoga za ispitivanje tijekom rasporeda akumulacije sati rada provode se samo u slučaju kvara sastavnog dijela ili neispravnosti u radu motora. Popravak samog motora, sustava za kontrolu emisija ili sustava za dovod goriva nije dopušten, osim u mjeri definiranoj u točki 3.5.2.

3.5.2. Ako motor, pripadajući sustav za kontrolu emisija ili pripadajući sustav za dovod goriva otkaže tijekom rasporeda akumulacije sati rada, ta se akumulacija sati rada smatra nevažećom te se mora pokrenuti nova akumulacija sati rada s novim motora.

Prethodni se stavak ne primjenjuje ako se pokvareni sastavni dijelovi zamijene ekvivalentnim sastavnim dijelovima koji su prošli kroz sličan broj sati akumulacije sati rada.

4. **Kategorije i potkategorije motora NRSh i NRS, osim potkategorija NRS-v-2b i NRS-v-3**

4.1. Primjenjiva kategorija razdoblja trajnosti emisije i odgovarajući faktor pogoršanja određuju se u skladu s ovim odjeljkom 4.

4.2. Porodica motora smatra se sukladnom s graničnim vrijednostima utvrđenima za potkategoriju ako rezultati ispitivanja emisija svih motora reprezentativnih za tu porodicu motora, nakon što se prilagode množenjem s DF-om utvrđenim u odjeljku 2., nisu viši od graničnih vrijednosti utvrđenih za tu potkategoriju motora. Međutim, ako makar i jedan rezultat ispitivanja emisija makar i jednog od motora reprezentativnih za porodicu motora, nakon što se prilagodi množenjem s DF-om utvrđenim u odjeljku 2., bude viši od makar i jedne granične vrijednosti pojedinačne emisije utvrđene za tu potkategoriju motora, porodica motora ne smije se smatrati sukladnom s graničnim vrijednostima utvrđenima za tu potkategoriju.

4.3. Faktori pogoršanja određuju se sljedećim postupkom.

4.3.1. Na najmanje jednom ispitnom motoru reprezentativnom za konfiguraciju odabranu kao najvjerojatniju za prekoračivanje graničnih vrijednosti emisija HC + $NO_x$ i konstruiranom da bude reprezentativan za motore u proizvodnji provodi se (cijeli) postupak ispitivanja emisija kako je opisano u Prilogu VI. nakon broja sati koji odgovara stabilizaciji emisija.

▼B

4.3.2. Ako se ispituje više od jednog motora, rezultati se izračunavaju kao prosjek rezultata svih ispitanih motora zaokružen na broj decimalnih mjesta jednak broju decimalnih mjesta primjenjive granične vrijednosti i izražen s još jednom značajnom znamenkom.

4.3.3. To se ispitivanje emisija ponavlja nakon starenja motora. Postupak starenja treba osmisliti tako da proizvođaču omogući da na odgovarajući način predvidi pogoršanje emisije u uporabi tijekom EDP-a, uzimajući u obzir vrstu istrošenosti i ostale mehanizme pogoršanja koji se očekuju tijekom uobičajene komercijalne uporabe, a koji bi mogli utjecati na učinak emisija. Ako se ispituje više od jednog motora, rezultati se izračunavaju kao prosjek rezultata svih ispitanih motora zaokružen na broj decimalnih mjesta jednak broju decimalnih mjesta primjenjive granične vrijednosti i izražen s još jednom značajnom znamenkom.

4.3.4. Emisije na kraju EDP-a (prosječne emisije, ako je primjenjivo) za svaku reguliranu onečišćujuću tvar dijele se sa stabiliziranim emisijama (s prosječnim emisijama, ako je primjenjivo) i zaokružuju na dvije značajne znamenke. Dobiveni je rezultat DF, osim ako je manji od 1,00 u kom je slučaju DF 1,00.

4.3.5. Proizvođač može odrediti dodatne točke ispitivanja emisija između točke ispitivanja stabilizirane emisije i kraja EDP-a. Ako su planirana međuispitivanja, ispitne točke moraju se ravnomjerno rasporediti unutar cijelog EDP-a (plus ili minus dva sata) i jedna takva ispitna točka mora biti na polovini cijelog EDP-a (plus ili minus dva sata).

4.3.6. Za svaku se onečišćuju tvar HC + $NO_x$ i CO mora metodom najmanjih kvadrata ucrtati ravna crta među točkama uzimanja podataka, pri čemu se uzima da je početno ispitivanje u nultom satu. DF je izračunana emisija na kraju razdoblja trajnosti podijeljena s izračunanom emisijom u nultom satu.

DF za svaku onečišćujuću tvar za primjenjivi ispitni ciklus bilježi se u ispitnom izvješću iz Dodatka 1. Prilogu VII. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

4.3.7. Izračunani faktori pogoršanja mogu obuhvaćati dodatne porodice uz onu na kojoj su generirani ako proizvođač prije EU homologacije homologacijskom tijelu dostavi obrazloženje da se od tih porodica motora može opravdano očekivati da imaju slične karakteristike pogoršanja emisija na temelju njihove konstrukcije i primijenjene tehnologije.

U nastavku je naveden neisključiv popis skupina po konstrukciji i tehnologiji:

— konvencionalni dvotaktni motori bez sustava za naknadnu obradu,

— konvencionalni dvotaktni motori s katalizatorom od istog aktivnog materijala i punjenja te s jednakim brojem ćelija po $cm^2$,

— dvotaktni motori sa slojevitim sustavom ispiranja

▼B

— dvotaktni motori sa slojevitim sustavom ispiranja i katalizatorom od istog aktivnog materijala i punjenja te s jednakim brojem ćelija po $cm^2$,

— četverotaktni motori s katalizatorom s istom tehnologijom ventila i identičnim sustavom za podmazivanje,

— četverotaktni motori s katalizatorom s istom tehnologijom ventila i identičnim sustavom za podmazivanje.

4.4. Kategorije EDP-ova

4.4.1. Za kategorije motora iz tablice V.3. ili V.4. u Prilogu V. Uredbi (EU) 2016/1628 s alternativnim vrijednostima EDP-a proizvođači moraju u trenutku EU homologacije navesti primjenjivu kategoriju EDP-a za svaku porodicu motora. Ta kategorija mora biti kategorija iz tablice 3.2. koja je najbliža očekivanom vijeku upotrebe opreme u koju se očekuje da će se motori ugrađivati, kako je to odredio proizvođač motora. Proizvođači moraju čuvati odgovarajuće podatke za dokazivanja svojeg odabira kategorije EDP-a za svaku porodicu motora. Ti se podaci na zahtjev moraju dostaviti homologacijskom tijelu.

*Tablica 3.2.*

**Kategorije EDP-ova**

| Kategorija EDP-a | Namjena motora |
|---|---|
| kategorija 1 | potrošački proizvodi |
| kategorija 2 | poluprofesionalni proizvodi |
| kategorija 3 | profesionalni proizvodi |

4.4.2. Proizvođač mora dokazati homologacijskom tijelu da je deklarirana odgovarajuća kategorija EDP-a. Podaci kojima se dokazuje proizvođačev odabir kategorije EDP-a za neku porodica motora mogu obuhvaćati, među ostalim:

— ispitivanja vijeka trajanja opreme u koju se ugrađuju predmetni motori,

— tehnološke procjene pogonski ostarjelih motora kako bi se utvrdio trenutak u kojem se radna sposobnost motora pogorša do razine na kojoj je učinak na korisnost i/ili pouzdanost toliki da je nužan remont ili zamjena,

— jamstvene izjave i jamstvena razdoblja,

— promotivne materijale u pogledu vijeka motora,

— izvješća o kvarovima primljena od korisnika motora i

— tehnološke procjene o izdržljivosti u satima posebnih tehnologija, materijala ili konstrukcije motora.

▼B

*PRILOG IV.*

**Zahtjevi u pogledu strategija kontrole emisija, mjera za kontrolu $NO_x$ i mjera za kontrolu čestica**

1. **Definicije, kratice i opći zahtjevi**

1.1. Za potrebe ovog Priloga primjenjuju se sljedeće definicije i kratice:

(1) „dijagnostički kod neispravnosti” ili „DTC” znači brojčani ili alfanumerički identifikator za identifikaciju ili označavanje NCM-a i/PCM-a;

(2) „potvrđen i aktivan DTC” znači DTC koji se pohranjuje kad NCD i/ili PCD zaključi da postoji kvar;

(3) „porodica motora po NCD-u” znači proizvođačevo grupiranje motora na temelju zajedničkih metoda praćenja/dijagnosticiranja NCM-ova;

(4) „dijagnostički sustav za kontrolu $NO_x$” ili „NCD” znači sustav ugrađen u motor koji ima sposobnost:

(a) detektiranja neispravnosti u kontroli $NO_x$;

(b) utvrđivanja mogućeg uzroka neispravnosti u kontroli $NO_x$ pomoću informacija pohranjenih u memoriji računala i/ili slanja tih informacija izvan ugrađenih sustava.

(5) „neispravnost u kontroli $NO_x$” ili „NCM” znači pokušaj obavljanja nedopuštenog zahvata na sustavu za kontrolu $NO_x$ nekog motora ili neispravnost koja utječe na taj sustav koja bi mogla biti posljedica nedopuštenog zahvata detektiranje kojih na temelju ove Uredbe zahtijeva aktivaciju sustavâ za upozoravanje ili za prinudu;

(6) „dijagnostički sustav za kontrolu čestica” ili „PCD” znači sustav ugrađen u motor koji ima sposobnost:

(a) detektiranja neispravnosti u kontroli čestica;

(b) utvrđivanja mogućeg uzroka neispravnosti u kontroli čestica pomoću informacija pohranjenih u memoriji računala i/ili slanja tih informacija izvan ugrađenih sustava;

(7) „neispravnost u kontroli čestica” ili „PCM” znači pokušaj obavljanja nedopuštenog zahvata na sustavu za naknadnu obradu čestica nekog motora ili neispravnost koja utječe na sustav za naknadnu obradu čestica koja bi mogla biti posljedica nedopuštenog zahvata detektiranje kojih na temelju ove Uredbe zahtijeva aktivaciju sustavâ za upozoravanje ili za prinudu;

(8) „porodica motora po PCD-u” znači proizvođačevo grupiranje motora na temelju zajedničkih metoda praćenja/dijagnosticiranja PCM-ova;

(9) „alat za skeniranje” znači vanjska ispitna oprema koja se upotrebljava za vanjsku komunikaciju s NCD-om i/ili PCD-om.

▼B

1.2. Okolna temperatura

Ne dovodeći u pitanje članak 2. stavak 7., ako se spominje temperatura okoline koja se odnosi na okruženje koje nije laboratorijsko, primjenjuju se sljedeće odredbe:

1.2.1. za motore na ispitnom stolu, temperatura okoline je temperatura zraka za izgaranje koji se dovodi motoru ispred svih dijelova ispitivanog motora;

1.2.2. za motore ugrađene u necestovne pokretne strojeve, temperatura okoline je temperatura zraka neposredno izvan necestovnog pokretnog stroja.

2. **Tehnički zahtjevi u pogledu strategija kontrole emisija**

2.1. Ovaj se odjeljak 2. primjenjuje na elektronički upravljane motore kategorija NRE, NRG, IWP, IWA, RLL i RLR koji su sukladni sa stupnjem V. graničnih vrijednosti emisija utvrđenim u Prilogu II. Uredbi (EU) 2016/1628 i kod kojih se elektroničko upravljanje upotrebljava za određivanje količine goriva i trenutka ubrizgavanja goriva te za aktivaciju, deaktivaciju ili modulaciju sustava za kontrolu emisija upotrebljavanog za smanjivanje $NO_x$.

2.2. Zahtjevi za osnovnu strategiju kontrole emisija

2.2.1. Osnovna strategija kontrole emisija osmišljena je tako da omogući da motor u uobičajenoj uporabi bude sukladan s odredbama ove Uredbe. Uobičajena uporaba nije ograničena na uvjete kontrole utvrđene u točki 2.4.

2.2.2. Osnovne strategije kontrole emisija uključuju, među ostalim, dijagrame ili algoritme za upravljanje:

(a) trenutkom ubrizgavanja goriva ili trenutkom paljenja;

(b) povratom ispušnih plinova (EGR);

(c) doziranjem reagensa selektivnog katalitičkog redukcijskog katalizatora (SCR).

2.2.3. Zabranjene su sve osnovne strategije kontrole emisija koje mogu razlikovati rad motora u normiziranom EU homologacijskom ispitivanju od rada u ostalim radnim uvjetima te na temelju toga smanjiti razinu kontrole emisija kad motor ne radi u uvjetima koji su znatno prisutni u EU homologacijskom postupku.

▼M2

2.2.3.1. Ne dovodeći u pitanje točku 2.2.3., za motore (pot)kategorija koji se za potrebe EU homologacije ne ispituju u necestovnim dinamičkim ispitnim ciklusima osnovna strategija kontrole emisija može utvrditi dinamičke radne uvjete i primijeniti odgovarajuću strategiju kontrole emisija. U tom se slučaju ta strategija kontrole emisija mora uvrstiti u pregled osnovne strategije kontrole emisija, koja se zahtijeva u točki 1.4. Priloga I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656, i u povjerljive informacije o strategiji kontrole emisija, propisane u Dodatku 2. tom Prilogu.

2.2.4. Proizvođač mora u trenutku EU homologacijskog ispitivanja dokazati tehničkoj službi da je rad osnovne strategije kontrole emisija u cijelosti u skladu s odredbama ovog odjeljka dokumentacijom navedenom u točki 2.6.

▼B

2.3. Zahtjevi za pomoćnu strategiju kontrole emisija

▼M2

2.3.1. Motor ili necestovni pokretni stroj može aktivirati pomoćnu strategiju kontrole emisija pod uvjetom:

▼B

2.3.1.1. da AECS ne smanjuje trajno djelotvornost sustava za kontrolu emisija;

2.3.1.2. da AECS djeluje isključivo izvan uvjeta kontrole utvrđenih u točki 2.4.1., 2.4.2. ili 2.4.3. u svrhe utvrđene u točki 2.3.5. i ne dulje nego što je to potrebno u te svrhe, osim ako je dopušteno u točkama 2.3.1.3., 2.3.2. i 2.3.4.;

2.3.1.3. da se AECS aktivira izvanredno unutar područja uvjeta kontrole iz točaka 2.4.1., 2.4.2. odnosno 2.4.3. ako se to pokaže nužnim radi svrha utvrđenih u točki 2.3.5. i nakon odobrenja homologacijskog tijela te pri tome ne bude aktivna dulje nego što je to potrebno za te svrhe;

2.3.1.4. da AECS osigurava razinu radnog učinka sustava kontrole emisija koja je onoliko koliko je to moguće bliska razini radnog učinka osnovne strategije kontrole emisija.

2.3.2. Ako se tijekom EU homologacijskog ispitivanja aktivira pomoćna strategija kontrole emisija, ta aktivacija ne smije biti ograničena na područje izvan uvjeta kontrole utvrđenih u točki 2.4. i njezina svrha ne smije biti ograničena na kriterije iz točke 2.3.5.

2.3.3. Ako se tijekom EU homologacijskog ispitivanja pomoćna strategija kontrole emisija ne aktivira, mora se dokazati da je pomoćna strategija kontrole emisija aktivna samo onoliko dugo koliko je potrebno za svrhe utvrđene u točki 2.3.5.

2.3.4. Rad pri niskim temperaturama

Pomoćna strategija kontrole emisija može se aktivirati na motoru s povratom ispušnih plinova (EGR) bez obzira na uvjete kontrole iz točke 2.4. ako je temperatura okoline niža od 275 K (2 °C) i ako je ispunjen jedan od sljedeća dva kriterija:

(a) temperatura usisne grane nije viša od temperature definirane sljedećom jednadžbom: $IMT_c = P_{IM}/15{,}75 + 304{,}4$, pri čemu je: $IMT_c$ izračunana temperatura usisne grane izražena u K, $P_{IM}$ apsolutni tlak usisne grane izražen u kPa;

(b) temperatura rashladnog sredstva motora nije veća od temperature definirane sljedećom jednadžbom: $ECT_c = P_{IM}/14{,}004 + 325{,}8$, pri čemu je: $ECT_c$ izračunana temperatura rashladnog sredstva motora izražena u K, $P_{IM}$ apsolutni tlak usisne grane izražen u kPa.

2.3.5. Osim kako je dopušteno u točki 2.3.2. pomoćna strategija kontrole emisija smije se aktivirati isključivo radi sljedećega:

(a) signalima na kontrolnoj ploči radi zaštite od oštećenja motora (uključujući zaštitu uređaja za upravljanje protokom zraka) i/ili necestovnog pokretnog stroja u koji je motor ugrađen;

(b) radi sigurnosti u radu;

(c) radi sprečavanja prekomjernih emisija pri hladnom pokretanju, zagrijavanju ili isključivanju;

▼B

(d) ako se upotrebljava za kompenzaciju kontrole jedne regulirane onečišćujuće tvari u određenim okolnim ili radnim uvjetima, radi zadržavanja svih reguliranih onečišćujućih tvari unutar graničnih vrijednosti emisija koje odgovaraju tom motoru. Svrha je kompenzirati za prirodne fenomene tako da se prihvatljivo kontroliraju svi sastavni dijelovi emisija.

2.3.6. Proizvođač mora u trenutku EU homologacijskog ispitivanja dokazati tehničkoj službi da je rad svake pomoćne strategije kontrole emisija u cijelosti u skladu s odredbama ovog odjeljka. Dokazivanje se sastoji od ocjenjivanja dokumentacije iz točke 2.6.

2.3.7. Zabranjen je svaki rad pomoćne strategije kontrole emisija koji nije u skladu s točkama od 2.3.1. do 2.3.5.

2.4. Uvjeti kontrole

Uvjeti kontrole definiraju nadmorsku visina, temperaturu okoline i raspon temperature rashladne tekućine motora na temelju kojih se određuje mogu li se pomoćne strategije kontrole emisija općenito ili samo iznimno aktivirati u skladu s točkom 2.3.

Uvjeti kontrole definiraju atmosferski tlak koji se mjeri kao apsolutni atmosferski statički tlak (suho ili vlažno stanje) (atmosferski tlak).

2.4.1. Uvjeti kontrole za motore kategorija IWP i IWA:

(a) nadmorska visina koja ne prelazi 500 metara (ili istovjetni atmosferski tlak od 95,5 kPa);

(b) temperatura okoline unutar raspona od 275 K do 303 K (od 2 °C do 30 °C);

(c) temperatura rashladne tekućine motora iznad 343 K (70 °C).

2.4.2. Uvjeti kontrole za motore kategorije RLL:

(a) nadmorska visina koja ne prelazi 1 000 metara (ili istovjetni atmosferski tlak od 90 kPa);

(b) temperatura okoline unutar raspona od 275 K do 303 K (od 2 °C do 30 °C);

(c) temperatura rashladne tekućine motora iznad 343 K (70 °C).

2.4.3. Uvjeti kontrole za motore kategorija NRE, NRG i RLR:

(a) atmosferski tlak od najmanje 82,5 kPa;

(b) temperatura okoline unutar sljedećeg raspona:

— najniže 266 K (– 7 °C);

— najviše temperatura dobivena sljedećom jednadžbom pri navedenom atmosferskom tlaku: $T_c = – 0{,}4514 × (101{,}3 – Pb) + 311$, pri čemu je: $T_c$ izračunana temperatura okolnog zraka izražena u K, $P_b$ atmosferski tlak izražen u kPa.

(c) temperatura rashladne tekućine motora iznad 343 K (70 °C).

2.5. Ako se senzor temperature ulaznog zraka motora upotrebljava za procjenu temperature okolnog zraka, nominalni pomak između dvije mjerne točke procjenjuje se za tip ili porodicu motora. Ako se upotrebljava izmjerena temperatura ulaznog zraka, ta se temperatura prilagođava za iznos jednak nominalnom pomaku kako bi se procijenila temperature okoline za postrojenje s određenim tipom ili porodicom motora.

▼B

Procjena pomaka obavlja se dobrom inženjerskom procjenom na temelju tehničkih elemenata (izračuna, simulacija, eksperimentalnih rezultata, podataka itd.) uključujući:

(a) uobičajene kategorije necestovnih pokretnih strojeva u koje će se ugraditi tip ili porodica motora; i

(b) upute za ugradnju koje je proizvođač dostavio OEM-u.

Primjerak procjene dostavlja se na zahtjev homologacijskom tijelu.

2.6. Zahtjevi za dokumentaciju

▼M2

_____

2.6.1. Proizvođač mora poštovati zahtjeve za dokumentaciju utvrđene u točki 1.4. Dijela A Priloga I. Provedbenoj uredbi Komisije (EU) 2017/656 i Dodatku 2. tom Prilogu.

2.6.2. Proizvođač se mora pobrinuti da su svi dokumenti upotrijebljeni u tu svrhu označeni identifikacijskim brojem i datumom izdavanja. Proizvođač je dužan obavijestiti homologacijsko tijelo svaki put kad se zabilježeni podaci promijene. U tom je slučaju dužan ili izdati ažuriranu verziju tih dokumenata, na kojima su relevantne stranice jasno označene s datumom revizije i prirodom izmjene, ili alternativno izdati novu konsolidiranu verziju s kazalom u kojem je detaljan opis i datum svake izmjene.

▼B

3. **Tehnički zahtjevi u pogledu mjera za kontrolu NOx**

3.1. Ovaj se odjeljak 3. primjenjuje na elektronički upravljane motore kategorija NRE, NRG, IWP, IWA, RLL i RLR koji su sukladni sa stupnjem V. graničnih vrijednosti emisija utvrđenim u Prilogu II. Uredbi (EU) 2016/1628 i kod kojih se elektroničko upravljanje upotrebljava za određivanje količine goriva i trenutka ubrizgavanja goriva te za aktivaciju, deaktivaciju ili modulaciju sustava za kontrolu emisija upotrebljavanog za smanjivanje $NO_x$.

3.2. Proizvođač mora dostaviti sve informacije o funkcionalnim operativnim karakteristikama mjera za kontrolu $NO_x$ i za to upotrebljavati dokumente utvrđene u Prilogu I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

3.3. Strategija kontrole $NO_x$ mora djelovati u svim uvjetima okoliša koji su uobičajeni na području Unije, a posebno pri niskim temperaturama okoline.

3.4. Proizvođač mora dokazati da emisija amonijaka tijekom primjenjivog ciklusa ispitivanja emisija uz upotrebu reagensa u EU homologacijskom postupku ne prelazi srednju vrijednost od 25 ppm za motore kategorije RLL odnosno 10 ppm za motore svih ostalih primjenjivih kategorija.

3.5. Ako su spremnici za reagens ugrađeni u ili priključeni na necestovni pokretni stroj, moraju se priložiti sredstva za uzimanje uzorka reagensa unutar spremnika. Mjesto za uzimanje uzoraka mora biti jednostavno pristupačno bez potrebe za upotrebom posebnog alata ili uređaja.

3.6. Uz zahtjeve iz točaka od 3.2. do 3.5. primjenjuju se:

▼B

(a) za motore kategorije NRG, tehnički zahtjevi iz Dodatka 1.;

(b) za motore kategorije NRE:

(i) ako je motor isključivo namijenjen za upotrebu umjesto motora sukladnih sa stupnjem V. kategorijâ IWP i IWA, u skladu s člankom 4. stavkom 1. točkom 1. podtočkom (b) Uredbe (EU) 2016/1628, zahtjevi iz Dodatka 2. ili

(ii) ako motor nije obuhvaćen alinejom i., zahtjevi iz Dodatka 1.;

(c) za motore kategorijâ IWP, IWA i RLR, tehnički zahtjevi iz Dodatka 2.;

(d) za motore kategorije RLL, tehnički zahtjevi iz Dodatka 3.

4. **Tehnički zahtjevi u pogledu mjera za kontrolu krutih onečišćujućih tvari**

4.1. Ovaj se odjeljak primjenjuje na motore potkategorija koje podliježu graničnoj vrijednosti broja čestica u skladu s graničnim vrijednostima emisija stupnja V. utvrđenima u Prilogu II. Uredbi (EU) 2016/1628 koji su opremljeni sustavom za naknadnu obradu čestica. Ako sustav za kontrolu $NO_x$ i sustav za kontrolu čestica dijele iste fizičke sastavne dijelove (npr. isti nosač (SCR na filtru), isti senzor temperature ispušnih plinova), zahtjevi iz ovog odjeljka 4. ne primjenjuju se na sastavni dio ili neispravnost za koje, nakon razmatranja proizvođačeve obrazložene procjene, homologacijsko tijelo zaključi da bi neispravnost kontrole čestica unutar područja primjene ovog odjeljka dovela do odgovarajuće neispravnosti kontrole $NO_x$ unutar područja primjene odjeljka 3.

4.2. Detaljni tehnički zahtjevi koji se odnose na mjere za kontrolu krutih onečišćujućih tvari navedeni su u Dodatku 4.

▼B

*Dodatak 1.*

**Dodatni tehnički zahtjevi u pogledu mjera za kontrolu $NO_x$ za motore kategorija NRE i NRG, uključujući metodu za dokazivanje tih strategija**

1. **Uvod**

U ovom se Dodatku utvrđuju dodatni zahtjevi radi osiguravanja ispravnog rada mjera za kontrolu $NO_x$. On obuhvaća zahtjeve za motore koji se u svrhu smanjivanja emisija oslanjaju na uporabu reagensa. EU homologacija se dodjeljuje uz uvjet primjene relevantnih odredaba u pogledu uputa za upotrebu, uputa za ugradnju, sustava za upozoravanje rukovatelja, sustava za prinudu i zaštite reagensa od smrzavanja utvrđenih u ovom Dodatku.

2. **Opći zahtjevi**

Motor mora biti opremljen dijagnostičkim sustavom za kontrolu $NO_x$ (NCD) koji može prepoznati neispravnosti u kontroli $NO_x$ (NCM-ovi). Svi motori obuhvaćeni ovim stavkom 2. moraju biti konstruirani, izrađeni i ugrađeni tako da mogu ispunjavati ove zahtjeve tijekom cijelog uobičajenog životnog vijeka motora u uobičajenim uvjetima upotrebe. Da bi se postigao taj cilj, prihvatljivo je da kod motora koji su se upotrebljavali dulje od odgovarajućeg razdoblja trajnosti emisije, kako je utvrđeno u Prilogu V. Uredbi (EU) 2016/1628, bude vidljivo određeno pogoršanje radnog učinka i osjetljivosti dijagnostičkog sustava za kontrolu $NO_x$ (NCD), pa se stoga pragovi utvrđeni u ovom Prilogu mogu prekoračiti prije aktivacije sustava za upozoravanje i/ili za prinudu.

2.1. Potrebne informacije

2.1.1. Ako je za rad sustava za kontrolu emisija potreban reagens, proizvođač mora navesti vrstu reagensa, informacije o koncentraciji kad je reagens u tekućini, njegovu radnu temperaturu i upućivanje na međunarodne norme za sastav i kvalitetu u skladu s Dijelom B Priloga I. Provedbenoj uredbi 2017/656.

2.1.2. Detaljne pisane informacije koje u cijelosti opisuju funkcionalne radne karakteristike sustava za upozoravanje rukovatelja utvrđenog u odjeljku 4. te sustava za prinudu rukovatelja utvrđenog u odjeljku 5. moraju se dostaviti homologacijskom tijelu pri podnošenju zahtjeva za homologaciju.

2.1.3. Proizvođač mora OEM-u dati dokumentaciju s uputama kako se motor ugrađuje u necestovni pokretni stroj tako da motor, njegov sustav za kontrolu emisija i dijelovi necestovnog pokretnog stroja rade u skladu sa zahtjevima iz ovoga Dodatka. Ta dokumentacija mora uključivati detaljne tehničke zahtjeve za motor (softver, hardver i komunikacijski sustav) potrebne za ispravnu ugradnju motora u necestovni pokretni stroj.

2.2. Radni uvjeti

▼M2

2.2.1. Praćenje razine reagensa u spremniku provodi se u svim uvjetima u kojima je mjerenje tehnički izvedivo (na primjer, u svim uvjetima u kojima tekući reagens nije smrznut).

▼M2

2.2.2. Zaštita reagensa od smrzavanja primjenjuje se na temperaturi okoline od 266 K (– 7 °C) i nižoj.

2.2.3. Svi elementi dijagnostičkog sustava za kontrolu $NO_x$ osim onih iz točaka 2.2.1. i 2.2.2. moraju biti operativni barem u primjenjivim uvjetima kontrole utvrđenima u točki 2.4. ovog Priloga za svaku kategoriju motora. Dijagnostički sustav mora biti operativan izvan tog raspona ako je to tehnički moguće.

▼B

2.3. Zaštita reagensa od smrzavanja

▼M2

2.3.1. Dopuštena je upotreba grijanog ili negrijanog spremnika za reagens i sustava za doziranje reagensa. Grijani sustav mora ispunjavati zahtjeve iz točaka od 2.3.2.2. do 2.3.2.2.4. Negrijani sustav mora ispunjavati zahtjeve iz točke 2.3.2.3.

▼B

2.3.1.1. Način upotrebe negrijanog spremnika za reagens i sustava za doziranje reagensa navodi se u pisanim uputama za krajnjeg korisnika necestovnog pokretnog stroja.

2.3.2. Spremnik za reagens i sustav za doziranje reagensa

2.3.2.1. Ako se reagens smrznuo, on mora biti spreman za upotrebu u roku od najviše 70 minuta od pokretanja motora pri temperaturi okoline od 266 K (– 7 °C).

▼M2

2.3.2.2. Kriteriji za konstrukciju sustava za grijanje

Sustav za grijanje mora biti konstruiran tako da pri ispitivanju uz primjenu utvrđenog postupka ispuni zahtjeve za radnu sposobnost utvrđene u točkama od 2.3.2. do 2.3.2.2.4.

▼B

2.3.2.2.1. Spremnik za reagens i sustav za doziranje reagensa kondicioniraju se na temperaturi od 255 K (– 18 °C) tijekom 72 sata ili dok se reagens ne stvrdne, ovisno o tome što nastupi prvo.

2.3.2.2.2. Nakon razdoblja kondicioniranja utvrđenog u točki 2.3.2.2.1. necestovni pokretni stroj/motor ponovno se pokreće i radi na sljedeći način na temperaturi okoline od 266 K (– 7 °C) ili nižoj:

(a) 10 do 20 minuta u praznom hodu nakon čega slijedi

(b) najviše 50 minuta uz najviše 40 % nazivnog opterećenja.

2.3.2.2.3. Na kraju postupka ispitivanja utvrđenog u točki 2.3.2.2.2. sustav za doziranje reagensa mora biti potpuno funkcionalan.

▼M2

2.3.2.2.4. Procjena konstrukcijskih kriterija može se napraviti u ispitnoj ćeliji hladne komore na cijelom necestovnom pokretnom stroju ili dijelovima reprezentativnima za dijelove koji će se ugrađivati u necestovni pokretni stroj, ili na temelju ispitivanja na terenu.

2.3.2.3. Aktivacija sustava upozorenja i navođenja za korisnike za negrijani sustav.

▼M2

2.3.2.3.1. Sustav upozorenja za korisnike opisan u točkama od 4. do 4.9. aktivira se ako ne dođe do doziranja reagensa pri temperaturi okoline ≤ 266 K (– 7 °C).

2.3.2.3.2. Sustav za prinudu visoke razine iz točke 5.4. aktivira se ako na temperaturi okoline ≤ 266 K (– 7 °C) ne dođe do doziranja reagensa u roku od najviše 70 minuta od pokretanja motora.

_____

▼B

2.4. Dijagnostički zahtjevi

2.4.1. Dijagnostički sustav za kontrolu $NO_x$ (NCD) mora biti sposoban prepoznati neispravnosti u kontroli $NO_x$ (NCM-ovi) prema dijagnostičkim kodovima neispravnosti (DTC-ovi) pohranjenima u memoriji računala i na zahtjev poslati tu informaciju izvan ugrađenih sustava.

2.4.2. Zahtjevi za bilježenje dijagnostičkih kodova neispravnosti (DTC-ovi)

2.4.2.1. NCD mora zabilježiti DTC za svaku pojedinačnu neispravnost u kontroli $NO_x$ (NCM).

2.4.2.2. NCD mora u roku od 60 minuta od početka rada motora detektirati postoji li utvrdiva neispravnost. Tada se pohranjuje „potvrđen i aktivan” DTC i aktivira sustav za upozoravanje u skladu s odjeljkom 4.

2.4.2.3. Ako je potrebno više od 60 minuta rada da bi jedinice za praćenje točno detektirale i potvrdile NCM (npr. jedinice za praćenje koje koriste statističke modele ili prate potrošnju tekućine u necestovnom pokretnom stroju), homologacijsko tijelo može dopustiti dulje razdoblje praćenja ako proizvođač obrazloži potrebu za tim duljim razdobljem (na primjer, tehničkim razlozima, eksperimentalnim rezultatima, vlastitim iskustvom itd.).

2.4.3. Zahtjevi za brisanje dijagnostičkih kodova neispravnosti (DTC-ova)

(a) NCD ne smije samostalno izbrisati DTC iz računalne memorije prije nego što neispravnost povezana s tim DTC-om ne bude ispravljena.

(b) NCD može izbrisati sve DTC-ove na nalog vlasničkog alata za skeniranje ili održavanje, koji proizvođač motora dostavlja na zahtjev, ili pomoću lozinke koju je dostavio proizvođač.

2.4.4. NCD se ne smije programirati ili na drugi način koncipirati tako da se djelomično ili potpuno deaktivira na temelju starosti necestovnog pokretnog stroja tijekom životnog vijeka motora niti smije sadržavati bilo kakav algoritam ili strategiju osmišljenu za smanjivanje djelotvornosti NCD-a s vremenom.

2.4.5. Reprogramabilni računalni kod ili radni parametri NCD-a moraju biti otporni na nedopuštene zahvate.

▼B

2.4.6. Porodica motora po NCD-u

Proizvođač je odgovoran za određivanje sastava porodice motora po NCD-u. Grupiranje motora u porodicu motora po NCD-u temelji se na dobroj inženjerskoj procjeni i podliježe odobrenju homologacijskog tijela.

Motori koji ne pripadaju istoj porodici motora svejedno mogu pripadati istoj porodici motora po NCD-u.

2.4.6.1. Parametri kojima se određuje porodica motora po NCD-u

Porodicu motora po NCD-u karakteriziraju osnovni konstrukcijski parametri koji su zajednički motorima u porodici.

Da bi motori pripadali istoj porodici motora po NCD-u, moraju imati slične sljedeće osnovne parametre:

(a) sustave za kontrolu emisija;

(b) metode praćenja NCD-a;

(c) kriterije praćenja NCD-a;

(d) parametre praćenja (npr. učestalost).

Te sličnosti proizvođač dokazuje relevantnim inženjerskim postupcima dokazivanja ili ostalim odgovarajućim postupcima te ih mora odobriti homologacijsko tijelo.

Proizvođač može od homologacijskog tijela zatražiti homologaciju manjih razlika u metodama praćenja/dijagnosticiranja NCD-a zbog razlika u konfiguraciji motora ako proizvođač te metode smatra sličnima i ako se metode razlikuju isključivo radi prilagođavanja specifičnim karakteristikama razmatranih sastavnih dijelova (na primjer veličini, protoku ispušnih plinova itd.) ili ako se njihove sličnosti temelje na dobroj inženjerskoj procjeni.

3. **Zahtjevi u pogledu održavanja**

▼M2

3.1. OEM mora svim krajnjim korisnicima novih necestovnih pokretnih strojeva dati pisane upute za sustav za kontrolu emisija i njegov ispravan rad u skladu s Prilogom XV.

▼B

4. **Sustav za upozoravanje rukovatelja**

4.1. Necestovni pokretni stroj mora imati sustav za upozoravanje rukovatelja s vizualnim upozorenjima koja rukovatelju signaliziraju detekciju niske razine reagensa, neodgovarajuće kvalitete reagensa, prekida doziranja ili neispravnosti iz odjeljka 9. nakon čega slijedi aktivacija sustava za prinudu rukovatelja ako se problem ne otkloni pravovremeno. Sustav za upozoravanje mora ostati aktivan nakon aktivacije sustava za prinudu rukovatelja iz odjeljka 5.

4.2. To upozorenje ne smije biti jednako upozorenju koje se upotrebljava radi upozoravanja na neispravnost u radu ili drugo održavanje motora, iako može upotrebljavati isti sustav za upozoravanje.

▼B

4.3. Sustav za upozoravanje rukovatelja može se sastojati od najmanje jedne lampice ili prikaza kratkih poruka koji može obuhvaćati poruke koje jasno navode:

(a) preostalo vrijeme do aktivacije prinudâ niske i/ili visoke razine;

(b) razmjer prinude niske i/ili visoke razine, na primjer razinu smanjenja zakretnog momenta;

(c) uvjete pod kojima se blokiranje rada necestovnog pokretna stroja može prekinuti.

Ako se prikazuju poruke, sustav koji se upotrebljava za prikazivanje poruka može biti isti sustav koji se upotrebljava za druge potrebe održavanja.

4.4. Ako proizvođač tako odluči, sustav za upozoravanje može sadržavati zvučnu komponentu za skretanje pozornosti rukovatelja. Rukovatelj smije isključiti zvučna upozorenja.

4.5. Sustav za upozoravanje rukovatelja aktivira se kako je navedeno u točkama 2.3.3.1., 6.2., 7.2., 8.4. odnosno 9.3.

4.6. Sustav za upozoravanje rukovatelja deaktivira se kad uvjeti zbog kojih se aktivirao više ne budu ispunjeni. Sustav za upozoravanje rukovatelja ne smije se automatski deaktivirati ako uzrok njegove aktivacije nije otklonjen.

4.7. Sustav za upozoravanje može se privremeno prekinuti zbog drugih signala upozorenja koji daju važne poruke koje se odnose na sigurnost.

4.8. Pojedinosti o postupcima aktivacije i deaktivacije sustava za upozoravanje rukovatelja su opisane u odjeljku 11.

4.9. U okviru zahtjeva za EU homologaciju na temelju ove Uredbe proizvođač mora dokazati rad sustava za upozoravanje rukovatelja, kako je utvrđeno u odjeljku 10.

5. **Sustav za prinudu rukovatelja**

5.1. Motor mora imati sustav za prinudu rukovatelja koji se temelji na jednom od sljedećih načela:

5.1.1. dvostupanjski sustav za prinudu rukovatelja koji počinje s prinudom niske razine (ograničenje radnog učinka) nakon koje slijedi prinuda visoke razine (efektivno blokiranje rada necestovnog pokretnog stroja);

5.1.2. jednostupanjski sustav za prinudu visoke razine (efektivno blokiranje rada necestovnog pokretnog stroja) koji se aktivira na temelju uvjeta sustava za prinudu niske razine kako je navedeno u točkama 6.3.1., 7.3.1., 8.4.1. i 9.4.1.

Ako proizvođač odabere isključivanje motora radi ispunjavanja zahtjeva za jednostupanjsku prinudu visoke razine, prinuda zbog razine reagensa može se, prema odabiru proizvođača, aktivirati na temelju uvjeta iz točke 6.3.2. umjesto uvjeta iz točke 6.3.1.

▼B

5.2. Motor može biti opremljen sredstvom za blokiranje prinude rukovatelja ako je ono u skladu sa zahtjevima iz točke 5.2.1.

5.2.1. Motor može biti opremljen sredstvom za privremeno blokiranje prinude rukovatelja u izvanrednim situacijama koje proglase nacionalne ili regionalne vlasti, njihove hitne službe ili oružane snage.

5.2.1.1. Ako je motor opremljen sredstvom za privremeno blokiranje prinude rukovatelja, primjenjuju se svi sljedeći uvjeti:

(a) najduže razdoblje rada tijekom kojeg rukovatelj može blokirati prinudu iznosi 120 sati;

(b) metoda aktivacije mora biti osmišljena s mjerama za sprečavanje slučajne aktivacije tako da za aktivaciju mora biti potrebna dvostruka dobrovoljna radnja te ta metoda mora biti jasno označena barem upozorenjem „SAMO ZA HITNE SLUČAJEVE”;

(c) blokiranje prinude mora se automatski deaktivirati nakon što protekne 120 sati te rukovatelj mora raspolagati načinom za ručnu deaktivaciju blokiranja ako izvanredna situacija prođe;

(d) nakon što protekne 120 sati više ne smije biti moguće blokirati prinudu osim ako se sredstvo za blokiranje ponovno aktivira unošenjem privremenog sigurnosnog koda proizvođača ili ako kvalificirani serviser ponovno konfigurira elektroničku upravljačku jedinicu motora ili jednakovrijednu sigurnosnu napravu koja je jedinstvena za svaki motor;

(e) ukupan broj aktivacija blokiranja i njihovo trajanje moraju se pohraniti u neizbrisivu elektroničku memoriju ili brojače kako bi se osiguralo da se informacije ne mogu namjerno izbrisati. Nacionalna inspekcijska tijela moraju moći pročitati te zapise pomoću alata za skeniranje;

▼M2

(ea) opis povezivanja i metoda čitanja za zapise iz točke (e) moraju se unijeti u opisnu mapu iz Dijela A Priloga I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656;

▼B

(f) proizvođač mora voditi evidenciju svih zahtjeva za ponovnu aktivaciju sredstva za privremeno blokiranje te je na zahtjev dostaviti Komisiji ili nacionalnim tijelima.

5.3. Sustav za prinudu niske razine

5.3.1. Sustav za prinudu niske razine mora se aktivirati nakon pojave bilo kojeg od uvjeta iz točaka 6.3.1., 7.3.1., 8.4.1. i 9.4.1.

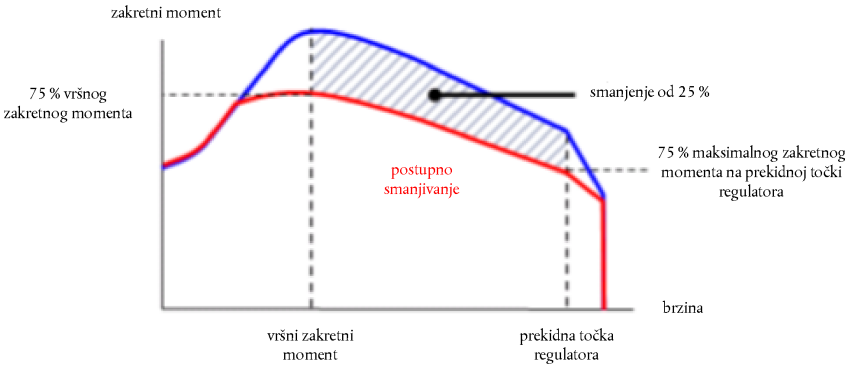
5.3.2. Sustavom za prinudu niske razine postupno se smanjuje najveći raspoloživi zakretni moment motora u cijelom području brzina motora za najmanje 25 % između vršne brzine zakretnog momenta i prekidne točke regulatora kako je prikazano na slici 4.1. Stopa smanjenja zakretnog momenta iznosi najmanje 1 % po minuti.

▼B

5.3.3. Mogu se upotrebljavati i ostale mjere prinude za koje se homologacijskom tijelu dokaže da imaju jednaku ili višu razinu prinude.

*Slika 4.1.*

**Program smanjivanja zakretnog momenta pri prinudi niske razine**




5.4. Sustav za prinudu visoke razine

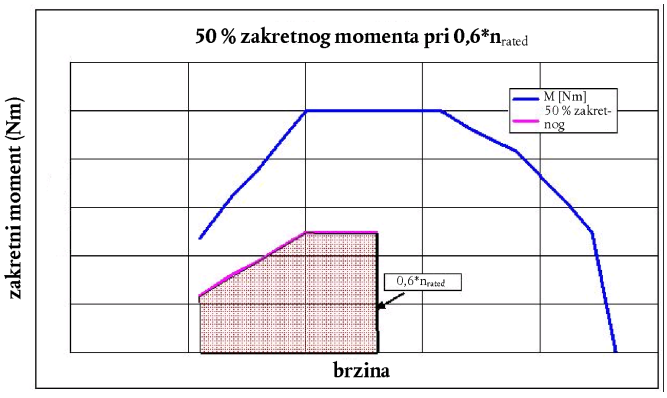
5.4.1. Sustav za prinudu visoke razine mora se aktivirati nakon pojave bilo kojeg od uvjeta iz točaka 2.3.3.2., 6.3.2., 7.3.2., 8.4.2. i 9.4.2.

5.4.2. Sustavom za prinudu visoke razine mora se smanjiti upotrebljivost necestovnog pokretnog stroja na razinu koja je dovoljno problematična da potakne rukovatelja na rješavanje svih problema povezanih s točkama od 6. do 9. Sljedeće su strategije prihvatljive.

5.4.2.1. Zakretni moment motora između vršne brzine zakretnog momenta i prekidne točke regulatora postupno se smanjuje od zakretnog momenta pri prinudi niske razine sa slike 4.1. za minimalno 1 % po minuti na 50 % maksimalnog zakretnog momenta ili niže, a brzina motora promjenjive brzine postupno se smanjuje na 60 % nazivne brzine ili niže unutar istog vremenskog perioda kao i smanjenje zakretnog momenta, kako je prikazano na slici 4.2.

*Slika 4.2.*

**Program smanjivanja zakretnog momenta pri prinudi visoke razine**




5.4.2.2. Mogu se upotrebljavati i ostale mjere prinude za koje se homologacijskom tijelu dokaže da imaju jednaku ili veću razinu prinude.

▼B

5.5. Kako bi se uzela u obzir sigurnosna pitanja i omogućila dijagnostika sa samostalnim otklanjanjem problema, dopuštena je upotreba funkcije isključivanja prinude kako bi se motoru vratila puna snaga pod uvjetom da je ta funkcija

(a) aktivna maksimalno 30 minuta i

(b) ograničena na tri aktivacije tijekom svakog razdoblja kad je sustav za prinudu rukovatelja aktivan.

5.6. Sustav za prinudu rukovatelja deaktivira se kad uvjeti zbog kojih se aktivirao više ne budu ispunjeni. Sustav za prinudu rukovatelja ne smije se automatski deaktivirati ako uzrok njegove aktivacije nije otklonjen.

5.7. Pojedinosti o postupcima aktivacije i deaktivacije sustava za prinudu rukovatelja navedene su u odjeljku 11.

5.8. U okviru zahtjeva za EU homologaciju na temelju ove Uredbe proizvođač mora dokazati rad sustava za prinudu rukovatelja, kako je utvrđeno u odjeljku 11.

6. **Raspoloživost reagensa**

6.1. Indikator razine reagensa

Necestovni pokretni stroj mora imati indikator koji rukovatelja jasno informira o razini reagensa u spremniku za reagens. Najniža prihvatljiva razina rada indikatora reagensa je kontinuirani prikaz razine reagensa dok je sustav za upozoravanje rukovatelja iz odjeljka 4. aktivan. Indikator količine reagensa može prikazivati informacije analogno ili digitalno te može prikazivati razinu reagensa kao udio punog obujma spremnika, količinu preostalog reagensa ili procijenjene preostale sate rada.

6.2. Aktivacija sustava za upozoravanje rukovatelja

6.2.1. Sustav za upozoravanje rukovatelja iz odjeljka 4. mora se aktivirati kad se razina reagensa spusti ispod 10 % zapremine spremnika za reagens ili ispod višeg postotka koji odredi proizvođač.

6.2.2. Upozorenje mora biti dovoljno jasno da, u kombinaciji s indikatorom razine reagensa, rukovatelj shvati da je razina reagensa niska. Ako sustav upozorenja posjeduje sustav za prikazivanje poruka, vizualno upozorenje mora prikazivati poruku o niskoj razini reagensa, na primjer „niska razina uree”, „niska razina otopine AdBlue” ili „niska razina reagensa”.

6.2.3. Sustav za upozoravanje rukovatelja ne mora biti kontinuirano aktiviran od početka (na primjer, poruka ne treba biti kontinuirano prikazana), ali ukoliko se razina reagensa bude smanjivala i ukoliko se bude približavala točki aktivacije sustava za prinudu rukovatelja utoliko se stupanj aktivacije sustava za upozoravanje mora pojačavati dok signal ne postane kontinuiran (na primjer, učestalost bljeskanja lampice). Vrhunac tog pojačavanja je upozoravanje rukovatelja na razini koju odredi proizvođač, ali koja je dovoljno uočljivija na točki kad se sustav za prinudu rukovatelja iz točke 6.3. aktivira nego kad se upozoravanje prvi put aktivira.

▼B

6.2.4. Ne smije biti jednostavno blokirati ili zanemariti kontinuirano upozorenje. Ako sustav za upozoravanje posjeduje sustav za prikazivanje poruka, mora se prikazivati vizualna poruka, na primjer „niska razina uree”, „niska razina otopine AdBlue” ili „niska razina reagensa”. Kontinuirano upozorenje smije se privremeno prekinuti zbog drugih upozorenja koja se odnose na sigurnost.

6.2.5. Ne smije postati mogućnost isključivanja sustava za upozoravanje rukovatelja dok se reagens ne dopuni do razine na kojoj aktivacija tog sustava nije potrebna.

6.3. Aktivacija sustava za prinudu rukovatelja

6.3.1. Sustav za prinudu niske razine opisan u točki 5.3. mora se aktivirati kad razina reagensa u spremniku padne niže od 2,5 % njegove nominalne pune zapremine ili ispod višeg postotka koji odredi proizvođač.

6.3.2. Sustav za prinudu visoke razine opisan u točki 5.4. mora se aktivirati ako je spremnik za reagens prazan, što znači kad sustav za doziranje ne može više povući reagens iz spremnika ili kad razina reagensa padne na bilo koju razinu nižu od 2,5 % njegove nominalne pune zapremine koju odredi proizvođač.

6.3.3. Osim u mjeri u kojoj je to dopušteno u točki 5.5., ne smije postojati mogućnost isključivanja sustava za prinudu niske ili visoke razine dok se reagens ne dopuni do razine na kojoj aktivacija tih sustava nije potrebna.

7. **Praćenje kvalitete reagensa**

7.1. Motor ili necestovni pokretni stroj mora imati način za prepoznavanje prisutnosti neodgovarajućeg reagensa u necestovnom pokretnom stroju.

7.1.1. Proizvođač mora navesti minimalnu prihvatljivu koncentraciju reagensa $CD_{min}$ pri kojoj emisije $NO_x$ iz ispušne cijevi ne prelaze nižu od sljedeće dvije vrijednosti, primjenjivu graničnu vrijednost $NO_x$ pomnoženu s 2,25 ili primjenjivu graničnu vrijednost $NO_x$ uvećanu za 1,5 g/kWh. Za potkategorije motora s kombiniranim graničnim vrijednostima HC i $NO_x$ za potrebe ove točke primjenjiva granična vrijednost $NO_x$ je kombinirana granična vrijednost HC i $NO_x$ umanjena za 0,19 g/kWh.

▼M2

7.1.1.1. Vrijednost $CD_{min}$ prema proizvođačevoj specifikaciji upotrebljava se za ispitivanje iz odjeljka 13. i bilježi u Dio C opisnog dokumenta iz Priloga I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

▼B

7.1.2. Sve koncentracije reagensa niže od $CD_{min}$ moraju se detektirati i, za potrebe točke 7.1., smatrati neodgovarajućim reagensom.

7.1.3. Za kvalitetu reagensa mora postojati poseban brojač (dalje u tekstu: brojač kvalitete reagensa). Brojač kvalitete reagensa broji radne sate motora tijekom kojih reagens nije bio ispravan.

▼B

7.1.3.1. Opcionalno, proizvođač može jednim brojačem pratiti neispravnosti u pogledu kvalitete reagensa zajedno s jednom ili više neispravnosti iz odjeljaka 8. i 9.

7.1.4. Pojedinosti o kriterijima i mehanizmima za aktivaciju i deaktivaciju brojača kvalitete reagensa opisani su u odjeljku 11.

7.2. Aktivacija sustava za upozoravanje rukovatelja

Kad sustav za praćenje potvrdi postojanje neispravnosti u pogledu kvalitete reagensa, aktivira se sustav za upozoravanje rukovatelja opisan u odjeljku 4. Ako sustav za upozoravanje posjeduje sustav za prikazivanje poruka, mora se prikazati poruka s uzrokom upozorenja, na primjer „detektirana je neispravna ureea”, „detektiran je neispravan AdBlue” ili „detektiran je neispravan reagens”.

7.3. Aktivacija sustava za prinudu rukovatelja

7.3.1. Sustav za prinudu niske razine opisan u točki 5.3. mora se aktivirati ako se kvaliteta reagensa ne poboljša u roku od najviše 10 radnih sati motora nakon aktivacije sustava za upozoravanje rukovatelja opisanog u točki 7.2.

7.3.2. Sustav za prinudu visoke razine opisan u točki 5.4. mora se aktivirati ako se kvaliteta reagensa ne poboljša u roku od najviše 20 radnih sati motora nakon aktivacije sustava za upozoravanje rukovatelja opisanog u točki 7.2.

7.3.3. Ako se neispravnost ponovno pojavi, broj sati prije aktivacije sustavâ za prinudu rukovatelja mora se smanjiti u skladu s mehanizmom opisanim u odjeljku 11.

8. **Doziranje reagensa**

8.1. Motor mora imati način za prepoznavanje prekida doziranja.

8.2. Brojač doziranja reagensa

8.2.1. Za doziranje mora postojati poseban brojač („brojač doziranja”). Brojač doziranja broji radne sate motora tijekom kojih kojih je doziranje reagensa prekinuto. To nije nužno ako elektronička upravljačka jedinica motora zatraži prekid jer su radna stanja motora takva da doziranje nije potrebno radi postizanja radnog učinka necestovnog pokretnog stroja s obzirom na emisije.

8.2.1.1. Opcionalno, proizvođač može jednim brojačem pratiti neispravnosti u pogledu doziranja reagensa zajedno s jednom ili više neispravnosti iz odjeljaka 7. i 9.

8.2.2. Pojedinosti o kriterijima i mehanizmima za aktivaciju i deaktivaciju brojača postupaka doziranja opisane su u odjeljku 11.

8.3. Aktivacija sustava za upozoravanje rukovatelja

Sustav za upozoravanje rukovatelja opisan u odjeljku 4. mora se aktivirati ako se dogodi prekid doziranja koji aktivira brojač doziranja reagensa u skladu s točkom 8.2.1. Ako sustav za upozoravanje posjeduje sustav za prikazivanje poruka, mora se prikazati poruka s uzrokom upozorenja, na primjer „neispravno doziranje uree”, „neispravno doziranje otopine AdBlue” ili „neispravno doziranje reagensa”.

▼B

8.4. Aktivacija sustava za prinudu rukovatelja

8.4.1. Sustav za prinudu niske razine opisan u točki 5.3. mora se aktivirati ako se prekid doziranja reagensa ne otkloni u roku od najviše 10 radnih sati motora nakon aktivacije sustava za upozoravanje rukovatelja u skladu s točkom 8.3.

8.4.2. Sustav za prinudu visoke razine opisan u točki 5.4. mora se aktivirati ako se prekid doziranja reagensa ne otkloni u roku od najviše 20 radnih sati motora nakon aktivacije sustava za upozoravanje rukovatelja u skladu s točkom 8.3.

8.4.3. Ako se neispravnost ponovno pojavi, broj sati prije aktivacije sustavâ za prinudu rukovatelja mora se smanjiti u skladu s mehanizmom opisanim u odjeljku 11.

▼M2

9. **Ostale neispravnosti koje mogu biti uzrokovane nedopuštenim zahvatima**

9.1. Uz praćenje razine reagensa u spremniku, kvalitete reagensa i prekida doziranja prate se i sljedeće neispravnosti koje mogu biti uzrokovane nedopuštenim zahvatima:

(a) neispravnosti dijagnostičkog sustava za kontrolu $NO_x$ (NCD), kako je opisano u točki 9.2.1.

(b) neispravnosti ventila povrata ispušnih plinova (EGR), kako je opisano u točki 9.2.2.

9.2. Zahtjevi za praćenje i brojači

9.2.1. Dijagnostički sustav za kontrolu $NO_x$

9.2.1.1. Dijagnostički se sustav za kontrolu $NO_x$ (NCD) prati radi utvrđivanja električnih kvarova i uklanjanja ili deaktivacije svakog senzora zbog kojeg NCD ne bi mogao dijagnosticirati sve ostale neispravnosti utvrđene u odjeljcima od 6. do 8. (praćenje sastavnih dijelova).

Senzori koji utječu na dijagnostičke sposobnosti su među ostalim senzori koji izravno mjere koncentraciju $NO_x$, senzori za mjerenje kvalitete uree, senzori stanja okoline i senzori koji se upotrebljavaju za praćenje doziranja reagensa, njegove razine ili potrošnje.

9.2.1.2. Svakoj se neispravnosti iz praćenja mora dodijeliti brojač. Brojači NCD-a broje radne sate motora tijekom kojih je DTC povezan s neispravnosti NCD-a bio aktivan. Različite neispravnosti NCD-a mogu se objediniti u jedan brojač.

9.2.1.2.1. Proizvođač može istim brojačem pratiti neispravnosti NCD-a i jedan sustav ili više njih iz odjeljaka 7. i 8. i točke 9.2.2.

9.2.1.3. Pojedinosti o kriterijima i mehanizmima za aktivaciju i deaktivaciju brojača NCD-a opisane su u odjeljku 11.

9.2.2. Zapriječen ventil EGR-a

9.2.2.1. Prati se povrat ispušnih plinova (EGR) kako bi se detektiralo je li ventil EGR-a zapriječen.

▼M2

9.2.2.2. Zapriječenom ventilu EGR-a dodjeljuje se brojač. Brojač ventila EGR-a broji radne sate motora tijekom kojih je DTC povezan sa zapriječenim ventilom EGR-a bio aktivan.

9.2.2.2.1. Proizvođač može istim brojačem pratiti neispravnost zapriječen ventila EGR-a i jedan sustav ili više njih iz odjeljaka 7. i 8. i točke 9.2.1.

9.2.2.3. Pojedinosti o kriterijima i mehanizmima za aktivaciju i deaktivaciju brojača ventila EGR-a opisane su u odjeljku 11.

▼B

9.3. Aktivacija sustava za upozoravanje rukovatelja

Sustav za upozoravanje rukovatelja iz odjeljka 4. mora se aktivirati ako se pojavi bilo koja neispravnost iz točke 9.1. te upozoriti na potrebu za hitnim popravkom. Ako sustav za upozoravanje posjeduje sustav za prikazivanje poruka, mora se prikazati poruka s uzrokom upozorenja, na primjer „odspojen ventil za doziranje reagensa” ili „kritična neispravnost u vezi s emisijama”.

9.4. Aktivacija sustava za prinudu rukovatelja

9.4.1. Sustav za prinudu niske razine opisan u točki 5.3. mora se aktivirati ako se neispravnost iz točke 9.1. ne otkloni u roku od najviše 36 radnih sati motora nakon aktivacije sustava za upozoravanje rukovatelja iz točke 9.3.

9.4.2. Sustav za prinudu niske razine opisan u točki 5.4. mora se aktivirati ako se neispravnost iz točke 9.1. ne otkloni u roku od najviše 100 radnih sati motora nakon aktivacije sustava za upozoravanje rukovatelja iz točke 9.3.

9.4.3. Ako se neispravnost ponovno pojavi, broj sati prije aktivacije sustavâ za prinudu rukovatelja mora se smanjiti u skladu s mehanizmom opisanim u odjeljku 11.

▼M2

9.5. Proizvođač može kao alternativu zahtjevima za praćenje iz točke 9.2. pratiti neispravnosti senzorom za $NO_x$ koji se nalazi u ispušnom sustavu. U tom slučaju,

(a) vrijednost $NO_x$ na kojoj se NCM detektira ne smije prijeći nižu od sljedeće dvije vrijednosti, primjenjivu graničnu vrijednost $NO_x$ pomnoženu s 2,25 ili primjenjivu graničnu vrijednost $NO_x$ uvećanu za 1,5 g/kWh. Za potkategorije motora s kombiniranim graničnim vrijednostima HC i $NO_x$ za potrebe ove točke primjenjiva granična vrijednost $NO_x$ je kombinirana granična vrijednost HC i $NO_x$ umanjena za 0,19 g/kWh;

(b) smije se upotrijebiti jedinstveno upozorenje, uključujući, ako se upotrebljavaju poruke, frazu „visok $NO_x$ – nepoznat osnovni uzrok”;

(c) u točki 9.4.1. najveći broj radnih sati motora od aktivacije sustava za upozoravanje rukovatelja do aktivacije sustava za prinudu niske razine smanjuje se na 10;

▼M2

(d) u točki 9.4.2. najveći broj radnih sati motora od aktivacije sustava za upozoravanje rukovatelja do aktivacije sustava za prinudu visoke razine smanjuje se na 20.

▼B

10. **Zahtjevi u pogledu dokazivanja**

10.1. Općenito

Sukladnost sa zahtjevima iz ovog Dodatka dokazuje se tijekom EU homologacije izvođenjem, kako je prikazano u tablici 4.1. i određeno u ovom odjeljku 10.:

(a) demonstracije aktivacije sustava za upozoravanje;

(b) demonstracije aktivacije sustava za prinudu niske razine, ako je primjenjivo;

(c) demonstracije aktivacije sustava za prinudu visoke razine.

10.2. Porodice motora i porodice motora po NCD-u

Sukladnost porodice motora ili porodice motora po NCD-u sa zahtjevima ovog odjeljka 10. može se dokazati ispitivanjem jednog člana razmatrane porodice ako proizvođač homologacijskom tijelu dokaže da su sustavi za praćenje nužni za ispunjavanje zahtjeva iz ovog Dodatka slični unutar porodice.

▼M2

10.2.1. Dokazivanje da su sustavi za praćenje slični u ostalim članovima porodice motora po NCD-u može se postići tako da se homologacijskom tijelu dostave elementi kao što su algoritmi, funkcionalne analize itd.

▼B

10.2.2. Ispitni motor odabire proizvođač u dogovoru s homologacijskim tijelom. To može, iako ne mora, biti osnovni motor razmatrane porodice.

▼M2

10.2.3. Ako motori porodice motora pripadaju porodici motora po NCD-u koja je već EU homologirana, kako je navedeno u točki 10.2.1. (slika 4.3.), sukladnost te porodice motora smatra se dokazanom bez dodatnog ispitivanja pod uvjetom da proizvođač dokaže homologacijskom tijelu da su sustavi za praćenje nužni za ispunjavanje zahtjeva iz ovog Dodatka slični unutar razmatranih porodica motora i porodica motora po NCD-u.

*Tablica 4.1.*

**Prikaz postupka dokazivanja u skladu s odredbama iz točaka 10.3. i 10.4.**

| Mehanizam | Elementi dokazivanja |
|---|---|
| aktivacija sustava za upozoravanje iz točke 10.3. | — dva ispitivanja aktivacije, uključujući nedostatak reagensa<br>— dodatni elementi dokazivanja, prema potrebi |
| aktivacija niske razine prinude iz točke 10.4. | — dva ispitivanja aktivacije, uključujući nedostatak reagensa<br>— dodatni elementi dokazivanja, prema potrebi<br>— jedno ispitivanje smanjenja zakretnog momenta |

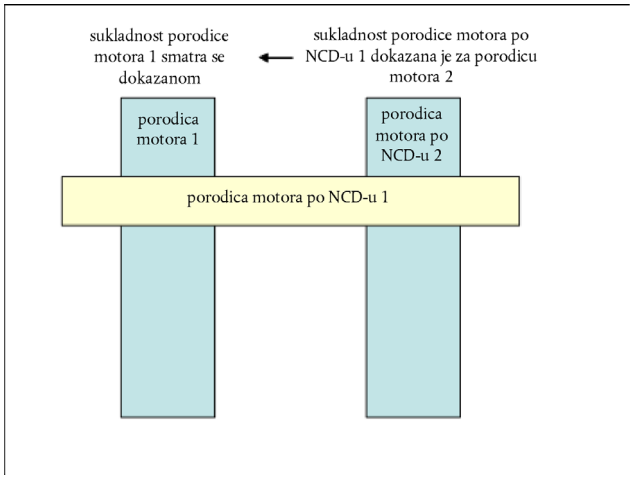
▼M2

| Mehanizam | Elementi dokazivanja |
|---|---|
| aktivacija visoke razine prinude iz točke 10.4. | — dva ispitivanja aktivacije, uključujući nedostatak reagensa<br>— dodatni elementi dokazivanja, prema potrebi |

▼B

*Slika 4.3.*

**Prethodno dokazana sukladnost porodice motora po NCD-u**




10.3. Dokazivanje aktivacije sustava za upozoravanje

▼M2

10.3.1. Sukladnost aktivacije sustava za upozoravanje dokazuje se pomoću dva ispitivanja: nedostatkom reagensa i pojavom jedne od kategorija neispravnosti iz odjeljka 7., 8. ili 9.

10.3.2. Odabir neispravnosti koje treba ispitati među onima iz odjeljka 7., 8. ili 9.

10.3.2.1. Homologacijsko tijelo odabire jednu kategoriju neispravnosti. U slučaju da se neispravnost odabere iz točke 7. ili 9., primjenjuju se dodatni zahtjevi iz točke 10.3.2.2. odnosno 10.3.2.3.

10.3.2.2. Za potrebe dokazivanja aktivacije sustava za upozoravanje u slučaju neodgovarajuće kvalitete reagensa, odabire se reagens čija je otopina aktivnog sastojka najmanje jednaka otopini prema specifikaciji proizvođača u skladu sa zahtjevima utvrđenima u točkama od 7. do 7.3.3.

10.3.2.3. Za potrebe dokazivanja aktivacije sustava za upozoravanje u slučaju neispravnosti koje mogu biti uzrokovane nedopuštenim zahvatima i koje su definirane u odjeljku 9., odabir se provodi u skladu sa sljedećim zahtjevima:

10.3.2.3.1. proizvođač homologacijskom tijelu dostavlja popis takvih mogućih neispravnosti;

10.3.2.3.2. homologacijsko tijelo s popisa iz točke 10.3.2.3.1. odabire neispravnost koja će se razmatrati u ispitivanju.

▼M2

10.3.3. Dokazivanje

10.3.3.1. Za potrebe ovog dokazivanja provode se zasebna ispitivanja za nedostatak reagensa i neispravnost odabranu u skladu s točkama od 10.3.2. do 10.3.2.3.2.

▼B

10.3.3.2. Tijekom ispitivanja ne smije biti nijedne neispravnosti osim one koja je predmet ispitivanja.

10.3.3.3. Prije početka ispitivanja brišu se svi DTC-ovi.

10.3.3.4. Na zahtjev proizvođača i uz odobrenje homologacijskog tijela neispravnosti koje su predmet ispitivanja mogu se simulirati.

10.3.3.5. Detekcija neispravnosti koje nisu nedostatak reagensa

Za neispravnosti koje nisu nedostatak reagensa, neispravnost se, nakon što se izazove ili simulira, mora detektirati na sljedeći način.

10.3.3.5.1. NCD mora reagirati na uvedenu neispravnost koju je homologacijsko tijelo odabralo kao primjerenu u skladu s odredbama ovog Dodatka. Smatra se da je reakcija dokazana ako se NCD aktivira u dva uzastopna ciklusa ispitivanja NCD-a u skladu s točkom 10.3.3.7.

Ako se u opisu praćenja navede i ako se dogovori s homologacijskim tijelom da su potrebna više od dva ciklusa ispitivanja NCD-a kako bi određena jedinica za praćenje dovršila praćenje, broj ciklusa ispitivanja NCD-a može se povećati na tri.

Svaki se pojedinačni ciklus ispitivanja NCD-a u demonstracijskom ispitivanju može razdvojiti isključivanjem motora. U vremenu do sljedećeg pokretanja moraju se uzeti u obzir sva praćenja koja su se mogla odviti nakon isključivanja motora i svi nužni uvjeti koji moraju postojati kako bi se praćenje nastavilo pri sljedećem pokretanju.

▼M2

10.3.3.5.2. Smatra se da je dokazivanje aktivacije sustava za upozoravanje uspješno ako se na kraju svakog demonstracijskog ispitivanja provedenog u skladu s točkom 10.3.3. sustav za upozoravanje pravilno aktivirao i ako je DTC-u za odabranu neispravnost dodijeljen status „potvrđen i aktivan”.

▼B

10.3.3.6. Detekcija nedostatka reagensa

Za potrebe dokazivanja aktivacije sustava za upozoravanje u slučaju nedostatka reagensa motor mora raditi tijekom jednog ciklusa ispitivanja NCD-a ili više njih po izboru proizvođača.

10.3.3.6.1. Dokazivanje počinje s razinom reagensa u spremniku o kojoj se dogovore proizvođač i homologacijsko tijelo, ali koja nije niža od 10 % nazivnog kapaciteta spremnika.

10.3.3.6.2. Smatra se da sustav za upozoravanje pravilno funkcionira ako su istodobno ispunjeni sljedeći uvjeti:

(a) sustav za upozoravanje aktivirao se kad je razina reagensa bila najmanje 10 % kapaciteta spremnika; te

(b) sustav za „kontinuirano” upozoravanje aktivirao se kad je razina reagensa bila jednaka ili veća od vrijednosti koju je deklarirao proizvođač u skladu s odredbama odjeljka 6.

▼B

10.3.3.7. Ciklus ispitivanja NCD-a

10.3.3.7.1. Ciklus ispitivanja NCD-a iz ovog odjeljka 10. radi dokazivanja pravilnog radnog učinka NCD-a je NRTC ciklus s toplim pokretanjem za motore potkategorija NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5 i NRE-v-6 odnosno primjenjivi NRSC za sve ostale kategorije.

10.3.3.7.2. Na zahtjev proizvođača i uz odobrenje homologacijskog tijela za određenu se jedinicu za praćenje može upotrijebiti alternativni ciklus ispitivanja NCD-a (npr. ciklus koji nije NTRC ili NRSC). Zahtjev mora sadržavati elemente (tehnička razmatranja, simulacije, rezultate ispitivanja itd.) kojima se dokazuje:

(a) tražene rezultate ispitnih ciklusa u u jednoj jedinici za praćenje koja će raditi u stvarnim uvjetima rada; te

(b) da je primjenjivi ciklus ispitivanja NCD-a iz točke 10.3.3.7.1. manje prikladan za razmatrano praćenje.

10.3.4. Smatra se da je dokazivanje aktivacije sustava za upozoravanje uspješno ako se na kraju svakog demonstracijskog ispitivanja provedenog u skladu s točkom 10.3.3. sustav za upozoravanje pravilno aktivirao.

10.4. Dokazivanje aktivacije sustava za prinudu

10.4.1. Dokazivanje aktivacije sustava za prinudu obavlja se ispitivanjima provedenima na ispitnom stolu za motore.

10.4.1.1. Svi sastavni dijelovi ili podsustavi koji nisu fizički ugrađeni u motor, kao što su, među ostalim, senzori temperature okoline, senzori razine i sustavi za upozoravanje i informiranje rukovatelja a koji su potrebni za provođenje dokazivanja, moraju se u tu svrhu spojiti na motor ili simulirati na zadovoljavajući način za homologacijsko tijelo.

10.4.1.2. Na temelju odabira proizvođača i uz odobrenje homologacijskog tijela demonstracijska ispitivanja mogu se provesti na cjelovitom necestovnom pokretnom stroju postavljanjem necestovnog pokretnog stroja na odgovarajući ispitni stol ili, ne dovodeći u pitanje o točki 10.4.1., vožnjom po ispitnoj stazi u kontroliranim uvjetima.

▼M2

10.4.2. U ispitnom se slijedu mora dokazati aktivacija sustava za prinudu u slučaju nedostatka koji je homologacijsko tijelo odabralo s popisa kako se navodi u točki 10.3.2.1. za ispitivanje sustava za upozoravanje.

10.4.3. Za potrebe ovog dokazivanja:

(a) proizvođač može u dogovoru s homologacijskim tijelom ubrzati ispitivanje simuliranjem postizanja određenog broja radnih sati;

(b) postizanje smanjenja zakretnog momenta zahtijevano za prinudu niske razine može se dokazati istodobno s postupkom homologacije za opći radni učinak motora u skladu s ovom Uredbom. U tom slučaju nije potrebno zasebno mjerenje zakretnog momenta tijekom dokazivanja aktivacije sustava za prinudu;

(c) prinuda niske razine dokazuje se, ako je primjenjivo, u skladu sa zahtjevima iz točke 10.4.5.;

▼M2

(d) prinuda visoke razine dokazuje se u skladu sa zahtjevima iz točke 10.4.6.

▼B

10.4.4. Proizvođač uz to dokazuje rad sustava za prinudu u okolnostima neispravnosti utvrđenih u odjeljcima 7., 8. ili 9. koje nisu bile odabrane za uporabu u demonstracijskim ispitivanjima iz točaka od 10.4.1. do 10.4.3.

Ta se dodatna dokazivanja mogu napraviti tako da se homologacijskom tijelu podnese tehnička studija s dokazima kao što su algoritmi, funkcionalne analize i rezultati prethodnih ispitivanja.

10.4.4.1. Tim dodatnim dokazivanjima mora se homologacijskom tijelu na zadovoljavajući način dokazati da u elektroničkoj upravljačkoj jedinici motora postoji odgovarajući mehanizam za smanjivanje zakretnog momenta.

10.4.5. Demonstracijsko ispitivanje sustava za prinudu niske razine

10.4.5.1. Dokazivanje počinje aktivacijom sustava za upozoravanje ili odgovarajućeg sustava za „kontinuirano” upozoravanje zbog neispravnosti koju je odabralo homologacijsko tijelo.

10.4.5.2. Kad se provjerava odziv sustava u slučaju nedostatka reagensa u spremniku, motor mora raditi dok razina reagensa ne dosegne vrijednost od 2,5 % nazivnog punog kapaciteta spremnika ili vrijednost pri kojoj se aktivira sustav za prinudu niske razine koju je proizvođač deklarirao u skladu s točkom 6.3.1.

10.4.5.2.1. Proizvođač može uz odobrenje homologacijskog tijela simulirati kontinuiran rad vađenjem reagensa iz spremnika dok je motor u pogonu ili dok je isključen.

10.4.5.3. Kad se provjerava odziv sustava u slučaju neispravnosti koja nije nedostatak reagensa u spremniku, motor mora raditi odgovarajući broj sati iz tablice 4.3. ili, prema izboru proizvođača, dok odgovarajući brojač ne dosegne vrijednost pri kojoj se aktivira sustav za prinudu niske razine.

10.4.5.4. Smatra se da je dokazivanje aktivacije sustava za prinudu niske razine uspješno ako je na kraju svakog demonstracijskog ispitivanja provedenog u skladu s točkama 10.4.5.2 i 10.4.5.3. proizvođač homologacijskom tijelu dokazao da je elektronička upravljačka jedinica motora aktivirala mehanizam za smanjivanje zakretnog momenta.

10.4.6. Demonstracijsko ispitivanje sustava za prinudu visoke razine

10.4.6.1. Dokazivanje počinje sa stanjem u kojem je sustav za prinudu niske razine prethodno aktiviran te se može provesti kao nastavak ispitivanja provedenih za dokazivanje sustava za prinudu niske razine.

10.4.6.2. Kad se provjerava odziv sustava u slučaju nedostatka reagensa u spremniku, motor mora raditi dok se spremnik reagensa ne isprazni ili dok ne dosegne vrijednost nižu od 2,5 % nazivnog punog kapaciteta spremnika pri kojoj se aktivira sustav za prinudu visoke razine koju je proizvođač deklarirao.

10.4.6.2.1. Proizvođač može uz odobrenje homologacijskog tijela simulirati kontinuiran rad vađenjem reagensa iz spremnika dok je motor u pogonu ili dok je isključen.

▼B

10.4.6.3. Kad se provjerava odziv sustava u slučaju neispravnosti koja nije nedostatak reagensa u spremniku, motor mora raditi odgovarajući broj sati iz tablice 4.4. ili, prema izboru proizvođača, dok odgovarajući brojač ne dosegne vrijednost pri kojoj se aktivira sustav za prinudu visoke razine.

10.4.6.4. Smatra se da je dokazivanje aktivacije sustava za prinudu visoke razine obavljeno ako je na kraju svakog demonstracijskog ispitivanja provedenog u skladu s točkama 10.4.6.2 i 10.4.6.3. proizvođač homologacijskom tijelu dokazao da je mehanizam za prinudu visoke razine iz ovog Dodatka aktiviran.

10.4.7. Alternativno, na temelju odabira proizvođača i uz odobrenje homologacijskog tijela dokazivanje mehanizama prinude može se provesti na cjelovitom necestovnom pokretnom stroju u skladu s točkama 5.4. i 10.4.1.2. postavljanjem necestovnog pokretnog stroja na odgovarajući ispitni stol ili vožnjom po ispitnoj stazi u kontroliranim uvjetima.

10.4.7.1. Necestovni pokretni stroj mora raditi dok brojač povezan s odabranom neispravnosti ne dosegne odgovarajući broj sati rada iz tablice 4.4. ili, ako je primjenjivo, dok se spremnik s reagensom ne isprazni ili ne dosegne razinu nižu od 2,5 % nazivnog punog kapaciteta spremnika koju je proizvođač odabrao za aktiviranje sustava za prinudu visoke razine.

▼M2

10.5. Dokumentacija dokazivanja

10.5.1. U izvješću o dokazivanju dokumentira se dokazivanje rada NCD-a. Izvješće:

(a) navodi razmatrane neispravnosti;

(b) opisuje provedeno dokazivanje, uključujući primjenjivi ispitni ciklus;

(c) potvrđuje da su se primjenjiva upozorenja i prinude aktivirali u skladu sa zahtjevima ove Uredbe; i

(d) mora biti uvršteno u opisnu mapu iz Dijela A Priloga I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

▼B

11. **Opis mehanizama aktivacije i deaktivacije sustava za upozoravanje i prinudu rukovatelja**

11.1. Radi dopune zahtjeva iz ovog Dodatka u pogledu mehanizama aktivacije i deaktivacije sustava za upozoravanje i prinudu rukovatelja u ovom se odjeljku 11. utvrđuju tehnički zahtjevi za uspostavljaje tih mehanizama.

11.2. Mehanizmi aktivacije i deaktivacije sustava za upozoravanje

11.2.1. Sustav za upozoravanje rukovatelja mora se aktivirati ako status dijagnostičkog koda neispravnosti (DTC) povezanog s NCM-om koji opravdava aktivaciju sustava za upozoravanje odgovara statusu iz tablice 4.2.

▼B

*Tablica 4.2.*

**Aktivacija sustava za upozoravanje rukovatelja**

| Vrsta neispravnosti | Status DTC-a za aktivaciju sustava za upozoravanje |
|---|---|
| Neodgovarajuća kvaliteta reagensa | potvrđen i aktivan |
| Prekid doziranja | potvrđen i aktivan |
| Zapriječen ventil EGR-a | potvrđen i aktivan |
| Neispravnost sustava za praćenje | potvrđen i aktivan |
| Prag $NO_x$, ako je primjenjivo | potvrđen i aktivan |

11.2.2. Sustav za upozoravanje rukovatelja deaktivira se kad dijagnostički sustav zaključi da neispravnost relevantna za to upozorenje nije više prisutna ili kad alat za skeniranje izbriše informacije, uključujući DTC-ove povezane s neispravnostima, koje opravdavaju aktivaciju sustava za upozoravanje.

11.2.2.1. Zahtjevi za brisanje informacija o kontroli emisija $NO_x$

11.2.2.1.1. Brisanje/vraćanje na početnu vrijednost informacija o kontroli emisija $NO_x$ pomoću alata za skeniranje

Ako alat za skeniranje proslijedi odgovarujući nalog, sljedeći se podaci moraju izbrisati ili iz memorije računala vratiti na vrijednost utvrđenu u ovom Dodatku (vidjeti tablicu 4.3.).

*Tablica 4.3.*

**Brisanje/vraćanje na početnu vrijednost informacija o kontroli emisija $NO_x$ pomoću alata za skeniranje**

| Podaci o kontroli emisije $NO_x$ | Moguće izbrisati | Moguće vratiti na početnu vrijednost |
|---|---|---|
| Svi DTC-ovi | X | |
| Vrijednost brojača s najvećim brojem radnih sati motora | | X |
| Broj radnih sati motora iz brojačâ NCD-a | | X |

11.2.2.1.2. Informacije o kontroli emisija $NO_x$ ne smiju se izbrisati odspajanjem akumulatora necestovnog pokretnog stroja.

11.2.2.1.3. Brisanje informacija o emisija $NO_x$ smije biti moguće samo kad je motor isključen.

▼B

11.2.2.1.4. Ako se brišu informacije o kontroli emisija $NO_x$, uključujući DTC-ove, vrijednost svakog brojača povezanog s tim neispravnostima i utvrđenog u ovom Dodatku se ne briše, nego se vraća na vrijednost utvrđenu u odgovarajućem odjeljku ovog Dodatka.

11.3. Mehanizam aktivacije i deaktivacije sustava za prinudu rukovatelja

11.3.1. Sustav za prinudu rukovatelja mora se aktivirati ako je sustav za upozoravanje aktivan a brojač za vrstu NCM-a koji opravdava njegovu aktivaciju dosegne vrijednost iz tablice 4.4.

11.3.2. Sustav za prinudu rukovatelja deaktivira se kad sustav više ne detektira neispravnost koja opravdava njegovu aktivaciju ili ako su alatom za skeniranje ili održavanje izbrisane informacije, uključujući DTC-ove koji se odnose na NCM-ove, koje opravdavaju aktivaciju sustava za upozoravanje.

11.3.3. Sustavi za upozoravanje i prinudu rukovatelja odmah se, prema potrebi, aktiviraju ili deaktiviraju u skladu s odredbama odjeljka 6. nakon procjene količine reagensa u njegovu spremniku. U tom slučaju mehanizmi aktivacije ili deaktivacije ne ovise o statusu bilo kojeg pripadajućeg DTC-a.

11.4. Mehanizam brojača

11.4.1. Općenito

▼M2

11.4.1.1. Radi ispunjavanja zahtjeva iz ovog Dodatka sustav mora imati brojače za bilježenje broja sati tijekom kojih je radio motor dok je sustav detektirao bilo koji od sljedećih NCM-ova:

(a) neodgovarajuću kvalitetu reagensa;

(b) prekid doziranja reagensa;

(c) zapriječen ventil EGR-a;

(d) neispravnost NCD-a.

11.4.1.1.1. Proizvođač može objediniti praćenje NCM-ova iz točke 11.4.1.1. u jednom brojaču ili više njih.

▼B

11.4.1.2. Svi brojači moraju brojiti do najviše vrijednosti dvobajtnog brojača jednosatne razlučivosti te zadržavati tu vrijednost osim ako se ispune uvjeti za vraćanje brojača na nulu.

11.4.1.3. Proizvođač može upotrijebiti jedan brojač NCD-a ili više njih. Jedan brojač može brojiti sate dviju ili više različitih neispravnosti za tu vrstu brojača, nijedna od kojih nije dosegnula vrijeme koje taj brojač pokazuje.

11.4.1.3.1. Ako proizvođač odluči upotrijebiti više brojača NCD-a, sustav mora imati sposobnost dodjele specifičnog brojača sustava za praćenje svakoj neispravnosti koja je u skladu s ovim Dodatkom relevantna za tu vrstu brojača.

▼B

11.4.2. Načelo mehanizma brojačâ

11.4.2.1. Svi brojači rade na sljedeći način:

11.4.2.1.1. Ako brojač počinje raditi od nule, brojač počinje brojiti čim se detektira neispravnost relevantna za njega, a odgovarajući dijagnostički kod neispravnosti (DTC) ima status iz tablice 4.2.

11.4.2.1.2. Ako se neispravnosti ponavljaju, primjenjuje se jedna od sljedećih odredaba koju odabere proizvođač.

(a) Ako praćenje utvrdi samo jednu pojavu, a neispravnost koja je početno aktivirala brojač više se ne detektira ili je izbrisana alatom za skeniranje ili održavanje, brojač se zaustavlja i zadržava trenutačnu vrijednost. Ako brojač prestane brojati dok je sustava za prinudu visoke razine aktivan, brojač se zadržava na vrijednosti utvrđenoj u tablici 4.4. ili na vrijednosti koja nije manja od vrijednosti brojača za prinudu visoke razine umanjene za 30 minuta.

(b) Brojač se zadržava na vrijednosti utvrđenoj u tablici 4.4. ili vrijednosti koja nije manja od vrijednosti brojača za prinudu visoke razine umanjene za 30 minuta.

11.4.2.1.3. Ako postoji samo jedan brojač sustava za praćenje, taj brojač nastavlja brojiti ako se detektira NCM relevantan za njega, a status njegova odgovarajućeg dijagnostičkog koda neispravnosti (DTC) je „potvrđen i aktivan”. Brojač se zaustavlja i zadržava vrijednosti iz točke 11.4.2.1.2. ako nije detektiran nijedan NCM koji bi opravdao aktivacija brojača ili ako su alatom za skeniranje ili održavanje izbrisane sve neispravnosti relevantne za taj brojač.

*Tablica 4.4.*

**Brojači i prinuda**

| | Status DTC-a za prvu aktivacija brojača | Vrijednost brojača za prinudu niske razine | Vrijednost brojača za prinudu visoke razine | Vrijednost koju brojač zadržava |
|---|---|---|---|---|
| Brojač kvalitete reagensa | potvrđen i aktivan | ≤ 10 sati | ≤ 20 sati | ≥ 90 % vrijednosti brojača za prinudu visoke razine |
| Brojač doziranja | potvrđen i aktivan | ≤ 10 sati | ≤ 20 sati | ≥ 90 % vrijednosti brojača za prinudu visoke razine |
| Brojač ventila EGR-a | potvrđen i aktivan | ≤ 36 sati | ≤ 100 sati | ≥ 95 % vrijednosti brojača za prinudu visoke razine |
| Brojač sustava za praćenje | potvrđen i aktivan | ≤ 36 sati | ≤ 100 sati | ≥ 95 % vrijednosti brojača za prinudu visoke razine |
| Prag $NO_x$, ako je primjenjivo | potvrđen i aktivan | ≤ 10 sati | ≤ 20 sati | ≥ 90 % vrijednosti brojača za prinudu visoke razine |

▼M3

11.4.2.1.4. Nakon zaustavljanja brojač se ponovno vraća na nulu nakon što za njega relevantne jedinice za praćenje prođu kroz barem jedan ciklus

▼M3

praćenja bez detekcije neispravnosti te nakon što nijedna neispravnost relevantna za njega nije detektirana tijekom najmanje 36 sati rada motora od posljednjeg zaustavljanja brojača (vidjeti sliku 4.4.).

▼B

11.4.2.1.5. Brojač nastavlja brojanje od točke zaustavljanja ako je neispravnost relevantna za taj brojač detektirana tijekom razdoblja u kojem je brojač zaustavljen (vidjeti sliku 4.4.).

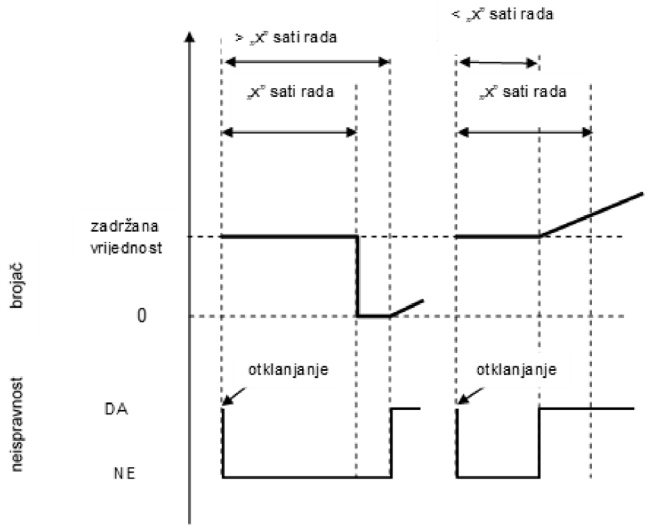
12. **Prikaz aktivacije i deaktivacije i mehanizama brojača**

12.1. U ovom su odjeljku 12. prikazani aktivacija i deaktivacija te mehanizmi brojača za neke tipične slučajeve. Podaci i opisi iz točaka 12.2., 12.3. i 12.4. navedeni su u ovom Dodatku samo kao primjeri te se ne bi smjelo upućivati na njih kao na primjere zahtjeva ove Uredbe ili apsolutne tvrdnje o uključenim procesima. Sati brojača na slikama 4.6. i 4.7. odnose se na najviše vrijednosti za prinudu visoke razine u tablici 4.4. Za potrebe pojednostavnjenja u ovim se primjerima ne navodi, na primjer, činjenica da će i sustav za upozoravanje biti aktivan dok je aktivan sustav za prinudu.

▼M3

*Slika 4.4.*

**Ponovna aktivacija i vraćanje na nulu brojača nakon razdoblja u kojem je njegova vrijednost zadržana**




pri čemu „x” nije manje od 36 sati rada

▼B

12.2. Iz slike 4.5. vidljivo je djelovanje mehanizama aktivacije i deaktivacije pri praćenju raspoloživosti reagensa u četiri scenarija:

(a) upotreba, prvi scenarij: rukovatelj unatoč upozorenju do blokiranja rada necestovnog pokretnog stroja nastavlja upravljati necestovnim pokretnim strojem;

▼B

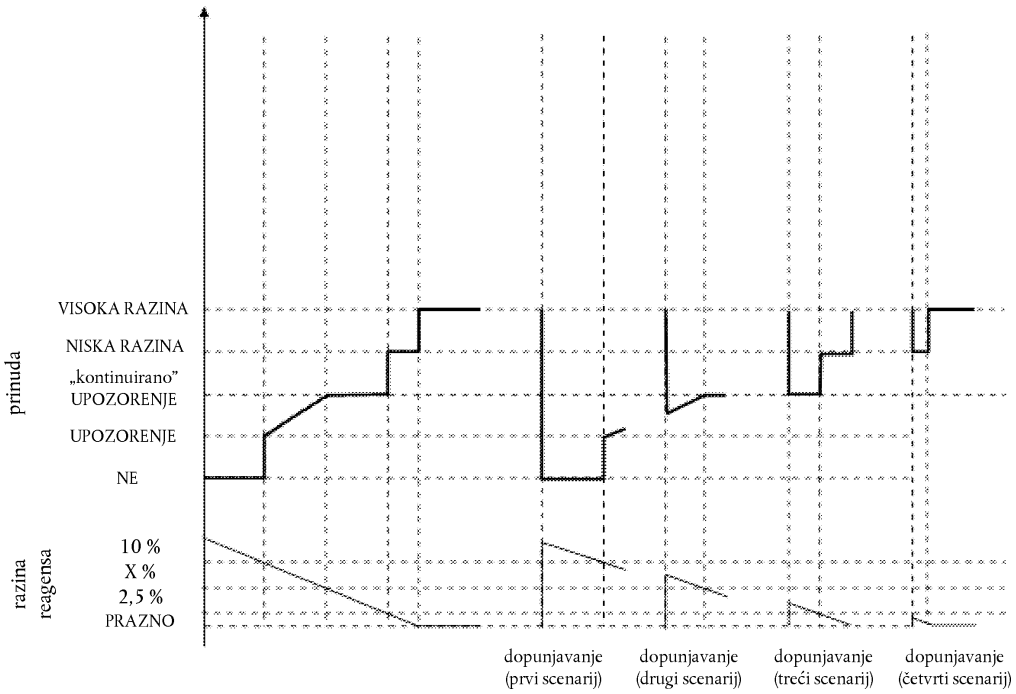
(b) dopunjavanje, prvi scenarij (dopunjavanje „odgovarajućom” količinom reagensa): rukovatelj dopunjava spremnik reagensom do razine iznad praga od 10 %. Upozorenje i prinuda se deaktiviraju;

(c) dopunjavanje, drugi i treći scenarij (dopunjavanje „neodgovarajućom” količinom reagensa): aktivira se sustav za upozoravanje. Razina upozorenja ovisi o količini raspoloživog reagensa;

(d) dopunjavanje, četvrti scenarij (dopunjavanje „vrlo neodgovarajućom” količinom reagensa): prinuda niske razine odmah se aktivira.

*Slika 4.5.*

**Raspoloživost reagensa**




12.3. Na slici 4.6. prikazana su tri scenarija loše kvalitete reagensa:

(a) upotreba, prvi scenarij: rukovatelj unatoč upozorenju do blokiranja rada necestovnog pokretnog stroja nastavlja upravljati necestovnim pokretnim strojem;

(b) otklanjanje, prvi scenarij („loše” ili „nečasno” otklanjanje neispravnosti): nakon blokiranja rada necestovnog pokretnog stroja rukovatelj ispravlja kvalitetu reagensa, ali ubrzo potom ponovno zamjenjuje reagens mijenja reagensom neodgovarajuće kvalitete. Sustav za prinudu odmah se ponovno aktivira te se rad necestovnog pokretnog stroja blokira nakon dva sata rada;

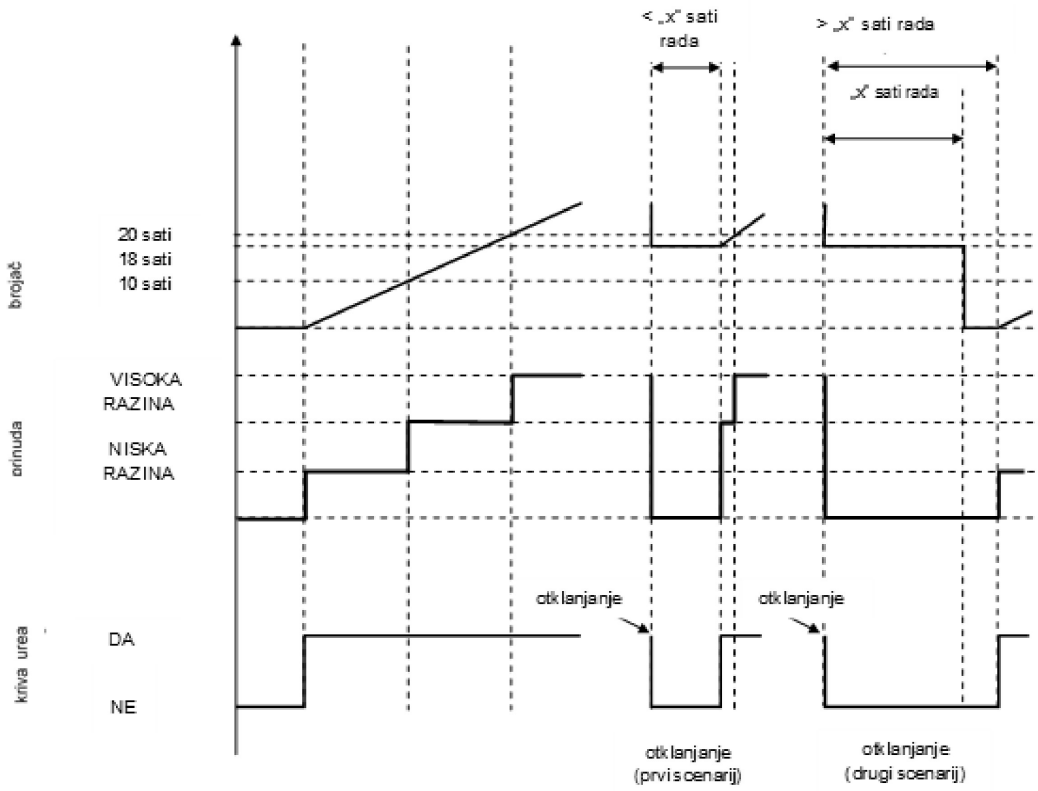
▼B

(c) otklanjanje, drugi scenarij („dobro” otklanjanje neispravnosti): nakon blokiranja rada necestovnog pokretnog stroja rukovatelj ispravlja kvalitetu reagensa. Međutim, nakon određenog vremena ponovno ga dopunjava reagensom neodgovarajuće kvalitete. Procesi upozorenja, prinude i brojanja ponovno kreću od nule.

▼M3

*Slika 4.6.*

**Punjenje reagensom neodgovarajuće kvalitete**




pri čemu „x” nije manje od 36 sati rada

▼B

12.4. Na slici 4.7. prikazana su tri scenarija neispravnosti sustava za doziranje uree. Na slici je prikazan i proces koji se primjenjuje za praćenje neispravnosti opisanih u odjeljku 9.

(a) upotreba, prvi scenarij: rukovatelj unatoč upozorenju do blokiranja rada necestovnog pokretnog stroja nastavlja upravljati necestovnim pokretnim strojem;

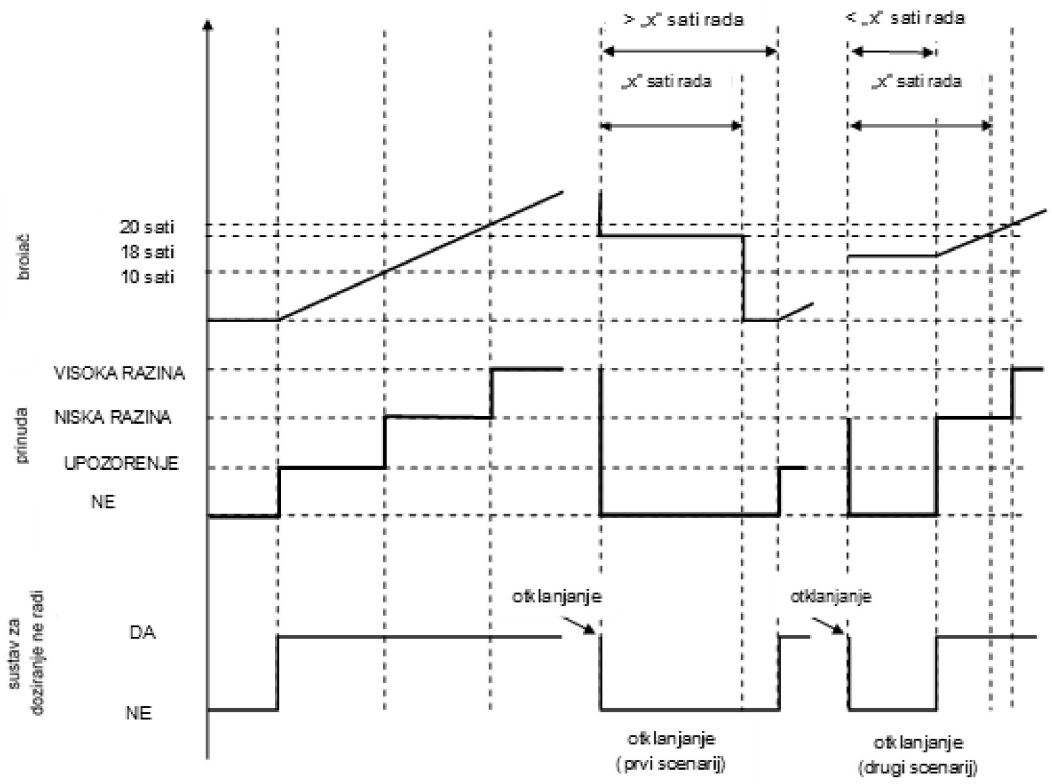
(b) otklanjanje, prvi scenarij („dobro” otklanjanje neispravnosti): nakon blokiranja rada necestovnog pokretnog stroja rukovatelj popravlja sustav za doziranje. Međutim, sustav za doziranje se nakon određenog vremena ponovno pokvari. Postupci upozorenja, prinude i brojanja ponovno kreću od nule;

(c) otklanjanje, drugi scenarij („loše” otklanjanje neispravnosti): tijekom prinude niske razine (smanjivanje zakretnog momenta) rukovatelj popravlja sustav za doziranje. Međutim, uskoro nakon toga sustav za doziranje ponovno se pokvari. Sustav za prinudu niske razine odmah se ponovno aktivira i brojač nastavlja brojiti od vrijednosti koju je imao u trenutku otklanjanja.

▼M3

*Slika 4.7.*

**Neispravnost sustava za doziranje reagensa**




pri čemu „x" nije manje od 36 sati rada

▼B

13. **Dokazivanje minimalne prihvatljive koncentracije reagensa $CD_{min}$**

13.1. Proizvođač dokazuje točnu vrijednost $CD_{min}$ tijekom EU homologacije provođenjem NRTC ciklusa s toplim pokretanjem za motore potkategorija NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5 NRE-v-6, odnosno primjenjivog NRSC-a za sve ostale kategorije koristeći reagens koncentracije $CD_{min}$.

13.2. U ispitivanju se moraju slijediti odgovarajući ciklusi NCD-a ili ciklus pretkondicioniranja koji je odredio proizvođač, što mora omogućiti sustavu za kontrolu $NO_x$ sa zatvorenom petljom da se prilagodi kvaliteti reagensa koncentracije $CD_{min}$.

▼M2

13.3. Emisije onečišćujućih tvari koje nastanu pri tom ispitivanju ne smiju prijeći prag $NO_x$ iz točke 7.1.1.

13.4. Dokumentacija dokazivanja

13.4.1. U izvješću o dokazivanju dokumentira se dokazivanje najmanje prihvatljive koncentracije reagensa. Izvješće:

(a) navodi razmatrane neispravnosti;

(b) opisuje provedeno dokazivanje, uključujući primjenjivi ispitni ciklus;

(c) potvrđuje da emisije onečišćujućih tvari nastale pri tom dokazivanju nisu prešle prag $NO_x$ iz točke 7.1.1.;

(d) mora biti uvršteno u opisnu mapu iz Dijela A Priloga I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

▼B

*Dodatak 2.*

**Dodatni tehnički zahtjevi u pogledu mjera za kontrolu $NO_x$ za motore kategorija IWP, IWA i RLR, uključujući metodu za dokazivanje tih strategija**

1. **Uvod**

U ovom se Dodatku utvrđuju zahtjevi radi osiguravanja ispravnog rada mjera za kontrolu $NO_x$ za motore kategorija IWP, IWA i RLR.

▼M2

2. **Opći zahtjevi**

Zahtjevi iz Dodatka 1. primjenjuju se na motore u području primjene ovog Dodatka, osim kako je utvrđeno u točkama 3. i 4. ovog Dodatka.

3. **Iznimke od zahtjeva iz Dodatka 1.**

Kako bi se uzela u obzir sigurnosna pitanja, sustav za prinudu rukovatelja iz točaka 5. i 11.3. Dodatka 1. ne odnosi se na motore obuhvaćene područjem primjene ovog Dodatka. Zahtjev za pohranu podataka u računalnom sustavu ugrađenom u vozilo iz točke 4. ovog Dodatka primjenjuje se svaki put kad bi se prinuda aktivirala u skladu s točkama 2.3.2.3.2., 6.3., 7.3., 8.4. i 9.4. Dodatka 1.

4. **Zahtjev za pohranu podataka o slučajevima rada motora s neodgovarajućim ubrizgavanjem reagensa ili neodgovarajućom kvalitetom reagensa**

4.1. Ugrađeno računalo mora u neizbrisivu memoriju računala ili u brojače bilježiti ukupan broj i trajanje svih slučajeva rada motora s neodgovarajućim ubrizgavanjem reagensa ili neodgovarajućom kvalitetom reagensa kako bi se osiguralo da se te informacije ne mogu namjerno izbrisati.

4.1.1. Nacionalna inspekcijska tijela moraju moći pročitati te zapise pomoću alata za skeniranje.

4.1.2. Opis povezivanja i metoda čitanja za te zapise moraju se unijeti u opisnu mapu iz Dijela A Priloga I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

4.2. Trajanje slučaja nedovoljne razine reagensa zabilježenog u memoriji ugrađenog računala u skladu s točkom 4.1., umjesto prinude u skladu s točkom 6.3. Dodatka 1., počinje kad se isprazni spremnik za reagens, odnosno kad sustav za doziranje ne može više povući reagens iz spremnika ili na bilo kojoj razini nižoj od 2,5 % nazivnog punog kapaciteta spremnika prema izboru proizvođača.

4.3. Trajanje slučaja zabilježenog u memoriji ugrađenog računala u skladu s točkom 4.1., umjesto prinude u skladu s točkama 6.3., 7.3., 8.4. i 9.4. Dodatka 1., počinje kad odgovarajući brojač dosegne vrijednost za prinudu visoke razine iz tablice 4.4. Dodatka 1.

4.4. Trajanje slučaja zabilježenog u memoriji ugrađenog računala u skladu s točkom 4.1., umjesto prinude u skladu s točkom 2.3.2.3.2. Dodatka 1., počinje u trenutku kad bi počela prinuda.

▼**M2**

4.5. Trajanje slučaja zabilježenog u memoriji ugrađenog računala u skladu s točkom 4.1. završava nakon otklanjanja njegova uzroka.

4.6. Pri dokazivanju u skladu s odjeljkom 10.4. Dodatka 1. dokazivanje se provodi u skladu sa zahtjevima koji se odnose na dokazivanje rada sustava za prinudu visoke razine, ali dokazivanje rada sustava za prinudu visoke razine zamjenjuje se dokazivanjem pohranjivanja podataka o slučajevima rada motora s neodgovarajućim ubrizgavanjem reagensa ili neodgovarajućom kvalitetom reagensa.

▼B

*Dodatak 3.*

**Dodatni tehnički zahtjevi u pogledu mjera za kontrolu $NO_x$ za motore kategorije RLL**

1. **Uvod**

U ovom se Dodatku utvrđuju zahtjevi radi osiguravanja ispravnog rada mjera za kontrolu $NO_x$ za motore kategorije RLL. On obuhvaća zahtjeve za motore koji se u svrhu smanjivanja emisija oslanjaju na uporabu reagensa. EU homologacija se dodjeljuje uz uvjet primjene relevantnih odredaba u pogledu uputa za upotrebu, uputa za ugradnju i sustava za upozoravanje rukovatelja utvrđenih u ovom Dodatku.

2. **Potrebne informacije**

2.1. Proizvođač mora dostaviti informacije kojima se u potpunosti opisuju funkcionalne operativne karakteristike mjera za kontrolu $NO_x$ u skladu s točkom 1.5. Dijela A Priloga I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

2.2. Ako je za rad sustava za kontrolu emisija potreban reagens, proizvođač mora u opisnom dokumentu navesti karakteristike tog reagensa, uključujući vrstu reagensa, informacije o koncentraciji kad je reagens u tekućini, njegovu radnu temperaturu i upućivanje na međunarodne norme za sastav i kvalitetu u skladu s Dodatkom 3. Prilogu I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

3. **Raspoloživost reagensa i sustav za upozoravanje rukovatelja**

Ako se upotrebljava reagens, EU homologacija se dodjeljuje uz uvjet osiguravanja indikatora ili drugih odgovarajućih sredstava, ovisno o konfiguraciji necestovnog pokretnog stroja, pomoću kojih se rukovatelj informira o:

(a) količini preostalog reagensa u spremniku za reagens i, posebnim dodatnim signalom, tome da je preostala razina reagensa ispod 10 % kapaciteta punog spremnika;

(b) tome da je spremnik za reagens prazan ili gotovo prazan;

(c) tome da prema ugrađenom načinu procjenjivanja reagens u spremniku nije u skladu s karakteristikama deklariranima i zabilježenima u opisnom dokumentu utvrđenom u Dodatku 3. Prilogu I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656;

(d) tome da je postupak doziranja reagensa prekinut u slučajevima kad to nisu učinili elektronička upravljačka jedinica motora ili regulator doziranja reagirajući na radno stanje motora kad doziranje nije potrebno pod uvjetom da je homologacijsko tijelo obaviješteno o tim radnim stanjima.

4. **Kvaliteta reagensa**

Ovisno o odabiru proizvođača zahtjevi za sukladnost reagensa s deklariranim karakteristikama i povezanim dopuštenim emisijama $NO_x$ moraju se ispuniti na jedan od sljedećih načina:

(a) izravnim putem, na primjer upotrebom senzora kvalitete reagensa;

▼B

(b) neizravnim putem, na primjer upotrebom senzora za $NO_x$ u ispuhu kako bi se procijenila djelotvornost reagensa;

(c) bilo kojim drugim načinom, pod uvjetom da je njegova djelotvornost barem jednaka onoj koja je rezultat upotrebe sredstava iz točaka (a) ili (b) te da su ispunjeni glavni zahtjevi ovog odjeljka 4.

▼B

*Dodatak 4.*

**Tehnički zahtjevi u pogledu mjera za kontrolu krutih onečišćujućih tvari, uključujući metodu za njihovo dokazivanje**

1. **Uvod**

U ovom se Dodatku utvrđuju zahtjevi radi osiguravanja ispravnog rada mjera za kontrolu krutih onečišćujućih tvari.

2. **Opći zahtjevi**

Motor mora biti opremljen dijagnostičkim sustavom za kontrolu čestica (PCD) koji može prepoznati neispravnosti u sustavu za naknadnu obradu čestica o kojima je riječ u ovome Prilogu. Svi motori obuhvaćeni ovim stavkom 2. moraju biti konstruirani, izrađeni i ugrađeni tako da mogu ispunjavati ove zahtjeve tijekom cijelog uobičajenog životnog vijeka motora u uobičajenim uvjetima uporabe. Da bi se postigao taj cilj, prihvatljivo je da kod motora koji su se upotrebljavali dulje od odgovarajućeg razdoblja trajnosti emisije, kako je utvrđeno u Prilogu V. Uredbi (EU) 2016/1628, bude vidljivo određeno pogoršanje radnog učinka i osjetljivosti PCD-a.

2.1. Potrebne informacije

2.1.1. Ako je za rad sustava za kontrolu emisija potreban reagens, na primjer katalizator nošen gorivom, proizvođač mora u opisnom dokumentu navesti karakteristike tog reagensa, uključujući vrstu reagensa, informacije o koncentraciji kad je reagens u tekućini, njegovu radnu temperaturu i upućivanje na međunarodne norme za sastav i kvalitetu, u skladu s Dodatkom 3. Prilogu I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

2.1.2. Detaljne pisane informacije kojima se u cijelosti opisuju funkcionalne radne karakteristike sustava za upozoravanje rukovatelja utvrđenog u odjeljku 4. moraju se dostaviti homologacijskom tijelu pri podnošenju zahtjeva za EU homologaciju.

2.1.3. Proizvođač mora dostaviti dokumentaciju za ugradnju kojom se, kad je koristi OEM, osigurava da će motor, uključujući sustav za kontrolu emisija koji je dio homologiranog tipa ili porodice motora, ugrađen u necestovni pokretni stroj raditi, zajedno s nužnim dijelovima stroja, na način koji je u skladu sa zahtjevima iz ovoga Priloga. Ta dokumentacija mora uključivati detaljne tehničke zahtjeve i odredbe za motor (softver, hardver i komunikacijski sustav) potrebne za ispravnu ugradnju motora u necestovni pokretni stroj.

2.2. Radni uvjeti

▼M2

2.2.1. PCD mora biti operativan barem u primjenjivim uvjetima kontrole utvrđenima u točki 2.4. Priloga IV. za svaku kategoriju motora. Dijagnostički sustav mora biti operativan izvan tog raspona ako je to tehnički moguće.

▼B

2.3. Dijagnostički zahtjevi

2.3.1. PCD mora biti sposoban prepoznati neispravnosti u kontroli čestica (PCM-ovi) prema dijagnostičkim kodovima neispravnosti (DTC-ovi) pohranjenima u memoriji računala i na zahtjev poslati tu informaciju izvan ugrađenih sustava.

▼B

2.3.2. Zahtjevi za bilježenje dijagnostičkih kodova neispravnosti (DTC-ovi)

2.3.2.1. PCD mora zabilježiti DTC za svaki pojedinačni PCM.

2.3.2.2. PCD mora tijekom razdobljâ rada motora iz tablice 4.5. detektirati postoji li utvrdiva neispravnost. Tada se pohranjuje „potvrđen i aktivan” DTC i aktivira sustav za upozoravanje utvrđen u odjeljku 4.

▼M2

2.3.2.3. Ako je potrebno dulje razdoblje od onoga iz tablice 4.5. da bi jedinice za praćenje točno detektirale i potvrdile PCM (npr. jedinice za praćenje koje primjenjuju statističke modele ili prate potrošnju tekućine u necestovnom pokretnom stroju), homologacijsko tijelo može dopustiti dulje razdoblje praćenja ako proizvođač obrazloži potrebu za tim duljim razdobljem (na primjer, tehničkim razlozima, eksperimentalnim rezultatima, vlastitim iskustvom itd.).

▼B

*Tablica 4.5.*

**Vrste jedinica za praćenje i odgovarajuće razdoblje tijekom kojeg se mora pohraniti „potvrđen i aktivan” DTC pohranjen**

| Vrsta jedinice za praćenje | Razdoblje akumuliranog rada motora tijekom kojeg se mora pohraniti „potvrđen i aktivan” DTC |
|---|---|
| uklanjanje sustava za naknadnu obradu čestica | 60 minuta rada motora pod opterećenjem |
| gubitak funkcije sustava za naknadnu obradu čestica | 240 minuta rada motora pod opterećenjem |
| neispravnosti PCD-a | 60 minuta rada motora |

2.3.3. Zahtjevi za brisanje dijagnostičkih kodova neispravnosti (DTC-ova)

(a) PCD ne smije samostalno izbrisati DTC iz računalne memorije prije nego što se neispravnost povezana s tim DTC-om ne otkloni.

(b) PCD može izbrisati sve DTC-ove na nalog vlasničkog alata za skeniranje ili održavanje, koji proizvođač motora dostavlja na zahtjev, ili pomoću lozinke koju je dostavio proizvođač.

(c) Ne smiju se brisati zapisi o slučajevima rada s potvrđenim i aktivnim DTC-om pohranjeni u neizbrisivu memoriju u skladu sa zahtjevom iz točke 5.2.

2.3.4. PCD se ne smije programirati ili na drugi način koncipirati tako da se djelomično ili potpuno deaktivira na temelju starosti necestovnog pokretnog stroja tijekom životnog vijeka motora niti smije sadržavati bilo kakav algoritam ili strategiju osmišljenu za smanjivanje djelotvornosti PCD-a s vremenom.

2.3.5. Reprogramabilni računalni kod ili radni parametri PCD-a moraju biti otporni na nedopuštene zahvate.

▼B

2.3.6. Porodica motora po PCD-u

Proizvođač je odgovoran za određivanje sastava porodice motora po PCD-u. Grupiranje motora u porodicu motora po PCD-u temelji se na dobroj inženjerskoj procjeni i podliježe odobrenju homologacijskog tijela.

Motori koji ne pripadaju istoj porodici motora svejedno mogu pripadati istoj porodici motora po PCD-u.

2.3.6.1. Parametri kojima se određuje porodica motora po PCD-u

Porodicu motora po PCD-u karakteriziraju osnovni konstrukcijski parametri koji su zajednički motorima u porodici.

Da bi motori pripadali istoj porodici motora po PCD-u, moraju imati slične sljedeće osnovne parametre:

(a) princip rada sustava za naknadnu obradu čestica (na primjer mehanički, aerodinamički, difuzijski, inercijski, periodično regenerativan, kontinuirano regenerativan itd.);

(b) metode praćenja PCD-a;

(c) kriterije praćenja PCD;

(d) parametre praćenja (npr. učestalost).

Te sličnosti proizvođač dokazuje relevantnim inženjerskim postupcima dokazivanja ili ostalim odgovarajućim postupcima te ih mora odobriti homologacijsko tijelo.

Proizvođač može od homologacijskog tijela zatražiti homologaciju manjih razlika u metodama praćenja/dijagnosticiranja PCD-a zbog razlika u konfiguraciji motora ako proizvođač te metode smatra sličnima i ako se metode razlikuju isključivo radi prilagođavanja specifičnim karakteristikama razmatranih sastavnih dijelova (na primjer veličini, protoku ispušnih plinova itd.) ili ako se njihove sličnosti temelje na dobroj inženjerskoj procjeni.

3. **Zahtjevi u pogledu održavanja**

▼M2

3.1. OEM mora svim krajnjim korisnicima novih necestovnih pokretnih strojeva dati pisane upute za sustav za kontrolu emisija i njegov ispravan rad u skladu s Prilogom XV.

▼B

4. **Sustav za upozoravanje rukovatelja**

4.1. Necestovni pokretni stroj mora imati sustav za upozoravanje rukovatelja s vizualnim upozorenjima.

4.2. Sustav za upozoravanje rukovatelja može se sastojati od jedne lampice ili više njih ili može prikazivati kratke poruke.

Sustav koji se upotrebljava za prikazivanje poruka može biti isti sustav koji se upotrebljava za druge potrebe održavanja ili za NCD.

▼B

Sustav za upozoravanje rukovatelja mora upozoravati na potrebu za hitnim popravkom. Ako sustav za upozoravanje posjeduje sustav za prikazivanje poruka, on prikazuje poruku u kojoj se navodi razlog za upozorenje (na primjer „odspojen senzor” ili „kritična neispravnost u vezi s emisijama”).

4.3. Ako proizvođač tako odluči, sustav za upozoravanje može sadržavati zvučnu komponentu za skretanje pozornosti rukovatelja. Rukovatelj smije isključiti zvučna upozorenja.

4.4. Sustav za upozoravanje rukovatelja aktivira se kako je utvrđeno u točki 2.3.2.2.

4.5. Sustav za upozoravanje rukovatelja deaktivira se kad uvjeti zbog kojih se aktivirao više ne budu ispunjeni. Sustav za upozoravanje rukovatelja ne smije se automatski deaktivirati ako uzrok njegove aktivacije nije otklonjen.

4.6. Sustav za upozoravanje može se privremeno prekinuti zbog drugih signala upozorenja koji daju važne poruke koje se odnose na sigurnost.

4.7. U zahtjevu za EU homologaciju tipa na temelju Uredbe (EU) 2016/1628 proizvođač mora dokazati rad sustava za upozoravanje rukovatelja, kako je utvrđeno u odjeljku 9.

5. **Sustav za pohranjivanje informacija o aktivaciji sustava za upozoravanje rukovatelja**

5.1. PCD mora sadržavati neizbrisivu računalnu memoriju ili brojače za pohranjivanje slučajeva rada motora s potvrđenim i aktivnim DTC-om kako bi se osiguralo da se te informacije ne mogu namjerno izbrisati.

5.2. PCD mora u neizbrisivu memoriju ili u brojače bilježiti ukupan broj i trajanje svih slučajeva rada motora s potvrđenim i aktivnim DTC-om kad je sustav upozorenja za rukovatelja bio aktivan 20 sati rada motora ili kraće ako tako odluči proizvođač.

5.2. Nacionalna tijela moraju moći pročitati te zapise pomoću alata za skeniranje.

▼M2

5.4. Opis povezivanja i metoda čitanja za te zapise moraju se unijeti u opisnu mapu iz Dijela A Priloga I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

▼B

6. **Praćenje je li sustav za naknadnu obradu čestica uklonjen**

▼M2

6.1. PCD mora detektirati ako je sustav za naknadnu obradu čestica, uključujući sve senzore za praćenje, aktivaciju, deaktivaciju ili modulaciju njegova rada, u cijelosti uklonjen.

▼B

7. **Dodatni zahtjevi za sustav za naknadnu obradu čestica koji upotrebljava reagens (npr. katalizator nošen gorivom)**

7.1. Ako je DTC za uklanjanje sustava za naknadnu obradu čestica ili za gubitak funkcije tog sustava potvrđen i aktivan, doziranje reagensa mora se odmah prekinuti. Doziranje se nastavlja kad DTC više ne bude aktivan.

7.2. Sustav za upozoravanje mora se aktivirati ako razina reagensa u spremniku za aditive padne ispod minimalne vrijednosti koju je proizvođač deklarirao.

▼B

8. **Praćenje neispravnosti koje mogu biti uzrokovane nedopuštenim zahvatima**

8.1. Uz praćenje je li sustav za naknadnu obradu čestica uklonjen prate se i sljedeće nepravilnosti koje mogu biti uzrokovane neovlaštenim zahvatima:

(a) gubitak funkcije sustava za naknadnu obradu čestica;

(b) neispravnosti PCD, kako je opisano u točki 8.3.

8.2. Praćenje postoji li gubitak funkcije sustava za naknadnu obradu čestica

PCD mora detektirati potpuno uklanjanje nosača sustava za naknadnu obradu čestica („prazna posuda”). U tom su slučaju i dalje prisutni kućište sustava za naknadnu obradu čestica i njegovi senzori za praćenje, aktivaciju, deaktivaciju ili modulaciju rada.

8.3. Praćenje neispravnosti PCD-a

8.3.1. PCD se prati radi utvrđivanja električnih kvarova i uklanjanja ili deaktivacije svakog senzora zbog kojeg PCD ne bi mogao dijagnosticirati sve ostale neispravnosti utvrđene u točkama 6.1. i 8.1.(a) (praćenje sastavnih dijelova).

Na nepotpunom popisu senzora koji utječu na dijagnostičke mogućnosti su senzori koji izravno mjere razlike tlakova u sustavu za naknadnu obradu čestica i senzori temperature ispušnih plinova za kontrolu regeneracije sustava za naknadnu obradu čestica.

8.3.2. Aktivacija sustava za upozoravanje rukovatelja i pohranjivanje informacija o toj aktivaciji nisu potrebni ako neispravnost, uklanjanje ili deaktivacija pojedinačnog senzora ili aktuatora PCD-a ne ometa dijagnosticiranje neispravnosti iz točaka 6.1. i 8.1.(a) (redundantni sustav) u utvrđenom roku osim ako su neispravnosti senzora ili aktuatora potvrđene i aktivne.

9. **Zahtjevi u pogledu dokazivanja**

9.1. Općenito

Sukladnost sa zahtjevima iz ovog Dodatka dokazuje se tijekom EU homologacije demonstracijom, kako je prikazano u tablici 4.6. i određeno u ovom odjeljku 9., aktivacije sustava za upozoravanje.

*Tablica 4.6.*

**Prikaz postupka dokazivanja u skladu s odredbama iz točke 9.3.**

| Mehanizam | Elementi dokazivanja |
|---|---|
| aktivacija sustava za upozoravanje iz točke 4.4. | — dva ispitivanja aktivacije, uključujući gubitak funkcije sustava za naknadnu obradu čestica<br>— dodatni elementi dokazivanja, prema potrebi |

▼B

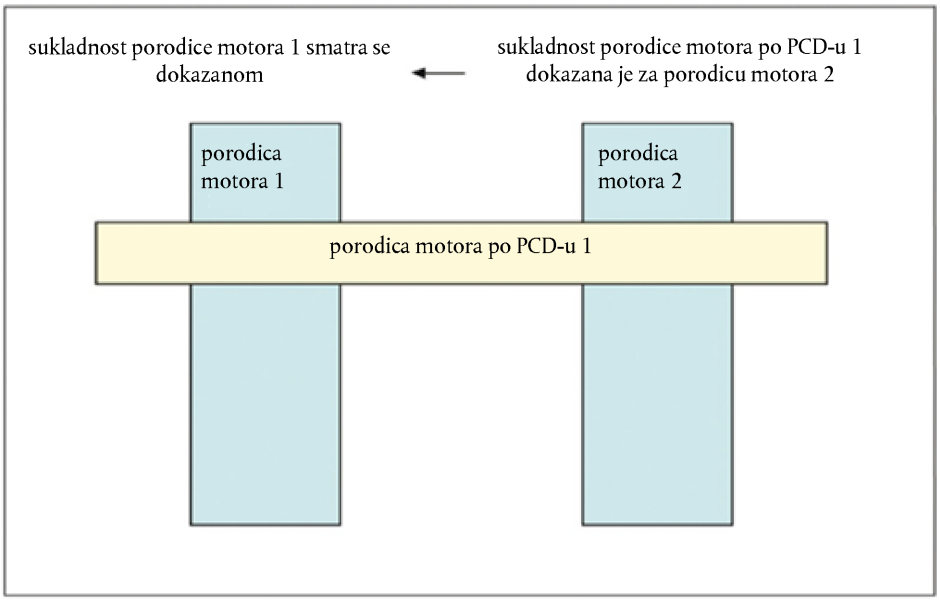
9.2. Porodice motora i porodice motora po PCD-u

▼M2

9.2.1. Ako motori porodice motora pripadaju porodici motora po PCD-u koja je već EU homologirana u skladu s točkom 2.3.6. (slika 4.8.), sukladnost te porodice motora smatra se dokazanom bez dodatnog ispitivanja, pod uvjetom da proizvođač dokaže homologacijskom tijelu da su sustavi za praćenje nužni za ispunjavanje zahtjeva iz ovog Dodatka slični unutar razmatranih porodica motora i porodica motora po PCD-u.

*Slika 4.8.*

**Prethodno dokazana sukladnost porodice motora po PCD-u**




▼B

9.3. Dokazivanje aktivacije sustava za upozoravanje

9.3.1. Sukladnost aktivacije sustava za upozoravanje dokazuje se pomoću dva ispitivanja: gubitkom funkcije sustava za naknadnu obradu čestica i jednom kategorijom neispravnosti iz točke 6. ili 8.3. ovog Priloga.

9.3.2. Odabir neispravnosti koje treba ispitati

9.3.2.1. Proizvođač homologacijskom tijelu dostavlja popis takvih mogućih neispravnosti.

9.3.2.2. Homologacijsko tijelo s popisa iz točke 9.3.2.1. bira neispravnost koja će se razmatrati u ispitivanju.

9.3.3. Dokazivanje

9.3.3.1. Za potrebe ovog dokazivanja provode se zasebna ispitivanja za gubitak funkcije sustava za naknadnu obradu čestica iz točke 8.2. i za neispravnosti iz točaka 6. i 8.3. Gubitak funkcije sustava za naknadnu obradu čestica postiže se potpunim uklanjanjem nosača iz kućišta sustava za naknadnu obradu čestica.

9.3.3.2. Tijekom ispitivanja ne smije biti nijedne neispravnosti osim one koja je predmet ispitivanja.

▼B

9.3.3.3. Prije početka ispitivanja brišu se svi DTC-ovi.

9.3.3.4. Na zahtjev proizvođača i uz odobrenje homologacijskog tijela neispravnosti koje su predmet ispitivanja mogu se simulirati.

9.3.3.5. Detekcija neispravnosti

9.3.3.5.1. PCD mora reagirati na uvedenu neispravnost koju je homologacijsko tijelo odabralo kao primjerenu u skladu s odredbama ovog Dodatka. To se smatra dokazanim ako se aktivacija dogodi unutar broja uzastopnih ciklusa ispitivanja PCD-a zadanog u tablici 4.7.

Ako se u opisu praćenja navede i ako se dogovori s homologacijskim tijelom da je potrebno više ciklusa ispitivanja PCD-a od broja navedenog u tablici 4.7. kako bi određena jedinica za praćenje dovršila praćenje, broj ciklusa ispitivanja PCD-a može se povećati za najviše 50 %.

Svaki se pojedinačni ciklus ispitivanja PCD-a u demonstracijskom ispitivanju može razdvojiti isključivanjem motora. U vremenu do sljedećeg pokretanja moraju se uzeti u obzir sva praćenja koja su se mogla odviti nakon isključivanja motora i svi nužni uvjeti koji moraju postojati kako bi se praćenje nastavilo pri sljedećem pokretanju.

*Tablica 4.7.*

**Vrste jedinica za praćenje i odgovarajući broj ispitivanja PCD-a tijekom kojih se mora pohraniti „potvrđen i aktivan” DTC**

| Vrsta jedinice za praćenje | Broj ispitivanja PCD-a tijekom kojih se mora pohraniti „potvrđen i aktivan” DTC |
|---|---|
| uklanjanje sustava za naknadnu obradu čestica | 2 |
| gubitak funkcije sustava za naknadnu obradu čestica | 8 |
| neispravnosti PCD-a | 2 |

9.3.3.6. Ciklus ispitivanja PCD-a

9.3.3.6.1. Ciklus ispitivanja PCD-a iz ovog odjeljka 9. radi dokazivanja pravilnog radnog učinka sustava za praćenje sustava za naknadnu obradu čestica je NRTC ciklus s toplim pokretanjem za motore potkategorija NRE-v-3, NRE-v-4, NRE-v-5 NRE-v-6 odnosno primjenjivi NRSC za sve ostale kategorije.

9.3.3.6.2. Na zahtjev proizvođača i uz odobrenje homologacijskog tijela za određenu se jedinicu za praćenje može upotrijebiti alternativni ciklus ispitivanja PCD-a (npr. ciklus koji nije NRTC ili NRSC). Zahtjev mora sadržavati elemente (tehnička razmatranja, simulacije, rezultate ispitivanja itd.) kojima se dokazuje:

▼M2

(a) rezultate traženih ispitnih ciklusa u jednoj jedinici za praćenje koja će raditi u stvarnim uvjetima rada; te

▼B

(b) da je primjenjivi ciklus ispitivanja PCD-a iz točke 9.3.3.6.1. manje prikladan za razmatrano praćenje.

9.3.3.7. Konfiguracija za dokazivanje aktivacije sustava za upozoravanje

9.3.3.7.1. Dokazivanje aktivacije sustava za upozoravanje obavlja se ispitivanjima provedenima na ispitnom stolu za motore.

9.3.3.7.2. Svi sastavni dijelovi ili podsustavi koji nisu fizički ugrađeni u motor, kao što su, među ostalim, senzori temperature okoline, senzori razine i sustavi za upozoravanje i informiranje rukovatelja, a koji su potrebni za provođenje dokazivanja moraju se u tu svrhu spojiti na motor ili simulirati na zadovoljavajući način za homologacijsko tijelo.

9.3.3.7.3. Na temelju odabira proizvođača i uz odobrenje homologacijskog tijela demonstracijska ispitivanja mogu se provesti, ne dovodeći u pitanje točku 9.3.3.7.1., na cjelovitom necestovnom pokretnom stroju postavljanjem necestovnog pokretnog stroja na odgovarajući ispitni stol ili vožnjom po ispitnoj stazi u kontroliranim uvjetima.

9.3.4. Smatra se da je dokazivanje aktivacije sustava za upozoravanje uspješno ako se na kraju svakog demonstracijskog ispitivanja provedenog u skladu s točkom 9.3.3. sustav za upozoravanje pravilno aktivirao i ako je DTC-u za odabranu neispravnost dodijeljen status „potvrđen i aktivan”.

9.3.5. Ako se sustav za naknadnu obradu čestica koji upotrebljava reagens ispituje u demonstracijskom ispitivanju gubitka funkcije ili njegova uklanjanja, mora se također potvrditi da je doziranje reagensa prekinuto.

▼M2

9.3.6. Dokumentacija dokazivanja

9.3.6.1. U izvješću o dokazivanju dokumentira se dokazivanje rada PCD-a. Izvješće:

(a) navodi razmatrane neispravnosti;

(b) opisuje provedeno dokazivanje, uključujući primjenjivi ispitni ciklus;

(c) potvrđuje da su se primjenjiva upozorenja aktivirala u skladu sa zahtjevima ove Uredbe;

(d) mora biti uvršteno u opisnu mapu iz Dijela A Priloga I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

▼B

*PRILOG V.*

**Mjerenja i ispitivanja u pogledu područja koje je povezano s relevantnim necestovnim stacionarnim ispitnim ciklusom**

1. **Opći zahtjevi**

Ovaj se Prilog primjenjuje na elektronički upravljane motore kategorija NRE, NRG, IWP, IWA i RLR koji su sukladni sa stupnjem V. graničnih vrijednosti utvrđenim u Prilogu II. Uredbi (EU) 2016/1628 i kod kojih se elektroničko upravljanje upotrebljava za određivanje količine goriva i trenutka ubrizgavanja goriva te za aktivaciju, deaktivaciju ili modulaciju sustava za kontrolu emisija upotrebljavanog za smanjivanje $NO_x$.

▼M2

U ovom se Prilogu utvrđuju tehnički zahtjevi u pogledu područja povezanog s relevantnim NRSC-om unutar kojeg se kontrolira količina za koju se emisijama dopušta da prekorače granične vrijednosti utvrđene u Prilogu II. Uredbi (EU) 2016/1628.

Ako se motor ispituje na način utvrđen u ispitnim zahtjevima iz odjeljka 4., emisije plinovitih i krutih onečišćujućih tvari uzorkovane u bilo kojoj nasumično odabranoj točki unutar primjenjivog kontrolnog područja utvrđenog u odjeljku 2. ne smiju prekoračivati primjenjive granične vrijednosti emisija iz Priloga II. Uredbi (EU) 2016/1628 pomnožene s 2,0.

▼B

U odjeljku 3. utvrđuje se kako tehnička služba odabire dodatne mjerne točke unutar kontrolnog područja tijekom ispitivanja emisija na ispitnom stolu kako bi se dokazalo da su ispunjeni zahtjevi iz ovog odjeljka 1.

▼M3

Proizvođač može zatražiti da tehnička služba isključi radne točke iz bilo kojeg kontrolnog područja iz odjeljka 2. tijekom dokazivanja iz odjeljka 3. Tehnička služba odobrava to isključivanje ako se homologacijsko tijelo s time suglasi, a proizvođač dokaže da motor ni u kojem slučaju ne može raditi u tim točkama kad se upotrebljava u bilo kojoj kombinaciji necestovnih pokretnih strojeva.

▼M2

U uputama za ugradnju koje proizvođač dostavi OEM-u u skladu s Prilogom XIV. moraju biti navedene gornje i donje granice primjenjivog kontrolnog područja te izjava u kojoj se objašnjava da OEM ne smije ugraditi motor tako da motor bude ograničen na stalan rad samo u kombinacijama brzine i zakretnog momenta izvan kontrolnog područja za krivulju zakretnog momenta koja odgovara homologiranom tipu ili porodici motora.

▼B

2. **Kontrolno područje motora**

Primjenjivo kontrolno područje za ispitivanje motora je područje utvrđeno u ovom odjeljkom 2. koje odgovara primjenjivom NRSC-u za motor koji se ispituje.

2.1. Kontrolno područje motora koji se ispituju u NRSC ciklusu C1

Ti motori rade pri različitim brzinama i opterećenjima. Ovisno o (pot)kategoriji i radnoj brzini motora primjenjuju se različite iznimke od kontrolnog područja.

▼B

2.1.1. Motori promjenjive brzine kategorije NRE najveće neto snage ≥ 19 kW, motori promjenjive brzine kategorije IWA najveće neto snage ≥ 300 kW, motori promjenjive brzine kategorije RLR i motori promjenjive brzine kategorije NRG.

Kontrolno se područje (vidjeti sliku 5.1.) određuje kako slijedi:

gornja granična vrijednost zakretnog momenta: krivulja zakretnog momenta pod punim opterećenjem;

raspon brzine: brzina A do $n_{hi}$;

pri čemu je:

brzina A = $n_{lo} + 0{,}15 \cdot (n_{hi} - n_{lo})$;

$n_{hi}$ = visoka brzina vrtnje [vidjeti članak 1. stavak 12.];

$n_{lo}$ = niska brzina vrtnje [vidjeti članak 1. stavak 13.].

Iz ispitivanja se moraju isključiti sljedeća radna stanja motora:

(a) točke ispod 30 % maksimalnog zakretnog momenta;

(b) točke ispod 30 % najveće neto snage.

Ako je izmjerena brzina motora A unutar ±3 % brzine motora koju je deklarirao proizvođač, upotrebljavaju se deklarirane brzine motora. Ako se dopušteno odstupanje prekorači za bilo koju od ispitnih brzina, upotrebljavaju se izmjerene brzine motora.

Ispitne međutočke unutar kontrolnog područja određuju se kako slijedi:

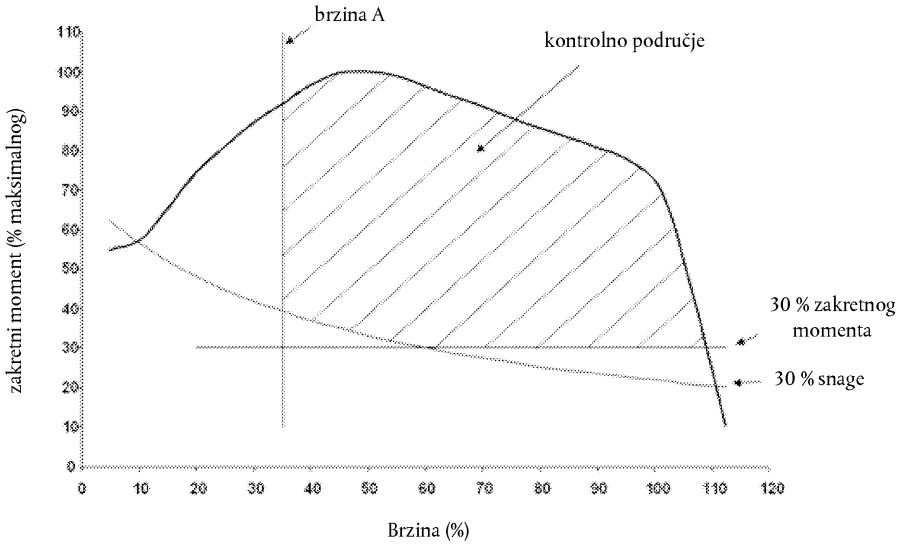
*% zakretnog momenta* = % maksimalnog zakretnog momenta;

$$\%\text{brzine} = \frac{(n - n_{idle})}{(n_{100\%} - n_{idle})} \cdot 100;$$

pri čemu je: $n_{100\ \%}$ 100 % brzine za odgovarajući ispitni ciklus.

*Slika 5.1.*

**Kontrolno područje za motore promjenjive brzine kategorije NRE najveće neto snage ≥ 19 kW, motore promjenjive brzine kategorije IWA najveće neto snage ≥ 300 kW i motore promjenjive brzine kategorije NRG**



▼B

2.1.2. Motori promjenjive brzine kategorije NRE najveće neto snage < 19 kW i motori promjenjive brzine kategorije IWA najveće neto snage < 300 kW

Primjenjuje se kontrolno područje utvrđeno u točki 2.1.1., ali uz dodatno isključivanje radnih stanja motora navedenih u ovoj točki i prikazanih na slikama 5.2. i 5.3.:

(a) isključivo za česticnu tvar, ako je brzina C niža od 2 400 okr/min, točke desno od ili ispod crte dobivene povezivanjem točaka 30 % maksimalnog zakretnog momenta ili 30 % najveće neto snage, ovisno o tome koja je vrijednost viša, pri brzini B i 70 % najveće neto snage pri visokoj brzini;

(b) isključivo za česticnu tvar, ako je brzina C 2 400 okr/min ili viša, desno od ili ispod crte dobivene povezivanjem točaka 30 % maksimalnog zakretnog momenta ili 30 % maksimalne neto snage, ovisno o tome koja je vrijednost viša, pri brzini B, 50 % najveće neto snage pri 2 400 okr/min i 70 % najveće neto snage pri visokoj brzini.

pri čemu je:

brzina B = $n_{lo}$ + 0,5 × ($n_{hi}$ – $n_{lo}$);

brzina C = $n_{lo}$ + 0,75 × ($n_{hi}$ – $n_{lo}$).

$n_{hi}$ = visoka brzina vrtnje [vidjeti članak 1. stavak 12.];

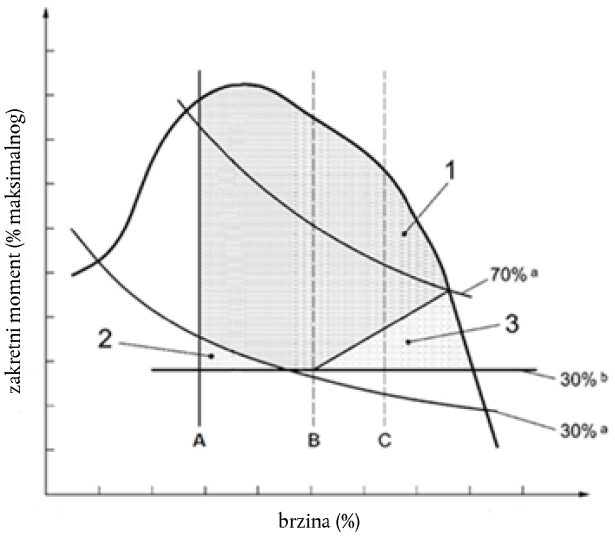
$n_{lo}$ = niska brzina vrtnje [vidjeti članak 1. stavak 13.].

Ako su izmjerene brzine motora A, B i C unutar ±3 % brzine motora koju je deklarirao proizvođač, upotrebljavaju se deklarirane brzine motora. Ako se dopušteno odstupanje prekorači za bilo koju od ispitnih brzina, upotrebljavaju se izmjerene brzine motora.

▼M2

*Slika 5.2.*

**Kontrolno područje za motore promjenjive brzine kategorije NRE najveće neto snage < 19 kW i motore promjenjive brzine kategorije IWA najveće neto snage < 300 kW pri brzini C < 2 400 min.$^{-1}$**



▼M2

**Legenda**

1. kontrolno područje motora

2. isključivanje svih emisija

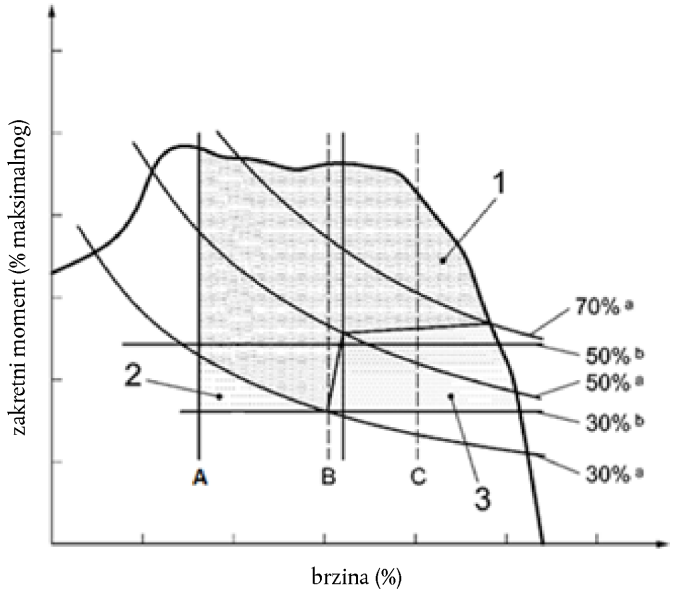
3. isključivanje čestične tvari

[a] postotak najveće neto snage

[b] postotak maksimalnog zakretnog momenta

*Slika 5.3.*

**Kontrolno područje za motore promjenjive brzine kategorije NRE najveće neto snage < 19 kW i motore promjenjive brzine kategorije IWA najveće neto snage < 300 kW pri brzini C ≥ 2 400 min.$^{-1}$**




**Legenda**

1. kontrolno područje motora

2. isključivanje svih emisija

3. isključivanje čestične tvari

[a] postotak najveće neto snage

[b] postotak maksimalnog zakretnog momenta

▼B

2.2. Kontrolno područje motora koji se ispituju u NRSC ciklusima D2, E2 i G2

Ti motori u pravilu rade pri brzini vrlo sličnoj svojoj konstrukcijskoj brzini vrtnje, pa se kontrolno područje određuje kao:

| | |
|---|---|
| brzina: | 100 % |
| raspon zakretnog momenta: | 50 % zakretnog momenta koji se podudara s najvećom snagom. |

▼B

2.3. Kontrolno područje motora koji se ispituju u NRSC ciklusu E3

Ti motori u pravilu rade neznatno iznad ili ispod krivulje brodskog vijka s nepromjenjivim nagibom lopatica. Kontrolno područje povezano je s krivuljom vijka, a granice su mu određene eksponentima matematičkih jednadžbi. Kontrolno područje određuje se kako slijedi:

donja granična vrijednost brzine: $0{,}7 \times n_{100\ \%}$

krivulja gornje granice: $\%\ snage = 100 \times (\ \%\ brzine/90)^{3{,}5}$;

krivulja donje granice: $\%\ snage = 70 \times (\ \%\ brzine/100)^{2{,}5}$;

gornja granična vrijednost snage: krivulja snage pod punim opterećenjem

gornja granična vrijednost brzine: najviša brzina koju dopušta regulator

pri čemu je

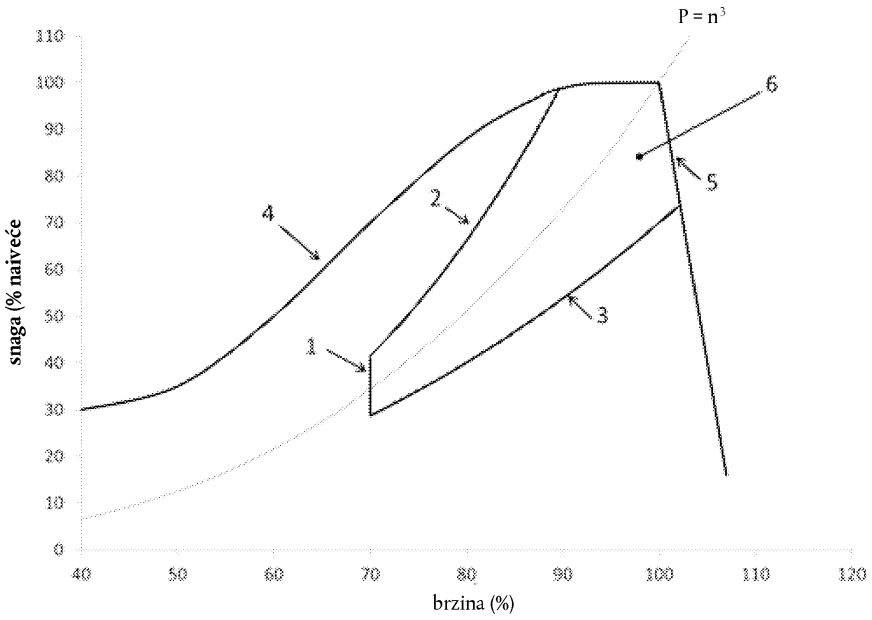
% *snage* postotak najveće neto snage;

*% brzine* postotak $n_{100\ \%}$

$n_{100\ \%}$ 100 % brzine za odgovarajući ispitni ciklus.

*Slika 5.4.*

**Kontrolno područje motora koji se ispituju u NRSC ciklusu E3**




*Legenda*

1 donja granična vrijednost brzine

2 krivulja gornje granice

3 krivulja donje granice

4 krivulja snage pod punim opterećenjem

5 krivulja najviše brzine uz regulator

6 kontrolno područje motora

▼B

3. **Zahtjevi u pogledu dokazivanja**

Tehnička služba za ispitivanje odabire nasumične točke opterećenja i brzine unutar kontrolnog područja. Za motore obuhvaćene točkom 2.1. odabiru se najviše tri točke. Za motore obuhvaćene točkom 2.2. odabire se jedna točka. Za motore obuhvaćene točkom 2.3. ili 2.4. odabiru se najviše dvije točke. Tehnička služba određuje i nasumičan redoslijed ispitnih točaka. Ispitivanje se provodi u skladu s osnovnim zahtjevima NRSC-a, ali svaka se ispitna točka mora ocjenjivati odvojeno.

▼M2

3.1. Za potrebe nasumičnih odabira propisanih u točki 3. upotrebljavaju se priznate statističke metode randomizacije.

▼B

4. **Ispitni zahtjevi**

▼M2

Ispitivanje se provodi neposredno nakon primjenjivog NRSC-a, kako slijedi:

(a) ispitivanje nasumično odabranih točaka zakretnog momenta i brzine provodi se neposredno nakon ispitnog slijeda NRSC-a s diskretnim načinima opisanog u točkama od (a) do (e) točke 7.8.1.2. Priloga VI., ali prije postupaka nakon ispitivanja iz točke (f), ili nakon ispitnog slijeda necestovnog stacionarnog modalnog ispitnog ciklusa s prijelazima (RMC) opisanog u točkama od (a) do (d) točke 7.8.2.3. Priloga VI., ali prije postupaka nakon ispitivanja iz točke (e), prema potrebi;

▼B

(b) ispitivanja se provode u skladu sa zahtjevima iz točaka od (b) do (e) točke 7.8.1.2. Priloga VI. uz primjenu višefiltarske metode (jedan filtar za svaku ispitnu točku) za svaku od ispitnih točaka odabranih u skladu s odjeljkom 3.;

(c) konkretna vrijednost emisija izračunava se (u g/kWh ili #/kWh, ovisno o slučaju) za svaku ispitnu točku;

(d) vrijednosti emisija mogu se izračunati na temelju mase prema odjeljku 2. Priloga VII. ili na temelju molarne mase prema odjeljku 3. Priloga VII., ali to mora biti u skladu s metodom primijenjenom za ispitivanje u NRSC-u s diskretnim načinima ili RMC-u;

▼M2

(e) za izračune zbrojeva emisija plinovitih tvari i broja čestica, prema potrebi, $N_{mode}$ u jednadžbama (7-64) ili (7-131) i (7-178) mora se postaviti na 1 uz primjenu faktora ponderiranja 1;

(f) za izračune PM-a primjenjuje se višefiltarska metoda; za izračune zbrojeva $N_{mode}$ u jednadžbama (7-67) ili (7-134) mora se postaviti na 1 uz primjenu faktora ponderiranja 1.

5. **Regeneracija**

Ako dođe do regeneracije tijekom postupka iz točke 4. ili neposredno prije tog postupka, to se ispitivanje nakon postupka može poništiti na zahtjev proizvođača, neovisno o uzroku regeneracije. U tom se slučaju ispitivanje ponavlja. Upotrebljavaju se iste točke zakretnog momenta i brzine, iako se može promijeniti redoslijed tih točaka. Ne smatra se nužnim ponavljati točke zakretnog momenta i brzine za koje je već dobiven prolazni rezultat. Za ponavljanje ispitivanja upotrebljava se sljedeći postupak:

▼**M2**

(a) motor mora raditi tako da se osigura da je regeneracija dovršena i da je, ako je primjenjivo, opterećenje čađe u sustavu za naknadnu obradu čestica ponovno uspostavljeno;

(b) postupak za zagrijavanje motora provodi se u skladu s točkom 7.8.1.1. Priloga VI.;

(c) ispitni postupak iz točke 4. ponavlja se od faze iz točke 4.(b).

▼B

*PRILOG VI.*

**Provođenje ispitivanja emisije i zahtjevi za mjernu opremu**

▼M2

1. **Uvod**

U ovom se Prilogu opisuje metoda utvrđivanja plinovitih i krutih onečišćujućih tvari iz motora koji se ispituje te specifikacije koje se odnose na mjernu opremu. Od odjeljka 6. numeriranje ovog Priloga odgovara Globalnom tehničkom pravilniku br. 11 ([1]) (GTR br. 11) i Prilogu 4.B nizu izmjena 04 Pravilnika UNECE-a br. 96 ([2]). Međutim, neke točke GTR-a br. 11. nisu potrebne u ovom Prilogu ili su izmijenjene u skladu s tehničkim napretkom.

▼B

2. **Opći pregled**

Ovaj Prilog sadržava tehničke odredbe potrebne za ispitivanje emisija navedene u nastavku. Dodatne odredbe navedene su u točki 3.

— Odjeljak 5.: Zahtjevi u pogledu radnog učinka, uključujući određivanje ispitnih brzina

— Odjeljak 6.: Uvjeti ispitivanja, uključujući metodu za uzimanje u obzir emisija plinova iz kućišta koljenastog vratila, metodu za utvrđivanje i uzimanje u obzir kontinuirane i neučestale regeneracije sustava za naknadu obradu ispušnih plinova

— Odjeljak 7.: Ispitni postupci, uključujući mapiranje motora, pripremu ispitnog ciklusa i postupak provođenja ispitnog ciklusa

— Odjeljak 8.: Mjerni postupci, uključujući umjeravanje i provjeru rada instrumenata te provjeru valjanosti instrumenta za ispitivanje

— Odjeljak 9.: Mjerna oprema, uključujući mjerne instrumente, postupke razrjeđivanja, postupke uzorkovanja te analitičke plinove i standarde mase

— Dodatak 1.: Postupak mjerenja broja čestica

3. **Povezani prilozi**

| | |
|---|---|
| — Evaluacija i izračun podataka: | Prilog VII. |
| — Ispitni postupci za motore s dvojnim gorivom: | Prilog VIII. |
| — Referentna goriva: | Prilog IX. |
| — Ispitni ciklusi: | Prilog XVII. |

([1]) Globalni tehnički pravilnik br. 11 o emisijama motora poljoprivrednih i šumarskih traktora i necestovnih pokretnih strojeva na temelju Globalnog registra, sastavljen 18. studenoga 2004., na temelju članka 6. Sporazuma o utvrđivanju globalnih tehničkih propisa za vozila na kotačima, opremu i dijelove koji mogu biti ugrađeni i/ili upotrijebljeni u vozilima na kotačima.

([2]) Pravilnik br. 96 Gospodarske komisije Ujedinjenih naroda za Europu (UNECE) – Ujednačene odredbe u vezi s homologacijom motora s kompresijskim paljenjem (C.I.) koji se ugrađuju u poljoprivredne i šumarske traktore te u necestovne pokretne strojeve, s obzirom na emisije onečišćivača iz motora.

▼B

4. **Opći zahtjevi**

Motori koji se ispituju moraju ispunjavati zahtjeve u pogledu radnog učinka utvrđene odjeljkom 5. ako se ispitivanje provodi u skladu s uvjetima ispitivanja utvrđenima odjeljkom 6. te u skladu s ispitnim postupcima utvrđenima odjeljkom 7.

5. **Zahtjevi u pogledu radnog učinka**

5.1. Emisije plinovitih i krutih onečišćujućih tvari te $CO_2$ i $NH_3$

Onečišćujuće su tvari:

(a) dušikovi oksidi, $NO_x$;

(b) ugljikovodici, izraženi kao ukupni ugljikovodici, HC ili THC;

(c) ugljikov monoksid, CO;

(d) čestična tvar, PM;

(e) broj čestica, PN.

▼M2

Izmjerene vrijednosti plinovitih i krutih onečišćujućih tvari i $CO_2$ u ispuhu motora odnose se na specifične efektivne emisije u gramima po kilovatsatu (g/kWh) ili broju po kilovatsatu (#/kWh) za PN.

Mjere se one plinovite i krute onečišćujuće tvari čije su granične vrijednosti primjenjive na potkategoriju motora koju se ispituje kako je utvrđeno Prilogom II. Uredbi (EU) 2016/1628. Rezultati koji obuhvaćaju:

(a) emisije iz kućišta koljenastog vratila u skladu s odjeljkom 6.10., prema potrebi;

(b) faktore prilagodbe za neučestalu regeneracija sustava za naknadnu obradu određeni u skladu s odjeljkom 6.6., prema potrebi; i

(c) faktor pogoršanja, kao posljednji korak izračuna, utvrđen u skladu s Prilogom III.,

ne smiju prijeći primjenjive granične vrijednosti.

$CO_2$ se mjeri i navodi u izvješću za sve potkategorije motora kako se zahtijeva u članku 43. stavku 4. Uredbe (EU) 2016/1628.

▼B

Srednja vrijednost emisije amonijaka ($NH_3$) mora se dodatno izmjeriti, kako se zahtijeva odjeljkom 3. Priloga IV., ako mjere za kontrolu $NO_x$ koje su dio sustava za kontrolu emisija motora uključuju uporabu reagensa, te ne smije prijeći vrijednosti utvrđene tim odjeljkom.

Emisije se moraju utvrđivati na temelju radnih ciklusa (stacionarni i/ili dinamički ispitni ciklusi), kako je opisano u odjeljku 7. i u Prilogu XVII. Mjerni sustavi moraju proći provjere umjerenosti i rada utvrđene odjeljkom 8. koje se obavljaju mjernom opremom opisanom u odjeljku 9.

▼B

Homologacijsko tijelo može odobriti druge sustave ili analizatore ako se pokaže da daju ekivalentne rezultate u skladu s točkom 5.1.1. Rezultati se izračunavaju u skladu sa zahtjevima iz Priloga VII.

5.1.1. Ekvivalentnost

Određivanje ekvivalentnosti sustava mora se temeljiti na korelacijskoj studiji sedam (ili više) parova uzoraka iz razmatranog sustava i jednog od sustava iz ovog priloga. „Rezultati" se odnose na specifičnu vrijednost emisije ponderiranu prema ciklusu. Korelacijsko ispitivanje provodi se u istom laboratoriju, ispitnoj ćeliji te na istom motoru, a poželjno je da se provodi istodobno. Ekvivalentnost prosječnih vrijednosti para uzorka dobivenih u gore opisanoj ispitnoj ćeliji laboratorija i stanjima motora mora se utvrditi F-testom i t-testom kako je opisano u Dodatku 3. Priloga VII. Netipične vrijednosti određuju se u skladu s normom ISO 5725 i isključuju iz baze podataka. Sustave za korelacijsko ispitivanje mora odobriti homologacijsko tijelo.

5.2. Opći zahtjevi u pogledu ispitnih ciklusa

5.2.1. Homologacijsko ispitivanje provodi se primjenom odgovarajućeg NRSC-a i, prema potrebi, NRTC-a ili LSI-NRTC-a, određenima u članku 24. i Prilogu IV. Uredbi (EU) 2016/1628.

5.2.2. Tehničke specifikacije i karakteristike NRSC-a utvrđene su u Dodatku 1. (NRSC s diskretnim načinima rada) i Dodatku 2. (modalni NRSC s prijelazima) Prilogu XVII. Prema izboru proizvođača, NRSC ispitivanje može se provesti kao NRSC s diskretnim načinima rada ili, kad je to moguće, kao modalni NRSC s prijelazima kako je utvrđeno točkom 7.4.1.

5.2.3. Tehničke specifikacije i karakteristike NRTC-a i LSI-NRTC-a utvrđene su Dodatkom 3. Prilogu XVII.

5.2.4. Ispitni ciklusi navedeni u točki 7.4. i Prilogu XVII. temelje se na postocima najvećih vrijednosti zakretnog momenta ili snage i ispitnih brzina koje treba utvrditi radi pravilnog provođenja ispitnih ciklusa:

(a) 100 % brzine (najveća ispitna brzina (MTS) ili nazivna brzina)

(b) međubrzina kako je određeno u točki 5.2.5.4.

(c) brzine vrtnje u praznom hodu kako je određeno u točki 5.2.5.5.

Određivanje ispitnih brzina utvrđeno je točkom 5.2.5., a upotreba zakretnog momenta i snage točkom 5.2.6.

5.2.5. Ispitne brzine vrtnje

5.2.5.1. Najveća ispitna brzina (MTS)

MTS se izračunava u skladu s točkom 5.2.5.1.1. ili točkom 5.2.5.1.3.

▼**M2**

5.2.5.1.1. Izračun MTS-a

U svrhu izračuna MTS-a postupak izrade karakterističnog dijagrama u dinamičkom ispitivanju provodi se u skladu s točkom 7.4. MTS se zatim određuje na temelju odnosa vrijednosti brzine vrtnje motora i snage iz karakterističnog dijagrama. MTS se izračunava jednom od sljedećih metoda:

(a) izračun na temelju vrijednosti niske i visoke brzine

$$MTS = n_{lo} + 0{,}95 \cdot (n_{hi} - n_{lo}) \quad (6\text{-}1)$$

pri čemu je:

$n_{hi}$ visoka brzina kako je definirano u članku 1. stavku 12,

$n_{lo}$ niska brzina kako je definirano u članku 1. stavku 13.;

(b) izračun na temelju metode najduljeg vektora

$$MTS = n_i \quad (6\text{-}2)$$

pri čemu je:

$n_i$ prosječna vrijednost najmanjih i najvećih brzina pri kojoj je vrijednost $(n^2_{normi} + P^2_{normi})$ jednaka 98 % iznosa maksimalne vrijednosti $(n^2_{normi} + P^2_{normi})$,

ako postoji samo jedna brzina pri kojoj je vrijednost $(n^2_{normi} + P^2_{normi})$ jednaka 98 % iznosa maksimalne vrijednosti $(n^2_{normi} + P^2_{normi})$:

$$MTS = n_i \quad (6\text{-}3)$$

pri čemu je:

$n_i$ brzina pri kojoj se javlja maksimalna vrijednost $(n^2_{normi} + P^2_{normi})$

pri čemu je:

$n$ brzina vrtnje motora

$i$ varijabla indeksiranja koja predstavlja jednu zabilježenu vrijednost karakterističnog dijagrama motora

$n_{normi}$ brzina motora normalizirana dijeljenjem s $n_{P_{max}}$

$P_{normi}$ snaga motora normalizirana dijeljenjem s $P_{max}$

$n_{P_{max}}$ prosjek najmanje i najveće brzine pri kojoj je snaga jednaka 98 % vrijednosti $P_{max}$

linearna interpolacija upotrebljava se između vrijednosti iz karakterističnog dijagrama za određivanje:

i. brzina pri kojima je snaga jednaka 98 % vrijednosti $P_{max}$, ako postoji samo jedna brzina pri kojoj je snaga jednaka 98 % vrijednosti $P_{max}$, $n_{P_{max}}$ mora biti brzina pri kojoj se javlja $P_{max}$;

▼M2

ii. brzina pri kojoj je vrijednost ($n^2_{normi} + P^2_{normi}$) jednaka 98 % maksimalne vrijednosti ($n^2_{normi} + P^2_{normi}$).

▼B

5.2.5.1.2. Upotreba deklariranog MTS-a

Ako je MTS izračunan u skladu s točkom 5.2.5.1.1. ili 5.2.5.1.3. unutar ± 3 % MTS-a koji je deklarirao proizvođač, za ispitivanje emisija može se upotrijebiti deklarirani MTS. Ako se dopušteno odstupanje prekorači, za ispitivanje emisija mora se upotrijebiti izmjereni MTS.

5.2.5.1.3. Upotreba prilagođenog MTS-a

Ako padajući dio krivulje punog opterećenja ima jako strm rub, to može prouzročiti probleme u vožnji 105 % brzina u NRTC-u. U tom je slučaju dopušteno, uz prethodno odobrenje tehničke službe, upotrijebiti alternativnu vrijednost MTS-a određenu jednom od sljedećih metoda:

(a) MTS se može malo smanjiti (maksimalno 3 %) kako bi se omogućilo pravilno provođenje NRTC-a;

(b) izračunavanjem alternativnog MTS-a pomoću jednadžbe (6-4):

$$MTS = ((n_{max} - n_{idle})/1{,}05) + n_{idle} \quad (6\text{-}4)$$

pri čemu je:

$n_{max}$ = brzina vrtnje motora pri kojoj funkcija regulatora motora regulira brzinu vrtnje tako da je naredba rukovatelja na maksimumu a primijenjeno opterećenje nula („maksimalna brzina bez opterećenja”)

$n_{idle}$ = brzina vrtnje u praznom hodu

5.2.5.2. Nazivna brzina

▼M2

Nazivna brzina definirana je u članku 3. stavku 29. Uredbe (EU) 2016/1628. Nazivna brzina za motore promjenjive brzine koje treba podvrgnuti ispitivanju emisija koji nisu oni koji se ispituju NRSC-om pri stalnoj brzini, definiranom u članku 1. stavku 31. ove Uredbe, mora se odrediti na temelju primjenjivog postupka mapiranja utvrđenog u točki 7.6. ovog Priloga. Nazivnu brzinu za motore promjenjive brzine ispitivane NRSC-om pri stalnoj brzini mora deklarirati proizvođač na temelju karakteristika motora. Nazivnu brzinu za motore stalne brzine mora deklarirati proizvođač na temelju karakteristika regulatora. Ako se ispituju emisije tipa motora s alternativnim brzinama kako je dopušteno člankom 3. stavkom 21. Uredbe (EU) 2016/1628, mora se deklarirati i ispitati svaka alternativna brzina.

▼B

Ako je nazivna brzina određena na temelju postupka mapiranja iz odjeljka 7.6. unutar ± 150 $min^{-1}$ vrijednosti koju je deklarirao proizvođač za motore kategorije NRS s regulatorom ili unutar ± 350 $min^{-1}$ ili ± 4 % za motore kategorije NRS bez regulatora, ovisno što je manje, ili unutar ± 100 $min^{-1}$ za sve ostale kategorije

▼B

motora, može se upotrijebiti deklarirana vrijednost. Ako se dopušteno odstupanje prekorači, mora se upotrijebiti nazivna brzina određena na temelju mapiranja.

▼M2

Za motore kategorije NRSh 100 % ispitna brzina mora biti unutar ± 350 $min^{-1}$ nazivne brzine prema proizvođačevoj deklaraciji.

▼B

Opcionalno, MTS može se upotrebljavati umjesto nazivne brzine za bilo koji ispitni ciklus u stabilnom stanju.

5.2.5.3. Brzina vrtnje pri maksimalnom zakretnom momentu za motore promjenjive brzine

▼M2

Prema potrebi, brzina vrtnje pri maksimalnom zakretnom momentu određena na temelju krivulje maksimalnog zakretnog momenta utvrđene na temelju primjenjivog postupka mapiranja motora u točki 7.6.1. ili točki 7.6.2. mora biti jedna od sljedećih brzina:

▼B

(a) brzina pri kojoj je zabilježen najveći zakretni moment; ili

(b) prosjek najnižih i najviših brzina pri kojima je zakretni moment jednak 98 % maksimalnog zakretnog momenta. Ako je potrebno, za utvrđivanje brzina pri kojima je zakretni moment jednak 98 % maksimalnog zakretnog momenta mora se upotrijebiti linearna interpolacija.

Ako je brzina vrtnje pri maksimalnom zakretnom momentu određena na temelju krivulje maksimalnog zakretnog momenta unutar ± 4 % brzine vrtnje pri maksimalnom zakretnom momentu koju je naveo proizvođač za ►M2 motori kategorije NRS ◄ ili unutar ± 2,5 % brzine vrtnje pri maksimalnom zakretnom momentu koju je naveo proizvođač za sve ostale kategorije motora, deklarirana vrijednost može se upotrebljavati za potrebe ove uredbe. Ako se odstupanje prijeđe, mora se upotrijebiti brzina vrtnje pri maksimalnom zakretnom momentu određena na temelju krivulje maksimalnog zakretnog momenta.

5.2.5.4. Međubrzina vrtnje

Međubrzina mora biti u skladu s jednim od sljedećih zahtjeva:

(a) za motore koji su konstruirani za rad u rasponu brzina na krivulji zakretnog momenta pri punom opterećenju međubrzina mora biti brzina vrtnje pri maksimalnom zakretnom momentu ako se postigne između 60 i 75 % nazivne brzine;

(b) ako brzina vrtnje pri maksimalnom zakretnom momentu iznosi manje od 60 % nazivne brzine, međubrzina iznosi 60 % nazivne brzine;

(c) ako je brzina vrtnje pri maksimalnom zakretnom momentu veća od 75 % nazivne brzine, tada je međubrzina 75 % nazivne brzine. Ako motor može raditi samo na brzinama većima od 75 % nazivne brzine, međubrzina je najniža brzina pri kojoj motor može raditi;

▼B

(d) za motore koji nisu konstruirani za rad u rasponu brzina na krivulji zakretnog momenta pri punom opterećenju u uvjetima u stabilnom stanju, međubrzina iznosi između 60 i 70 % nazivne brzine;

(e) za motore koji se ispituju na ciklusu G1, osim za motore kategorije ATS, međubrzina iznosi 85 % nazivne brzine;

(f) za motore kategorije ATS koji se ispituju u ciklusu G1, međubrzina iznosi 60 ili 85 % nazivne brzine, ovisno o tome koja je brzina bliža stvarnoj brzini vrtnje pri maksimalnom zakretnom momentu.

Ako se za 100 % ispitne brzine umjesto nazivne brzine upotrebljava MTS, MTS zamjenjuje nazivnu brzinu i pri određivanju međubrzine.

5.2.5.5. Brzina vrtnje u praznom hodu

Brzina vrtnje u praznom hodu najniža je brzina motora pri minimalnom opterećenju (većem od nultog opterećenja ili jednakom nultom opterećenju) pri kojoj funkcija regulatora motora kontrolira brzinu vrtnje motora. Ako motor nema funkciju regulatora koja kontrolira brzinu vrtnje u praznom hodu, brzina vrtnje u praznom hodu znači vrijednost koju navede proizvođač za najnižu moguću brzinu vrtnje motora pri minimalnom opterećenju. Brzina vrtnje u praznom hodu toplog motora je brzina vrtnje u praznom hodu zagrijanog motora.

5.2.5.6. Ispitna brzina za motore stalne brzine

Regulatori motora stalne brzine ne moraju brzinu uvijek održavati jednako stalnom. Obično se brzina može smanjiti (za 0,1 do 10 %) ispod brzine pri nultom opterećenju tako da se minimalna brzine postigne blizu točke maksimalne snage motora. Ispitna brzina za motore stalne brzine može se zadati regulatorom ugrađenim na motor ili naredbom za brzinu na ispitnom postolju ako to predstavlja regulator motora.

▼M2

Ako se upotrebljava regulator ugrađen na motor, 100 % brzine mora biti regulatorska brzina motora kako je definirana člankom 1. stavkom 24.

▼B

Ako se za simulaciju regulatora upotrebljava signal zahtjeva za brzinu na ispitnom postolju, 100 % brzine pri nultom opterećenju mora biti brzina bez opterećenja koju je proizvođač naveo za tu postavku regulatora, a 100 % brzine pri punom opterećenju mora biti nazivna brzina za tu postavku regulatora. Za određivanje brzine za ostale načine ispitivanja mora se upotrijebiti interpolacija.

Ako regulator ima postavku izokronog rada ili ako se nazivna brzina i brzina bez opterećenja koje je deklarirao proizvođač razlikuju za najviše 3 %, za 100 % brzine pri svim točkama opterećenja smije se upotrebljavati samo jedna vrijednost koju je deklarirao proizvođač.

▼B

5.2.6. Zakretni moment i snaga

5.2.6.1. Zakretni moment

Vrijednosti zakretnog momenta u ispitnim ciklusima postoci su koji, za predmetni način ispitivanja, predstavljaju jednu od sljedećih stavki:

(a) omjer zahtijevanog zakretnog momenta i maksimalnog mogućeg zakretnog momenta pri određenoj ispitnoj brzini (svi ciklusi osim D2 i E2);

(b) omjer zahtijevanog zakretnog momenta i zakretnog momenta koji odgovara nazivnoj neto snazi koju je prijavio proizvođač (ciklusi D2 i E2).

5.2.6.2. Snaga

Vrijednosti snage u ispitnim ciklusima postoci su koji, za predmetni način ispitivanja, predstavljaju jednu od sljedećih stavki:

(a) za ispitni ciklus E3 vrijednosti snage postoci su maksimalne neto snage pri 100 % brzine jer se taj ciklus temelji na teoretskoj karakterističnoj krivulji propelera za plovila koje pogone teški motori bez ograničenja duljine;

(b) za ispitni ciklus F vrijednosti snage postoci su maksimalne neto snage pri danoj ispitnoj brzini, osim za brzinu vrtnje u praznom hodu kad su postotak maksimalne neto snage pri 100 % brzine.

6. **Uvjeti ispitivanja**

6.1. Laboratorijski uvjeti ispitivanja

Moraju se izmjeriti apsolutna temperatura ($T_a$) zraka u motoru na usisu u Kelvinima i suhi atmosferski tlak ($p_s$) u kPa, a parametar $f_a$ mora se odrediti u skladu s odredbama u nastavku i jednadžbom (6-5) ili (6-6). Ako se atmosferski tlak mjeri u vodu, mora se osigurati da su gubici tlaka na prijelazu između atmosfere i mjesta mjerenja zanemarivi, a promjene u statičkom tlaku voda koje su rezultat protoka uzete u obzir. Ako je riječ o motorima s više cilindara koji imaju odvojene grupe ispušnih grana, kao što je slučaj kod motora s „V” rasporedom, mora se uzeti prosječna temperatura odvojenih grupa. Parametar fa navodi se uz rezultate ispitivanja.

Motori s prirodnim usisom i motori s mehaničkim prednabijanjem:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right) \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,7} \quad (6\text{-}5)$$

Motori s turbopuhalima s hlađenjem ulaznog zraka ili bez njega:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{0,7} \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{1,5} \quad (6\text{-}6)$$

6.1.1. Da bi se ispitivanje smatralo valjanim, moraju biti ispunjeni sljedeći uvjeti:

(a) $f_a$ mora biti unutar raspona $0,93 \leq f_a \leq 1,07$, osim kako je dopušteno točkama 6.1.2. i 6.1.4.;

▼B

(b) temperatura ulaznog zraka mora se održavati na 298 ± 5 K (25 ± 5°C), izmjereno ispred bilo kojeg sastavnog dijela motora, osim kako je dopušteno točkama 6.1.3. i 6.1.4. te kako se zahtijeva točkama 6.1.5. i 6.1.6.

6.1.2. Ako nadmorska visina laboratorija u kojem se motor ispituje prelazi 600 m, $f_a$ smije, uz odobrenje proizvođača, prijeći 1,07 uz uvjet da $p_s$ ne smije biti manji od 80 kPa.

6.1.3. Ako je snaga motora koji se ispituje veća od 560 kW, maksimalna temperatura ulaznog zraka smije, uz odobrenje proizvođača, prijeći 303 K (30 °C) uz uvjet da ne smije prijeći 308 K (35 °C).

6.1.4. Ako nadmorska visina laboratorija u kojem se motor ispituje prelazi 300 m, a snaga motora koji se ispituje je veća od 560 kW, $f_a$ smije, uz odobrenje proizvođača, prijeći 1,07 uz uvjet da $p_s$ ne smije biti manji od 80 kPa, a maksimalna temperatura ulaznog zraka smije prijeći 303 K (30°C) uz uvjet da ne smije prijeći 308 K (35°C).

6.1.5. U slučaju porodice motora kategorije NRS s manje od 19 kW, koja se isključivo sastoji od tipa motora predviđenog za bacače snijega, temperatura ulaznog zraka mora se održavati u rasponu od 273 do 268 K (od 0 do – 5°C).

6.1.6. Motorima kategorije SMB temperatura ulaznog zraka mora se održavati na vrijednosti od 263 ± 5 K (– 10 ± 5 °C), osim kako je dopušteno točkom 6.1.6.1.

6.1.6.1. Motorima kategorije SMB opremljenima elektronički reguliranim ubrizgavanjem goriva koje prilagođava protok goriva temperaturi ulaznog zraka temperatura ulaznog zraka, prema izboru proizvođača, smije se alternativno održavati na vrijednosti od 298 ± 5 K (25 ± 5°C).

6.1.7. Dopušteno je upotrebljavati:

(a) mjerač atmosferskog tlaka čija se izlazna vrijednost upotrebljava kao atmosferski tlak za cijeli ispitni prostor koji ima više od jedne dinamometarske ispitne ćelije sve dok oprema za upravljanje ulaznim zrakom održava tlak okoline na mjestu gdje se ispituje motor unutar ± 1 kPa zajedničkog atmosferskog tlaka;

(b) mjerač vlage za mjerenje vlage ulaznog zraka za cijeli ispitni prostor koji ima više od jedne dinamometarske ispitne ćelije sve dok oprema za upravljanje ulaznim zrakom održava točku rosišta na mjestu gdje se ispituje motor unutar ± 0,5 K zajedničke izmjerene vlage;

6.2. Motori s hlađenjem stlačenog zraka

▼M2

Upotrebljava se sustav hlađenja stlačenog zraka s ukupnim kapacitetom ulaza zraka koji odgovara ugrađenom proizvodnom motoru u uporabi. Svaki se laboratorijski sustav hlađenja stlačenog zraka

▼M2

konstruira tako da se smanji akumulacija kondenzata. Prije ispitivanja emisija sav se akumulirani kondenzat mora ispustiti, a svi odvodi potpuno zatvoriti. Odvodi moraju biti zatvoreni tijekom ispitivanja emisija. Uvjeti koji se odnose na rashladno sredstvo moraju se održavati kako slijedi:

(a) tijekom cijelog se ispitivanja mora održavati temperatura rashladnog sredstva od minimalno 293 K (20 °C) na ulazu hladnjaka stlačenog zraka;

(b) pri nazivnoj brzini i punom opterećenju zadaje se vrijednost protoka rashladnog sredstva tako da se postigne temperatura zraka unutar ± 5 K (± 5 °C) vrijednosti koju je proizvođač predvidio nakon izlaza hladnjaka stlačenog zraka. Temperatura zraka na izlazu mjeri se na mjestu koje odredi proizvođač. Zadana vrijednost protoka rashladnog sredstva upotrebljava se tijekom cijelog ispitivanja;

(c) ako proizvođač motora navede granične vrijednosti za pad tlaka u sustavu hlađenja stlačenog zraka, mora se osigurati da je pad tlaka u cijelom sustavu hlađenja stlačenog zraka u stanju motora koje odredi proizvođač unutar graničnih vrijednosti koje je naveo proizvođač. Pad tlaka mjeri se na mjestima koje odredi proizvođač.

▼B

Ako se umjesto nazivne brzine za ispitni ciklus upotrebljava MTS definiran u točki 5.2.5.1., onda se ta brzina smije upotrebljavati umjesto nazivne brzine pri određivanju temperature stlačenog zraka.

Cilj je dobiti rezultate emisije koji su reprezentativni za rad tijekom uporabe. Ako se dobrom inženjerskom procjenom ocijeni da bi specifikacije iz ovog odjeljka rezultirale nereprezentativnim ispitivanjem (npr. prekomjerno hlađenje ulaznog zraka), mogu se upotrijebiti složenije zadane vrijednosti i kontrole pada tlaka zraka za punjenje, temperature rashladnog sredstva i protoka kako bi se dobili reprezentativniji rezultati.

6.3. Snaga motora

▼M2

6.3.1. Temelj za mjerenje emisija

Temelj je mjerenja specifičnih emisija nekorigirana neto snaga, kako je definirana u članku 3. stavku 25. Uredbe (EU) 2016/1628.

▼B

6.3.2. Pomoćni uređaji koji se moraju ugraditi

Za vrijeme ispitivanja pomoćni uređaji potrebni za upravljanje motorom moraju se ugraditi na ispitni stol u skladu sa zahtjevima iz Dodatka 2.

Ako ugradnja potrebnih pomoćnih uređaja radi ispitivanja nije moguća, snaga koju oni apsorbiraju mora se utvrditi i oduzeti od izmjerene snage motora.

6.3.3. Pomoćni uređaji koji se moraju ukloniti

Određeni pomoćni uređaji čija je definicija povezana s radom necestovnih pokretnih strojeva i koji mogu biti montirani na motor uklanjaju se tijekom ispitivanja.

▼B

Ako se pomoćni uređaji ne mogu ukloniti, snaga koju oni apsorbiraju u uvjetima bez opterećenja mora se utvrditi i dodati izmjerenoj snazi motora (vidi napomenu g u Dodatku 2.). Ako je ta vrijednost veća od 3 % maksimalne snage pri ispitnoj brzini vrtnje, može je provjeriti tehnička služba. ►M2 Snaga koju apsorbiraju pomoćni uređaji mora se upotrijebiti za prilagođavanje zadanih vrijednosti i izračunavanje rada koji proizvede motor za vrijeme ispitnog ciklusa u skladu s točkom 7.7.1.3. ili točkom 7.7.2.3.(b). ◄

▼M2

6.3.4. Određivanje snage pomoćnih uređaja

Ako je primjenjivo u skladu s točkama 6.3.2. i 6.3.3., proizvođač motora mora za cijelo radno područje primjenjivih ispitnih ciklusa dostaviti vrijednosti snage pomoćnih uređaja i metodu mjerenja/izračuna za utvrđivanje te snage, a homologacijsko tijelo mora ih odobriti.

▼B

6.3.5. Ciklusni rad motora

Izračun referentnog i stvarnog ciklusnog rada (vidjeti točku 7.8.3.4.) temelji se na snazi motora u skladu s točkom 6.3.1. U tom su slučaju $P_f$ i $P_r$ iz jednadžbe (6-7) nula, a $P$ je jednako $P_m$.

Ako su pomoćni uređaji/oprema ugrađeni u skladu s točkama 6.3.2. i/ili 6.3.3., snaga koju oni apsorbiraju mora se upotrijebiti za korekciju svake trenutačne vrijednosti snage $P_{m,i}$ u ciklusu jednadžbom (6-8):

$$P_i = P_{m,i} - P_{f,i} + P_{r,i} \quad (6\text{-}7)$$

$$P_{AUX} = P_{r,i} - P_{f,i} \quad (6\text{-}8)$$

pri čemu je:

$P_{m,i}$ izmjerena snaga motora, kW

$P_{f,i}$ snaga koju apsorbiraju pomoćni uređaji/oprema koja se trebala ugraditi radi ispitivanja, no nije bila ugrađena, kW

$P_{r,i}$ snaga koju apsorbiraju pomoćni uređaji/oprema koja se trebala ukloniti radi ispitivanja, no bila je ugrađena, kW.

6.4. Ulazni zrak motora

6.4.1. Uvod

Mora se upotrebljavati sustav ulaznog zraka ugrađen u motor ili reprezentativan za tipičnu konfiguraciju u uporabi. To uključuje sustave za hlađenje stlačenog zraka i za povrat ispušnih plinova (EGR).

6.4.2. Ograničenje tlaka ulaznog zraka

Upotrebljava se sustav dovoda zraka motora ili laboratorijski ispitni sustav koji predstavlja ograničenje tlaka ulaznog zraka unutar ± 300 Pa od maksimalne vrijednosti koju navede proizvođač za čisti filtar zraka pri nazivnoj brzini i punom opterećenju. Ako to nije moguće zbog konstrukcije laboratorijskog ispitnog sustava za dovod zraka, dopušta se ograničenje tlaka koje ne prelazi vrijednost koju je naveo proizvođač za prljavi filtar, uz prethodno odobrenje tehničke službe. Statički diferencijalni tlak ograničenja tlaka mjeri se na mjestu i u zadanim vrijednostima brzine i zakretnog momenta koje odredi proizvođač. Ako proizvođač ne odredi mjesto, taj se tlak mora mjeriti ispred bilo koje veze turbopuhala ili povrata ispušnih plinova s dovodom zraka.

▼B

Ako se umjesto nazivne brzine za ispitni ciklus upotrebljava MTS definiran u točki 5.2.5.1., onda se ta brzina smije upotrebljavati umjesto nazivne brzine pri određivanju ograničenja tlaka ulaznog zraka.

6.5. Ispušni sustav motora

Mora se upotrebljavati ispušni sustav ugrađen u motor ili reprezentativan za tipičnu konfiguraciju u uporabi. Ispušni sustav mora biti u skladu sa zahtjevima u pogledu uzorkovanja ispušnih emisija kako je utvrđeno točkom 9.3. Upotrebljava se ispušni sustav motora ili laboratorijski ispitni sustav koji predstavlja statični ispušni protutlak unutar raspona od 80 do 100 % maksimalnog ograničenja tlaka ispušnog plina pri nazivnoj brzini i punom opterećenju. Ograničenje tlaka ispušnog plina može se namjestiti ventilom. Ako je maksimalno ograničenje tlaka ispušnog plina 5 kPa ili manje, zadana vrijednost ne smije biti manja od 1,0 kPa od maksimuma. Ako se umjesto nazivne brzine za ispitni ciklus upotrebljava MTS definiran u točki 5.2.5.1., onda se ta brzina smije upotrebljavati umjesto nazivne brzine pri određivanju ograničenja tlaka ispušnog plina.

6.6. Motor sa sustavom za naknadnu obradu ispušnih plinova

Ako je motor opremljen sustavom za naknadu obradu ispušnih plinova koji nije montiran izravno na motor, ispušna cijev mora imati jednak promjer kao što se stvarno upotrebljava za barem četiri promjera cijevi ispred proširenog dijela u kojem se nalazi uređaj za naknadnu obradu. Udaljenost od prirubnice ispušne grane ili izlaza turbopuhala do sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova mora biti jednaka kao kod necestovnih pokretnih strojeva ili odgovarati specifikacijama udaljenosti koje navede proizvođač. Cijev se, ako tako navede proizvođač, mora izolirati radi postizanja temperature na ulazu naknadne obrade u skladu sa specifikacijom proizvođača. Ako proizvođač navede dodatne zahtjeve u pogledu ugradnje, i njih se nužno pridržavati u ispitnoj konfiguraciji. Protutlak ili ograničenje tlaka ispušnih plinova zadaju se u skladu s točkom 6.5. Za uređaje za naknadnu obradu s promjenjivim ograničenjem tlaka ispušnog plina, maksimalno ograničenje tlaka ispušnog plina iz točke 6.5. definira se u uvjetima za naknadnu obradu (stabiliziranje/starenje i regeneracija/opterećenje) koje navede proizvođač. Posuda za naknadnu obradu može se ukloniti tijekom lažnih ispitivanja i tijekom mapiranja motora te zamijeniti ekvivalentnom posudom s neaktivnom potporom katalizatora.

Emisije koje se mjere u ispitnom ciklusu moraju reprezentirati misije u polju. Ako je motor opremljen sustavom za naknadnu obradu ispušnih plinova koji zahtijeva reagens, reagens koji se upotrebljava za sva ispitivanja mora deklarirati proizvođač.

Za motore kategorije NRE, NRG, IWP, IWA, RLR, NRS, NRSh, SMB, i ATS opremljene sustavima za naknadnu obradu ispušnih plinova koji se regeneriraju na neučestaloj (periodičnoj) osnovi, kako je opisano u točki 6.6.2., rezultati emisija moraju se prilagoditi tako da se u obzir uzmu regeneracijski događaji. U tom slučaju prosječna emisija ovisi o frekvenciji regeneracijskih događaja u smislu dijela ispitivanja tijekom kojih se regeneracija

▼B

događa. Za sustave za naknadnu obradu čiji se regeneracijski proces događa in a sustained manner ili barem jedanput u primjenjivom dinamičkom (NRTC or LSI-NRTC) ispitnom ciklusu ili RMC-u („kontinuirana regeneracija”) u skladu s točkom 6.6.1. nije potreban poseban ispitni postupak.

6.6.1. Kontinuirana regeneracija

Za sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova na temelju kontinuirane regeneracije emisije se mjere na sustavu za naknadnu obradu koji je stabiliziran kako bi rezultirao ponašanjem emisija koje se može ponavljati. Proces regeneracije mora se dogoditi najmanje jedanput tijekom NRTC-a s toplim pokretanjem, LSI-NRTC ili NRSC ispitivanja, a proizvođač mora deklarirati uobičajene uvjete u kojima se događa regeneracija (opterećenje čađom, temperatura, protutlak ispušnog plina itd.). Kako bi se dokazalo da je proces regeneracije kontinuiran, moraju se provesti najmanje tri NRTC-a, LSI-NRTC-a ili NRSC-a s toplim pokretanjem. Kad je riječ o NRTC-u s toplim pokretanjem, motor se mora zagrijati u skladu s točkom 7.8.2.1., zatim se kondicionira u skladu s točkom 7.4.2.1.(b), a onda se provodi prvi NRTC s toplim pokretanjem.

Naknadna NRTC-ovi s toplim pokretanjem počinju nakon kondicioniranja u skladu s točkom 7.4.2.1.(b). Za vrijeme ispitivanja bilježe se temperature i tlakovi ispušnog plina (temperatura ispred i iza sustava za naknadnu obradu ispušnog plina, protutlak ispušnog plina itd.). Sustav za naknadnu obradu ispušnog plina smatra se zadovoljavajućim ako se uvjeti koje je odredio proizvođač tijekom ispitivanja događaju unutar dovoljnog vremena, a rezultati emisije od srednje vrijednosti ili 0,005 g/kWh, ovisno što je veće, nisu raspršeni za više od ± 25 %.

6.6.2. Neučestala regeneracija

Ova se odredba primjenjuje samo na motore sa sustavom za naknadnu obradu ispušnih plinova koji se regenerira neučestalo, tipično u manje od 100 sati normalnog rada motora. Za te se motore moraju odrediti aditivni ili multiplikativni faktori za prilagodbu naviše ili naniže kako je navedeno u točki 6.6.2.4. („faktor prilagodbe”).

Ispitivanje i razvoj faktora prilagodbe zahtijeva se samo za jedan primjenjivi dinamički ispitni ciklus (NRTC ili LSI-NRTC) ili RMC. Razvijeni faktori smiju se primjenjivati na rezultate ostalih primjenjivih ispitnih ciklusa, uključujući NRSC s diskretnim načinima rada.

Ako odgovarajući faktori prilagodbe nisu dostupni iz ispitivanja pomoću dinamičkih ispitnih ciklusa (NRTC ili LSI-NRTC) ili RMC-a, faktori prilagodbe moraju se utvrditi primjenjivim NRSC ispitivanjem s diskretnim načinima rada. Faktori razvijeni pomoću NRSC ispitivanja s diskretnim načinima rada primjenjuju se samo na NRSC s diskretnim načinima rada.

Ispitivanje i razvoj faktora prilagodbe ne mora se provesti i na RMC-u i na NRSC-u s diskretnim načinima rada.

▼B

6.6.2.1. Zahtjev za utvrđivanjem faktora prilagodbe pomoću NRTC-a, LSI-NRTC-a ili RMC-a

Emisije se moraju mjeriti u najmanje tri NRTC-a, LSI-NRTC-a ili RMC-a s toplim pokretanjem, jednim s regeneracijskim događajem i dva bez njega na stabiliziranom sustavu za naknadnu obradu. Proces regeneracije mora se dogoditi najmanje jednom tijekom NRTC-a, LSI-NRTC-a ili RMC-a s regeneracijskim događajem. Ako regeneracija traje dulje od jednog NRTC-a, LSI-NRTC-a ili RMC-a, provode se uzastopna NRTC, LSI-NRTC ili RMC ispitivanja, a emisije se nastavljaju mjeriti bez gašenja motora sve dok regeneracija ne završi te se računa prosjek ispitivanja. Ako regeneracija završi za vrijeme nekog od ispitivanja, ispitivanje se nastavlja do svojeg kraja.

Odgovarajući faktor prilagodbe mora se utvrditi za cjelokupni primjenjivi ciklus jednadžbama od 6-10 do 6-13.

6.6.2.2. Zahtjev za utvrđivanje faktora prilagodbe pomoću NRSC ispitivanja s diskretnim načinima rada

Nakon što se sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova stabilizira, emisije se moraju izmjeriti u najmanje tri provedbe svakog ispitnog načina rada primjenjivog NRSC-a s diskretnim načinima rada u kojem je moguće ispuniti uvjete regeneracije, jednom s regeneracijskim događajem i dvaput bez njega. Mjerenje PM-a provodi se višefiltarskom metodom opisanom u točki 7.8.1.2.(c). Ako je regeneracija počela, ali nije završila do kraja razdoblja uzorkovanja za određeni ispitni način rada, razdoblje uzorkovanja produljuje se do završetka regeneracije. Ako je jedan način rada proveden više puta, izračunava se prosječni rezultat. Postupak se ponavlja za svaki ispitni način rada.

Odgovarajući faktor prilagodbe utvrđuje se pomoću jednadžbi od 6-10 do 6-13 za one načine rada primjenjivog ciklusa u kojima se događa regeneracija.

6.6.2.3. Opći postupak za razvoj faktora prilagodbe za neučestale regeneracije (IRAF-ovi)

Proizvođač mora navesti parametara uobičajenih uvjeta u kojima se događa proces regeneracije (opterećenje čađom, temperatura, protutlak ispušnih plinova itd.). Proizvođač mora navesti i frekvenciju regeneracijskih događaja kao broj ispitivanja tijekom kojih dolazi do regeneracije. ►M2 Točan postupak određivanja te učestalosti određuje homologacijsko tijelo na temelju dobre inženjerske prakse. ◄

Za ispitivanje regeneracije proizvođač je dužan osigurati već opterećen sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova. Tijekom te faze kondicioniranja motora ne smije nastupiti regeneracija. Proizvođač može provoditi uzastopna ispitivanja iz primjenjivog ciklusa dok se sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova ne optereti. Mjerenje emisija ne zahtijeva se za sva ispitivanja.

Prosječne emisije između regeneracijskih faza utvrđuju se iz aritmetičke sredine nekoliko približno jednako udaljenih ispitivanja primjenjivog ciklusa. Kao minimum provest će se barem jedan primjenjivi ciklus što je bliže moguće prije ispitivanja regeneracije i jedan primjenjivi ciklus odmah nakon ispitivanja regeneracije.

▼B

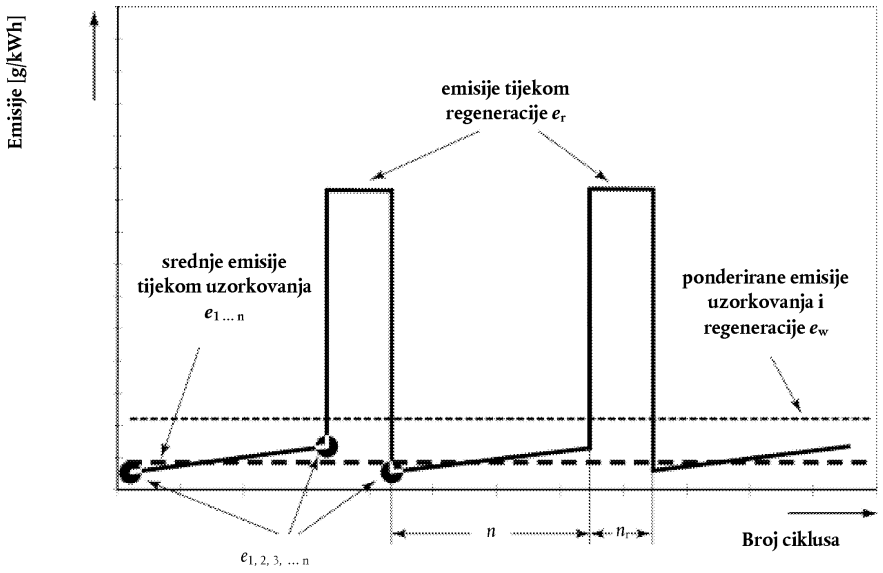
Za vrijeme ispitivanja regeneracije bilježe se svi podaci potrebni za uočavanje regeneracije (emisije CO ili $NO_x$, temperatura ispred i iza sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova, protutlak ispušnih plinova itd.). Tijekom procesa regeneracije primjenjive granične vrijednosti emisije smiju se premašiti. Ispitni postupak shematski je prikazan na slici 6.1.

▼M2

*Slika 6.1.*

**Shema neučestale regeneracije s *n* mjerenja i $n_r$ mjerenja tijekom regeneracije**

▼B




Prosječni specifični stupanj emisije povezan s ispitivanjima provedenima u skladu s točkama 6.6.2.1. ili 6.6.2.2. [g/kWh ili #/kWh] ponderira se pomoću jednadžbe (6-9) (vidjeti sliku 6.1.):

▼M2

$$\overline{e}_w = \frac{n \cdot \overline{e} + n_r \cdot \overline{e}_r}{n + n_r} \quad (6\text{-}9)$$

pri čemu je:

$n$ broj ispitivanja u kojima se regeneracija ne događa

$n_r$ broj ispitivanja u kojima se regeneracija događa (minimalno jedno ispitivanje)

$\overline{e}$ prosječna specifična emisija iz ispitivanja u kojem se regeneracija ne događa [g/kWh ili #/kWh]

$\overline{e}_r$ prosječna specifična emisija iz ispitivanja u kojem se događa regeneracija [g/kWh ili #/kWh]

▼B

Prema želji proizvođača i na temelju dobre inženjerske procjene, regeneracijski faktor prilagodbe $k_r$, kojim se izražava prosječna količina emisije, može se izračunati kao multiplikativni ili aditivni za sve plinovite onečišćujuće tvari i, ako postoji primjenjiva granična vrijednosti, za PM i PN, pomoću jednadžbi od (6-10) do (6-13):

▼B

Multiplikativni

▼M2

$$k_{\mathrm{ru,m}} = \frac{\overline{e}_{\mathrm{w}}}{\overline{e}} \quad \text{(faktor prilagodbe naviše)} \qquad (6\text{-}10)$$

$$k_{\mathrm{rd,m}} = \frac{\overline{e}_{\mathrm{w}}}{\overline{e}_r} \quad \text{(faktor prilagodbe naniže)} \qquad (6\text{-}11)$$

▼B

Aditivni

▼M2

$$k_{\mathrm{ru,a}} = \overline{e_w} - \overline{e} \quad \text{(faktor prilagodbe naviše)} \qquad (6\text{-}12)$$

$$k_{\mathrm{rd,a}} = \overline{e_w} - \overline{e_r} \quad \text{(faktor prilagodbe naniže)} \qquad (6\text{-}13)$$

▼B

6.6.2.4. Primjena faktora prilagodbe

Faktori prilagodbe naviše množe se ili dodaju izmjerenim stupnjevima emisije za sva ispitivanja u kojima nema regeneracije. Faktori prilagodbe naniže množe se ili dodaju izmjerenim brzinama emisije za sva ispitivanja u kojima se događa regeneracija. Pojava regeneracije mora se utvrđivati na način koji je jasan za vrijeme svih ispitivanja. Ako se pojava regeneracije ne utvrdi, primjenjuje se faktor prilagodbe naviše.

U skladu s Prilogom VII. i Dodatkom 5. Prilogu VII. o izračunima specifičnih efektivnih emisija, regeneracijski faktor prilagodbe:

(a) ako se utvrđuje za cijeli ponderirani ciklus, primjenjuje se na rezultate primjenjivog NRTC-a, LSI-NRTC-a i NRSC-a;

(b) ako se utvrđuje posebno za pojedinačne načine rada primjenjivog ciklusa s diskretnim načinima rada, primjenjuje se na rezultate načina rada primjenjivog NRSC-a s diskretnim načinima rada kod kojih se regeneracija dogodi prije izračuna ciklusnih ponderiranih vrijednosti emisije. U tom se slučaju za mjerenje PM-a može upotrebljavati višefiltarska metoda;

(c) može se proširiti na druge članove iste porodice motora;

(d) može se proširiti na druge porodice motora unutar iste porodice motora po sustavu za naknadnu obradu, kako je definirano u Prilogu IX. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656, uz prethodno odobrenje homologacijskog tijela na temelju tehničkih dokaza da su emisije slične, a koje mora dostaviti proizvođač.

Primjenjuju se sljedeće opcije:

(a) proizvođač može odlučiti izostaviti faktore prilagodbe za jednu ili više od svojih porodica motora (ili izvedba) zbog malog učinka regeneracije ili nepraktičnosti utvrđivanja pojave regeneracije. U tim se slučajevima ne upotrebljava nikakav faktor prilagodbe, a proizvođač je odgovoran za sukladnost s graničnim vrijednostima emisije za sva ispitivanja, bez obzira na pojavu regeneracije;

▼M2

(b) homologacijsko tijelo može, na zahtjev proizvođača, regeneracijske događaje uračunati drukčije nego što je propisano točkom (a). Međutim, ta se mogućnost odnosi samo na događaje koji se događaju iznimno rijetko i koji se u praksi ne

▼M2

mogu uzeti u obzir primjenom faktora prilagodbe opisanih u točki 6.6.2.3.

▼B

6.7. Sustav za hlađenje

Mora se upotrebljavati sustav za hlađenje motora s dovoljnim kapacitetom za održavanje motora, odnosno temperatura ulaznog zraka, ulja, rashladnog sredstva, bloka i glave, na normalnoj radnoj temperaturi koju određuje proizvođač. Mogu se upotrebljavati laboratorijski pomoćni uređaji za hlađenje i ventilatori.

6.8. Ulje za podmazivanje

Ulje za podmazivanje mora navesti proizvođač i mora biti reprezentativno za ulje za podmazivanje dostupno na tržištu; specifikacije ulja za podmazivanje koje se upotrebljava u ispitivanju moraju se zabilježiti i navesti u rezultatima ispitivanja.

6.9. Specifikacija referentnog goriva

Referentna goriva za ispitivanje određena su u Prilogu IX.

Temperatura goriva mora biti u skladu s preporukama proizvođača. Temperatura goriva mora se mjeriti na ulazu pumpe za ubrizgavanje goriva ili onako kako je specificirao proizvođač, a mjesto mjerenja mora se zabilježiti.

6.10. Emisije kućišta koljenastog vratila

Ovaj se odjeljak primjenjuje na motore kategorije NRE, NRG, IWP, IWA, RLR, NRS, NRSh, SMB i ATS koji su u skladu s graničnim vrijednostima emisija stupnja V. utvrđenima Prilogom II. Uredbi (EU) 2016/1628.

Emisije kućišta koljenastog vratila koje se ispuštaju izravno u okolnu atmosferu moraju se dodati emisijama ispušnih plinova (fizički ili matematički) tijekom svih ispitivanja emisija.

Proizvođači koji iskorištavaju tu iznimku moraju ugrađivati motore tako da se emisije kućišta koljenastog vratila mogu usmjeriti u sustav za uzorkovanje emisija. Za potrebe ove točke smatra se da se emisije kućišta koljenastog vratila koje se usmjeravaju u ispuh ispred naknadne obrade ispušnih plinova tijekom svih vrsta rada ne ispuštaju izravno u okolnu atmosferu.

Emisije otvorenog kućišta koljenastog vratila moraju se usmjeriti u ispušni sustav radi mjerenja emisija na sljedeći način:

(a) cijevni materijali moraju imati glatke stijenke, biti električno vodljivi i ne smiju reagirati s emisijama kućišta koljenastog vratila. Duljine cijevi moraju biti što je moguće manje;

(b) broj zavoja na laboratorijskim cijevima kućišta koljenastog vratila mora biti najmanji mogući, a polumjer svih zavoja koje je nemoguće izostaviti mora biti najveći mogući;

(c) laboratorijske ispušne cijevi kućišta koljenastog vratila moraju odgovarati specifikacijama proizvođača motora za protutlak kućišta koljenastog vratila;

(d) cijevi kućišta koljenastog vratila spajaju se s nerazrijeđenim ispušnim plinovima iza bilo kojeg sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova i iza bilo kakvog ugrađenog ograničenja ispušnih plinova te dovoljno ispred bilo kakvih sondi za uzorkovanje kako bi se osiguralo potpuno miješanje s ispušnim

▼B

sustavom motora prije uzorkovanja. Ispušna cijev kućišta koljenastog vratila mora sezati u slobodni tok ispušnog sustava kako bi se izbjegli efekti graničnog sloja i kako bi miješanje bilo što bolje. Izlaz ispušne cijevi kućišta koljenastog vratila smije biti okrenut u bilo kojem smjeru u odnosu na protok nerazrijeđenog ispušnog plina.

7. Postupci ispitivanja

7.1. Uvod

U ovom se poglavlju opisuje utvrđivanje specifičnih emisija efektivnih plinovitih i krutih onečišćujućih tvari motora koji se ispituju. Ispitni motor mora imati izvedbu kao osnovni motor porodice motora kako je navedeno u Prilogu IX. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

Laboratorijsko ispitivanje emisija sastoji se od mjerenja emisija i drugih parametara u ispitnim ciklusima navedenima u Prilogu XVII. Obrađeni su sljedeći aspekti:

(a) laboratorijske konfiguracije za mjerenje emisija (točka 7.2.);

(b) postupci verifikacije prije i poslije ispitivanja (točka 7.3.);

(c) ispitni ciklusi (točka 7.4.);

(d) opći ispitni slijed ispitivanja (točka 7.5.);

(e) mapiranje motora (točka 7.6.);

(f) izrada ispitnih ciklusa (točka 7.7.);

(g) postupak provedbe posebnog ispitnog ciklusa (točka 7.8.).

7.2. Načelo mjerenja emisija

Da bi se izmjerile specifične efektivne emisije motor mora raditi tijekom ispitnih ciklusa utvrđenih u točki 7.4., kako je primjenjivo. Za mjerenje specifičnih efektivnih emisija potrebno je utvrditi masu onečišćujućih tvari u emisiji ispušnih plinova (tj. HC, CO, $NO_x$ i PM), broj čestica u emisiji ispušnih plinova (tj. PN), masu $CO_2$ u emisiji ispušnih plinova i odgovarajući rad motora.

7.2.1. Masa sastojaka

Mora se utvrditi ukupna masa svakog sastojka tijekom primjenjivog ispitnog ciklusa primjenom metoda u nastavku.

7.2.1.1. Kontinuirano uzorkovanje

U kontinuiranom uzorkovanju koncentracija sastojka mjeri se kontinuirano iz nerazrijeđenog ili razrijeđenog ispušnog plina. Ta se koncentracija množi s kontinuiranom brzinom protoka (nerazrijeđenog ili razrijeđenog) ispušnog plina na lokaciji za uzrokovanje emisija kako bi se odredila brzina protoka sastojka. Emisija sastojka kontinuirano se zbraja tijekom ispitnog intervala. Zbroj je ukupna masa emitiranog sastojka.

▼B

7.2.1.2. Skupno uzorkovanje

Pri skupnom uzorkovanju kontinuirano se izdvaja uzorak nerazrijeđenog ili razrijeđenog ispušnog plina i pohranjuje se za buduća mjerenja. Izdvojeni uzorak mora biti proporcionalan brzini protoka nerazrijeđenog ili razrijeđenog ispušnog plina. Primjeri su skupnog uzorkovanja prikupljanje plinskih emisija u vrećicu i prikupljanje PM-a na filtar. Obično je metoda izračuna emisije sljedeća: skupno uzorkovane koncentracije množe se s ukupnom masom ili masenim protokom (nerazrijeđenim ili razrijeđenim) iz kojeg su izdvojene tijekom ispitnog ciklusa. Umnožak je ukupna masa ili maseni protok emitiranog sastojka. Za izračun koncentracije PM-a mora se podijeliti PM nataložen na filtar iz proporcionalno izdvojenog ispušnog plina s količinom filtriranog ispušnog plina.

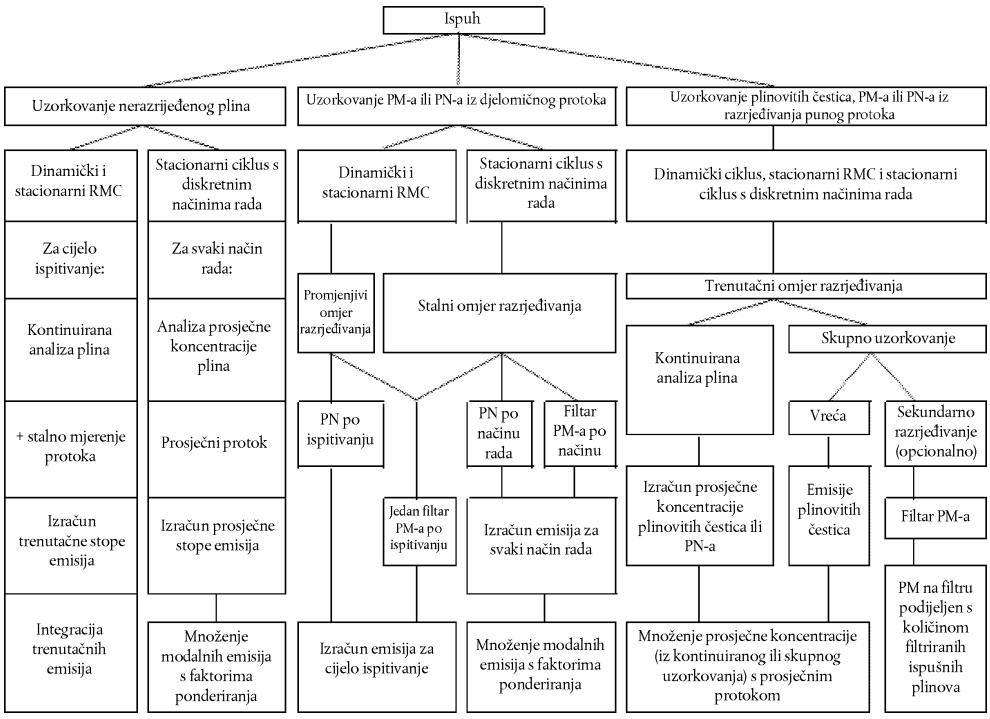
7.2.1.3. Kombinirano uzorkovanje

Dopuštene su sve kombinacije kontinuiranog i skupnog uzorkovanja (npr. PM sa skupnim uzrokovanjem i plinske emisije s kontinuiranim uzorkovanjem).

Slika 6.2. prikazuje dva aspekta ispitnih postupaka za mjerenje emisija: opremu s cijevima za uzrokovanje u nerazrijeđenom i razrijeđenom ispušnom plinu i postupke koji su potrebni za izračun emisija onečišćujućih tvari u stacionarnim i dinamičkim ispitnim ciklusima.

*Slika 6.2.*

**Ispitni postupci za mjerenje emisija**




*Napomena o slici 6.2.*: Izraz „uzrokovanje PM-a iz djelomičnog protoka” obuhvaća razrjeđivanje djelomičnog protoka za izdvajanje samo nerazrijeđenog ispušnog plina s konstantnim ili promjenjivim omjerom razrjeđivanja.

▼B

7.2.2. Utvrđivanje rada

Rad se mora utvrđivati tijekom ispitnog ciklusa istodobnim množenjem brzine i kočnog momenta radi izračunavanja trenutačnih vrijednosti kočne snage motora. Kočna snaga motora mora se integrirati tijekom ispitnog ciklusa kako bi se odredio ukupni rad.

7.3. Verifikacija i umjeravanje

7.3.1. Postupci prije ispitivanja

▼M2

7.3.1.1. Opći zahtjevi za pretkondicioniranje sustava za uzorkovanje i motora

▼B

Da bi se postigli stabilni uvjeti, sustav za uzorkovanje i motor moraju se pretkondicionirati prije ispitnog slijeda kako je navedeno u ovoj točki.

Svrha je pretkondicioniranja motora postići reprezentativnost emisija i kontrola emisija tijekom radnog ciklusa i smanjiti sustavnu pogrešku kako bi se postigli stabilni uvjeti za sljedeće ispitivanje emisije.

Emisije se mogu mjeriti tijekom ciklusa pretkondicioniranja, sve dok se provodi unaprijed utvrđen broj ciklusa pretkondicioniranja i ako je mjerni sustav pokrenut u skladu sa zahtjevima iz točke 7.3.1.4. Količinu pretkondicioniranja mora odrediti proizvođač motora prije početka pretkondicioniranja. Pretkondicioniranje se provodi kako je opisano u nastavku, uz napomenu da su specifični ciklusi za pretkondicioniranje jednaki onima koji se primjenjuju za ispitivanje emisije.

▼M2

Motori s ugrađenim sustavom za naknadnu obradu mogu raditi prije pretkondicioniranja za određeni ciklus propisanog u točkama od 7.3.1.1.1. do 7.3.1.1.4. tako da se sustav za naknadnu obradu regenerira i da se, ako je primjenjivo, opterećenje čađom ponovno uspostavi.

▼B

7.3.1.1.1. Pretkondicioniranje za dinamički ciklus s hladnim pokretanjem (NRTC)

Motor se mora pretkondicionirati barem jednim NRTC-om s toplim pokretanjem. Odmah nakon završetka svakog ciklusa pretkondicioniranja motor se mora ugasiti i mora završiti razdoblje kondicioniranja ugašenog zagrijanog motora. Odmah nakon završetka posljednjeg ciklusa pretkondicioniranja motor se mora ugasiti i mora početi hlađenje motora kako je opisano u točki 7.3.1.2.

7.3.1.1.2. Pretkondicioniranje za NRTC s toplim pokretanjem ili za LSI-NRTC

U ovoj se točki opisuje pretkondicioniranje koje se primjenjuje za uzorkovanje emisija iz NRTC-a s toplim pokretanjem bez provedbe NRTC-a s hladnim pokretanjem ili za LSI-NRTC. Motor se mora pretkondicionirati provođenjem barem jednog NRTC-a s toplim pokretanjem ili LSI-NRTC-a, kako je primjenjivo. Odmah nakon završetka svakog ciklusa pretkondicioniranja motor se mora ugasiti i, čim je izvedivo, mora početi sljedeći ciklus. Preporučuje se da sljedeći ciklus pretkondicioniranja počne unutar 60 sekundi od završetka zadnjeg ciklusa pretkondicioniranja. Prema potrebi, nakon zadnjeg ciklusa pretkondicioniranja primjenjuje se odgovarajuće razdoblje kondicioniranja zagrijanog motora (NRTC s toplim

▼B

pokretanjem) ili hlađenja (LSI-NRTC) prije pokretanja motora radi ispitivanja emisija. Ako se ne primjenjuju razdoblja kondicioniranja zagrijanog motora ili hlađenja, preporučuje se da se ispitivanje emisija pokrene u roku od 60 sekundi nakon završetka posljednjeg ciklusa pretkondicioniranja.

7.3.1.1.3. Pretkondicioniranje za NRSC s diskretnim načinima rada

Za motore kategorija koje nisu NRS i NRSh motor se mora zagrijavati i raditi dok se temperature motora (rashladno sredstvo i ulje za podmazivanje) ne stabiliziraju na 50 % brzine i 50 % zakretnog momenta za bilo koji NRSC ispitni ciklus s diskretnim načinima rada, osim za tip D2, E2 ili G, ili na nazivnoj brzini motora i 50 % zakretnog momenta za bilo koji NRSC ispitni ciklus s diskretnim načinima D2, E2 ili G. Vrijednost 50 % brzine mora se izračunati u skladu s točkom 5.2.5.1. u slučaju motora kod kojeg se MTS upotrebljava za generiranje ispitnih brzina i u skladu s točkom 7.7.1.3. u svim ostalim slučajevima. Vrijednost od 50 % zakretnog momenta definira se kao 50 % maksimalnog raspoloživog zakretnog momenta pri toj brzini. Ispitivanje emisija mora početi bez zaustavljanja motora.

Ako pripada kategoriji NRS ili NRSh, motor se zagrijava u skladu s preporukom proizvođača i dobrom inženjerskom procjenom. Prije početka uzorkovanja emisije motor mora raditi u 1. načinu rada odgovarajućeg ispitnog ciklusa dok se temperature motora ne stabiliziraju. Ispitivanje emisija mora početi bez zaustavljanja motora.

7.3.1.1.4. Pretkondicioniranje za RMC

Proizvođač motora mora izabrati jedan od sljedećih slijedova pretkondicioniranja, (a) ili (b). Pretkondicioniranje motora provodi se prema odabranom slijedu.

(a) Motor se pretkondicionira provođenjem barem druge polovine RMC-a, na temelju broja ispitnih načina rada. Motor se ne gasi između ciklusa. Odmah nakon završetka svakog ciklusa pretkondicioniranja mora početi, čim je to izvedivo, sljedeći ciklus (uključujući ispitivanje emisija). Ako je moguće, preporučuje se da sljedeći ciklus počne unutar 60 sekundi od završetka zadnjeg ciklusa pretkondicioniranja.

(b) Motor se mora zagrijavati i raditi dok se temperature motora (rashladno sredstvo i ulje za podmazivanje) ne stabiliziraju na 50 % brzine i 50 % zakretnog momenta za bilo koji RMC ispitni ciklus, osim za tip D2, E2 ili G, ili na nazivnoj brzini motora i 50 % zakretnog momenta za bilo koji RMC ispitni ciklus tipa D2, E2 ili G. Vrijednost 50 % brzine mora se izračunati u skladu s točkom 5.2.5.1. u slučaju motora kod kojeg se MTS upotrebljava za generiranje ispitnih brzina i u skladu s točkom 7.7.1.3. u svim ostalim slučajevima. Vrijednost od 50 % zakretnog momenta definira se kao 50 % maksimalnog raspoloživog zakretnog momenta pri toj brzini.

▼M2

_____

▼M2

7.3.1.2. Hlađenje motora (NRTC)

Može se primijeniti postupak prirodnoga ili prisilnoga hlađenja. Za prisilno hlađenje mora se primijeniti dobra inženjerska procjena za postavljanje sustava za puhanje rashladnog zraka na motor, za cirkulaciju rashladnog ulja kroz sustav za podmazivanje motora, za odvođenje topline iz rashladnog sredstva kroz rashladni sustav motora i za odvođenje topline iz sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova. U slučaju prisilnog hlađenja sustava za naknadnu obradu rashladni se zrak ne smije upotrijebiti sve dok se sustav za naknadnu obradu emisija ispušnih plinova ne ohladi na temperaturu koja je niža od temperature njegove katalitičke aktivacije. Zabranjeni su svi rashladni postupci koji uzrokuju emisije koje nisu reprezentativne.

7.3.1.3. Verifikacija kontaminacije ugljikovodicima (HC)

Ako se sumnja na to da je mjerni sustav za ispušni plin bitno kontaminiran HC-om, postojanje te kontaminacije HC-om može se provjeriti nultim plinom i zatim ispraviti. Ako je nužno provjeriti količinu kontaminacije mjernog sustava i pozadinskog HC sustava, to se mora učiniti unutar 8 sati od početka svakog ispitnog ciklusa. Vrijednosti se moraju zabilježiti kako bi se poslije mogle ispraviti. Prije te provjere nužno je obaviti provjeru nepropusnosti i umjeriti analizator FID-a.

7.3.1.4. Priprema mjerne opreme za uzorkovanje

Prije početka uzorkovanja emisija moraju se poduzeti sljedeći koraci:

(a) provjere nepropusnosti moraju se obaviti unutar 8 sati prije uzorkovanja emisija u skladu s točkom 8.1.8.7.;

(b) za skupno uzorkovanje mora se spojiti čisti medij za pohranu, kao što su vakuumirane vreće ili filtri kojima je izvagana tara;

(c) svi se mjerni instrumenti moraju pokrenuti u skladu s proizvođačevim uputama za instrument i dobrom inženjerskom procjenom;

(d) sustavi za razrjeđivanje, pumpe za uzrokovanje, rashladni ventilatori i sustavi za prikupljanje podataka moraju se pokrenuti;

(e) protoci uzorka moraju se postaviti na željene razine, prema potrebi upotrebom obilaznog protoka;

(f) izmjenjivači topline u sustavu za uzorkovanje moraju se unaprijed zagrijati ili ohladiti na temperaturu unutar raspona radne temperature za ispitivanje;

(g) mora se dopustiti da se zagrijani ili ohlađeni sastavni dijelovi kao što su vodovi za uzorkovanje, filtri, rashladnici i pumpe stabiliziraju na radnoj temperaturi;

(h) protok sustava za razrjeđivanje ispušnog plina mora se uključiti barem 10 minuta prije ispitnog slijeda;

(i) umjeravanje analizatora plina i nulto umjeravanje kontinuiranih analizatora moraju se provesti u skladu s postupkom u točki 7.3.1.5.;

(j) svi elektronički integrirajući uređaji moraju se nulto umjeriti ili ponovno nulto umjeriti prije početka svakog ispitnog intervala.

7.3.1.5. Umjeravanje analizatora plina

Moraju se odabrati odgovarajući rasponi analizatora plina. Dopušteni su analizatori emisije s automatskim ili ručnim prebacivanjem raspona. Tijekom ispitivanja dinamičkim (NRTC ili LSI-NRTC) ispitnim ciklusima ili RMC-om te tijekom razdoblja uzorkovanja

▼M2

plinovite emisije na kraju svakog NRSC-a s diskretnim načinima rada ne smije se mijenjati raspon emisijskih analizatora. Uz to, pojačanje analognih operacijskih pojačala analizatora ne smije se mijenjati tijekom ispitnog ciklusa.

Svi kontinuirani analizatori moraju se nulto i rasponski umjeriti plinovima koji su međunarodno sljedivi i u skladu sa specifikacijama iz točke 9.5.1. Plamenoionizacijske detektore (FID) mora se rasponski umjeriti na bazi brojeva ugljika od jedan ($C_1$).

7.3.1.6. Pretkondicioniranje filtra PM-a i vaganje tara

Postupke za pretkondicioniranje filtra PM-a i vaganje tara mora se provesti u skladu s točkom 8.2.3.

▼B

7.3.2. Postupci nakon ispitivanja

Nakon uzorkovanja emisija moraju se učiniti koraci navedeni u nastavku.

7.3.2.1. Verifikacija proporcionalnog uzorkovanja

Za svaki proporcionalni skupni uzorak, kao što je uzorak iz vreće ili uzorak PM-a, provjerava se je li proporcionalno uzorkovanje održavano u skladu s točkom 8.2.1. Za metodu jednostrukog filtra i diskretni stacionarni ispitni ciklus računa se efektivni faktor vaganja PM-a. Svi uzorci koji ne ispunjavaju zahtjeve navedene u točki 8.2.1. ne smiju se uzeti u obzir.

7.3.2.2. Kondicioniranje PM-a i vaganje nakon ispitivanja

Korišteni filtri uzorka PM–a stavljaju se u prekrivene ili zabrtvljene spremnike ili se držače filtra zatvori kako bi se filtri uzorka zaštitili od okolnog onečišćenja. Tako zaštićeni, napunjeni se filtri moraju vratiti u komoru ili prostoriju za kondicioniranje filtra PM-a. Filtri uzorka PM-a zatim se moraju kondicionirati i izvagati u skladu s točkom 8.2.4. (naknadno kondicioniranje filtra PM-a i postupci vaganja ukupnog uzorka).

7.3.2.3. Analiza skupnog uzorkovanja plinova

Čim je moguće, mora se obaviti sljedeće:

(a) svi skupni analizatori plina moraju se nulto i rasponski umjeriti najkasnije 30 minuta nakon završetka ispitnog ciklusa ili tijekom razdoblja kondicioniranja ako je praktično provjeriti jesu li plinski analizatori i dalje stabilni;

(b) svi konvencionalni plinski skupni uzorci analiziraju se najkasnije 30 minuta nakon završetka NRTC-a s toplim pokretanjem ili tijekom razdoblja kondicioniranja;

(c) pozadinski se uzorci analiziraju najkasnije 60 minuta nakon završetka NRTC-a s toplim pokretanjem.

7.3.2.4. Verifikacija pomaka

Nakon kvantifikacije ispušnog plina pomak se mora provjeriti na sljedeći način:

(a) za skupne i kontinuirane analizatore plina srednja vrijednost analizatora bilježi se nakon stabiliziranja nultog plina prema analizatoru. Stabilizacija može uključivati vrijeme za čišćenje analizatora od plina za uzorkovanje, ali i dodatno vrijeme da se uzme u obzir odziv analizatora;

▼B

(b) srednja vrijednost analizatora bilježi se nakon stabiliziranja rasponskog plina prema analizatoru. Stabilizacija može uključivati vrijeme za čišćenje analizatora od plina za uzorkovanje, ali i dodatno vrijeme da se uzme u obzir odziv analizatora;

(c) ti podaci upotrebljavaju se za validaciju i korekciju pomaka kako je opisano u točki 8.2.2.

▼M2

7.4. Ispitni ciklusi

Homologacijsko ispitivanje provodi se primjenom odgovarajućeg NRSC-a i, prema potrebi, NRTC-a ili LSI-NRTC-a, određenih u članku 18. Uredbe (EU) 2016/1628 i njezinu Prilogu IV. Tehničke specifikacije i karakteristike NRSC-a, NRTC-a i LSI-NRTC-a utvrđeni su u Prilogu XVII. toj Uredbi, a metoda za određivanje postavki zakretnog momenta, snage i brzine za te ispitne cikluse utvrđena je u odjeljku 5.2.

▼B

7.4.1. Stacionarni ispitni ciklusi

Necestovni stacionarni ispitni ciklusi (NRSC) detaljno su opisani u Dodacima 1. i 2. Prilogu XVII. kao popis diskretnih načina rada NRSC-a (radnih točaka), pri čemu svaka radna točka ima jednu vrijednost brzine i jednu vrijednost zakretnog momenta. NRSC se mora mjeriti sa zagrijanim motorom u pogonu u skladu s proizvođačevom specifikacijom. Prema izboru proizvođača, NRSC može se provesti kao NRSC s diskretnim načinima rada ili RMC, kako je objašnjeno u točkama 7.4.1.1. i 7.4.1.2. Ispitivanje emisije ne mora se provesti u skladu s objema točkama 7.4.1.1. i 7.4.1.2.

7.4.1.1. NRSC s diskretnim načinima rada

NRSC s diskretnim načinima rada ciklusi su s toplim pokretanjem u kojima se emisije moraju početi mjeriti nakon što se motor pokrene, zagrije i u pogonu je kako je navedeno u točki 7.8.1.2. Svaki se ciklus sastoji od niza načina rada s različitim brzinama vrtnje i opterećenjem (uz odgovarajući faktor ponderiranja za svaki način rada) koji pokrivaju uobičajen radni raspon specificirane kategorije motora.

7.4.1.2. Modalni NRSC s prijelazima

RMC su ciklusi s toplim pokretanjem u kojima se emisije moraju početi mjeriti nakon što se motor pokrene, zagrije i u pogonu je kako je navedeno u točki 7.8.2.1. Tijekom RMC-a motorom kontinuirano upravlja upravljačka jedinica ispitnog stola. Emisije plinovitih i krutih onečišćujućih tvari moraju se kontinuirano mjeriti i uzorkovati tijekom RMC na isti način kao i u dinamičkim ciklusima (NRTC ili LSI-NRTC).

RMC je namijenjen da se upotrebljava kao metoda provođenja stacionarnog ispitivanja na pseudodinamički način. Svaki se RMC sastoji od niza stacionarnih načina rada i linearnim prijelazom između njih. Relativno ukupno trajanje svakog načina rada i njegova prethodnog prijelaza odgovaraju ponderiranju NRSC-a s diskretnim načinima rada. Promjena brzine i opterećenja motora pri prelasku s jednog načina rada na drugi mora se linearno regulirati u vremenu od 20 ± 1 sekunda. Vrijeme promjene načina rada dio je novog načina rada (uključujući prvi način rada). U pojedinim slučajevima načini rada ne izvode se istim redoslijedom kao NRSC s diskretnim načinima rada ili su podijeljeni kako bi se spriječile ekstremne promjene temperature.

▼B

7.4.2. Dinamički (NRTC i LSI-NRTC) ispitni ciklusi

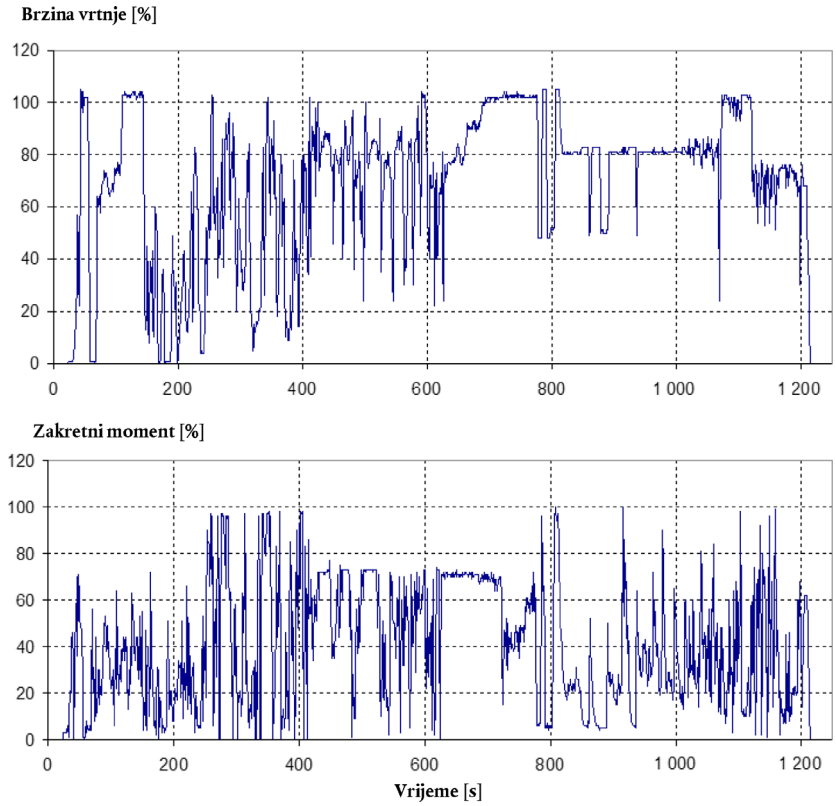
Necestovni dinamički ciklus za motore kategorije NRE (NRTC) i necestovni dinamički ciklus za velike motore s paljenjem električnom iskrom kategorije NRS (LSI-NRTC) navedeni su u Dodatku 3. Priloga XVII. kao sekundni slijed normaliziranih vrijednosti brzine vrtnje i zakretnog momenta. Kako bi se provelo ispitivanje u ispitnoj ćeliji motora, normalizirane vrijednosti moraju se pretvoriti se u njihove ekvivalentne referentne vrijednosti za pojedinačne motore koji će se ispitivati, i to na temelju specifičnih vrijednosti brzine i zakretnog momenta identificiranih u karakterističnoj krivulji motora. To se pretvaranje naziva denormalizacija, a ispitni ciklus koji iz toga proizlazi naziva se referentni NRTC ili LSI-NRTC ispitni ciklus za motor koji se ispituje (vidjeti točku 7.7.2.).

7.4.2.1. Ispitni slijed za NRTC

Grafički prikaz programa dinamometra u normaliziranom NRTC-u prikazan je na slici 6.3.

*Slika 6.3.*

**Program dinamometra u normaliziranom NRTC-u**




NRTC se mora izvesti dva puta nakon završetka pretkondicioniranja (vidjeti točku 7.3.1.1.1.) u skladu sa sljedećim postupkom:

▼M2

(a) ispitivanje s hladnim pokretanjem počinje ili nakon što se motor i sustavi za naknadnu obradu ispušnih plinova ohlade na sobnu temperaturu prirodnim hlađenjem motora ili nakon

▼M2

prisilnog hlađenja kojim su se temperature motora, rashladnog sredstva i ulja, sustavi za naknadnu obradu te svi upravljački uređaji motora stabilizirali između 293 i 303 K (20 i 30 °C). Mjerenje emisija pri tom ispitivanju počinje pokretanjem hladnog motora;

▼B

(b) razdoblje kondicioniranja počinje odmah nakon završetka faze hladnog pokretanja. Motor se mora ugasiti i pripremiti za ispitivanje s toplim pokretanjem kondicioniranjem tijekom 20 ± 1 minuta;

▼M2

(c) ispitivanje s toplim pokretanjem počinje odmah nakon razdoblja kondicioniranja paljenjem motora. Plinski analizatori moraju se uključiti barem 10 sekundi prije završetka razdoblja kondicioniranja kako bi se izbjegle vršne vrijednosti signala zbog uključivanja. Mjerenje emisija pri tom ispitivanju počinje istodobno s paljenjem hladnog motora.

Specifične efektivne emisije, izražene u g/kWh, ili brojem po kilovatsatu (#/kWh) za PN, utvrđuju se primjenom postupaka iz ovog odjeljka i za ispitni ciklus s hladnim pokretanjem i za ispitni ciklus s toplim pokretanjem. Kombinirane ponderirane emisije izračunavaju se ponderiranjem rezultata dobivenih u ispitivanju s hladnim pokretanjem za 10 % i onih dobivenih u ispitivanju s toplim pokretanjem za 90 % kako je detaljno opisano u Prilogu VII.

▼B

7.4.2.2. Ispitni slijed za LSI-NRTC

LSI-NRTC izvodi se jednom s toplim pokretanjem nakon završetka pretkondicioniranja (vidjeti točku 7.3.1.1.2.) u skladu sa sljedećim postupkom:

(a) motor se pokrene i radi prvih 180 sekundi radnog ciklusa, a zatim 30 sekundi radi u praznom hodu bez opterećenja. Emisije se ne mjere tijekom tog slijeda zagrijavanja;

(b) nakon 30-sekundnog rada u praznom hodu mora početi mjerenje emisija i motor mora raditi tijekom cijelog radnog ciklusa od početka (vrijeme 0 sekundi).

Specifične efektivne emisije u g/kWh utvrđuju se primjenom postupaka iz Priloga VII.

Ako je motor već radio prije ispitivanja, primjenjuje se dobra inženjerska procjena kako bi se motor ohladio dovoljno da mjerene emisije točno reprezentiraju vrijednosti emisija motora koji se pokrene pri sobnoj temperaturi. Na primjer, ako se motor koji se pokrene pri sobnoj temperaturi u tri minute zagrije dovoljno da počne rad u zatvorenoj petlji i postigne potpuna aktivnost katalizatora, tada je prije pokretanja sljedećeg ispitivanja potrebno minimalno hlađenje motora.

▼B

Postupak zagrijavanja motora može uključivati do 15 minuta rada u radnom ciklusu ako to prethodno odobri tehnička služba.

7.5. Općeniti ispitni slijed

Za mjerenje emisija motora nužno je provesti sljedeće korake:

(a) ispitne brzine vrtnje motora i ispitna opterećenja moraju se definirati za ispitni motor mjerenjem maksimalnog zakretnog momenta (za motore stalne brzine) ili krivulje maksimalnog zakretnog momenta (za motore promjenjive brzine) u funkciji brzine motora;

(b) normalizirani ispitni ciklusi moraju se denormalizirati zakretnim momentom (za motore stalne brzine) ili brzinama vrtnje i zakretnim momentima (za motore promjenjive brzine) iz prethodne točke 7.5.(a);

(c) motor, oprema i mjerni instrumenti unaprijed se pripremaju za sljedeće ispitivanje emisije ili seriju ispitivanja (s hladnim i s toplim pokretanjem);

(d) postupci prije ispitivanja provode se kako bi se verificirao ispravan rad određene opreme i analizatora. Svi se analizatori moraju umjeriti. Svi se predispitni podaci moraju zabilježiti;

(e) motor se pokreće (NRTC) ili ga se drži u pogonu (stacionarni ciklusi i LSI-NRTC) na početku ispitnog ciklusa, a sustavi za uzorkovanje pokreću se u isto vrijeme;

(f) emisije i drugi zahtijevani parametri mjere se ili bilježe tijekom uzorkovanja (za NRTC, LSI-NRTC i RMC tijekom cijelog ispitnog ciklusa);

(g) postupci poslije ispitivanja provode se kako bi se verificirao ispravan rad određene opreme i analizatora;

▼M2

(h) PM filtre mora se prethodno kondicionirati, izvagati (vaganje bez opterećenja), opteretiti, ponovno kondicionirati, ponovno izvagati (vaganje pod opterećenjem), a zatim se uzorci evaluiraju u skladu s postupcima prije ispitivanja (točka 7.3.1.6.) i poslije ispitivanja (točka 7.3.2.2.);

▼B

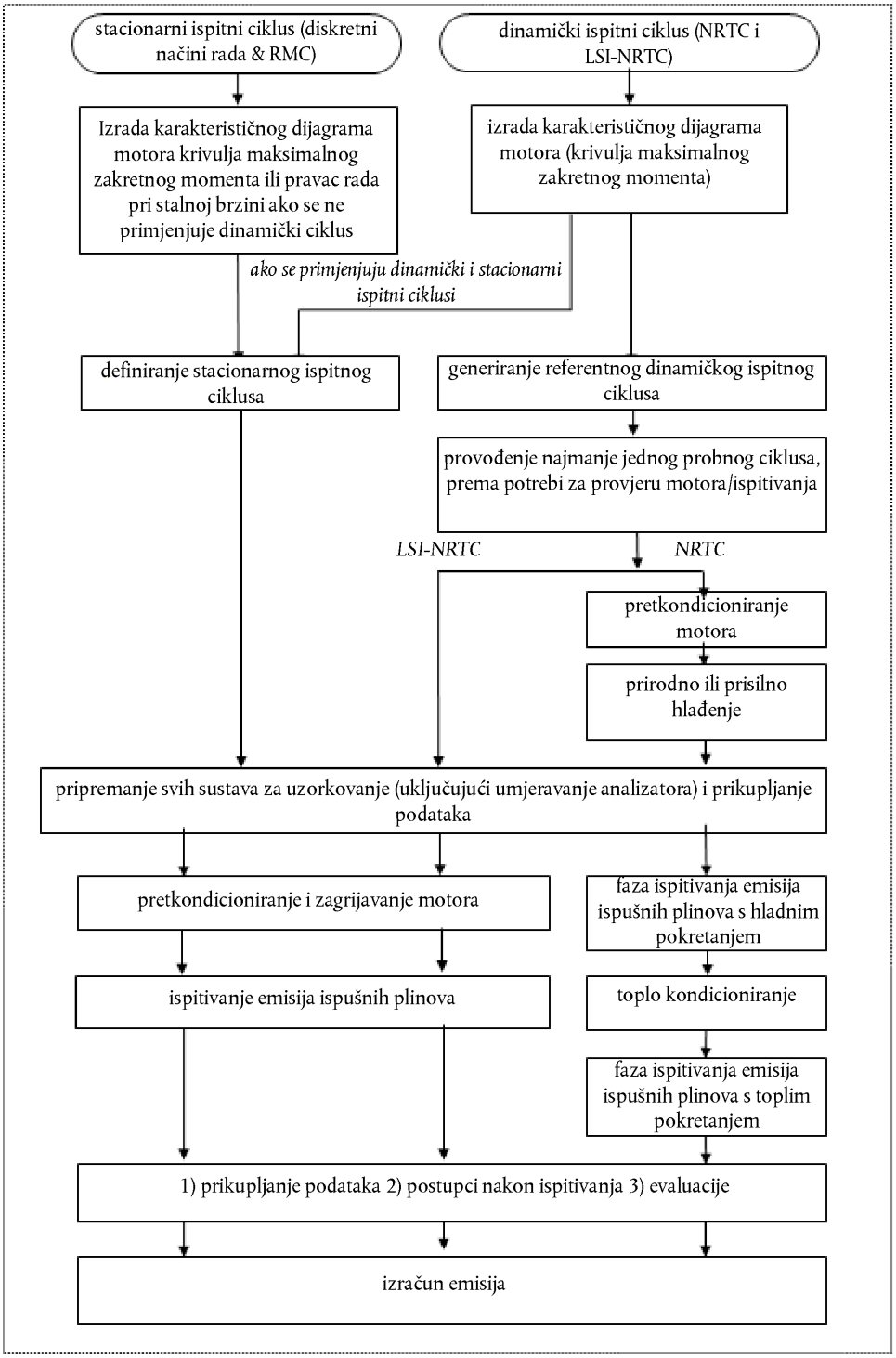
(i) evaluiraju se rezultati ispitivanja emisije.

Na slici 6.4. prikazan je pregled postupaka potrebnih za provođenje NRMM ispitnih ciklusa uz mjerenje emisija ispušnih plinova iz motora.

▼M2

*Slika 6.4.*

**Ispitni slijed**



▼B

7.5.1. Pokretanje motora i ponovno pokretanje

7.5.1.1. Pokretanje motora

Motor se pokreće:

(a) kako je preporučeno u korisničkom priručniku, elektropokretačem ili sustavom za pokretanje zrakom te uz pomoć odgovarajuće napunjenog akumulatora, odgovarajućeg napajanja ili izvora stlačenog zraka; ili

(b) upotrebom dinamometra za paljenje motora dok se ne pokrene. Obično tako da motor bude unutar ± 25 % svoje tipične brzine paljenja tijekom uporabe ili linearno povećavajući brzinu dinamometra od 0 do 100 $min^{-1}$ ispod niske brzine praznog hoda, ali samo dok se motor ne pokrene.

Paljenje se mora zaustaviti unutar 1 sekunde nakon pokretanja motora. Ako se motor ne pokrene nakon 15 sekundi paljenja, paljenje se mora zaustaviti i mora se utvrditi razlog zbog kojeg pokretanje nije uspjelo, osim ako se u korisničkom priručniku ili u servisnom priručniku ne opisuje dulje vrijeme paljenja nego što je uobičajeno.

7.5.1.2. Zatajenje motora

▼M2

(a) Ako motor zataji u bilo kojem trenutku tijekom ispitivanja NRTC-om s hladnim pokretanjem, cijelo se ispitivanje poništava.

(b) Ako motor zataji u bilo kojem trenutku tijekom ispitivanja NRTC-om s toplim pokretanjem, samo se to ispitivanje poništava. Motor se mora kondicionirati u skladu s točkom 7.8.3., a ispitivanje s toplim pokretanjem mora se ponoviti. U tom se slučaju ispitivanje s hladnim pokretanjem ne mora ponoviti.

▼B

(c) Ako motor zataji u bilo kojem trenutku tijekom LSI-NRTC-a, ispitivanje se poništava.

(d) Ako motor zataji u bilo kojem trenutku tijekom NRSC-a (diskretnog ili s prijelazima), ispitivanje se mora poništiti i ponoviti tako da se najprije provede postupak zagrijavanja motora. Ako se u mjerenju PM-a upotrebljava metoda višestrukog filtra (jedan filtar za uzorkovanje za svaki način rada), ispitivanje se mora nastaviti stabilizacijom motora u prethodnom načinu rada za kondicioniranje temperature motora, a zatim pokretanjem mjerenja u načinu rada u kojem je motor zatajio.

7.5.1.3. Rad motora

„Rukovatelj” može biti osoba (tj. ručno upravljanje) ili regulator (tj. automatsko upravljanje) što mehanički ili elektronički signalizira ulaznu vrijednost kojom se zahtijeva određena izlazna vrijednost motora. Ulazna se vrijednost može zadati papučicom ili signalom akceleratora, ručicom ili signalom regulatora gasa, ručicom ili signalom goriva, ručicom ili signalom brzine vrtnje ili to može biti zadana vrijednost ili signal regulatora.

▼B

7.6. Mapiranje motora

Prije početka mapiranja motora motor se mora zagrijati, a potkraj zagrijavanja mora raditi barem 10 minuta maksimalnom snagom ili prema preporuci proizvođača i dobroj inženjerskoj procjeni kako bi se stabilizirale temperature motornog rashladnog sredstva i ulja za podmazivanje. Kad se motor stabilizira, provodi se mapiranje motora.

Ako proizvođač tijekom provedbe ispitivanja praćenja u uporabi u skladu s Provedbenom uredbom (EU) 2017/655 o praćenju emisija motora u uporabi namjerava upotrebljavati signal zakretnog momenta koji šalje ECU, ako je motor tako opremljen, onda se tijekom mapiranja motora dodatno provodi verifikacija iz Dodatka 3.

Osim kod motora stalnih brzina, mapiranje motora provodi se s potpuno otvorenom ručicom goriva ili regulatorom primjenom diskretnih brzina uzlaznim redoslijedom. Minimalna i maksimalna brzina mapiranja definiraju se kako slijedi:

Minimalna brzina mapiranja = brzina zagrijanog motora u praznom hodu

Maksimalna je brzina mapiranja = $n_{hi}$ × 1,02 ili brzina pri kojoj maksimalni zakretni moment padne na nulu, ovisno o tome koja je vrijednost manja.

pri čemu je:

$n_{hi}$ visoka brzina ►**M2** kako je definirano u članku 1. stavku 12. ◄

Ako je najveća moguća brzina nesigurna ili nereprezentativna (npr. za motore bez regulatora), mapiranje do maksimalne sigurne brzine ili maksimalne reprezentativne brzine radi se na temelju dobre inženjerske procjene.

7.6.1. Mapiranje motora za NRSC promjenjive brzine

Kad se mapira motor za NRSC promjenjive brzine (samo za motore koji ne moraju prolaziti NRTC ili LSI-NRTC ciklus), dovoljan broj jednako razmaknutih zadanih točaka mora se izabrati na temelju dobre inženjerske procjene. U svakoj se zadanoj točki brzina mora stabilizirati, a zakretnom momentu dopušta se stabilizacija od barem 15 sekundi. Srednja vrijednost brzine i zakretnog momenta bilježe se u svakoj zadanoj točki. Preporučuje se izračun srednje vrijednosti brzine i zakretnog momenta na temelju zabilježenih podataka iz posljednjih 4 do 6 sekundi. Ako je potrebno, za određivanje NRSC ispitnih brzina i zakretnih momenata upotrebljava se linearna interpolacija. Kad motori moraju dodatno raditi i u NRTC-u ili LSI-NRTC-u, krivulja mapiranja motora za NRTC upotrebljava se za određivanje stacionarnih ispitnih brzina i zakretnih momenata.

Mapiranje motora može se, prema izboru proizvođača, provesti i u skladu s postupkom iz točke 7.6.2.

▼B

7.6.2. Mapiranje motora za NRTC i LSI-NRTC

Mapiranje motora mora se provesti prema sljedećem postupku:

(a) motor je bez opterećenja i radi u praznom hodu;

i. za motore s regulatorom niske brzine naredba rukovatelja namješta se na minimum, dinamometar ili drugi uređaj za opterećenje upotrebljava se postizanje nultog zakretnog momenta na primarnom izlaznom vratilu motora, a motoru se dopušta da regulira brzinu. Mjeri se brzina zagrijanog motora u praznom hodu;

ii. za motore bez regulatora niske brzine dinamometar se namjesti na postizanje nultog zakretnog momenta na primarnom izlaznom vratilu motora, a naredba rukovatelja namjesti se za reguliranje brzine na najnižu moguću brzinu vrtnje motora koju je deklarirao proizvođač uz minimalno opterećenje (poznata i kao deklarirana brzina zagrijanog motora u praznom hodu);

iii. Zakretni moment u praznom hodu koji deklarira proizvođač može se upotrebljavati za sve motore promjenjive brzine (bez obzira na to imaju li regulator niske brzine), ako je nenulti zakretni moment u praznom hodu reprezentativan za rad tijekom uporabe;

(b) naredba rukovatelja mora se namjestiti na maksimum, a brzina motora regulirati između brzine vrtnje zagrijanog motora u praznom hodu i 95 % brzine zagrijanog motora u praznom hodu. za motore s referentnim radnim ciklusima kojima je najniža brzina veća od brzine zagrijanog motora u praznom hodu mapiranje može početi između najniže referentne brzine i 95 % najniže referentne brzine;

(c) brzina motora povećava se prosječnom brzinom od 8 ± 1 min-1/s ili se motor mapira pri kontinuiranom ujednačenom porastu brzine tako da je potrebno od 4 do 6 minuta za povećanje s minimalne na maksimalnu brzinu mapiranja. Raspon brzine mapiranja počinje između brzine zagrijanog motora u praznom hodu i 95 % brzine zagrijanog motora u praznom hodu, a završava na najvišoj brzini iznad maksimalne snage na kojoj se razvija manje od 70 % maksimalne snage. Ako je ta najviša moguća brzina nesigurna ili nereprezentativna (npr. za motore bez regulatora), za mapiranje do maksimalne sigurne brzine ili maksimalne reprezentativne brzine upotrebljava se dobra inženjerska procjena. Brzina motora i točke zakretnog momenta bilježe se brzinom uzorkovanja od najmanje 1 Hz;

(d) ako proizvođač smatra da navedene tehnike mapiranja nisu sigurne ili nisu reprezentativne za bilo koji od predmetnih motora, mogu se upotrebljavati alternativne tehnike mapiranja. Tim se alternativnim tehnikama mora ostvariti svrha navedenih postupaka mapiranja da se utvrdi maksimalni raspoloživi zakretni moment pri svim brzinama motora koje su postignute tijekom ispitnih ciklusa. Odstupanja od tehnika mapiranja

▼B

navedenih u ovom odjeljku zbog sigurnosti ili reprezentativnosti mora odobriti homologacijsko tijelo, zajedno s opravdanjem njihove uporabe. Međutim, krivulja zakretnog momenta motora s regulatorom ili turbopuhalom ni u kojem se slučaju ne utvrđuje na padajućim brzinama motora;

(e) motor nije potrebno mapirati prije svakog ispitnog ciklusa. No mora ga se ponovno mapirati ako:

i. je prošlo unreasonable mnogo vremena od zadnjeg mapiranja, što se određuje dobrom inženjerskom procjenom; ili

ii. su na motoru rađene fizičke promjene ili ponovna umjeravanja što bi moglo utjecati na rad motora; ili

iii. atmosferski tlak blizu ulaza zraka na motoru nije unutar ± 5 kPa vrijednosti koja je zabilježena pri zadnjem mapiranju motora.

7.6.3. Mapiranje motora za NRSC konstantne brzine

Motorom se može upravljati tvorničkim regulatorom stalne brzine ili se regulator stalne brzine može simulirati reguliranjem brzine motora upravljačkim sustavom koji radi na naredbu rukovatelja. Mora se upotrebljavati izokroni regulator ili, prema potrebi, regulator pada brzine vrtnje.

7.6.3.1. Provjera nazivne snage za motore koji se ispituju na ciklusima D2 ili E2

Mora se učiniti sljedeća provjera:

(a) kad se brzina vrtnje regulira regulatorom ili simuliranim regulatorom pomoću naredbe rukovatelja, motor mora raditi na nazivnoj brzini i nazivnoj snazi koliko god je potrebno za postizanje stabilnog rada;

(b) zakretni moment povećava se dok motor može održavati reguliranu brzinu. U toj se točki mora zabilježiti snaga. Prije nego što se provede ta provjera, proizvođač i tehnička služba koja provodi provjeru moraju dogovoriti način kako sigurno odrediti da je ta točka postignuta ovisno o karakteristikama regulatora. ►**M2** Zabilježena snaga ne smije premašiti nazivnu snagu definiranu u članku 3. stavku 27. Uredbe (EU) 2016/1628 za više od 12,5 %. Ako se navedena vrijednost premaši, proizvođač mora revidirati deklariranu nazivnu snagu. ◄

Ako se na konkretnom motoru koji se ispituje ta provjera ne može provesti zbog rizika od oštećenja motora ili dinamometra, proizvođač homologacijskom tijelu mora dostaviti čvrste dokaze da maksimalna snaga ne prelazi nazivnu snagu za više od 12,5 %.

▼B

7.6.3.2. Postupak mapiranja za NRSC stalne brzine

(a) Kad se brzina regulira regulatorom ili simuliranim regulatorom pomoću naredbe rukovatelja, motor radi na reguliranoj brzini bez opterećenja (visokoj brzini, ne niskoj brzini u praznom hodu) najmanje 15 sekundi, osim ako taj motor ne može izvesti taj zadatak;

(b) za povećavanje zakretnog momenta stalnom brzinom mora se upotrebljavati dinamometar. Mapira se tako da je potrebno više od 2 minute za ubrzanje od regulirane brzine bez opterećenja do maksimalnog zakretnog momenta koji odgovara nazivnoj snazi motora koji se ispituje u ciklusima D2 ili E2 ili do maksimalnog zakretnog momenta u slučaju drugih ispitnih ciklusa stalne brzine. Tijekom mapiranja motora stvarna brzina i zakretni moment bilježe se frekvencijom od najmanje 1 Hz;

(c) Ako je riječ o motoru stalne brzine s regulatorom koji se može ponovno postaviti na alternativne brzine, motor se mora ispitati pri svakoj primjenjivoj stalnoj brzini.

Za motore stalne brzine, u dogovoru s homologacijskim tijelom, druge metode za bilježenje maksimalnog zakretnog momenta i snage pri određenoj radnim brzinama primjenjuju se na temelju dobre inženjerske procjene.

Ako su za motore ispitane ciklusima koji nisu D2 ili E2 raspoložive i izmjerene i deklarirane vrijednosti maksimalnog zakretnog momenta, deklarirana vrijednost može se upotrebljavati umjesto izmjerene vrijednosti ako iznosi između 95 i 100 % izmjerene vrijednosti.

7.7. Generiranje ispitnog ciklusa

7.7.1. Generiranje NRSC-a

Na temelju ove točke moraju se generirati brzine vrtnje i opterećenja motora na kojima motor mora raditi tijekom stacionarnih ispitivanja NRSC-om s diskretnim načinom rada ili RMC-om.

7.7.1.1. Generiranje ispitnih brzina NRSC-a za motore koji se ispituju NRSC-om i NRTC-om ili LSI-NRTC-om.

Za motore koji se ispituju NRTC-om ili LSI-NRTC-om povrh NRSC-a MTS iz točke 5.2.5.1. upotrebljava se kao 100 % brzine i za dinamička ispitivanja i za stacionarna ispitivanja.

MTS se upotrebljava umjesto nazivne brzine kad se međubrzina određuje u skladu s točkom 5.2.5.4.

Brzina vrtnje u praznom hodu određuje se u skladu s točkom 5.2.5.5.

7.7.1.2. Generiranje ispitnih brzina NRSC-a za motore koji se ispituju samo NRSC-om

Za motore koji se ne ispituju dinamičkim (NRTC ili LSI-NRTC) ciklusom nazivna brzina navedena u točki 5.2.5.3. upotrebljava se kao 100 % brzine.

▼B

Za određivanje međubrzine u skladu s točkom 5.2.5.4. upotrebljava se nazivna brzina. Ako su u NRSC-u dodatne brzine navedene kao postotak, te se brzine moraju izračunavati kao postotak nazivne brzine.

Brzina vrtnje u praznom hodu određuje se u skladu s točkom 5.2.5.5.

Uz prethodno odobrenje tehničke službe, MTS može se upotrebljavati umjesto nazivne brzine za generiranje ispitnih brzina u ovoj točki.

7.7.1.3. Generiranje NRSC opterećenja za svaki ispitni način rada

Postotak opterećenja za svaki izabrani način rada odabranog ispitnog ciklusa mora se uzeti iz odgovarajuće tablice NRSC-a u Dodatku 1. ili 2. Prilogu XVII. Ovisno o ispitnom ciklusu, postotak opterećenja u navedenim tablicama izražen je kao snaga ili kao zakretni moment u skladu s točkom 5.2.6. i napomenama za svaku tablicu.

Vrijednost od 100 % pri određenoj ispitnoj brzini mora biti izmjerena ili deklarirana vrijednost iz karakteristične krivulje dobivene u skladu s točkama 7.6.1., 7.6.2. ili 7.6.3., izražena kao snaga (kW).

Postavke motora za svaki se ispitni način rada izračunavaju se pomoću sljedeće formule (6-14):

$$S = \left( (P_{\max} + P_{AUX}) \cdot \frac{L}{100} \right) - P_{AUX} \qquad (6\text{-}14)$$

pri čemu je:

$S$ postavka dinamometra u kW

$P_{max}$ maksimalna zabilježena ili deklarirana snaga pri ispitnoj brzini u uvjetima ispitivanja (koje je odredio proizvođač) u kW

$P_{AUX}$ deklarirana ukupna snaga koju su apsorbirali pomoćni uređaji definirana u jednadžbi 6-8 (vidjeti točku 6.3.5.) pri određenoj ispitnoj brzini u kW

$L$ zakretni moment u postocima

Može se deklarirati minimalni zakretni moment zagrijanog motora koji je reprezentativan za rad u uporabi i primijeniti za svaku točku opterećenja koja bi inače bila ispod te vrijednosti ako tip motora neće normalno raditi ispod tog minimalnog zakretnog momenta, primjerice zato što će biti spojen na necestovne pokretne strojeve koji ne rade ispod određenog minimalnog zakretnog momenta.

Proizvođač u slučaju ciklusa E2 i D2 mora deklarirati nazivnu snagu i te se vrijednosti moraju upotrebljavati kao 100 % snage tijekom pripreme ispitnog ciklusa.

▼B

7.7.2. Generiranje brzine i opterećenja za NRTC i LSI-NRTC za svaku ispitnu točku (denormalizacija)

Na temelju ove točke moraju se generirati odgovarajuće brzine i opterećenja motora na kojima motor mora raditi za vrijeme NRTC ili LSI-NRTC ispitivanja. U Dodatku 3. Priloga XVII. definirani su važeći ispitni ciklusi u normaliziranom obliku. Normalizirani ispitni ciklus sastoji se od slijeda sparenih vrijednosti za postotak brzine i zakretnog momenta.

Normalizirane vrijednosti brzine i zakretnog momenta moraju se transformirati primjenom sljedećih dogovornih pravila:

(a) normalizirana brzina pretvara se u slijed referentnih brzina, $n_{ref}$, u skladu s točkom 7.7.2.2.;

(b) normalizirani zakretni moment izražen je kao postotak mapiranog zakretnog momenta iz krivulje generirane u skladu s točkom 7.6.2. pri odgovarajućoj referentnoj brzini. Te normalizirane vrijednosti pretvaraju se u slijed referentnih zakretnih momenata, $T_{ref}$, u skladu s točkom 7.7.2.3.;

(c) vrijednosti referentne brzine i referentnog zakretnog momenta izražene u koherentnim jedinicama množe se kako bi se izračunale referentne vrijednosti snage.

7.7.2.1. Rezervirano

7.7.2.2. Denormalizacija brzine motora

Brzina motora denormalizira se pomoću sljedeće jednadžbe (6-15):

$$n_{ref} = \frac{\%speed \times (MTS - n_{idle})}{100} + n_{idle} \quad (6\text{-}15)$$

pri čemu je:

$n_{ref}$ referentna brzina

$MTS$ maksimalna ispitna brzina

$n_{idle}$ brzina vrtnje u praznom hodu

*% brzine* vrijednost normalizirane brzine NRTC-a ili LSI-NRTC-a preuzete iz Dodatka 3. Prilogu XVII.

7.7.2.3. Denormalizacija zakretnog momenta motora

Vrijednosti zakretnog momenta u programu dinamometra motora iz Dodatka 3. Priloga XVII. normaliziraju se do maksimalnog zakretnog momenta pri odgovarajućoj brzini. Vrijednosti zakretnog momenta referentnog ciklusa denormaliziraju se pomoću karakteristične krivulje određene u skladu s točkom 7.6.2., pomoću jednadžbe (6-16):

$$T_{ref} = \frac{\%torque \cdot max.torque}{100} \quad (6\text{-}16)$$

za odgovarajuću referentnu brzinu kako je navedeno u točki 7.7.2.2.

pri čemu je:

$T_{ref}$ referentni zakretni moment za danu referentnu brzinu

▼M2

*maks. zakretni moment* maksimalni zakretni moment za danu ispitnu brzinu iz mapiranja motora provedenog u skladu s točkom 7.6.2., prema potrebi prilagođenu u skladu s točkom 7.7.2.3.(b).

▼B

*% zakretnog momenta* vrijednost normaliziranog zakretnog momenta NRTC-a ili LSI-NRTC-a iz Dodatka 3. Prilogu XVII.

(a) Deklarirani minimalni zakretni moment

Može se deklarirati minimalni zakretni moment koji je reprezentativan za rad tijekom uporabe. Primjerice, ako je motor tipično spojen na necestovne pokretne strojeve koji inače ne rade ispod određenog minimalnog zakretnog momenta, taj zakretni moment može se deklarirati i upotrebljavati za svaku točku opterećenja koja bi inače bila ispod te vrijednosti.

(b) Prilagodba zakretnog momenta motora zbog pomoćnih uređaja ugrađenih radi ispitivanja emisija

Ako su pomoćni uređaji montirani u skladu s Dodatkom 2., ne smije se prilagođavati maksimalni zakretni moment za danu ispitnu brzinu preuzetu iz mapiranja motora provedenog u skladu s točkom 7.6.2.

Ako, u skladu s točkama 6.3.2. ili 6.3.3., potrebni pomoćni uređaji koji su trebali biti montirani za ispitivanje nisu postavljeni ili su postavljeni pomoćni uređaji koje je trebalo ukloniti za ispitivanje, vrijednost $T_{max}$ mora se prilagoditi pomoću jednadžbe (6-17).

$$T_{max} = T_{map} - T_{AUX} \quad (6\text{-}17)$$

pri čemu je:

$$T_{AUX} = T_r - T_f \quad (6\text{-}18)$$

pri čemu je:

$T_{map}$ neprilagođeni maksimalni zakretni moment za danu ispitnu brzinu preuzetu iz mapiranja motora provedenog u skladu s točkom 7.6.2.

$T_f$ zakretni moment potreban za pokretanje pomoćnih uređaja koje je trebalo montirati, no koji nisu bili postavljeni u svrhu ispitivanja

$T_r$ zakretni moment potreban za pokretanje pomoćnih uređaja koje je trebalo ukloniti u svrhu ispitivanja, no koji su bili postavljeni za ispitivanje

7.7.2.4. Primjer postupka denormalizacije

Primjer denormalizacije za sljedeću ispitnu točku:

*% brzine* = 43 %

*% zakretnog momenta* = 82 %

Zadane su sljedeće vrijednosti:

*MTS* = 2 200 $min^{-1}$

▼B

$n_{idle}$ = 600 $min^{-1}$

daje rezultat

$$n_{ref} = \frac{43 \cdot (2\,200 - 600)}{100} + 600 = 1\,288 min^{-1}$$

Uz maksimalni zakretni moment od 700 Nm očitan s karakteristične krivulje pri 1288 $min^{-1}$

$$T_{ref} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

7.8. Postupak provedbe specifičnog ispitnog ciklusa

7.8.1. Slijed ispitivanja emisije za NRSC s diskretnim načinom rada

7.8.1.1. Zagrijavanje motora za stacionarni NRSC s diskretnim načinima rada

Mora se provesti postupak prije ispitivanja sukladno točki 7.3.1., uključujući umjeravanje analizatora. Motor se zagrijava u slijedu pretkondicioniranja iz točke 7.3.1.1.3. Odmah nakon te točke kondicioniranja mora početi mjerenje ispitnog ciklusa.

7.8.1.2. Provođenje NRSC-a s diskretnim načinima rada

(a) Ispitivanje se mora izvoditi uzlaznim redoslijedom brojeva načina rada kako je navedeno za ispitni ciklus (vidjeti Dodatak 1. Priloga XVII.).

▼M2

(b) Svaki način rada traje najmanje 10 minuta. U svakom načinu rada motor se stabilizira najmanje 5 minuta. Plinovite emisije i, ako je primjenjivo, PN uzorkuju se od 1 do 3 minute na kraju svakog načina rada, a PM emisije uzorkuju se u skladu s točkom (c).

Ne dovodeći u pitanje prethodni stavak, ako se ispituju motori s paljenjem električnom iskrom ciklusima G1, G2 ili G3 ili ako se provode mjerenja u skladu s Prilogom V. ovoj Uredbi, svaki način rada mora trajati najmanje 3 minute. U tom se slučaju plinovite emisije i, ako je primjenjivo, PN uzorkuju tijekom najmanje 2 posljednje minute u svakom načinu rada, a PM emisije uzorkuju se u skladu s točkom (c). Trajanje načina rada i uzorkovanja mogu se produljiti kako bi se poboljšala točnost.

Duljina načina rada mora se zabilježiti i navesti u izvješću.

▼B

(c) ►M2 Za PM emisije uzorkovanje PM-a može se učiniti jednofiltarskom ili višefiltarskom metodom. Budući da se rezultati tih metoda mogu neznatno razlikovati, korištena se metoda mora navesti zajedno s rezultatima. ◄

U metodi pojedinačnog filtra tijekom uzorkovanja moraju se uzimati u obzir faktori ponderiranja specificirani u postupku ispitnog ciklusa i stvarni protok ispušnih plinova za taj način rada, i to tako da se prilagodi protok uzorka i/ili vrijeme uzorkovanja. Efektivni faktor ponderiranja za uzorkovanje PM-a mora biti unutar ± 0,005 faktora ponderiranja načina rada o kojemu je riječ.

Uzorkovanje se mora provesti što je moguće kasnije unutar svakog načina rada. U metodi pojedinačnog filtra završetak uzorkovanja PM-a mora se poklapati unutar ± 5 sekundi sa završetkom mjerenja plinovitih emisija. Vrijeme uzorkovanja

▼B

po načinu rada mora biti najmanje 20 sekundi za metodu pojedinačnog filtra i najmanje 60 sekundi za metodu višestrukog filtra. Za sustave bez mogućnosti obilaznog toka vrijeme uzorkovanja po načinu rada mora biti najmanje 60 sekundi za obje metode, jednofiltarsku i višefiltarsku.

(d) Brzina vrtnje i opterećenje motora, temperatura ulaznog zraka, protok goriva te, kad je to primjenjivo, protok zraka ili ispušnog plina mjere se za svaki način rada u istom intervalu koji se upotrebljava za mjerenje koncentracija plinovitih tvari.

Sve dodatne podatke potrebne za izračunavanje nužno je zabilježiti.

(e) Ako motor zataji ili se uzorkovanje emisije prekine u bilo kojem trenutku nakon početka uzorkovanja emisije u NRSC-u s diskretnim načinom rada i metodi pojedinačnog filtra, ispitivanje se poništava i ponavlja počevši od postupka zagrijavanja motora. Ako se PM mjeri primjenom metode višestrukog filtra (jedan filtar za uzorkovanje za svaki način rada), ispitivanje se nastavlja stabilizacijom motora u prethodnom načinu rada za kondicioniranje temperature motora, a zatim početkom mjerenja u načinu rada u kojemu je motor zatajio.

(f) Provode se postupci nakon ispitivanja prema točki 7.3.2.

7.8.1.3. Validacijski kriteriji

Tijekom svakog načina rada u danom stacionarnom ispitnom ciklusu, nakon početnog prijelaznog razdoblja, izmjerena brzina ne smije odstupati od referentne brzine za više od ± 1 % nazivne brzine ili ± 3 $min^{-1}$, ovisno o tome koja je veća, osim brzine vrtnje u praznom hodu koja mora biti unutar dopuštenih odstupanja koje deklarira proizvođač. Izmjereni zakretni moment ne smije odstupati od referentnog zakretnog momenta za više od ± 2 % maksimalnog zakretnog momenta pri danoj ispitnoj brzini.

7.8.2. Slijed ispitivanja emisije za RMC

7.8.2.1. Zagrijavanje motora

Mora se provesti postupak prije ispitivanja sukladno točki 7.3.1., uključujući umjeravanje analizatora. Motor se zagrijava slijedom pretkondicioniranja iz točke 7.3.1.1.4. Odmah nakon tog postupka kondicioniranja motora brzina vrtnje i zakretni moment motora, ako već nisu zadani za prvi ispitni način rada, moraju se promijeniti u linearnom prijelazu od 20 ± 1 sekunda na prvi ispitni način rada. Između 5 i 10 sekundi nakon kraja tog prijelaza mora početi mjerenje ispitnog ciklusa.

7.8.2.2. Provođenje RMC-a

Ispitivanje se izvodi prema rednim brojevima načina rada kako je navedeno za ispitni ciklus (vidjeti Dodatak 2. Prilogu XVII.). Ako ne postoji RMC za konkretni NRSC, provodi se postupak NRSC-a s diskretnim načinima rada iz točke 7.8.1.

▼B

Motor u svakom načinu rada mora raditi propisano vrijeme. Prijelaz iz jednog načina rada u drugi radi se linearno u 20 ± 1 sekunda u skladu s dopuštenim odstupanjima propisanima u točki 7.8.2.4.

Referentne vrijednosti brzine i zakretnog momenta za RMC generiraju se minimalnom frekvencijom od 1 Hz i taj se slijed točaka mora upotrebljavati za izvođenje ciklusa. Tijekom prijelaza između načina rada denormalizirane referentne vrijednosti brzine i zakretnog momenta linearno se mijenjaju između dvaju načina rada kako bi se generirale referentne točke. Normalizirane referentne vrijednosti zakretnog momenta ne smiju se linearno mijenjati između dvaju načina rada, a zatim denormalizirati. Ako prijelaz brzine i zakretnog momenta prolazi kroz točku iznad krivulje zakretnog momenta motora, on se mora nastaviti radi zadavanja referentnih zakretnih momenata, a naredba rukovatelja smije ići do maksimuma.

Tijekom cijelog RMC-a (tijekom svakog načina rada i uključujući prijelaze između načina rada) mjeri se koncentracija svake plinovite onečišćujuće tvari te se uzorkuju PM i PN ako postoji primjenjiva granična vrijednost. Plinovite onečišćujuće tvari mogu se mjeriti nerazrijeđene ili razrijeđene, a zatim se bilježe kontinuirano; ako se mjere razrijeđene, mogu se uzorkovati i u vreću za uzorkovanje. Uzorak lebdećih čestica razrjeđuje se kondicioniranim i čistim zrakom. Tijekom cjelokupnog postupka ispitivanja uzima se jedan uzorak i, ako je riječ o PM-u, skuplja na jedan filtar za uzorkovanje PM-a.

Za izračun specifičnih efektivnih emisija računa se stvarni ciklusni rad integriranjem stvarne snage motora u cijelom ciklusu.

7.8.2.3. Slijed ispitivanja emisije

(a) Provođenje RMC-a, uzorkovanje ispušnih plinova, bilježenje podataka i integriranje izmjerenih vrijednosti mora početi istodobno.

(b) Brzina i zakretni moment reguliraju se za prvi način rada u ispitnom ciklusu.

(c) Ako motor zataji u bilo kojem trenutku provođenja RMC-a, ispitivanje se poništava. Motor se mora pretkondicionirati, a ispitivanje ponoviti.

(d) Na kraju RMC-a uzorkovanje se nastavlja, osim uzorkovanja PM-a, pri čemu svi sustavi nastavljaju raditi kako bi se omogućilo da prođe vrijeme odziva sustava. Zatim se uzorkovanje i bilježenje zaustavljaju, uključujući bilježenje pozadinskih uzoraka. Naposljetku, svi se integrirajući uređaji zaustavljaju, a kraj ispitnog ciklusa označava se u zabilježenim podacima.

(e) Moraju se provesti postupci nakon ispitivanja prema točki 7.3.2.

7.8.2.4. Validacijski kriteriji

RMC ispitivanja validiraju se regresijskom analizom kako je opisano u točkama 7.8.3.3. i 7.8.3.5. Dopuštena odstupanja RMC-a prikazana su u tablici 6.1. u nastavku. Imajte na umu da su dopuštena odstupanja RMC-a različita od odstupanja NRTC-a iz tablice 6.2. ►**M2** Tijekom provođenja ispitivanja motora referentne snage veće od 560 kW mogu se primjenjivati dopuštena odstupanja regresijskog pravca iz tablice 6.2. i brisanje točaka iz tablice 6.3. ◄

▼B

*Tablica 6.1.*

**Dopuštena odstupanja regresijskog pravca RMC-a**

| | Brzina vrtnje | Zakretni moment | Snaga |
|---|---|---|---|
| Standardna pogreška procjene (SEE) $y$ na $x$ | maksimalno 1 % nazivne brzine | maksimalno 2 % maks. zakretnog momenta motora | maksimalno 2 % maks. snage motora |
| Nagib regresijskog pravca, $a_1$ | 0,99 do 1,01 | 0,98 – 1,02 | 0,98 – 1,02 |
| Koeficijent determinacije, $r^2$ | minimalno 0,990 | minimalno 0,950 | minimalno 0,950 |
| y prekid toka regresijskog pravca, $a_0$ | ±1 % nazivne brzine | ± 20 Nm ili 2 % maksimalnog zakretnog momenta, ovisno što je veće | ± 4 kW ili 2 % maksimalne snage, ovisno što je veće |

Ako se RMC ispitivanje ne provodi na postolju za dinamičko ispitivanje, na kojem nisu dostupne sekundne vrijednosti brzine i zakretnog momenta, upotrebljavaju se validacijski kriteriji u nastavku.

Zahtjevi za dopuštena odstupanja brzine i zakretnog momenta u svakom načinu rada navedeni su u točki 7.8.1.3. Na linearne prijelaze brzine i zakretnog momenta od 20 sekundi između stacionarnih ispitnih načina rada RMC-a u (točka 7.4.1.2.) primjenjuju se sljedeća dopuštena odstupanja brzine i opterećenja:

(a) brzina se mora održavati linearnom unutar ± 2 % nazivne brzine,

(b) zakretni moment mora se održavati linearnim unutar ± 5 % maksimalnog zakretnog momenta pri nazivnoj brzini.

7.8.3. Dinamički (NRTC i LSI-NRTC) ispitni ciklusi

Naredbe za referentne brzine i zakretne momente izvršavaju se redom kako bi se proveli NRTC i LSI-NRTC. Naredbe za brzinu i zakretni moment izdaju se frekvencijom od najmanje 5 Hz. S obzirom na to da je referentni ispitni ciklus specificiran na 1 Hz, naredbe za brzinu i zakretni moment između tih vrijednosti moraju se linearno interpolirati od referentnih vrijednosti zakretnog momenta generiranih pri generiranju ispitnog ciklusa.

Male denormalizirane vrijednosti brzine blizu brzine vrtnje zagrijanog motora u praznom hodu mogu prouzročiti aktivaciju regulatora niske brzine u praznom hodu, a zakretni moment motora može premašiti referentni zakretni moment čak i ako je naredba rukovatelja na minimumu. U tim slučajevima preporučuje se reguliranje dinamometra kako bi prioritet imalo slijeđenje referentnog zakretnog momenta umjesto referentne brzine i kako bi se omogućilo motoru da upravlja brzinom.

U uvjetima hladnog pokretanja motori mogu upotrebljavati uređaje za pojačani prazni hod kako bi se motor i sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova brzo zagrijali. U tim će uvjetima vrlo niske normalizirane brzine generirati referentne brzine niže od te povišene brzine vrtnje u praznom hodu. U tom se slučaju preporučuje reguliranje dinamometra kako bi prioritet imalo slijeđenje referentnog zakretnog momenta i kako bi se omogućilo motoru da regulira brzinu dok je naredba rukovatelja na minimumu.

▼B

Tijekom ispitivanja emisije referentne brzine i zakretni momenti te odziv brzine vrtnje i momenta motora bilježe se minimalnom frekvencijom od 1 Hz, no preporučuje se frekvencija od 5 Hz ili čak 10 Hz. Ta je veća frekvencija bilježenja važna jer pomaže smanjiti sustavni sustavnu pogrešku koju izaziva kašnjenje između referentnih i izmjerenih odziva brzine i zakretnog momenta.

Referentne i odzivne vrijednosti brzina i zakretnih momenata mogu se bilježiti i pri nižim frekvencijama (do 1 Hz) ako se bilježe prosječne vrijednosti tijekom intervala između zabilježenih vrijednosti. Prosječne vrijednosti računaju se na temelju vrijednosti odziva ažuriranih frekvencijom od minimalno 5 Hz. Navedene zabilježene vrijednosti upotrebljavaju se za računanje statističkih podataka o validaciji ciklusa i ukupnog rada.

7.8.3.1. Provođenje NRTC ispitivanja

Mora se provesti postupak prije ispitivanja prema točki 7.3.1., uključujući pretkondicioniranje, hlađenje i umjeravanje analizatora.

Ispitivanje počinje kako je opisano u nastavku.

Ispitni slijed počinje odmah nakon pokretanja motora iz ohlađenog stanja opisanog u točki 7.3.1.2. ako je riječ o NRTC-u s hladnim pokretanjem ili iz razdoblja kondicioniranja zagrijanog motora ako se radi o NRTC-u s toplim pokretanjem. Zatim počinje slijed iz točke 7.4.2.1.

Bilježenje podataka, uzorkovanje ispušnih plinova i integriranje izmjerenih vrijednosti mora početi istodobno s pokretanjem motora. Ispitni ciklus mora početi kad se pokrene motor i provodi se prema rasporedu iz Dodatka 3. Prilogu XVII.

Na kraju ciklusa uzorkovanje se nastavlja, pri čemu svi sustavi nastavljaju raditi kako bi se omogućilo da prođe vrijeme odziva sustava. Zatim se uzorkovanje i bilježenje zaustavljaju, uključujući bilježenje pozadinskih uzoraka. Naposljetku, svi se integrirajući uređaji zaustavljaju, a kraj ispitnog ciklusa označava se u zabilježenim podacima.

Provode se postupci nakon ispitivanja u skladu s točkom 7.3.2.

7.8.3.2. Provođenje LSI-NRTC ispitivanja

Mora se provesti postupak prije ispitivanja u skladu sa stavkom 7.3.1., uključujući pretkondicioniranje i umjeravanje analizatora.

Ispitivanje mora početi kako je opisano u nastavku.

Ispitivanja počinje prema slijedu iz točke 7.4.2.2.

Bilježenje podataka, uzorkovanje ispušnih plinova i integriranje izmjerenih vrijednosti počinje istodobno s pokretanjem LSI-NRTC-a na kraju 30-sekundnog rada u praznom hodu navedenog u točki 7.4.2.2.(b). Ispitni ciklus provodi se prema rasporedu iz Dodatka 3. Prilogu XVII.

Na kraju ciklusa uzorkovanje se nastavlja, upri čemu svi sustavi nastavljaju raditi kako bi se omogućilo da prođe vrijeme odziva sustava. Zatim se uzorkovanje i bilježenje zaustavljaju, uključujući bilježenje pozadinskih uzoraka. Naposljetku, svi integrirajući uređaji se zaustavljaju, a kraj ispitnog ciklusa označava se u zabilježenim podacima.

▼B

Provode se postupci nakon ispitivanja u skladu s točkom 7.3.2.

7.8.3.3. Kriteriji za validaciju ciklusa za dinamičke (NRTC i LSI-NRTC) ispitne cikluse

Kako bi se provjerila valjanost ispitivanja, kriteriji za validaciju ciklusa iz ove točke primjenjuju se na referentne i odzivne vrijednosti brzine, zakretnog momenta, snage i ukupnog rada.

7.8.3.4. Izračun ciklusnog rada

Prije izračuna ciklusnog rada moraju se izostaviti sve vrijednosti brzine i zakretnog momenta zabilježene tijekom pokretanja motora. Točke s negativnim vrijednostima zakretnog momenta moraju se računati kao nulti rad. Stvarni ciklusni rad $W_{act}$ (kWh) izračunava se na temelju vrijednosti odziva brzine i zakretnog momenta motora. Referentni ciklusni rad $W_{ref}$ (kWh) izračunava se na temelju referentnih vrijednosti brzine i zakretnog momenta motora. Stvarni ciklusni rad $W_{act}$ upotrebljava se za usporedbu s referentnim ciklusnim radom $W_{ref}$ i za izračun specifičnih efektivnih emisija (vidjeti točku 7.2.)

$W_{act}$ mora biti između 85 % i 105 % vrijednosti $W_{ref}$.

7.8.3.5. Validacijski statistički podaci (vidjeti Dodatak 2. Prilogu VII.)

Linearna regresija između referentnih i odzivnih vrijednosti računa se za brzinu, zakretni moment i snagu.

Kako bi se minimirala sustavna pogreška koju izaziva kašnjenje između referentnih i odzivnih vrijednosti ciklusa, cijeli se slijed signala odziva brzine vrtnje motora i zakretnog momenta može ubrzati ili usporiti u odnosu na referentni slijed brzine i zakretnog momenta. Ako se odzivni signali pomaknu, brzina vrtnje i zakretni moment moraju se pomaknuti za isti iznos i u istom smjeru.

Upotrebljava se metoda najmanjih kvadrata s jednadžbom koja najbolje odgovara u obliku utvrđenom jednadžbom (6-19):

$$y = a_1 x + a_0 \quad (6\text{-}19)$$

pri čemu je:

$y$ odzivna vrijednost brzine ($min^{-1}$), zakretnog momenta (Nm) ili snage (kW)

$a_1$ nagib regresijskog pravca

$x$ referentna vrijednost brzine ($min^{-1}$), zakretnog momenta (Nm) ili snage (kW)

$a_0$ y prekid toka regresijskog pravca

Standardnu pogrešku procjene $y$ na $x$ i koeficijent determinacije ($r^2$) moraju se izračunati za svaki regresijski pravac u skladu s Dodatkom 3. Prilogu VII.

Preporučuje se da se ta analiza provede pri 1 Hz. Da bi se ispitivanje smatralo valjanim, moraju biti ispunjeni kriteriji iz tablice 6.2.

*Tablica 6.2.*

**Odstupanja regresijskog pravca**

| | Brzina | Zakretni moment | Snaga |
|---|---|---|---|
| Standardna pogreška procjene $y$ na $x$ | ≤ 5,0 % maks. ispitne brzine | ≤ 10,0 % maks. mapiranog zakretnog momenta | ≤ 10,0 % maks. mapirane snage |

▼B

| | Brzina | Zakretni moment | Snaga |
|---|---|---|---|
| Nagib regresijskog pravca, $a_1$ | 0,95 do 1,03 | 0,83 – 1,03 | 0,89 – 1,03 |
| Koeficijent determinacije, $r^2$ | minimalno 0,970 | minimalno 0,850 | minimalno 0,910 |
| y prekid toka regresijskog pravca, $a_0$ | ≤ 10 % brzine praznog hoda | ± 20 Nm ili ± 2 % maks. zakretnog momenta, ovisno što je veće | ± 4 kW ili ± 2 % maks. snage, ovisno što je veće |

Samo za potrebe regresije, brisanje točaka dopušteno je prema tablici 6.3. prije izračuna regresije. Međutim, te se točke ne smiju brisati za izračun ciklusnog rada i emisija. Točka praznog hoda definira se kao točka normaliziranog referentnog zakretnog momenta od 0 % i normalizirane referentne brzine vrtnje od 0 %. Brisanje točaka može se primijeniti na cjelinu ili na bilo koji dio ciklusa; moraju se navesti točke na koje se primjenjuje brisanje točaka.

▼M2

*Tablica 6.3.*

**Dopuštena brisanja točaka iz regresijske analize**

| Događaj | Uvjeti ($n$ = brzina vrtnje motora, $T$ = zakretni moment) | Dopuštena brisanja točaka |
|---|---|---|
| Minimalna naredba rukovatelja (točka praznog hoda) | $n_{ref} = n_{idle}$ i $T_{ref} = 0$ % i $T_{act} > (T_{ref} - 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$ i $T_{act} < (T_{ref} + 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$ | brzina i snaga |
| Minimalna naredba rukovatelja | $n_{act} \leq 1{,}02\ n_{ref}$ i $T_{act} > T_{ref}$ ili $n_{act} > n_{ref}$ i $T_{act} \leq T_{ref}$ ili $n_{act} > 1{,}02\ n_{ref}$ i $T_{ref} < T_{act} \leq (T_{ref} + 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$ | snaga i zakretni moment ili brzina |
| Maksimalna naredba rukovatelja | $n_{act} < n_{ref}$ i $T_{act} \geq T_{ref}$ ili $n_{act} \geq 0{,}98\ n_{ref}$ i $T_{act} < T_{ref}$ ili $n_{act} < 0{,}98\ n_{ref}$ i $T_{ref} > T_{act} \geq (T_{ref} - 0{,}02\ T_{maxmappedtorque})$ | snaga i zakretni moment ili brzina |

pri čemu je:

| | |
|---|---|
| $n_{ref}$ | referentna brzina (vidjeti odjeljak 7.7.2.) |
| $n_{idle}$ | brzina vrtnje u praznom hodu |
| $n_{act}$ | stvarna (izmjerena) brzina |
| $T_{ref}$ | referentni zakretni moment (vidjeti odjeljak 7.7.2.) |
| $T_{act}$ | stvarni (izmjereni) zakretni moment |
| $T_{maxmappedtorque}$ | najviša vrijednost dijagrama zakretnog momenta pri punom opterećenju u skladu s odjeljkom 7.6. |

▼B

8. Mjerni postupci

8.1. Umjeravanja i provjere radnog učinka

8.1.1. Uvod

U ovoj se točki opisuju zahtijevana umjeravanja i verifikacije mjernih sustava. Vidjeti točku 9.4. za specifikacije koje vrijede za pojedinačne instrumente.

Umjeravanja ili verifikacije općenito se moraju provoditi nad cijelim mjernim lancem.

Ako umjeravanje ili verifikacija za dio mjernog sustava nije određena, taj se dio sustava umjerava i učinak mu se verificira frekvencijom koja je u skladu s preporukama proizvođača mjernog sustava te dobrom inženjerskom procjenom.

Kako bi se postigla dopuštena odstupanja za umjeravanja i verifikacije, moraju se upotrebljavati međunarodno priznati sljedivi etaloni.

8.1.2. Sažetak umjeravanja i verifikacija

U tablici 6.4. sažeti su umjeravanja i verifikacije opisani u odjeljku 8. i navedeno je kad se moraju provoditi.

*Tablica 6.4.*

**Sažetak umjeravanja i verifikacija**

| Tip umjeravanja ili verifikacije | Minimalna frekvencija ([a]) |
|---|---|
| 8.1.3.: Točnost, ponovljivost i šum | Točnost: nije nužno, ali se preporučuje za početnu instalaciju.<br>Ponovljivost: nije nužno, ali se preporučuje za početnu instalaciju.<br>Šum: nije nužno, ali se preporučuje za početnu instalaciju. |
| 8.1.4.: Verifikacija linearnosti | Brzina: nakon početne instalacije, u roku od 370 dana prije ispitivanja i nakon većeg održavanja.<br>Zakretni moment: nakon početne instalacije, u roku od 370 dana prije ispitivanja i nakon većeg održavanja.<br>Brzine protoka ulaznog zraka, zraka za razrjeđivanje i razrijeđenog ispušnog plina te skupnog uzorka: nakon početne instalacije, u roku od 370 dana prije ispitivanja i nakon većeg održavanja, osim ako se protok verificira propanskom provjerom ili metodom ravnoteže ugljika ili kisika.<br>Protok nerazrijeđenog ispušnog plina: nakon početne instalacije, u roku od 185 dana prije ispitivanja i nakon većeg održavanja, osim ako se protok verificira propanskom provjerom ili metodom ravnoteže ugljika ili kisika.<br>Razdjelnici plina: nakon početne instalacije, u roku od 370 dana prije ispitivanja i nakon većeg održavanja.<br>Analizatori plina (osim ako nije drukčije navedeno): nakon početne instalacije, u roku od 35 dana prije ispitivanja i nakon većeg održavanja. |

▼B

| Tip umjeravanja ili verifikacije | Minimalna frekvencija ([a]) |
|---|---|
| | FTIR analizator: nakon instalacije, u roku od 370 dana prije ispitivanja i nakon većeg održavanja.<br>PM vaga: nakon početne instalacije, u roku od 370 dana prije ispitivanja i nakon većega održavanja.<br>Samostalni tlak i temperatura: nakon početne instalacije, u roku od 370 dana prije ispitivanja i nakon većeg održavanja. |
| 8.1.5.: Verifikacija odziva kontinuiranog sustava analizatora plina te ažuriranja i bilježenja – za analizatore plina koji se ne kompenziraju kontinuirano za druge vrste plinova | Nakon početne instalacije ili izmjene sustava koja bi mogla utjecati na odziv. |
| 8.1.6.: Verifikacija odziva kontinuiranog sustava analizatora plina te ažuriranja i bilježenja – za analizatore plina koji se kontinuirano kompenziraju za druge vrste plinova | Nakon početne instalacije ili izmjene sustava koja bi mogla utjecati na odziv. |
| 8.1.7.1.: Zakretni moment | Nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja. |
| 8.1.7.2.: Tlak, temperatura, točka rosišta | Nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja. |
| 8.1.8.1.: Protok goriva | Nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja. |
| 8.1.8.2.: Protok ulaznog zraka | Nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja. |
| 8.1.8.3.: Protok ispušnog plina: | Nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja. |
| 8.1.8.4.: Protok razrijeđenog ispušnog plina (CVS i PFD) | Nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja. |
| 8.1.8.5.: Verifikacija CVS-a/PFD-a i sklopa za skupno uzorkovanje ([b]) | Nakon početne instalacije, u roku od 35 dana prije ispitivanja i nakon većeg održavanja. (Propanska provjera) |
| 8.1.8.8.: Propuštanje vakuuma | Nakon instalacije sustava za uzorkovanje. Prije svakog laboratorijskog ispitivanja u skladu s točkom 7.1.: u roku od 8 sati prije početka prvog ispitnog intervala svakog slijeda radnog ciklusa i nakon održavanja poput zamjene predfiltra. |
| 8.1.9.1.: Interferencija $H_2O$ za $CO_2$ NDIR | Nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja. |
| 8.1.9.2.: Interferencija $CO_2$ i $H_2O$ za CO NDIR | Nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja. |
| 8.1.10.1.: Umjeravanje plamenoionizacijskog detektora (FID)<br>Optimiranje i verifikacija plamenoionizacijskog detektora ugljikovodika (HC FID) | Umjeravanje, optimiranje i utvrđivanje odziva $CH_4$: nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja.<br>Provjera odziva $CH_4$: nakon početne instalacije, u roku od 185 dana prije ispitivanja i nakon većeg održavanja. |

▼B

| Tip umjeravanja ili verifikacije | Minimalna frekvencija ([a]) |
|---|---|
| 8.1.10.2.: Interferencija $O_2$ za FID nerazrijeđenog ispušnog plina | Za sve FID analizatore: nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja.<br>Za sve FID analizatore ukupnih ugljikovodika: nakon početne instalacije, nakon većeg održavanja i nakon<br>optimiranja FID-a prema točki 8.1.10.1. |
| 8.1.11.1.: Gušenje $CO_2$ i $H_2O$ za kemiluminiscentni detektor (CLD) | Nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja. |
| 8.1.11.3.: Interferencija HC i $H_2O$ za NDUV | Nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja. |
| ▼M2<br>8.1.11.4.: Prodiranje $NO_2$ u uređaj za sušenje uzorka (rashladnik) | Nakon početne ugradnje i nakon većeg održavanja. |
| ▼B<br>8.1.11.5.: Konverzija pretvarača $NO_2$ u NO | Nakon početne instalacije, u roku od 35 dana prije ispitivanja i nakon većeg održavanja. |
| ▼M2<br>8.1.12.: Verifikacija uređaja za sušenje uzoraka | Za toplinske rashladnike: nakon ugradnje i nakon većeg održavanja. Za osmotske membrane: nakon ugradnje, u roku od 35 dana prije ispitivanja i nakon većeg održavanja. |
| ▼B<br>8.1.13.1.: Vaga i vaganje PM-a | Neovisna verifikacija: nakon početne instalacije, u roku od 370 dana prije ispitivanja i nakon većeg održavanja.<br>Verifikacije nultog umjeravanja, rasponskog umjeravanja i referentnog uzorka: u roku od 12 sati prije vaganja i nakon većeg održavanja. |

([a]) Umjeravanja i verifikacije radite češće u skladu s uputama proizvođača mjernog sustava i dobrom inženjerskom procjenom.
([b]) Verifikacija CVS-a nije potrebna za sustave koji se poklapaju unutar ± 2 % na temelju kemijske ravnoteže ugljika ili kisika u ulaznom zraku, gorivu i razrijeđenom ispušnom plinu.

8.1.3. Verifikacije točnosti, ponovljivosti i šuma

Vrijednosti radne sposobnost pojedinačnih instrumenata specificirane u tablici 6.8. temelj su za utvrđivanje točnosti, ponovljivosti i šuma instrumenta.

Nije nužno verificirati točnost, ponovljivost i šum instrumenta. Međutim, te bi verifikacije mogle biti korisne za definiranje specifikacija novog instrumenta, verifikaciju radnog učinka novog instrumenta nakon njegove dostave ili za uklanjanje nedostataka na postojećem instrumentu.

8.1.4. Verifikacija linearnosti

8.1.4.1. Opseg i frekvencija

Verifikacija linearnosti mora se provoditi na svakom mjernom sustavu navedenom u tablici 6.5. barem onoliko često koliko je navedeno u tablici te u skladu s preporukama proizvođača mjernog sustava i dobrom inženjerskom procjenom. Verifikacijom linearnosti utvrđuje se da mjerni sustav ima odziv proporcionalan mjernom rasponu koji nam je važan. Verifikacija linearnosti sastoji se od unosa niza od najmanje 10 referentnih vrijednosti u mjerni

▼B

sustav, osim ako nije drukčije određeno. Mjerni sustav kvantificira svaku referentnu vrijednost. Izmjerene vrijednosti skupno se uspoređuju s referentnim vrijednostima pomoću linearne regresije najmanjih kvadrata i kriterija linearnosti navedenih u tablici 6.5.

8.1.4.2. Zahtjevi u pogledu radnog učinka

Ako mjerni sustav ne ispunjava primjenjive kriterije linearnosti iz tablice 6.5., nedostatak se mora ispraviti ponovnim umjeravanjem, servisiranjem ili zamjenom sastavnih dijelova, ovisno o potrebi. Verifikacija linearnosti ponavlja se nakon ispravljanja nedostatka kako bi se osiguralo da mjerni sustav ispunjava kriterije linearnosti.

8.1.4.3. Postupak

Mora se upotrijebiti se sljedeći protokol za verifikaciju linearnosti:

(a) mjerni sustav mora raditi pri svojim specificiranim temperaturama, tlakovima i protocima;

(b) instrument se nulto umjerava kao i prije ispitivanja emisije uvođenjem nultog signala. Za analizatore plina upotrebljava se nulti plin koji je u skladu sa specifikacijama iz točke 9.5.1. i uvodi se izravno kroz otvor analizatora;

(c) instrument se rasponski umjerava kao i prije ispitivanja emisije uvođenjem rasponskog signala. Za analizatore plina upotrebljava se rasponski plin koji je u skladu sa specifikacijama iz točke 9.5.1. i uvodi se izravno kroz otvor analizatora;

(d) nakon rasponskog umjeravanja instrumenta nula se provjerava istim signalom koji je bio korišten u stavku (b) ove točke. Na temelju nultog očitanja dobrom se inženjerskom procjenom mora odlučiti treba li se instrument ponovno nulto i rasponski umjeriti prije sljedećeg koraka;

(e) na temelju preporuka proizvođača i dobre inženjerske procjene za sve se izmjerene količine biraju referentne vrijednosti, $y_{refi}$, koje pokrivaju cijeli raspon vrijednosti koje se očekuju tijekom ispitivanja emisije, izbjegavajući time potrebu za ekstrapolacijom preko navedenih vrijednosti. Nulti referentni signal odabire se kao jedna od referentnih vrijednosti za verifikaciju linearnosti. Za verifikacije linearnosti samostalnog tlaka i temperature moraju se odabrati barem tri referentne vrijednosti. Za sve druge verifikacije linearnosti nužno je odabrati barem deset referentnih vrijednosti;

(f) redoslijed uvođenja nizova referentnih vrijednosti bira se na temelju preporuka proizvođača instrumenta i dobre inženjerske procjene;

(g) referentne količine računaju se i unose kako je opisano u točki 8.1.4.4. Za analizatore plina upotrebljavaju se koncentracije plina za koje se zna da odgovaraju specifikacijama u točki 9.5.1. i one se uvode izravno kroz otvor analizatora;

(h) dopušta se vrijeme potrebno za stabilizaciju instrumenta dok mjeri referentne vrijednosti;

(i) pri frekvenciji bilježenja koja mora najmanje minimalna frekvencija, kako je navedeno u tablici 6.7., referentna vrijednost mjeri se 30 sekundi i bilježi se aritmetička sredina zabilježenih vrijednosti $\bar{y}_i$;

▼B

(j) koraci u stavcima od (g) do (i) ove točke ponavljaju se dok se ne izmjere sve referentne količine;

(k) aritmetičke sredine $\bar{y}_i$i referentne vrijednosti, $y_{refi}$ upotrebljavaju se za računanje parametara linearne regresije najmanjih kvadrata i statističkih vrijednosti za usporedbu s minimalnim kriterijima rada iz tablice 6.5. Upotrebljavaju se izračuni opisani u Dodatku 3. Prilogu VII.

8.1.4.4. Referentni signali

U ovoj se točki opisuju preporučene metode za dobivanje referentnih vrijednosti za protokol verifikacije linearnosti iz točke 8.1.4.3. Moraju se upotrebljavati referentne vrijednosti koje simuliraju stvarne vrijednosti ili se stvarna vrijednost unese i izmjeri referentnim mjernim sustavom. U potonjem slučaju, referentna je vrijednost ona koju javlja referentni mjerni sustav. Referentne vrijednosti i referentni mjerni sustavi moraju biti međunarodno sljedivi.

Za sustave za mjerenje temperature sa senzorima poput termoparova, RTD-ova i termistora verifikacija linearnosti može se učiniti uklanjanjem senzora iz sustava i upotrebom simulatora umjesto njega. Prema potrebi, upotrebljava se simulator koji je neovisno umjeren i ima kompenzaciju temperature poredbenog mjesta. Međunarodno sljediva nesigurnost simulatora prilagođen prema temperaturi mora iznositi manje od 0,5 % maksimalne radne temperature $T_{max}$. Ako se upotrebljava ta mogućnost, nužno je upotrebljavati senzore za koje dobavljač jamči da su točniji od 0,5 % $T_{max}$ u usporedbi s njihovom standardnom umjernom krivuljom.

8.1.4.5. Mjerni sustavi koji zahtijevaju verifikaciju linearnosti

Tablica 6.5. prikazuje mjerne sustave koji zahtijevaju verifikacije linearnosti. Za tu tablicu moraju se primjenjivati sljedeće odredbe:

(a) verifikacija linearnosti provodi se češće ako tako preporuči proizvođač instrumenta ili na temelju dobre inženjerske procjene;

(b) „min” je minimalna referentna vrijednost koje se upotrebljava tijekom verifikacije linearnosti.

Imajte na umu da ta vrijednost može iznositi nula ili biti negativna ovisno o signalu;

(c) „max” je općenito maksimalna referentna vrijednost koje se upotrebljava tijekom verifikacije linearnosti. Primjerice, za razdjelnike plina, $x_{max}$ je koncentracija nepodijeljenog i nerazrijeđenog rasponskog plina. Sljedeći su slučajevi posebni jer „max” znači drugu vrijednost:

i. za verifikaciju linearnosti PM vage $m_{max}$ odnosi se na tipičnu masu filtra PM-a;

ii. za verifikaciju linearnosti zakretnog momenta $T_{max}$ odnosi se na proizvođačevu deklariranu vršnu vrijednost zakretnog momenta ispitnog motora koji ima najveći zakretni moment;

(d) navedeni su rasponi uključivi. Primjerice, raspon 0,98 – 1,02 za nagib $a_1$ znači $0{,}98 \leq a_1 \leq 1{,}02$;

▼B

(e) te verifikacije linearnosti nisu potrebne za sustave koji zadovolje na verifikaciji brzine protoka za razrijeđeni ispušni plin kako je opisano u točki 8.1.8.5. za propansku provjeru ili za sustave koji se poklapaju unutar ± 2 % na temelju kemijske ravnoteže ugljika ili kisika u ulaznom zraku, gorivu i ispušnom plinu;

(f) kriteriji $a_1$ za navedene količine moraju biti ostvareni samo ako se zahtijeva apsolutna vrijednost količine, za razliku od signala koji je samo linearno proporcionalan stvarnoj vrijednosti;

(g) samostalne temperature obuhvaćaju temperature motora i uvjete okoline koji se upotrebljavaju kako bi se namjestili ili verificirali radni uvjeti motora, temperature za namještanje ili provjeru kritičnih stanja u ispitnom sustavu i temperature korištene u izračunima emisija:

i. ove su provjere linearnosti temperature obvezne: dovod zraka, postolja za naknadnu obradu (za motore s uređajima za naknadnu obradu ispušnih plinova koji se ispituju u ciklusima s kriterijima hladnog pokretanja), zrak za razrjeđivanje za uzorkovanje PM-a (CVS, dvostruko razrjeđivanje i sustavi djelomičnog protoka), uzorak PM-a i uzorak iz rashladnika (za sustave za uzorkovanje plinova koji uzorke suše rashladnicima);

ii. sljedeće provjere linearnosti temperature obvezne su samo ako ih specificira proizvođač motora: dovod goriva, izlaz zraka iz hladnjaka stlačenog zraka ispitne ćelije (za motore koji se ispituju s izmjenjivačem topline ispitne ćelije koji simulira rad hladnjaka stlačenog zraka necestovnog pokretnog stroja), ulaz rashladnog sredstva u hladnjak stlačenog zraka ispitne ćelije (za motore koji se ispituju s izmjenjivačem topline ispitne ćelije koji simulira rad hladnjaka stlačenog zraka necestovnog pokretnog stroja), ulje u koritu/posudi, rashladno sredstvo ispred termostata (za motore koji se hlade tekućinom);

(h) samostalni tlakovi uključuju tlakove motora i uvjete okoline koji se upotrebljavaju kako bi se postavili ili provjerili uvjeti motora, tlakove korištene za namještanje ili provjeru kritičnih stanja u ispitnom sustavu, i tlakove korištene u izračunima emisija:

i. obvezne su ove provjere linearnosti tlaka: ograničenje tlaka dovoda zraka, protutlak ispušnog plina, barometar, manometar na ulazu za CVS (ako se za mjerenje upotrebljava CVS), uzorak iz rashladnika (za sustave za uzorkovanje plinova koji uzorke suše rashladnicima);

ii. provjere linearnosti tlaka koje su potrebne samo ako ih specificira proizvođač motora: pad tlaka u hladnjaku stlačenog zraka ispitne ćelije i spojnoj cijevi (za turbomotore koji se ispituju s izmjenjivačem topline ispitne ćelije koji simulira rad hladnjaka stlačenog zraka necestovnog pokretnog stroja), dovod goriva i odvod goriva.

▼B

*Tablica 6.5.*

**Mjerni sustavi koji zahtijevaju verifikacije linearnosti**

| Mjerni sustav | Količina | Minimalna frekvencija verifikacije | Kriteriji linearnosti | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\lvert x_{min} \cdot (a_1 - 1) + a_0 \rvert$ | α | SEE | $r^2$ |
| Brzina vrtnje motora | $n$ | u roku od 370 dana prije ispitivanja | ≤ 0,05 % $n_{max}$ | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % $n_{max}$ | ≥ 0,990 |
| Zakretni moment motora | $T$ | u roku od 370 dana prije ispitivanja | ≤ 1 % $T_{max}$ | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % $T_{max}$ | ≥ 0,990 |
| Brzina protoka goriva | $q_m$ | u roku od 370 dana prije ispitivanja | ≤ 1 % $q_{m,max}$ | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % $q_{m,\ max}$ | ≥ 0,990 |
| Brzina protoka ulaznog zraka (1) | $q_V$ | u roku od 370 dana prije ispitivanja | ≤ 1 % $q_{V,max}$ | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % $q_{V,\ max}$ | ≥ 0,990 |
| Brzina protoka zraka za razrjeđivanje (1) | $q_V$ | u roku od 370 dana prije ispitivanja | ≤ 1 % $q_{V,max}$ | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % $q_{V,\ max}$ | ≥ 0,990 |
| Razrijeđeni ispušni plin brzina protoka (1) | $q_V$ | u roku od 370 dana prije ispitivanja | ≤ 1 % $q_{V,max}$ | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % $q_{V,\ max}$ | ≥ 0,990 |
| Nerazrijeđeni ispušni plin: brzina protoka (1) | $q_V$ | u roku od 185 dana prije ispitivanja | ≤ 1 % $q_{V,max}$ | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % $q_{V,\ max}$ | ≥ 0,990 |
| Brzina protoka u sklopu za skupno uzorkovanje (1) | $q_V$ | u roku od 370 dana prije ispitivanja | ≤ 1 % $q_{V,max}$ | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % $q_{V,\ max}$ | ≥ 0,990 |
| Razdjelnici plina | $x/x_{span}$ | u roku od 370 dana prije ispitivanja | ≤ 0,5 % $x_{max}$ | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % $x_{max}$ | ≥ 0,990 |
| Analizatori plina | $x$ | u roku od 35 dana prije ispitivanja | ≤ 0,5 % $x_{max}$ | 0,99 – 1,01 | ≤ 1 % $x_{max}$ | ≥ 0,998 |
| PM vaga | $m$ | u roku od 370 dana prije ispitivanja | ≤ 1 % $m_{max}$ | 0,99 – 1,01 | ≤ 1 % $m_{max}$ | ≥ 0,998 |
| Samostalni tlakovi | $p$ | u roku od 370 dana prije ispitivanja | ≤ 1 % $p_{max}$ | 0,99 – 1,01 | ≤ 1 % $p_{max}$ | ≥ 0,998 |
| Pretvaranje samostalnih signala temperature iz analognih u digitalne | $T$ | u roku od 370 dana prije ispitivanja | ≤ 1 % $T_{max}$ | 0,99 – 1,01 | ≤ 1 % $T_{max}$ | ≥ 0,998 |

(1) Brzina molarnog protoka može se upotrebljavati kao izraz za količinu umjesto standardne volumetrijske brzine protoka. U tom se slučaju maksimalna brzina molarnog protoka može upotrebljavati umjesti maksimalne standardne volumetrijske brzine protoka u odgovarajućem kriteriju linearnosti.

▼B

8.1.5. Verifikacija kontinuiranog odziva sustava analizatora plina te ažuriranja i bilježenja

U ovom se odjeljku opisuje općeniti postupak verifikacije za odziv sustava kontinuiranog analizatora plina te ažuriranje i bilježenje. Za postupke verifikacije za kompenzacijske analizatore vidjeti točku 8.1.6.

8.1.5.1. Opseg i frekvencija

Ova se verifikacija mora učiniti nakon instalacije ili zamjene analizatora plina koji se upotrebljava za kontinuirano uzorkovanje. Mora se učiniti i ako se sustav ponovno konfigurira tako da se promijeni odziv sustava. Ta je verifikacija nužna za kontinuirane analizatore plina koji se upotrebljavaju za dinamičke ispitne cikluse (NRTC i LSI-NRTC) ili RMC, ali ne i za sustave analizatora plina iz skupnih uzoraka ili za kontinuirane sustave analizatora plina koji se upotrebljavaju samo za NRSC s diskretnim načinima rada.

8.1.5.2. Načela mjerenja

Ispitivanjem se verificira da frekvencija ažuriranja i bilježenja odgovaraju cjelokupnom odzivu sustava na brzu promjenu vrijednosti koncentracija na sondi za uzorkovanje. Sustavi analizatora plina moraju se optimirati tako da se njihov ukupni odziv na brzu promjenu koncentracije ažurira i bilježi prikladnom frekvencijom kako bi se spriječio gubitak informacija. Ispitivanjem se usto verificira da kontinuirani sustavi analizatora plina odgovaraju minimalnom vremenu odziva.

Postavke sustava za evaluaciju vremena odziva moraju biti jednake kao i tijekom mjerenja u ispitivanju (npr. tlak, brzine protoka, postavke filtra na analizatorima i svi drugi utjecaji na vrijeme odziva). Utvrđivanje vremena odziva radi se uz direktnu zamjenu plina na otvoru sonde za uzorkovanje. Uređaji za zamjenu plina moraju biti specificirani za zamjenu plina u manje od 0,1 sekunde. Plinovi koji se upotrebljavaju za ispitivanje moraju prouzročivati promjenu koncentracije od najmanje 60 % cijele ljestvice (FS).

Mora se bilježiti promjena koncentracije svake pojedinačne komponente plina.

8.1.5.3. Zahtjevi za sustav

(a) Vrijeme odziva sustava mora biti ≤ 10 sekundi s vremenom porasta ≤ 5 sekundi za sve izmjerene komponente (CO, $NO_x$ i HC) i sve korištene raspone.

Svi podaci (koncentracija, gorivo i protoci zraka) moraju se pomaknuti za svoje izmjereno vrijeme odziva prije izvođenja izračuna emisija navedenih u Prilogu VII.

(b) Kako bi se dokazalo prihvatljivo ažuriranje i bilježenje u odnosu na ukupni odziv sustava, sustav mora ispunjavati jedan od sljedećih kriterija:

i. umnožak srednjeg vremena porasta i frekvencija kojom sustav bilježi ažuriranu koncentraciju mora biti najmanje 5. U svakom slučaju srednje vrijeme porasta ne smije biti veće od 10 sekundi;

▼B

ii. frekvencija kojom sustav bilježi koncentraciju mora biti najmanje 2 Hz (vidjeti i tablicu 6.7.).

8.1.5.4. Postupak

Sljedeći postupak mora se upotrebljavati za verifikaciju odziva svakog kontinuiranog analizatora plina:

(a) moraju se slijediti upute za pokretanje i namještanje instrumenta proizvođača analizatorskog sustava. Mjerni se sustav prema potrebi prilagođava tako da optimalno radi. Ta se verifikacija provodi dok analizator radi na isti način kao i kad se upotrebljava za ispitivanje emisije. Ako analizator svoj sustav za uzorkovanje dijeli s drugim analizatorima i ako će protok plina u druge analizatore utjecati na vrijeme odziva sustava, drugi se analizatori moraju pokrenuti i raditi tijekom te verifikacije. Ta se verifikacija može istovremeno raditi na nekoliko analizatora koji dijele isti sustav za uzorkovanje. Ako se za vrijeme ispitivanja emisije upotrebljavaju analogni filtri ili digitalni filtri u stvarnom vremenu, ti filtri moraju na isti način raditi za vrijeme verifikacije;

(b) za opremu kojom se validira vrijeme odziva sustava, preporučuje se upotreba najkraće moguće duljine vodova za prijenos plina među svim priključcima, izvor nultog zraka spaja se na otvor troputnog ventila s brzim djelovanjem (2 ulaza, 1 izlaz) kako bi se kontrolirao tok nultog plina i miješanog rasponskog plina do ulaza sonde sustava za uzorkovanje ili T-komada blizu izlaza sonde. Obično je brzina protoka plina veća od brzine protoka uzorka u sondi te se višak prelijeva preko ulaza sonde. Ako je brzina protoka plina niža od brzine protoka sonde, koncentracije plina prilagođavaju se kako bi se nadoknadilo razrijeđenje iz okolnog zraka koji se usisava u sondu. Mogu se upotrebljavati binarni ili višeplinski rasponski plinovi. Za miješanje rasponskih plinova može se upotrebljavati uređaj za spajanje ili miješanje. Uređaj za spajanje ili miješanje preporučuje se ako se miješaju rasponski plinovi razrijeđeni u N2 s rasponskim plinovima razrijeđenima u zraku.

Razdjelnikom plina rasponski plin NO–CO–$CO_2$–$C_3H_8$–$CH_4$ (ostatak $N_2$) u jednakom se omjeru spaja s rasponskim $NO_2$, ostatak je pročišćeni sintetski zrak. Prema potrebi, umjesto spojenog rasponskog plina NO–CO–$CO_2$–$C_3H_8$–$CH_4$, ostatak je rasponski $N_2$, mogu se upotrebljavati i standardni binarni rasponski plinovi; u tom slučaju za svaki se analizator rade zasebna ispitivanja odziva. Izlaz razdjelnika plina spaja se na drugi izlaz na trosmjernom ventilu. Izlaz ventila spaja se na preljevni otvor na sondi sustava analizatora plina ili preljevni element između sonde i prijenosnog voda do svih analizatora koji se verificiraju. Mora se primijeniti instalacija kojom se izbjegavaju pulsacije tlaka zbog zaustavljanja protoka kroz uređaj za spajanje plina. Bilo koji od tih sastojaka plina koji nije važan za analizatore u toj verifikaciji mora se izostaviti. Druga je dopuštena mogućnost upotreba plinskih boca s jednim plinom i zasebno mjerenje vremena odziva;

▼B

(c) podaci se moraju prikupljati na sljedeći način:

i. ventil se otvara kako bi počeo protok nultog plina;

ii. dopuštena je stabilizacija, uz uzimanje u obzir kašnjenja u prijenosu i punog odziva najsporijeg analizatora;

iii. podaci se moraju početi bilježiti frekvencijom upotrijebljenoj u ispitivanju emisije. Svaka zabilježena vrijednost mora biti jedinstvena ažurirana koncentracija koju izmjeri analizator; za izmjenu zabilježenih vrijednosti ne smiju se upotrebljavati interpolacija ili filtriranje;

iv. ventil se otvara kako bi se omogućio protok spojenih rasponskih plinova u analizatore. To vrijeme registrira se kao $t_0$;

v. dopušteni su kašnjenja u prijenosu i puni odziv najsporijeg analizatora;

vi. Protok se otvara kako bi se omogućio protok plina za namještanje nule do analizatora. To vrijeme registrira se kao $t_{100}$;

vii. dopušteni su kašnjenja u prijenosu i puni odziv najsporijeg analizatora;

viii. koraci u stavcima od iv. do vii. ove točke ponavljaju se kako bi se registriralo sedam punih ciklusa. Završava se protokom nultog plina u analizator;

ix. bilježenje se prekida.

8.1.5.5. Procjena učinka

Podaci iz točke 8.1.5.4.(c) upotrebljavaju se za izračun prosječnog vremena porasta za svaki analizator.

(a) Ako je odlučeno dokazati sukladnost s točkom 8.1.5.3.(b) i., primjenjuje se sljedeći postupak: vremena porasta (u sekundama) množe se s odgovarajućim frekvencijama bilježenja u Hz (1/s). Vrijednost svakog rezultata mora biti najmanje 5. Ako je vrijednost manja od 5, mora se povećati frekvencija bilježenja, prilagoditi protok ili promijeniti izvedba sustava za uzorkovanje kako bi se prema potrebi povećalo vrijeme porasta. I digitalni filtri mogu se konfigurirati kako bi se povećalo vrijeme porasta;

(b) Ako je odlučeno dokazati sukladnosti s točkom 8.1.5.3.(b) ii., dovoljno je dokazati sukladnost sa zahtjevima iz točke 8.1.5.3.(b) ii.

8.1.6. Verifikacija vremena odziva za kompenzacijske analizatore

8.1.6.1. Opseg i frekvencija

Ova se verifikacija izvodi kako bi se utvrdio odziv kontinuiranog analizatora plina, kod kojeg se odziv jednog analizatora kompenzira odzivom drugog kako bi se kvantificirala emisija plina. Za tu se provjeru para smatra plinovitim sastojkom. Verifikacija se zahtijeva za kontinuirane analizatore plina koji se upotrebljavaju za dinamičke

▼B

(NRTC i LSI-NRTC) ispitne cikluse ili RMC. Nije nužna za analizatore plina iz skupnih uzoraka ili za kontinuirane analizatore plina koji se upotrebljavaju samo za ispitivanje NRSC-om s diskretnim načinim rada. Ne odnosi se na korekciju za vodu uklonjenu iz uzorka u naknadnoj obradi. Mora se izvoditi nakon početne instalacije (tj. puštanja u pogon ispitivane ćelije). Nakon većeg održavanja točka 8.1.5. može se primjenjivati za verifikaciju ujednačenog odziva pod uvjetom da je svaki zamijenjeni sastavni dio bio podvrgnut verifikaciji ovlaženog ujednačenog odziva.

8.1.6.2. Načela mjerenja

Ovim se postupkom verificiraju vremenska usklađenost i ujednačeni odziv mjerenja kontinuirano kombiniranog plina. Za postupak se mora osigurati da su uključeni svi kompenzacijski algoritmi i korekcije vlažnosti.

8.1.6.3. Zahtjevi za sustav

Opći zahtjev za vrijeme odziva i vrijeme porasta iz točke 8.1.5.3.(a) vrijedi i za kompenzacijske analizatore. Uz to, ako je frekvencija bilježenja različita od frekvencije ažuriranja kontinuirano kombiniranog/kompenziranog signala, za verifikaciju koja se zahtijeva točkom 8.1.5.3.(b) i. mora se upotrebljavati niža od tih dviju frekvencija.

8.1.6.4. Postupak

Moraju se upotrebljavati svi postupci navedeni u točki 8.1.5.4. od (a) do (c). Uz to, moraju se mjeriti vrijeme odziva i porasta vodene pare ako se upotrebljava kompenzacijski algoritam koji se temelji na izmjerenoj vodenoj pari. U tom se slučaju najmanje jedan od korištenih umjernih plinova (ali ne $NO_2$) mora ovlaživati kako je opisano u nastavku.

Ako sustav ne upotrebljava uređaj za sušenje uzorka za uklanjanje vode iz plina za uzorkovanje, rasponski plin ovlažuje se puštanjem smjese plinova kroz zabrtvljenu posudu koja ovlažuje plin do najviše točke rosišta uzorka koja se procijeni za vrijeme uzorkovanja emisije propuhivanjem mjehurića kroz destiliranu vodu. Ako sustav tijekom ispitivanja upotrebljava uređaj za sušenje uzorka koji je zadovoljio na verifikaciji, ovlažena smjesa plina može se uvesti iza uređaja za sušenje uzorka propuhivanjem mjehurića kroz destiliranu vodu u zabrtvljenoj posudi pri 298 ± 10 K (25 ± 10°C) ili pri temperaturi većoj od točke rosišta. U svim slučajevima, iza posude, ovlaženi plin održava se na temperaturi od najmanje 5 K (5°C) iznad lokalne točke rosišta u vodu. Moguće je izostaviti svaki od tih sastojaka plina ako je nevažan za analizatore u toj verifikaciji. Ako bilo koji sastojak plina nije podložan kompenzaciji vode, provjera odziva za te se analizatore može obavljati bez ovlaživanja.

▼M2

8.1.7. Mjerenje parametara motora i okolnih uvjeta

Moraju se primjenjivati interni postupci za kvalitetu koji su sljedivi do priznatih državnih ili međunarodnih etalona. U suprotnom se primjenjuju sljedeći postupci.

▼B

8.1.7.1. Umjeravanje zakretnog momenta

8.1.7.1.1. Opseg i frekvencija

Svi sustavi za mjerenje zakretnog momenta uključujući pretvornike i sustave za mjerenje zakretnog momenta dinamomentra moraju se umjeriti nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja, između ostalog, pomoću referentne snage ili duljine polužnog kraka sa stalnim opterećenjem. Za ponavljanje umjeravanja upotrebljava se dobra inženjerska procjena. Za linearizaciju izlazne vrijednosti senzora zakretnog momenta moraju se slijediti upute proizvođača pretvornika zakretnog momenta. Dopuštene su i druge umjerne metode.

8.1.7.1.2. Umjeravanje stalnim opterećenjem

Ovom se tehnikom primjenjuje poznata sila vješanjem poznatih utega na poznatoj duljini uzduž polužnog kraka. Mora se osigurati da je polužni krak utega okomit na gravitaciju (tj. vodoravan) te okomit na os rotacije dinamometra. Za svaki primjenjivi raspon mjerenja zakretnog momenta primjenjuje se najmanje šest kombinacija umjernih utega, tako da se količine težine rasporede podjednako uzduž raspona. Dinamometar se mora njihati ili vrtjeti tijekom umjeravanja kako bi se smanjila statička histereza zbog trenja. Sila svakog utega određuje se množenjem njegove međunarodno sljedive mase s lokalnim gravitacijskim ubrzanjem.

8.1.7.1.3. Mjerilo naprezanja ili umjeravanje mjernog prstena

Ovom se tehnikom primjenjuje sila ili vješanjem utega na polužni krak (ti utezi i njihov polužni krak ne upotrebljavaju se kao dio određivanja referentnog zakretnog momenta) ili upravljanjem dinamometrom pri različitim zakretnim momentima. Za svaki primjenjivi raspon mjerenja zakretnog momenta primjenjuje se najmanje šest kombinacija sile, tako da se količine sile rasporede podjednako uzduž raspona. Dinamometar se mora njihati ili vrtjeti tijekom umjeravanja kako bi se smanjila statička histereza zbog trenja. U tom slučaju referentni zakretni moment određuje se množenjem izlaza sile iz referentnog mjerila (poput mjerila naprezanja ili mjernog prstena) s efektivnom duljinom polužnog kraka, koja se mjeri od točke gdje se mjeri sila do rotacijske osi dinamometra. Mora se osigurati da se ta duljina mjeri okomito na os mjerenja referentnog mjerila i okomito na rotacijsku os dinamometra.

8.1.7.2. Umjeravanje tlaka, temperature i točke rosišta

Instrumenti se moraju umjeriti za mjerenje tlaka, temperature i točke rosišta nakon početne instalacije. Za ponavljanje umjeravanja moraju se slijediti upute proizvođača instrumenata te dobra inženjerska procjena.

Umjeravanje sustava za mjerenje temperature s termoparom, RTD-om ili senzorima termorezistora, mora se raditi kako je opisano u točki 8.1.4.4. za verifikaciju linearnosti.

8.1.8. Mjerenja koja se odnose na protok

8.1.8.1. Umjeravanje protoka goriva

Mjerači protoka goriva moraju se umjeravati nakon početne instalacije. Za ponavljanje umjeravanja moraju se slijediti upute proizvođača instrumenata te dobra inženjerska procjena.

▼B

8.1.8.2. Umjeravanje protoka ulaznog zraka

Mjerači protoka ulaznog zraka moraju se umjeravati nakon početne instalacije. Za ponavljanje umjeravanja moraju se slijediti upute proizvođača instrumenata te dobra inženjerska procjena.

8.1.8.3. Umjeravanje protoka ispušnog plina

Mjerači protoka ispušnog plina moraju se umjeravati nakon početne instalacije. Za ponavljanje umjeravanja moraju se slijediti upute proizvođača instrumenata te dobra inženjerska procjena.

8.1.8.4. Umjeravanje protoka razrijeđenog ispušnog plina (CVS)

8.1.8.4.1. Pregled

(a) U ovom se odjeljku opisuje kako umjeravati mjerače protoka za sustave uzorkovanja stalnog obujma razrijeđenog ispušnog plina (CVS).

(b) Umjeravanje se mora izvoditi dok je mjerač protoka ugrađen na stalni položaj. Mora se izvoditi nakon što je promijenjen bilo koji dio konfiguracije protoka ispred ili iza mjerača koji bi mogao utjecati na umjeravanje mjerača protoka. Mora se izvoditi i nakon početne instalacije CVS-a te svaki put kad se korektivnom mjerom ne ispravi neuspjela verifikacija protoka razrijeđenog ispuha (odnosno propanska provjera) u točki 8.1.8.5.

(c) Mjerač protoka s CVS-om umjerava se referentnim mjeračem protoka kao što je podzvučni Venturijev mjerač protoka, sapnica protoka s velikim promjerom, element laminarnog protoka, mjerač s glatkom prigušnicom, komplet Venturijevih cijevi s kritičnim protokom ili ultrazvučni mjerač protoka. Upotrebljava se referentni mjerač protoka koji daje međunarodno sljedive količine unutar ± 1 % nesigurnosti. Odziv tog referentnog mjerača protoka upotrebljava se kao referentna vrijednost za umjeravanje mjerača protoka s CVS-om.

(d) Ne smije se upotrebljavati pregrada ili neko drugo ograničenje koje bi moglo utjecati na protok ispred referentnog mjerača protoka, osim ako mjerač protoka nije umjeren s takvim ograničenjem tlaka.

(e) Umjerni slijed opisan pod ovom točkom 8.1.8.4. odnosi se na molarni pristup. Za odgovarajući slijed koji se upotrebljava u pristupu temeljenom na masi vidjeti točku 2.5. Priloga VII.

(f) ►**M2** CFV ili SSV mogu se ukloniti sa svojeg stalnog položaja za umjeravanje ako su pri instalaciji u CVS bili ispunjeni sljedeći zahtjevi: ◄

(1) nakon instalacije CFV-a ili SSV-a u CVS primjenjuje se dobra inženjerska procjena kako bi se provjerilo da nema propuštanja između ulaza CVS-a i Venturijeve cijevi;

▼B

(2) nakon umjeravanja Venturijeve cijevi na licu mjesta sve kombinacije protoka Venturijeve cijevi moraju biti provjerene u odnosu na CFV-ove ili na minimalno 10 točaka protoka za SSV provedbom propanske provjere kako je opisano u točki 8.1.8.5.; Rezultat propanske provjere za svaku točku protoka Venturijeve cijevi ne smije premašiti odstupanje iz točke 8.1.8.5.6.;

(3) kako bi se verificiralo umjeravanje na licu mjesta za CVS koji ima više od jednog CFV-a, mora se provesti sljedeća verifikacija:

i. kako bi se osigurao stalan dotok propana u tunel za razrjeđivanje, upotrebljava se uređaj stalnog protoka;

ii. koncentracije ugljikovodika mjere se pri minimalno 10 zasebnih brzina protoka za mjerač protoka sa SSV-om ili na svim mogućim kombinacijama protoka za mjerač protoka s CFV-om, pri čemu se protok propana održava stalnim;

iii. pozadinska koncentracija ugljikovodika u zraku za razrjeđivanje mjeri se na početku i kraju tog ispitivanja. Prosječna pozadinska koncentracija iz svakog mjerenja na svakoj točki protoka mora se oduzeti prije provođenja regresijske analize iz stavka iv.;

iv. mora se provesti potencijska regresija pomoću svih sparenih vrijednosti brzine protoka i korigirane koncentracije kako bi se dobio odnos u obliku $y = a \times ^{b}$, pri čemu je koncentracija nezavisna varijabla, a brzina protoka zavisna varijabla. Za svaku je podatkovnu točku potrebno izračunati razliku između izmjerene brzine protoka i vrijednosti izražene prilagođavanjem krivulje. Razlika u svakoj točki mora biti manja od ± 1 % odgovarajuće vrijednosti regresije. Vrijednost b mora biti između -1,005 i -0,995. Ako rezultati ne zadovoljavaju te granične vrijednosti, moraju se poduzeti korektivne mjere koje su u skladu s točkom 8.1.8.5.1.(a).

8.1.8.4.2. Umjeravanje PDP-a

Volumetrička pumpa (PDP) mora se umjeravati da se utvrdi jednadžba protoka u odnosu na brzinu vrtnje PDP-a kojom se u obzir uzima propuštanje brtvenih površina u PDP-u u funkciji ulaznog tlaka PDP-a. Jedinstveni koeficijenti jednadžbe moraju se odrediti za svaku brzinu na kojoj radi PDP. Mjerač protoka s PDP-om mora se umjeravati na sljedeći način:

(a) sustav se spaja kako je prikazano na slici 6.5.;

(b) propuštanje između umjernog mjerača protoka i PDP-a mora biti manje od 0,3 % ukupnog protoka na najnižoj umjerenoj točki protoka; primjerice, na točki najvećeg ograničenja i najmanje brzine vrtnje PDP-a;

(c) dok radi, na ulazu PDP-a mora se održavati stalna temperatura koja mora biti unutar ± 2 % srednje apsolutne ulazne temperature, $T_{in}$;

(d) brzina PDP-a namještena je na prvu točku brzine na kojoj se planira umjeravanje;

(e) varijabilni ograničivač postavlja se u potpuno otvoreni položaj;

▼B

(f) PDP radi najmanje 3 minute kako bi se sustav stabilizirao. Zatim se, dok PDP kontinuirano radi, bilježe srednje vrijednosti podataka uzorkovanih najmanje 30 sekundi o svakoj od sljedećih količina:

i. srednjoj brzini protoka referentnog mjerača protoka, $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$;

ii. srednjoj temperaturi na ulazu PDP-a, $T_{\mathrm{in;}}$

iii. srednjem statičkom apsolutnom tlaku na ulazu PDP-a, $p_{\mathrm{in;}}$

iv. srednjem statičkom apsolutnom tlaku na izlazu PDP-a, $p_{\mathrm{out;}}$

v. srednjoj brzini PDP-a, $n_{\mathrm{PDP}}$;

(g) ventil ograničivača postupno se zatvara kako bi se smanjio apsolutni tlak na ulazu PDP-a, $p_{\mathrm{in}}$;

(h) koraci u stavcima 8.1.8.4.2. (f) i (g) ponavljaju se kako bi se registrirali podaci na najmanje šest položaja ograničivača koji odražavaju puni raspon mogućih tlakova tijekom uporabe na ulazu PDP-a;

(i) PDP se umjerava primjenom prikupljenih podataka i jednadžbi iz Priloga VII.;

(j) koraci u stavcima od (f) do (i) ove točke ponavljaju se za svaku brzinu na kojoj radi PDP;

(k) jednadžbe u odjeljku 3. Priloga VII. (molarni pristup) ili odjeljku 2. Priloga VII. (pristup temeljen na masi) upotrebljavaju se za određivanje jednadžbe protoka PDP-a za ispitivanje emisije;

(l) umjeravanje se verificira provedbom verifikacije CVS-a (tj. propanskom provjerom) kako je opisano u točki 8.1.8.5.;

(m) PDP se ne smije upotrebljavati ispod najnižeg ulaznog tlaka koji se ispituje za vrijeme umjeravanja.

8.1.8.4.3. Umjeravanje CFV-a

Venturijeva cijev s kritičnim protokom (CFV) umjerava se kako bi joj se verificirao koeficijent protoka, $C_{\mathrm{d}}$, na najnižem očekivanom statičkom diferencijalnom tlaku između ulaza i izlaza CFV-a. Mjerač protoka s CFV-om mora se umjeravati na sljedeći način:

(a) sustav se spaja kako je prikazano na slici 6.5.;

(b) puhalo se pokreće iza CFV-a;

(c) dok CFV radi potrebno je održavati konstantnu temperaturu na ulazu CFV-a. Temperatura mora biti unutar ± 2 % srednje apsolutne ulazne temperature, $T_{\mathrm{in}}$;

(d) propuštanje između umjernog mjerača protoka i CFV-a mora biti manje od 0,3 % ukupnog protoka na najvećem ograničenju tlaka;

(e) varijabilni ograničivač mora se postaviti u potpuno otvoreni položaj. Umjesto varijabilnog ograničivača tlak iza CFV-a može se varirati mijenjanjem brzine puhala ili uvođenjem kontroliranog propuštanja. Neka puhala imaju ograničenja u uvjetima bez opterećenja;

▼B

(f) CFV mora raditi najmanje 3 minute da se sustav stabilizira. Zatim se, dok CFV kontinuirano radi, bilježe srednje vrijednosti podataka uzorkovanih najmanje 30 sekundi o svakoj od sljedećih količina:

i. srednjoj brzini protoka referentnog mjerača protoka, $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$;

ii. opcionalno, srednjoj točki rosišta umjernog zraka, $T_{\mathrm{dew}}$. Vidjeti Prilog VII. za dopuštene pretpostavke za vrijeme mjerenja emisije;

iii. srednjoj temperaturi na ulazu Venturijeve cijevi, $T_{\mathrm{in}}$;

iv. srednjem statičkom apsolutnom tlaku na ulazu Venturijeve cijevi, $p_{\mathrm{in}}$;

v. srednjem statičkom diferencijalnom tlaku između ulaza CFV-a i izlaza CFV-a, $\Delta p_{\mathrm{CFV}}$;

(g) ventil ograničivača postupno se zatvara kako bi se smanjio apsolutni tlak na ulazu CFV-a, $p_{\mathrm{in}}$;

(h) koraci u stavcima (f) i (g) ove točke ponavljaju se kako bi se registrirali srednji podaci na minimalno deset položaja ograničivača tako da se ispita najveći praktički raspon $\Delta p_{\mathrm{CFV}}$ očekivan za vrijeme ispitivanja. Nije potrebno ukloniti umjerne sastavne dijelove ili sastavne dijelove CVS-a za umjeravanje na najnižim mogućim točkama ograničenja;

(i) vrijednost $C_{\mathrm{d}}$ i najveći dopušteni omjer $r$ tlaka utvrđuju se kako je opisano u Prilogu VII.;

(j) vrijednost $C_{\mathrm{d}}$ mora se upotrijebiti za utvrđivanje protoka CFV-a za vrijeme ispitivanja emisije. CFV se ne smije upotrebljavati ispod najvišeg dopuštenog omjera $r$, kako je određeno u Prilogu VII.;

(k) umjeravanje se verificira provedbom verifikacije CVS-a (tj. propanskom provjerom) kako je opisano u točki 8.1.8.5.;

(l) ako je CVS konfiguriran tako da istodobno radi više od jednog CFV-a, CVS se mora umjeravati na jedan od sljedećih načina:

i. svaka kombinacija CFV-ova mora se umjeravati u skladu s ovim odjeljkom i Prilogom VII. Vidjeti Prilog VII. za upute o izračunu brzina protoka za ovu mogućnost;

ii. svaki se CFV mora umjeravati u skladu s ovom točkom i Prilogom VII. Vidjeti Prilog VII. za upute o izračunu brzina protoka za ovu mogućnost.

8.1.8.4.4. Umjeravanje SSV-a

Podzvučna Venturijeva cijev (SSV) mora se umjeravati kako bi joj se odredio umjerni koeficijent, $C_{\mathrm{d}}$, za očekivani raspon ulaznih tlakova. Mjerač protoka SSV-a mora se umjeravati na sljedeći način:

(a) sustav se spaja kako je prikazano na slici 6.5.;

▼B

(b) puhalo se pokreće iza SSV-a;

(c) propuštanje između umjernog mjerača protoka i SSV-a mora biti manje od 0,3 % ukupnog protoka na najvećem ograničenju tlaka;

(d) dok SSV radi održava se konstantna temperatura na ulazu SSV-a koja mora biti unutar ± 2 % srednje apsolutne ulazne temperature, $T_{in}$;

(e) varijabilni ograničivač ili puhalo promjenjive brzine namjeste se na brzinu protoka veću od najveće brzine protoka koja se očekuje za vrijeme ispitivanja. Brzine protoka ne smiju se ekstrapolirati iznad umjerenih vrijednosti pa se preporučuje da se osigura da je Reynoldsov broj, *Re*, na grlu SSV-a na najvećoj umjerenoj brzini protoka veći od maksimalnog *Re* koji se očekuje za vrijeme ispitivanja;

(f) SSV radi najmanje 3 minute da se sustav stabilizira. Zatim se, dok CFV kontinuirano radi, bilježe srednje vrijednosti podataka uzorkovanih najmanje 30 sekundi o svakoj od sljedećih količina:

i. srednjoj brzini protoka referentnog mjerača protoka, $\overline{q}_{V\mathrm{ref}}$;

ii. opcionalno, srednjoj točki rosišta umjernog zraka, $T_{dew}$. Vidjeti Prilog VII. za dopuštene pretpostavke;

iii. srednjoj temperaturi na ulazu Venturijeve cijevi, $T_{in}$;

iv. srednjem statičkom apsolutnom tlaku na ulazu Venturijeve cijevi, $p_{in}$;

v. statičkom diferencijalnom tlaku između statičkog tlaka na ulazu Venturijeve cijevi i statičkog tlaka na grlu Venturijeve cijevi, $\Delta p_{SSV}$;

(g) ventil ograničivača postupno se zatvara ili se brzina puhala smanjuje kako bi se smanjila brzina protoka;

(h) koraci u stavcima (f) i (g) ove točke ponavljaju se kako bi se podaci zabilježili na minimalno deset brzina protoka;

(i) funkcionalni oblik $C_d$ u odnosu na *Re* određuje se uporabom prikupljenih podataka i jednadžbi u Prilogu VII.;

(j) umjeravanje se verificira provedbom verifikacije CVS-a (tj. propanskom provjerom) kako je opisano u točki 8.1.8.5. primjenom nove jednadžbe $C_d$ u odnosu na *Re*;

(k) SSV se upotrebljava samo između minimalnih i maksimalnih umjerenih brzina protoka;

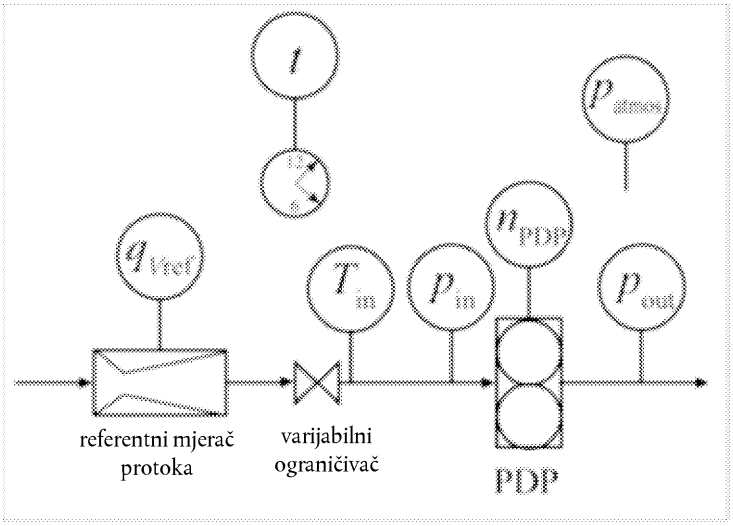
(l) jednadžbe u odjeljku 3. Priloga VII. (molarni pristup) ili odjeljku 2. Priloga VII. (pristup temeljen na masi) upotrebljavaju se za određivanje protoka SSV-a tijekom ispitivanja.

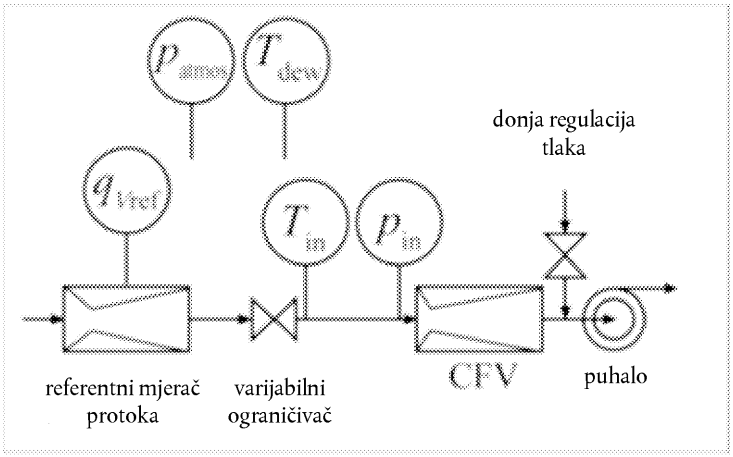
▼B

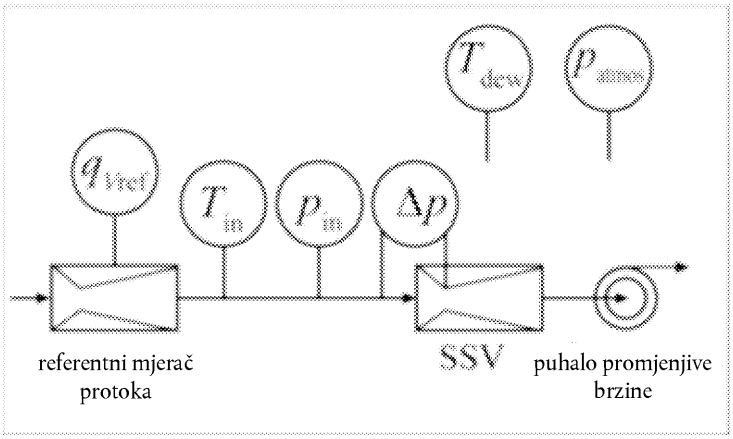
8.1.8.4.5. Ultrazvučno umjeravanje (rezervirano)

*Slika 6.5.*

**Shematski prikazi za umjeravanje protoka razrijeđenih ispušnih plinova (CVS)**



▼B

8.1.8.5. Verifikacija CVS-a i sklopa za skupno uzorkovanje (propanska provjera)

8.1.8.5.1. Uvod

(a) Propanska provjera služi kao verifikacija CVS-a kako bi se utvrdilo postoji li odstupanje u izmjerenim vrijednostima protoka razrijeđenih ispušnih plinova. Propanska provjera služi i kao verifikacija sklopa za skupno uzorkovanje kako bi se utvrdilo postoji li odstupanje u sustavu za skupno uzorkovanje kojim se izdvaja uzorak iz CVS-a, kako je opisano u stavku (f) ove točke. Primjenjujući dobru inženjersku procjenu i sigurne prakse, ta se provjera može učiniti i plinom koji nije propan, poput $CO_2$ ili CO. Neuspjela propanska provjera može ukazivati na jedan ili više sljedećih problema za koje mogu biti potrebne korektivne mjere:

i. nepravilno umjeravanje analizatora. FID se mora ponovno umjeriti, popraviti ili zamijeniti;

ii. provjere propuštanja izvode se na tunelu, priključcima i pričvršćivačima CVS-a te sustavu za uzorkovanje HC-a prema točki 8.1.8.7.;

iii. verifikacija lošeg miješanja izvodi se u skladu s točkom 9.2.2.;

▼M2

iv. verifikacija kontaminacije ugljikovodikom u sustavu uzorkovanja izvodi se kako je opisano u točki 7.3.1.3.;

▼B

v. promjena u umjeravanju CVS-a. Umjeravanje mjerača protoka s CVS-om na licu mjesta izvodi se kako je opisano u točki 8.1.8.4.;

vi. drugi problemi s CVS-om ili hardverom ili softverom za verifikaciju uzorkovanja. Ispituju se odstupanja CVS sustava te hardver i softver za verifikaciju CVS-a;

(b) pri propanskoj provjeri upotrebljava se referentna masa ili referentna brzina protoka plina $C_3H_8$ kao plin za praćenje u CVS-u. Ako se upotrebljava referentna brzina protoka, mora se obrazložiti svako neidealno ponašanje plina $C_3H_8$ u referentnom mjeraču protoka. Vidjeti odjeljak 2. Priloga VII. (pristup temeljen na masi) ili odjeljak 3. Priloga VII. (molarni pristup) u kojima je opisano kako umjeravati i upotrebljavati određene mjerače protoka. U točki 8.1.8.5. i Prilogu VII. ne smije se primijeniti nijedna pretpostavka idealnog plina. Propanskom provjerom uspoređuje se izračunana masa ubrizganog plina $C_3H_8$ pomoću mjerenja HC-a i mjerenja brzine protoka CVS-a s referentnom vrijednošću.

8.1.8.5.2. Metoda uvođenja poznate količine propana u CVS sustav

Ukupna točnost CVS-a i analitičkog sustava utvrđuje se uvođenjem poznate mase onečišćujućeg plina u sustav koji normalno radi. Onečišćujuća se tvar analizira, a masa izračunava u skladu s Prilogom VII. Mora se upotrijebiti jedna od dviju tehnika u nastavku.

(a) Mjerenje gravimetrijskom tehnikom, kako je opisano u nastavku. Masa male boce ispunjene ugljikovim monoksidom ili propanom mjeri se preciznošću od ± 0,01 g. CVS sustav mora raditi kao u uobičajenom ispitivanju emisije ispušnih plinova u približnom trajanju od 5 do 10 minuta, dok se istodobno ugljikov monoksid ili propan ubrizgava u sustav. Količina ispuštenog čistog plina utvrđuje se diferencijalnim vaganjem. Uzorak plina analizira se uobičajenom opremom (vrećom za uzorkovanje ili integrirajućom metodom), a masa plina se izračunava.

▼B

(b) Mjerenje prigušnicom kritičnog protoka provodi se kako je opisano u nastavku. Poznata količina čistog plina (ugljikov monoksid ili propan) uvodi se u CVS sustav kroz umjerenu kritičnu prigušnicu. Ako je ulazni tlak dovoljno visok, tada brzina protoka, koja se prilagođava prigušnicom kritičnog protoka, ne ovisi o izlaznom tlaku prigušnice (kritični protok). Sustav CVS radi kao u uobičajenom ispitivanju emisije ispušnog plina približno 5 do 10 minuta. Uzorak plina analizira se uobičajenom opremom (vrećom za uzorkovanje ili integrirajućom metodom), a masa plina se izračunava.

8.1.8.5.3. Priprema propanske provjere

Propanska provjera mora se pripremiti sljedeći način:

(a) ako se umjesto referentne brzine protoka upotrebljava referentna masa $C_3H_8$, potrebno je nabaviti bocu napunjenu s $C_3H_8$. Masa boce referentnog plina $C_3H_8$ utvrđuje se unutar ± 0,5 % količine $C_3H_8$ koju se planira upotrijebiti;

(b) za CVS i $C_3H_8$ odabiru se odgovarajuće brzine protoka;

(c) u CVS-u se odabire ulaz za ubrizgavanje $C_3H_8$. Mjesto ulaza odabire se tako da bude što bliže mjestu gdje se ispuh motora uvodi u CVS. Boca s $C_3H_8$ spaja se na sustav za ubrizgavanje;

(d) CVS mora raditi i stabilizirati se;

(e) svi izmjenjivači topline u sustavu za uzorkovanje moraju se prethodno zagrijati ili ohladiti;

(f) mora se omogućiti da se zagrijani ili ohlađeni sastavni dijelovi kao što su vodovi za uzorke, filtri, rashladnici i pumpe stabiliziraju pri radnoj temperaturi;

(g) ako je primjenjivo, verifikacija nepropusnosti na vakuumskoj strani sustava za uzorkovanje HC-a izvodi se kako je opisano u točki 8.1.8.7.

8.1.8.5.4. Priprema sustava za uzorkovanje HC-a za propansku provjeru

►M2 Verifikacija nepropusnosti na vakuumskoj strani sustava za uzorkovanje HC-a može se raditi u skladu s točkom (g). Ako se upotrebljava taj postupak, može se upotrijebiti postupak za kontaminaciju HC-om iz točke 7.3.1.3. ◄ Ako se provjera nepropusnosti na vakuumskoj strani ne radi u skladu sa stavkom (g), sustav za uzorkovanje HC-a mora se nulto i rasponski umjeriti te se mora provjeriti je li kontaminiran, i to na sljedeći način:

(a) odabere se najniži raspon HC analizatora koji može mjeriti koncentraciju $C_3H_8$ koja se očekuje za brzine protoka CVS-a i plina $C_3H_8$;

(b) HC analizator nulto se umjerava nultim zrakom koji se uvodi na otvoru analizatora;

(c) HC analizator rasponski se umjerava rasponskim plinom $C_3H_8$ koji se uvodi na otvoru analizatora;

(d) nulti zrak prelijeva se na HC sondi ili u elememnt između HC sonde i prijenosnog voda;

(e) stabilna koncentracija HC-a u sustavu za uzorkovanje HC-a mjeri se kao protoci zraka s nultim prelijevanjem. Za skupno mjerenje HC-a napuni se zajednički spremnik (poput vreće) te se izmjeri koncentracija prelijevanja HC-a;

▼B

(f) ako je koncentracija prelijevanja HC-a veća od 2 μmol/mol, postupak se ne smije nastaviti dok se kontaminacija ne eliminira. Mora se utvrditi izvor kontaminacije i moraju se poduzeti korektivne mjere poput čišćenja sustava ili zamjene kontaminiranih dijelova;

(g) ako koncentracija prelijevanja HC-a ne prelazi 2 μmol/mol, ta se vrijednost bilježi kao $x_{HCinit}$ i upotrebljava za korekciju kontaminacije HC-om kako je opisano u odjeljku 2. Priloga VII. (pristup temeljen na masi) ili odjeljku 3. Priloga VII. (molarni pristup).

8.1.8.5.5. Izvođenje propanske provjere

(a) Propanska provjera mora se izvoditi na sljedeći način:

i. ako je riječ o skupnom uzorkovanju HC-a, spoji se čisti medij za pohranu poput vakuumskih vreća;

ii. instrumentima za mjerenje HC-a upravlja se u skladu s uputama proizvođača;

iii. ako je predviđena korekcija pozadinskih koncentracija HC-a u zraku za razrjeđivanje, mjeri se i bilježi pozadinski HC u zraku za razrjeđivanje;

iv. svi se integrirajući uređaji nulto umjeravaju;

v. uzorkovanje počinje i uključuju se integratori protoka;

vi. $C_3H_8$ otpušta se odabranom brzinom. Ako se upotrebljava referentna brzina protoka $C_3H_8$, mora početi integracija te brzine protoka;

vii. otpuštanje $C_3H_8$ nastavlja se dok se ne otpusti barem dovoljno C3H8 da se osigura točna kvantifikacija referentnog $C_3H_8$ i izmjerenog $C_3H_8$;

viii. boca s $C_3H_8$ se zatvori, a uzorkovanje se nastavlja dok se ne nadoknade kašnjenja zbog prijenosa uzorka i odziva analizatora;

ix. uzorkovanje se zaustavlja, a integratori isključuju;

(b) Ako se upotrebljava mjerenje pomoću prigušnice kritičnog protoka, alternativno metodi iz točke 8.1.8.5.5.(a) za propansku se provjeru može upotrebljavati sljedeći postupak:

i. ako je riječ o skupnom uzorkovanju HC-a, spaja se čisti medij za pohranu poput vakuumskih vreća;

ii. instrumentima za mjerenje HC-a upravlja se u skladu s uputama proizvođača;

iii. ako je predviđeno ispravljanje pozadinskih koncentracija HC-a u zraku za razrjeđivanje, mjeri se i bilježi pozadinski HC u zraku za razrjeđivanje;

iv. svi se integrirajući uređaji postavljaju na nulu;

v. sadržaj boce referentnog plina $C_3H_8$ otpušta se odabranom brzinom;

▼B

vi. uzorkovanje počinje, a svi integratori protoka pokreću nakon potvrde da je koncentracija HC-a stabilna;

vii. otpuštanje sadržaja boce nastavlja se dok se ne otpusti barem dovoljno $C_3H_8$ kako bi se osigurala točna kvantifikacija referentnog $C_3H_8$ i izmjerenog $C_3H_8$;

viii. svi se integratori zaustavljaju;

ix. boca s referentnim $C_3H_8$ se zatvara.

8.1.8.5.6. Evaluacija propanske provjere

Postupak nakon ispitivanja mora se obaviti na sljedeći način:

(a) ako je primijenjeno skupno uzorkovanje, skupni se uzorci analiziraju što je prije moguće;

(b) nakon analize ugljikovodika radi se korekcija za kontaminaciju i pozadinu;

(c) ukupna masa $C_3H_8$ temeljena na podacima o CVS-u i ugljikovodiku izračunava se kako je opisano u Prilogu VII., pomoću molarne mase $C_3H_8$, odnosno $M_{C3H8}$ umjesto efektivne molarne mase ugljikovodika, $M_{HC}$;

(d) ako se upotrebljava referentna masa (gravimetrijska tehnika), masa propana u boci utvrđuje se unutar ± 0,5 %, a referentna masa $C_3H_8$ oduzimanjem mase propana u praznoj boci od mase propana u punoj boci. Ako se upotrebljava prigušnica kritičnog protoka (mjerenje otvorom kritičnog protoka), masa propana određuje se kao brzina protoka pomnožena s trajanjem ispitivanja;

(e) referentna masa $C_3H_8$ oduzima se od izračunane mase. Ako se razlika nalazi u rasponu od ± 3,0 % referentne mase, CVS prolazi verifikaciju.

8.1.8.5.7. Verifikacija sustava sekundarnog razrjeđivanja PM-a

Ako se propanska provjera mora ponoviti radi verifikacije sustava sekundarnog razrjeđivanja PM-a, za tu se verifikaciju primjenjuje ovaj postupak iz stavaka (a) do (d):

(a) sustav za uzorkovanje HC-a konfigurira se kako bi se izdvojio uzorak blizu mjesta medija za pohranu sklopa za skupno uzorkovanje (kao što je PM filtar). Ako je apsolutni tlak na tom mjestu prenizak za izdvajanje uzorka HC-a, HC se može uzorkovati iz ispuha pumpe sklopa za skupno uzorkovanje. Pri uzorkovanju iz ispuha pumpe potreban je oprez jer će inače prihvatljivo propuštanje na pumpi iza mjerača protoka sklopa za skupno uzorkovanje prouzročiti lažno uspjelu propansku provjeru;

(b) propanska provjera ponavlja se kako je opisano u ovoj točki, no HC se uzorkuje iz sklopa za skupno uzorkovanje;

(c) izračunava se masa plina $C_3H_8$ uzimajući u obzir svako sekundarno razrjeđivanje iz sklopa za skupno uzorkovanje;

(d) referentna masa plina $C_3H_8$ oduzima se od izračunane mase. Ako je razlika unutar raspona od ± 5 % referentne mase, sklop za skupno uzorkovanje prolazi verifikaciju. U suprotnom moraju se poduzeti korektivne mjere.

▼M2

_____

▼B

8.1.8.6. Periodično umjeravanje djelomičnog protoka PM-a i povezani mjerni sustavi za nerazrijeđeni ispušni plin

8.1.8.6.1. Specifikacije za mjerenje diferencijalnog protoka

Kod sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka za izdvajanje proporcionalnog uzorka nerazrijeđenog ispušnog plina posebno je važna točnost protoka uzorka $q_{mp}$ ako se ne mjeri izravno nego se određuje mjerenjem diferencijalnog protoka prema jednadžbi (6-20):

$$q_{\mathrm{mp}} = q_{\mathrm{mdew}} - q_{\mathrm{mdw}} \quad (6\text{-}20)$$

pri čemu je:

$q_{mp}$ brzina masenog protoka uzorka ispušnog plina u sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka

$q_{mdw}$ brzina masenog protoka zraka za razrjeđivanje (na vlažnoj bazi)

$q_{mdew}$ brzina masenog protoka razrijeđenog ispušnog plina na vlažnoj osnovi

U tom slučaju najveća pogreška razlike mora biti takva da je točnost $q_{mp}$unutar ± 5 % kad je omjer razrjeđenja manji od 15. Može se izračunati vađenjem srednjeg kvadratnog korijena pogrešaka svakog instrumenta.

Prihvatljive točnosti $q_{mp}$ mogu se dobiti jednom od sljedećih metoda:

(a) apsolutne točnosti $q_{mdew}$ i $q_{mdw}$ iznose ± 0,2 %, što jamči točnost vrijednosti $q_{mp}$ od ≤ ≤ 5 % pri omjeru razrjeđenja 15. Međutim, pri većim će se omjerima razrjeđenja javljati veće pogreške;

(b) umjeravanje vrijednosti $q_{mdw}$ u odnosu na $q_{mdew}$ radi se tako da se dobiju iste točnosti za $q_{mp}$ kao pod (a). Za detalje vidjeti točku 8.1.8.6.2.;

(c) točnost $q_{mp}$ utvrđuje se neizravno iz točnosti omjera razrjeđenja kako je određeno plinom za praćenje, npr. $CO_2$. Zahtijevaju se točnosti ekvivalentne metodi (a) za $q_{mp}$;

(d) apsolutna je točnost vrijednosti $q_{mdew}$ i $q_{mdw}$ unutar ± 2 % cijele ljestvice, maksimalna pogreška razlike između $q_{mdew}$ i $q_{mdw}$ unutar 0,2 %, a pogreška linearnosti unutar ± 0,2 % najveće promatrane vrijednosti $q_{mdew}$ tijekom ispitivanja.

8.1.8.6.2. Umjeravanje mjerenja diferencijalnog protoka

Sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka kojim se izdvaja proporcionalni uzorak nerazrijeđenoga ispuha mora se periodički umjeravati preciznim mjeračem protoka sljedivim do međunarodnih i/ili državnih etalona. Mjerač protoka ili instrumentarij za mjerenje protoka mora se umjeravati jednim od sljedećih postupaka i to tako da protok sonde $q_{mp}$ u tunel ispunjava zahtjeve u pogledu točnosti iz točke 8.1.8.6.1.

(a) mjerač protoka za $q_{mdw}$ povezuje se u seriji s mjeračem protoka za $q_{mdew}$, razlika između tih dvaju mjerača protoka umjerava se na najmanje 5 zadanih vrijednosti s jednako razmaknutim vrijednostima protoka između najniže vrijednosti $q_{mdw}$ korištene tijekom ispitivanja i vrijednosti $q_{mdew}$ korištene tijekom ispitivanja. Tunel za razrjeđivanje može se zaobići;

▼B

(b) umjereni uređaj za protok povezuje se u seriji na mjerač protoka $q_{mdew}$, a točnost se provjerava za vrijednost korištenu u ispitivanju. Umjereni uređaj za protok povezuje se u seriji na mjerač protoka za $q_{mdw}$, a točnost se provjerava za najmanje 5 postavki koje odgovaraju omjeru razrjeđenja između 3 i 15 u odnosu na $q_{mdew}$ koji se upotrebljavao u ispitivanju;

(c) Prijenosni vod TL (vidjeti sliku 6.7.) isključuje se iz ispušnog sustava i spaja na umjereni uređaj za mjerenje protoka odgovarajućeg raspona za mjerenje vrijednosti $q_{mp}$. Vrijednost $q_{mdew}$ postavlja se na vrijednost korištenu u ispitivanju, a $q_{mdw}$ na najmanje 5 vrijednosti koje odgovaraju omjerima razrjeđenja između 3 i 15. Alternativno, može se nabaviti i posebna umjerna protočna staza, kod koje se tunel zaobilazi, ali se ukupni protok zraka i protok zraka za razrjeđivanje propušta kroz odgovarajuće mjerače kao u stvarnom ispitivanju;

(d) plin za praćenje uvodi se u prijenosni vod TL ispušnog sustava. Taj plin za praćenje može biti sastojak ispušnog plina, primjerice $CO_2$ ili $NO_x$. Nakon razrjeđivanja u tunelu mjere se komponente plina za praćenje. To se radi za 5 omjera razrjeđenja između 3 i 15. Točnost protoka uzorka određuje se iz omjera razrjeđenja $r_d$ jednadžbom (6-21):

$$q_{mp} = q_{mdew} / r_d \quad (6\text{-}21)$$

Točnosti analizatora plina uzimaju se u obzir kako bi se zajamčila točnost vrijednosti $q_{mp}$.

8.1.8.6.3. Posebni zahtjevi za mjerenje diferencijalnog protoka

Provjera protoka ugljika pomoću stvarnog ispušnog plina snažno se preporučuje za otkrivanje problema pri mjerenju i kontroli te verificiranju ispravnog rada sustava djelomičnog protoka. Provjeru protoka ugljika trebalo bi provesti barem svaki put kad se ugradi novi motor ili kad se nešto važno promijeni u izvedbi ispitne ćelije.

Motor mora raditi pri opterećenju i brzini vrtnje pri vršnom zakretnom momentu ili u bilo kojem drugom stacionarnom načinu rada u kojem se proizvodi 5 % ili više $CO_2$. Sustav za uzorkovanje djelomičnog protoka radi s faktorom razrjeđenja od oko 15 do 1.

Ako se provodi provjera protoka ugljika, primjenjuje se Dodatak 2. Prilogu VII. Brzine protoka ugljika izračunavaju se u skladu s jednadžbama iz Dodatka 2. Prilogu VII. Sve brzine protoka ugljika moraju se poklapati u rasponu od 5 %.

8.1.8.6.3.1. Provjera prije ispitivanja

Provjera prije ispitivanja mora se provesti unutar 2 sata prije ispitivanja i to kako je opisano u nastavku.

Točnost mjerača protoka provjerava se istom metodom koja se upotrebljava za umjeravanje (vidjeti točku 8.1.8.6.2.) za najmanje dvije točke, uključujući vrijednosti protoka $q_{mdw}$ koje odgovaraju omjerima razrjeđenja između 5 i 15 za vrijednost $q_{mdew}$ korištenu tijekom ispitivanja.

Ako se evidencijom o postupku umjeravanja prema točki 8.1.8.6.2. može dokazati da je umjeravanje mjerača protoka stabilno tijekom duljeg razdoblja, provjera prije ispitivanja može se izostaviti.

▼B

8.1.8.6.3.2. Utvrđivanje vremena transformacije

Postavke sustava za evaluaciju vremena transformacije moraju biti iste kao tijekom mjerenja u ispitivanju. Vrijeme transformacije, kako je definirano točkom 2.4. Dodatka 5. i slikom 6-11., mora se utvrditi metodom opisanom u nastavku.

Neovisni referentni mjerač protoka koji ima odgovarajući raspon mjerenja za protok sonde stavlja se u seriju sa sondom i blizu nje. Taj mjerač protoka mora imati vrijeme transformacije kraće od 100 ms za veličinu stupnja protoka koji se upotrebljava u mjerenju vremena odziva, pri čemu je ograničenje tlaka protoka dovoljno nisko da ne utječe na dinamički učinak sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka prema dobroj inženjerskoj procjeni. U protok ispušnog plina (ili protoka zraka ako se računa protok ispušnog plina) u sustavu za razrjeđivanje djelomičnog protoka uvodi se stupnjevita promjena od niskog protoka do najmanje 90 % cijele ljestvice. Okidač za stupnjevitu promjenu mora biti jednak onom upotrijebljenom za pokretanje unaprijed predviđenog upravljanja u stvarnom ispitivanju. Signal stupnjevite promjene protoka ispušnih plinova i odziv mjerača protoka bilježe se pri brzini uzorkovanja od najmanje 10 Hz.

Iz tih se podataka utvrđuje vrijeme transformacije za sustav razrjeđivanja djelomičnog protoka, a to je vrijeme od početka signala stupnjevite promjene do točke od 50 % odziva mjerača protoka. Na sličan se način utvrđuju vremena transformacije signala $q_{mp}$ (tj. tok uzorka ispušnog plina u sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka) i signala $q_{mew,i}$ (tj. brzina masenog protoka ispušnog plina na vlažnoj bazi koju daje mjerač protoka ispuha). ti se signali upotrebljavaju pri regresijskim provjerama koje se obavljaju nakon svakog ispitivanja (vidjeti točku 8.2.1.2.).

Izračun se ponavlja za najmanje 5 signala za porast i smanjenje pa se računa prosječan rezultat. Unutarnje vrijeme transformacije (< 100 ms) referentnog mjerača protoka oduzima se od te vrijednosti. Ako se zahtijeva unaprijed predviđeno upravljanje, unaprijed predviđena vrijednost sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka mora se primijeniti u skladu s točkom 8.2.1.2.

8.1.8.7. Verifikacija nepropusnosti na vakuumskoj strani

8.1.8.7.1. Opseg i frekvencija

Nakon prve instalacije sustava za uzorkovanje, nakon većeg održavanja poput zamjene predfiltra i unutar 8 sati prije svakog slijeda radnog ciklusa, jednim od ispitivanja nepropusnosti opisanih u ovom odjeljku mora se provjeriti da nema znatnih propuštanja na vakuumskoj strani. Ta se verifikacija ne primjenjuje ni na jedan punoprotočni dio CVS sustava za razrjeđivanje.

8.1.8.7.2. Načela mjerenja

Propuštanje se može detektirati tako da se izmjeri mala količina protoka kad protok mora biti nulti, detektiranjem razrjeđenja poznate koncentracije rasponskog plina kad protječe na vakuumskoj strani sustava za uzorkovanje ili mjerenjem povećanja tlaka ispražnjenog sustava.

8.1.8.7.3. Ispitivanje nepropusnosti niskog protoka

Sustav za uzorkovanje mora se testirati na propuštanja niskog protoka na sljedeći način:

▼B

(a) završetak sonde zabrtvi se na jedan od sljedećih načina:

i. završetak sonde za uzorkovanje zatvori se poklopcem ili začepi;

ii. prijenosni vod odspoji se od sonde i zatvori poklopcem ili začepi;

iii. zatvori se nepropusni redni ventil između sonde i prijenosnog voda;

(b) sve vakuumske pumpe moraju raditi. Nakon stabilizacije provjerava se da je protok kroz vakuumsku stranu sustava za uzorkovanje niži od 0,5 % normalnog protoka sustava u uporabi Uobičajeni protoci analizatora i obilazni protoci mogu se procijeniti kao približna vrijednost normalnog protoka sustava u uporabi

8.1.8.7.4. Ispitivanje nepropusnosti pri razrjeđivanju rasponskog plina

Za to se ispitivanje može upotrijebiti bilo koji analizator plina. Ako se za ispitivanje upotrebljava FID, svako se onečišćenje ugljikovodicima u sustavu za uzorkovanje mora ispraviti u skladu s odjeljcima 2. ili 3. Priloga VII. o utvrđivanju HC-a. Moraju se izbjegavati varljivi rezultati tako da se upotrebljavaju samo analizatori s ponovljivošću od najmanje 0,5 % pri koncentraciji rasponskog plina upotrijebljenoj u ovom ispitivanju. Provjera nepropusnosti na vakuumskoj strani mora se provoditi na sljedeći način:

(a) analizator plina priprema se na isti način kao i za ispitivanje emisije;

(b) rasponski plin dovodi se u otvor analizatora te se verificira da su točnost i ponovljivost mjerenja koncentracije rasponskog plina u granicama očekivane točnosti i ponovljivosti mjerenja;

(c) višak rasponskog plina preusmjeruje se na jedno od sljedećih mjesta u sustavu za uzorkovanje:

i. završetak sonde za uzorkovanje;

ii. prijenosni se vod odspoji na priključku sonde, a višak rasponskog plina ispusti kroz otvoreni kraj prijenosnog voda;

iii. troputni ventil instaliran redno između sonde i njezina prijenosnog voda;

(d) verificira se da je izmjerena koncentracija viška rasponskog plina unutar ± 0,5 % koncentracije rasponskog plina. Izmjerena vrijednost niža od očekivane upućuje na propuštanje, no vrijednost viša od očekivane može značiti da postoji problem s rasponskim plinom ili samim analizatorom. Izmjerena vrijednost viša od očekivane ne upućuje na propuštanje.

8.1.8.7.5. Ispitivanje nepropusnosti pri slabljenju vakuuma

Za to se ispitivanje mora uspostaviti vakuum u obujmu na vakuumskoj strani sustava za uzorkovanje i zatim se brzina propuštanja sustava opaža kao slabljenje primijenjenog vakuuma. Za to ispitivanje obujam na vakuumskoj strani sustava za uzorkovanje mora biti poznat unutar ± 10 % stvarnog obujma. Mjerni instrumenti za to ispitivanje moraju ispunjavati specifikacije iz točaka 8.1. i 9.4.

▼B

Ispitivanje nepropusnosti pri slabljenju vakuuma mora se provoditi na sljedeći način:

(a) završetak sonde zabrtvi se što je bliže moguće otvoru sonde na jedan od sljedećih načina:

i. završetak sonde za uzorkovanje zatvori se poklopcem ili začepi;

ii. prijenosni se vod odspoji od sonde i zatvori poklopcem ili začepi;

iii. zatvori se nepropusni redni ventil između sonde i prijenosnog voda;

(b) sve vakuumske pumpe moraju raditi. Stvara se vakuum koji je reprezentativan za normalne radne uvjete. Ako se upotrebljavaju vreće za uzorkovanje, preporučuje se da se dvaput ponovi uobičajeni postupak ispumpavanja vreća za uzorkovanje kako bi se smanjio mogućnost zarobljenih obujma;

(c) isključe se pumpe za uzorkovanje, a sustav zabrtvi. Mjeri se i bilježi apsolutni tlak zarobljenog plina i, opcionalno, apsolutna temperatura sustava. Ostavlja se dovoljno vremena kako bi se tranzijenti smirili i da 0,5-postotno propuštanje prouzroči promjenu tlaka koja je najmanje 10 puta veća od razlučivosti pretvornika tlaka. Još jednom se bilježe pritisak i, opcionalno, temperatura;

(d) izračunava se brzina protoka propuštanja na temelju pretpostavljene nulte vrijednosti obujma ispumpanih vreća, kao i na temelju poznatih vrijednosti obujma sustava uzorkovanja, početnog i završnog tlaka, opcionalnih temperatura i proteklog vremena. Verificira se da je brzina protoka pri slabljenju vakuuma manja od 0,5 % iznosa normalne brzine protoka sustava u uporabi pomoću jednadžbe (6-22):

$$q_{V\text{leak}} = \frac{V_{\text{vac}}}{R} \frac{\left(\frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1}\right)}{(t_2 - t_1)} \qquad (6\text{-}22)$$

pri čemu je:

$q_{V\text{leak}}$ brzina slabljenja vakuuma, mol/s

$V_{\text{vac}}$ geometrijski obujam na vakuumskoj strani sustava za uzorkovanje, $m_3$

$R$ plinska konstanta, J/(mol · K)

$p_2$ apsolutni tlak na vakuumskoj strani u vremenu $t_2$, Pa

$T_2$ apsolutna temperatura na vakuumskoj strani u vremenu $t_2$, K

$p_1$ apsolutni tlak na vakuumskoj strani u vremenu $t_1$, Pa

$T_1$ apsolutna temperatura na vakuumskoj strani u vremenu $t_1$, K

$t_2$ vrijeme na kraju ispitivanja slabljenja vakuuma, s

$t_1$ vrijeme na početku ispitivanja slabljenja vakuuma, s

▼B

8.1.9. Mjerenja CO i $CO_2$

8.1.9.1. Verifikacija interferencije $H_2O$ za NDIR analizatore $CO_2$

8.1.9.1.1. Opseg i frekvencija

Ako se $CO_2$ mjeri NDIR analizatorom, onda se iznos interferencije $H_2O$ provjerava nakon početne instalacije analizatora i nakon većeg održavanja.

▼M2

8.1.9.1.2. Načela mjerenja

$H_2O$ može izazvati smetnje u reakciji NDIR analizatora na $CO_2$. Ako NDIR analizator ima kompenzacijske algoritme koji upotrebljavaju mjerenja drugih plinova kako bi prošao ovu verifikaciju interferencije, ta se druga mjerenja moraju provoditi istodobno kako bi se tijekom verifikacije interferencije analizatora testirali kompenzacijski algoritmi.

▼B

8.1.9.1.3. Zahtjevi za sustav

Interferencija $H_2O$ u NDIR analizatoru $CO_2$ mora biti u rasponu od (0,0 ± 0,4) mmol/mol (očekivane srednje koncentracije $CO_2$).

8.1.9.1.4. Postupak

Verifikacija interferencije mora se provoditi na sljedeći način:

(a) NDIR analizator $CO_2$ mora se uključiti, raditi te nulto i rasponski umjeriti kao što bi se to učinilo i prije ispitivanja emisije;

▼M2

(b) ovlaženi ispitni plin proizvodi se propuhivanjem mjehurića nultog zraka koji ispunjava specifikacije iz točke 9.5.1. kroz destiliranu vodu u zabrtvljenoj posudi. Ako uzorak ne prolazi kroz uređaj za sušenje, temperatura posude mora se regulirati kako bi sadržaj $H_2O$ u ispitnom plinu bio barem jednako visok kao najviši očekivani sadržaj tijekom ispitivanja. Ako uzorak prolazi kroz uređaj za sušenje tijekom ispitivanja, temperatura posude mora se regulirati tako da generira sadržaj $H_2O$ u ispitnom plinu koji je barem jednako visok kao najviši očekivani sadržaj na izlazu uređaja za sušenje u skladu s točkom 9.3.2.3.1.1.;

▼B

(c) temperatura ovlaženog ispitnog plina održava se najmanje 5°K iznad točke rosišta iza posude;

(d) ovlaženi ispitni plin uvodi se u sustav za uzorkovanje. Može se uvesti iza bilo kojeg uređaja za sušenje uzoraka ako se upotrebljavaju tijekom ispitivanja;

(e) Molarna frakcija vode $x_{H2O}$ ovlaženog ispitnog plina mjeri što je bliže moguće ulazu analizatora. Primjerice, kako bi se izračunao $x_{H2O}$ mjere se točka rosišta, $T_{dew}$ i apsolutni tlak, $p_{total}$;

(f) za sprječavanje kondenzacije u prijenosnim vodovima, spojevima ili ventilima od točke gdje se mjeri $x_{H2O}$ do analizatora primjenjuje se dobra inženjerska procjena;

(g) mora se dopustiti vrijeme za stabilizaciju odziva analizatora. Vrijeme stabilizacije uključuje vrijeme za pročišćavanje prijenosnog voda i vrijeme kojim se uzima u obzir odziv analizatora;

▼B

(h) dok analizator mjeri koncentraciju uzorka, bilježi se 30 sekunda uzorkovanih podataka. Izračunava se aritmetička sredina tih podataka. Analizator prolazi verifikaciju interferencije ako se ta vrijednost nalazi u rasponu (0,0 ± 0,4) mmol/mol

8.1.9.2. Verifikacija interferencije $H_2O$ i $CO_2$ za NDIR analizatore CO

8.1.9.2.1. Opseg i frekvencija

Ako se CO mjeri NDIR analizatorom, onda se iznos interferencije $H_2O$ i $CO_2$ mora verificirati nakon početne instalacije analizatora i nakon većeg održavanja.

8.1.9.2.2. Načela mjerenja

$H_2O$ i $CO_2$ mogu pozitivno utjecati na NDIR analizator izazivanjem odziva sličnog odzivu na CO. Ako NDIR analizator ima kompenzacijske algoritme koji upotrebljavaju mjerenja drugih plinova kako bi prošao ovu verifikaciju interferencije, ta se druga mjerenja moraju provoditi istodobno kako bi se tijekom verifikacije interferencije analizatora testirali kompenzacijski algoritmi.

8.1.9.2.3. Zahtjevi za sustav

Kombinirana interferencija $H_2O$ i $CO_2$ NDIR analizatora CO mora biti unutar ± 2 % očekivane srednje koncentracije CO.

8.1.9.2.4. Postupak

Verifikacija interferencije mora se provoditi na sljedeći način:

(a) NDIR analizator CO mora se uključiti, raditi te nulto i rasponski umjeriti kao što bi se to učinilo i prije ispitivanja emisije;

▼M2

(b) ovlaženi ispitni plin $CO_2$ proizvodi se propuhivanjem mjehurića rasponskog plina $CO_2$ kroz destiliranu vodu u zabrtvljenoj posudi. Ako uzorak ne prolazi kroz uređaj za sušenje, temperatura posude mora se regulirati kako bi sadržaj $H_2O$ u ispitnom plinu bio visok barem kao najviši očekivani sadržaj tijekom ispitivanja. Ako uzorak prolazi kroz uređaj za sušenje tijekom ispitivanja, temperatura posude mora se regulirati tako da generira sadržaj $H_2O$ u ispitnom plinu koji je barem jednako visok kao najviši očekivani sadržaj na izlazu uređaja za sušenje u skladu s točkom 9.3.2.3.1.1. Upotrebljava se koncentracija rasponskog $CO_2$ koja je visoka barem kao najviša očekivana razina tijekom ispitivanja;

▼B

(c) ovlaženi ispitni plin $CO_2$ uvodi se u sustav za uzorkovanje. Ovlaženi ispitni plin $CO_2$ može se uvesti iza bilo kojeg uređaja za sušenje uzoraka ako se taj uređaj upotrebljava tijekom ispitivanja;

(d) molarna se frakcija $x_{H2O}$ ovlaženog ispitnog plina mjeri što je bliže moguće ulazu analizatora. Primjerice, mjere se točka rosišta, $T_{dew}$, i apsolutni tlak, $p_{total}$, kako bi se izračunao $x_{H2O}$;

(e) za sprječavanje kondenzacije u prijenosnim vodovima, spojevima ili ventilima od točke gdje se mjeri $x_{H2O}$ prema analizatoru primjenjuje se dobra inženjerska procjena;

▼B

(f) mora se dopustiti vrijeme za stabilizaciju odziva analizatora;

(g) dok analizator mjeri koncentraciju uzorka, 30 sekunda bilježe se izlazne vrijednosti analizatora. Izračunava se aritmetička sredina tih podataka;

(h) analizator prolazi verifikaciju interferencije ako je rezultat iz stavka (g) ove točke u granicama dopuštenog odstupanja iz točke 8.1.9.2.3.;

(i) odvojeno se mogu provesti i postupci provjere interferencije za $CO_2$ i $H_2O$. Ako su korištene razine $CO_2$ i $H_2O$ više od maksimalnih razina očekivanih tijekom ispitivanja, svaka se promatrana vrijednost interferencije smanjuje tako da se opažena interferencija pomnoži s omjerom maksimalne očekivane vrijednosti koncentracije i stvarne vrijednosti korištene tijekom ovog postupka. Mogu se provesti i odvojeni postupci provjere interferencije za koncentracije $H_2O$ (sve do udjela $H_2O$ od 0,025 mol/mol) koje su niže od maksimalnih razina očekivanih tijekom ispitivanja, no onda se promatrana vrijednost interferencije $H_2O$ mora povećati tako da se opažena interferencija pomnoži s omjerom maksimalne očekivane vrijednosti koncentracije $H_2O$ i njezine stvarne vrijednosti korištene tijekom ovog postupka. Umnožak dvaju prilagođenih vrijednosti interferencije mora biti u granicama dopuštenog odstupanja iz točke 8.1.9.2.3.

8.1.10. Mjerenja ugljikovodika

8.1.10.1. Optimiranje i verifikacija FID analizatora

8.1.10.1.1. Opseg i frekvencija

Svim se FID analizatorima FID mora umjeriti pri početnoj instalaciji. Umjeravanje se mora prema potrebi ponavljati na temelju dobre inženjerske procjene. Za FID koji mjeri ugljikovodike (HC) moraju se provesti sljedeći koraci:

(a) odziv FID-a na različite ugljikovodike optimira se nakon početne instalacije analizatora i nakon većeg održavanja. Odziv FID-a na propilen i toulen mora biti između 0,9 i 1,1 u odnosu na propan;

(b) faktor odziva FID-a na metan ($CH_4$) utvrđuje se nakon početne instalacije analizatora i nakon većeg održavanja kako je opisano u točki 8.1.10.1.4.;

(c) odziv na metan ($CH_4$) provjerava se unutar 185 dana prije ispitivanja.

8.1.10.1.2. Umjeravanje

Umjerni se postupak mora razviti na temelju dobre inženjerske procjene poput one koja se temelji na uputama proizvođača FID analizatora i preporučenoj frekvenciji za umjeravanje FID-a. FID se mora umjeravati pomoću umjernih plinova $C_3H_8$ koji zadovoljavaju specifikacije iz točke 9.5.1. Umjerava se na bazi broja ugljika od jedan ($C_1$).

8.1.10.1.3. Optimiranje odziva FID–a na ugljikovodike (HC)

Ovaj se postupak odnosi samo na FID analizatore koji mjere HC.

▼B

(a) Pri prvom pokretanju instrumenta i za osnovne prilagodbe pri radu pomoću goriva FID-a i nultog zraka primjenjuju se zahtjevi proizvođača instrumenta i dobra inženjerska procjena. Zagrijani FID-ovi moraju se nalaziti unutar zahtijevanih raspona radne temperature. Odziv FID-a optimira se kako bi ispunjavao zahtjev za odzivne faktore ugljikovodika i provjeru interferencije kisika u skladu s točkama 8.1.10.1.1.(a) i 8.1.10.2. u najuobičajenijem očekivanom rasponu analizatora tijekom ispitivanja emisije. Ako je uobičajeni raspon analizatora manji od minimalnog raspona za optimiranje koji je specificirao proizvođač instrumenta, za točno se optimiranje FID-a može upotrebljavati veći raspon analizatora u skladu s preporukom proizvođača instrumenta i dobrom inženjerskom procjenom.

(b) Zagrijani FID-ovi moraju biti unutar zahtijevanih raspona radne temperature. Odziv FID-a optimira se u najuobičajenijem očekivanom rasponu analizatora tijekom ispitivanja emisije. ►M2 Kad se protoci goriva FID-a i zraka uspostave prema proizvođačevim preporukama, u analizator se uvodi rasponski plin. ◄

(c) Za optimiranje poduzimaju se sljedeći koraci od i. do iv. ili postupak koji preporučuje proizvođač instrumenta. Za optimiranje mogu se upotrebljavati i postupci navedeni u dokumentu udruženja SAE br. 770141;

▼M2

i. Odziv na zadani protok goriva FID-a utvrđuje se iz razlike između odziva na rasponski plin i odziva na nulti plin.

▼B

ii. Protok goriva postupno se regulira iznad i ispod specifikacije proizvođača. ►M2 Bilježe se rasponski i nulti odziv pri tim protocima goriva FID-a. ◄

iii. Razlika između rasponskog odziva i nultog odziva ucrtava se u dijagram, a protok goriva prilagođava prema punoj strani krivulje. To je početna postavka protoka koju će možda trebati dodatno optimirati ovisno o rezultatima odzivnih faktora ugljikovodika i provjere interferencije kisika u skladu s točkama 8.1.10.1.1.(a) i 8.1.10.2.

iv. Ako interferencija kisika i odzivni faktori ugljikovodika ne zadovoljavaju sljedeće specifikacije, onda se protok zraka postupno prilagođava iznad i ispod razine iz specifikacija proizvođača te se za svaki protok ponavljaju točke 8.1.10.1.1.(a) i 8.1.10.2.

(d) Moraju se utvrditi optimalne brzine protoka i/ili tlakova za gorivo FID-a i zrak plamenika te ih se mora uzorkovati i zabilježiti za buduću upotrebu.

8.1.10.1.4. Utvrđivanje faktora odziva na $CH_4$ FID-a za ugljikovodike

S obzirom na to da FID analizatori obično imaju drukčiju reakciju na $CH_4$ u odnosu na $C_3H_8$, nakon optimiranja FID-a mora se odrediti faktor odziva svakog FID analizatora ugljikovodika na $CH_4$, $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$. Najaktualniji izmjereni $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ u skladu

▼B

s ovim odjeljkom upotrebljava se pri izračunima za određivanje HC opisanima u odjeljku 2. Priloga VII. (pristup temeljen na masi) ili odjeljku 3. Priloga VII. (molarni pristup) kako bi se kompenzirao odziv na $CH_4$. $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ mora se utvrditi kako slijedi:

(a) odabire se koncentracija rasponskog $C_3H_8$ kako bi se analizator rasponski umjerio prije ispitivanja emisije. Odabiru se samo rasponski plinovi koji zadovoljavaju specifikacije iz točke 9.5.1. te se bilježi koncentracija $C_3H_8$ u plinu;

(b) odabire se rasponski $CH_4$ koji zadovoljava specifikacije iz točke 9.5.1. te se bilježi koncentracija $CH_4$ u plinu;

(c) FID analizatorom mora se rukovati u skladu s uputama proizvođača;

(d) mora se potvrditi da je FID analizator umjeren plinom $C_3H_8$. Umjeravanje se provodi na bazi broja ugljika od jedan ($C_1$);

(e) FID se nulto umjeri nultim plinom koji se upotrebljava za ispitivanje emisija;

(f) FID se rasponski umjeri rasponskim plinom $C_3H_8$;

(g) na otvor FID analizatora za uzorke uvodi se rasponski plin $CH_4$ odabran u skladu sa stavkom (b);

(h) odziv analizatora mora se stabilizirati. Vrijeme stabilizacije može uključivati vrijeme za pročišćavanje analizatora i vrijeme da se uzme u obzir odziv analizatora;

(i) dok analizator mjeri koncentraciju $CH_4$, bilježi se 30 sekunda uzorkovanih podataka te se izračunava aritmetička sredina tih vrijednosti;

(j) srednja izmjerena koncentracija podijeli se s zabilježenom rasponskom koncentracijom $CH_4$. Rezultat je faktor odziva FID analizatora na $CH_4$, $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$.

8.1.10.1.5. Verifikacija odziva FID-a za ugljikovodike na metan ($CH_4$)

Ako je vrijednost $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ dobivena u skladu s točkom 8.1.10.1.4. unutar ± 5,0 % njegove najaktualnije prethodno utvrđene vrijednosti, FID za HC prolazi verifikaciju odziva na metan.

(a) Prvo se verificira je li svaki tlak i/ili brzina protoka goriva za FID, zraka za plamenik i uzorak unutar ± 0,5 % njihovih najaktualnijih prethodno zabilježenih vrijednosti, kako je opisano u točki 8.1.10.1.3. Ako se te brzine protoka moraju prilagoditi, novi $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ utvrđuje se kako je opisano u točki 8.1.10.1.4. Treba provjeriti nalazi li se određena vrijednost $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ unutar dopuštenog odstupanja navedenog u ovoj točki 8.1.10.1.5.;

(b) Ako vrijednost $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ nije unutar dopuštenog odstupanja iz točke 8.1.10.1.5., odziv FID–a ponovno se optimira kako je opisano u točki 8.1.10.1.3.;

▼B

(c) novi $RF_{CH4[THC-FID]}$ utvrđuje se kako je opisano u točki 8.1.10.1.4. Ta nova vrijednost $RF_{CH4[THC-FID]}$ upotrebljava se pri izračunima za određivanje HC-a opisanima u odjeljku 2. Priloga VII. (pristup temeljen na masi) ili odjeljku 3. Priloga VII. (molarni pristup).

8.1.10.2. Nestehiometrijska verifikacija interferencije $O_2$ za FID kojim se mjeri nerazrijeđeni ispušni plin

8.1.10.2.1. Opseg i frekvencija

Ako se FID analizatori upotrebljavaju za mjerenja nerazrijeđenog ispušnog plina, veličina interferencije $O_2$ za FID provjerava se pri početnoj instalaciji i nakon većeg održavanja.

8.1.10.2.2. Načela mjerenja

Promjene koncentracije $O_2$ u nerazrijeđenom ispušnom plinu mogu utjecati na odziv FID-a promjenom temperature plamena FID-a. Gorivo za FID, zrak plamenika i protok uzorka moraju se optimirati kako bi zadovoljili na verifikaciji. Radni učinak FID-a mora se verificirati kompenzacijskim algoritmima za interferenciju $O_2$ za FID koji djeluje tijekom ispitivanja emisije.

8.1.10.2.3. Zahtjevi za sustav

Svaki FID analizator koji se upotrebljava tijekom ispitivanja mora proći verifikaciju interferencije $O_2$ za FID prema postupku u ovom odjeljku.

8.1.10.2.4. Postupak

Interferencija $O_2$ za FID mora se utvrditi na sljedeći način, uz napomenu da se može upotrebljavati jedan ili više razdjelnika plina kako bi se dobile referentne koncentracije plina koje su nužne za provođenje ove verifikacije:

(a) za rasponsko umjeravanje analizatora prije ispitivanja emisija izaberu se tri referentna rasponska plina koji su u skladu sa specifikacijama iz točke 9.5.1. i sadržavaju koncentraciju $C_3H_8$. referentni rasponski plinovi $CH_4$ moraju se birati za FID-ove umjerene na $CH_4$ s filtrom propusnim samo za metan. ►M2 ——————— ◄ Zahtjev za upotrebom prosječne koncentracije $O_2$ može se zanemariti ako je FID umjeren rasponskim plinom koji je uravnotežen prosječnom očekivanom koncentracijom kisika;

(b) mora se potvrditi da FID analizator odgovara svim specifikacijama iz točki 8.1.10.1.;

(c) FID analizator mora se pokrenuti i raditi kao što bi to bilo i prije ispitivanja emisije. Neovisno o izvoru zraka za plamenik FID-a tijekom ispitivanja, za ovu se verifikaciju kao izvor zraka za plamenik upotrebljava nulti zrak;

(d) analizator se namjesti na nulu;

(e) analizator se rasponski umjeri rasponskim plinom koji se upotrebljava tijekom ispitivanja emisija;

▼B

(f) nulti odziv provjerava se nultim plinom koji se upotrebljava tijekom ispitivanja emisije. Sljedeći se korak izvodi ako je srednji nulti odziv 30 sekunda uzorkovanih podataka unutar ± 0,5 % referentne rasponske vrijednosti upotrijebljene u stavku (e) ove točke, a u suprotnom postupak se ponavlja od stavka (d) ove točke;

(g) odziv analizatora provjerava se rasponskim plinom koji ima minimalnu koncentraciju $O_2$ koja se očekuje tijekom ispitivanja. Srednji odziv 30 sekunda stabiliziranih podataka bilježi se kao $x_{O2minHC}$;

(h) nulti odziv FID analizatora mora se provjeriti nultim plinom koji se upotrebljava tijekom ispitivanja emisije. Sljedeći se korak izvodi ako je srednji nulti odziv 30 sekunda stabiliziranih podataka uzorka unutar ± 0,5 % referentne rasponske vrijednosti navedene u stavku (e) ove točke, a u suprotnom postupak se ponavlja od stavka (d) ove točke;

(i) odziv analizatora provjerava se rasponskim plinom koji sadržava prosječnu koncentraciju $O_2$ koja se očekuje tijekom ispitivanja. Srednji odziv 30 sekunda stabiliziranih podataka uzorka bilježi se kao $x_{O2avgHC}$;

(j) nulti odziv FID analizatora mora se provjeriti nultim plinom koji se upotrebljava tijekom ispitivanja emisije. Sljedeći se korak izvodi ako je srednji nulti odziv 30 sekunda stabiliziranih podataka uzorka unutar ± 0,5 % referentne rasponske vrijednosti navedene u stavku (e) ove točke, a u suprotnom postupak se ponavlja od stavka (d) ove točke;

(k) odziv analizatora provjerava se rasponskim plinom s maksimalnom koncentracijom $O_2$ koja se očekuje tijekom ispitivanja. Srednji odziv 30-sekundnih stabiliziranih podataka o uzorku bilježi se kao $x_{O2maxHC}$;

(l) nulti odziv FID analizatora mora se provjeriti nultim uporabom koji se upotrebljava tijekom ispitivanja emisije. Sljedeći se korak izvodi ako je srednji nulti odziv 30 sekunda stabiliziranih podataka uzorka unutar ± 0,5 % referentne rasponske vrijednosti navedene u stavku (e) ove točke, a u suprotnom postupak se ponavlja od stavka (d) ove točke;

(m) izračunava se razlika u postocima između $x_{O2maxHC}$ i njegove koncentracije referentnog plina. Izračunava se razlika u postocima između $x_{O2avgHC}$ i njegove koncentracije referentnog plina. izračunava se razlika u postocima između $x_{O2minHC}$ i njegove koncentracije referentnog plina. Zatim se utvrdi maksimalna razlika u postocima između tih triju vrijednosti. To je interferencija $O_2$;

(n) ako je interferencija $O_2$ unutar ± 3 %, FID prolazi verifikaciju interferencije $O_2$; u suprotnom nužno je ukloniti nedostatak provođenjem najmanje jednog od sljedećih postupaka:

▼B

i. verifikacija se mora ponoviti kako bi se utvrdilo je li tijekom postupka učinjena pogreška;

ii. za ispitivanje emisija moraju se odabrati nulti i rasponski plinovi koji sadržavaju višu ili nižu koncentraciju $O_2$ pa se verifikacija mora ponoviti;

iii. moraju se prilagoditi brzine protoka zraka za plamenik FID-a, goriva i uzorka. Ako su te brzine protoka namještene na FID-u ukupnih ugljikovodika (THC FID) kako bi se ispunili zahtjevi verifikacije interferencije $O_2$, za sljedeću se verifikaciju $RF_{CH4}$ mora ponovno namjestiti $RF_{CH4}$. Verifikacija interferencije $O_2$ mora se ponoviti nakon namještanja te se mora odrediti $RF_{CH4}$;

iv. FID se mora popraviti ili zamijeniti, a verifikacija interferencije $O_2$ mora se ponoviti.

8.1.10.3. Penetracijske frakcije filtra propusnog samo za metan (rezervirano)

8.1.11. Mjerenja $NO_x$

8.1.11.1. Verifikacija gušenja $CO_2$ i $H_2O$ za kemiluminiscentni detektor (CLD)

8.1.11.1.1. Opseg i frekvencija

Ako se CLD analizator upotrebljava za mjerenje $NO_x$, iznos gušenja $H_2O$ i $CO_2$ mora se verificirati nakon instalacije CLD analizatora i nakon većeg održavanja.

8.1.11.1.2. Načela mjerenja

$H_2O$ i $CO_2$ mogu negativno utjecati na odziv CLD-a na $NO_x$ dinamičkim gušenjem, koje inhibira kemiluminiscentnu reakciju koju CLD upotrebljava za detekciju $NO_x$. Tim se postupkom i izračunima iz točke 8.1.11.2.3. utvrđuje gušenje i rezultate gušenja prilagođavaju prema maksimalnoj molarnoj frakciji $H_2O$ i maksimalnoj koncentraciji $CO_2$ koje se očekuju tijekom ispitivanja emisije. Ako CLD analizator upotrebljava kompenzacijske algoritme gušenja koji pak upotrebljavaju instrumente za mjerenje $H_2O$ i/ili $CO_2$, gušenje se mora evaluirati dok su ti instrumenti aktivni i dok se primjenjuju kompenzacijski algoritmi.

8.1.11.1.3. Zahtjevi za sustav

Pri mjerenju razrijeđenog plina CLD analizator ne smije premašiti kombinirano gušenje $H_2O$ i $CO_2$ više od ± 2 %. Pri mjerenju nerazrijeđenog plina CLD analizator ne smije premašiti kombinirano gušenje $H_2O$ i $CO_2$ više od ± 2,5 %. Kombinirano gušenje zbroj je gušenja $CO_2$ određenog kako je opisano u točki 8.1.11.1.4. i gušenja $H_2O$ kako je određeno u točki 8.1.11.1.5. Ako ti zahtjevi nisu ispunjeni, moraju se poduzeti korektivne mjere, i to popravljanje ili zamjena analizatora. Prije pokretanja ispitivanja emisija mora se verificirati je li analizator korektivnim mjerama vraćen u stanje ispravnog rada.

8.1.11.1.4. Postupak verifikacije gušenja $CO_2$

Sljedeća metoda ili metoda koju je propisao proizvođač instrumenta mogu se upotrijebiti za utvrđivanje gušenja $CO_2$ s pomoću razdjelnika plina koji miješa binarne rasponske plinove s nultim plinom

▼B

kao razrjeđivačem i koji odgovara specifikacijama iz točke 9.4.5.6., ili se na temelju dobre inženjerske procjene razvija drukčiji protokol:

(a) za povezivanje se moraju upotrijebiti cijevi od politetrafluoretilena (PTFE) ili od nehrđajućeg čelika;

(b) razdjelnik plina mora se konfigurirati tako da se međusobno miješaju gotovo jednake količine rasponskog plina i plina za razrjeđivanje;

(c) ako CLD analizator ima način rada u kojem otkriva samo NO, za razliku od ukupnog $NO_x$, tada mora raditi u načinu rada samo za NO;

(d) mora se upotrebljavati rasponski $CO_2$ koji ispunjava zahtjeve iz točke 9.5.1. i koncentracija koja je približno dvostruko veća od maksimalne očekivane koncentracije $CO_2$ tijekom ispitivanja emisije;

(e) mora se upotrebljavati rasponski NO koji ispunjava zahtjeve iz točke 9.5.1. i koncentracija koja je približno dvostruko veća od maksimalne očekivane koncentracije NO tijekom ispitivanja emisije. Veće koncentracije mogu se upotrebljavati u skladu s preporukom proizvođača instrumenta i dobrom inženjerskom procjenom kako bi se dobila točna verifikacija ako je očekivana koncentracija NO niža od minimalnog raspona za verifikaciju koji je specificirao proizvođač instrumenta;

(f) CLD analizator mora se nulto i rasponski umjeriti. CLD analizator rasponski se umjerava rasponskim plinom NO iz stavka (e) ove točke pomoću razdjelnika plina. Rasponski NO spaja se na rasponski otvor razdjelnika plina; nulti plin spaja se na otvor razrjeđivača na razdjelniku plina; upotrebljava se isti nazivni omjer miješanja koji je odabran u stavku (b) ove točke; a izlazna koncentracija NO iz razdjelnika plina upotrebljava se za rasponsko umjeravanje CLD analizatora. Korekcije svojstava plina primjenjuju se prema potrebi kako bi se osigurala točna podjela plina;

(g) rasponski $CO_2$ spaja se na rasponski otvor razdjelnika plina;

(h) rasponski NO spaja se na rasponski otvor razdjelnika plina;

(i) dok NO i $CO_2$ protječu kroz razdjelnik plina, izlaz razdjelnika plina mora se stabilizirati. Mora se utvrditi koncentracija $CO_2$ iz izlaza razdjelnika plina, prema potrebi primjenjujući korekciju svojstava plina kako bi se osigurala točna podjela plina. Tu se koncentraciju, $x_{CO2act}$, mora zabilježiti i upotrebljavati u izračunima za verifikaciju gušenja iz točke 8.1.11.2.3. Alternativno, umjesto razdjelnika plina može se upotrebljavati i neki drugi jednostavan uređaj za miješanje plinova. U tom se slučaju analizator upotrebljava za utvrđivanje koncentracije $CO_2$. Ako se NDIR upotrebljava u kombinaciji s jednostavnim uređajem za miješanje plina, on mora ispunjavati zahtjeve iz ovog odjeljka i mora ga se rasponski umjeriti pomoću $CO_2$ iz stavka (d) ove točke. Linearnost NDIR analizatora mora se unaprijed provjeriti na cijelom rasponu do dvostruke vrijednosti maksimalne očekivane koncentracije $CO_2$ tijekom ispitivanja;

▼B

(j) koncentracija NO mjeri se iza razdjelnika plina CLD analizatorom. Mora se dopustiti vrijeme za stabilizaciju odziva analizatora. Vrijeme stabilizacije može uključivati vrijeme potrebno za pročišćavanje prijenosnog voda i vrijeme kojim se uzima u obzir odziv analizatora. Dok analizator mjeri koncentraciju uzorka, 30 sekunda bilježe se izlazne vrijednosti analizatora. Iz navedenih se podataka računa artimetička sredina koncentracije, $x_{NOmeas}$. Vrijednost $x_{NOmeas}$ mora se bilježiti i upotrebljavati u izračunima za verifikaciju gušenja iz točke 8.1.11.2.3.;

(k) stvarna koncentracija NO računa se na izlazu razdjelnika plina, $x_{NOact}$, na temelju koncentracija rasponskog plina i $x_{CO2act}$ prema jednadžbi (6-24). Izračunana vrijednost upotrebljava se u izračunima za verifikaciju gušenja u jednadžbi (6-23);

(l) vrijednosti zabilježene u skladu s točkama 8.1.11.1.4. i 8.1.11.1.5. upotrebljavaju se za računanje gušenja kako je opisano u točki 8.1.11.2.3.

8.1.11.1.5. Postupak verifikacije gušenja $H_2O$

Za utvrđivanje gušenja $H_2O$ mogu se upotrebljavati sljedeća metoda ili metoda koju je propisao proizvođač instrumenta, ili se na temelju dobre inženjerske procjene razvija drukčiji protokol:

(a) za potrebne se veze moraju upotrijebiti cijevi od politetrafluoretilena (PTFE) ili od nehrđajućeg čelika;

(b) ako CLD analizator ima način rada u kojem se otkriva samo NO, za razliku od ukupnog $NO_x$, CLD analizator mora raditi u načinu rada samo za NO;

(c) moraju se upotrebljavati rasponski NO koji ispunjava zahtjeve iz točke 9.5.1. i koncentracija koja je blizu maksimalne očekivane koncentracije tijekom ispitivanja emisije. Veće koncentracije mogu se upotrebljavati u skladu s preporukom proizvođača instrumenta i dobrom inženjerskom procjenom kako bi se dobila točna verifikacija ako je očekivana koncentracija NO niža od minimalnog raspona za verifikaciju koji je specificirao proizvođač instrumenta;

(d) CLD analizator mora se nulto i rasponski umjeriti. CLD analizator rasponski se umjerava rasponskim plinom NO iz stavka (c) ove točke, koncentracija rasponskog plina bilježi se kao $x_{NOdry}$ i upotrebljava se u izračunima za verifikaciju gušenja iz točke 8.1.11.2.3.;

▼M2

(e) rasponski plin NO ovlažuje se propuhivanjem mjehurića kroz destiliranu vodu u zabrtvljenoj posudi. Ako uzorak ovlaženog rasponskog NO ne prođe kroz uređaj za sušenje uzorka u svrhu ovog verifikacijskog ispitivanja, temperatura posude mora se regulirati tako da generira sadržaj $H_2O$ u rasponskom plinu

▼M2

koji je približno jednak maksimalnoj očekivanoj molarnoj frakciji $H_2O$ tijekom ispitivanja emisije. Ako ovlaženi uzorak rasponskog NO ne prođe kroz uređaj za sušenje uzorka, izračuni za verifikaciju gušenja iz točke 8.1.11.2.3. skaliraju izmjereno gušenje $H_2O$ prema najvišoj očekivanoj molarnoj frakciji $H_2O$ tijekom ispitivanja emisije. Ako ovlaženi uzorak rasponskog NO prolazi kroz uređaj za sušenje u svrhu ove verifikacije, temperaturu posude mora se regulirati tako da generira sadržaj $H_2O$ u rasponskom plinu koji je barem jednako visok kao najviši očekivani sadržaj na izlazu uređaja za sušenje u skladu s točkom 9.3.2.3.1.1. U tom se slučaju izračunima za verifikaciju gušenja iz točke 8.1.11.2.3. razmjerno ne mijenja izmjereno gušenje $H_2O$;

▼B

(f) ovlaženi ispitni plin NO uvodi se u sustav uzorkovanja. Može se uvesti ispred ili iza uređaja za sušenje uzorka koji se upotrebljava tijekom ispitivanja emisije. Ovisno o mjestu uvođenja odabire se odgovarajuća metoda izračuna iz stavka (e) ove točke. ►M2 Imajte na umu da uređaj za sušenje uzoraka mora proći verifikacijsku provjeru uređaja za sušenje uzoraka iz točke 8.1.12.; ◄

(g) mjeri se molarna frakcija $H_2O$ u ovlaženom rasponskom NO. Ako se upotrebljava uređaj za sušenje uzorka, molarna frakcija $H_2O$ u ovlaženom rasponskom NO mjeri se iza uređaja za sušenje uzorka, $x_{H2Omeas}$. Preporučuje se mjerenje $x_{H2Omeas}$ što je bliže moguće ulazu CLD analizatora. Vrijednost $x_{H2Omeas}$ može se izračunat iz mjerenja rosišta, $T_{dew}$, i apsolutnog tlaka, $p_{total}$;

(h) sprječavanje kondenzacije u prijenosnim vodovima, spojevima ili ventilima od mjesta mjerenja $x_{H2Omeas}$ do analizatora mora se učiniti na temelju dobre inženjerske procjene. Preporučuje se da se sustav izvede tako da temperature stijenki u prijenosnim vodovima, spojevima i ventilima od mjesta mjerenja $x_{H2Omeas}$ do analizatora budu barem 5 K iznad točke rosišta lokalnog plina za uzorkovanje;

(i) koncentracija ovlaženog rasponskog NO mjeri se CLD analizatorom. Mora se dopustiti vrijeme za stabilizaciju odziva analizatora. Vrijeme stabilizacije može uključivati vrijeme potrebno za pročišćavanje prijenosnog voda i vrijeme kojim se uzima u obzir odziv analizatora. Dok analizator mjeri koncentraciju uzorka, 30 sekunda bilježe se izlazne vrijednosti analizatora. Iz navedenih se podataka izračunava artimetička sredina $x_{NOwet}$. Vrijednost xNOwet bilježi se i upotrebljava u izračunima za verifikaciju gušenja iz točke 8.1.11.2.3.

8.1.11.2. Izračuni za verifikaciju gušenja CLD-a

Izračuni za verifikaciju gušenja CLD-a moraju se provoditi kako je opisano u ovoj točki.

8.1.11.2.1. Očekivani iznos vode tijekom ispitivanja

Mora se procijeniti maksimalna očekivana molarna frakcija vode tijekom ispitivanja emisije, $x_{H2Oexp}$. Ta se procjena radi na mjestu gdje je ovlaženi rasponski plin NO uveden u točki 8.1.11.1.5. (f). Pri procjenjivanju maksimalne očekivane molarne frakcije vode uzimaju se u obzir maksimalni očekivani udio vode u zraku za izgaranje, proizvodi izgaranja goriva i zrak za razrjeđivanje (ako je primjenjivo). Ako se ovlaženi rasponski plin NO uvodi u sustav uzorkovanja ispred uređaja za sušenje uzorka tijekom verifikacijskog ispitivanja, nije potrebno određivati maksimalnu očekivanu molarnu frakciju vode, a $x_{H2Oexp}$ se namjesti tako da bude jednak $x_{H2Omeas}$.

▼B

8.1.11.2.2. Očekivani iznos $CO_2$ tijekom ispitivanja

Mora se procijeniti maksimalna očekivana koncentracija $CO_2$ tijekom ispitivanja emisije, $x_{CO2exp}$. Ta se procjena radi na mjestu u sustavu uzorkovanja gdje se pomiješani rasponski plinovi NO i $CO_2$ uvode u skladu s točkom 8.1.11.1.4. (j). Pri procjenjivanju maksimalne očekivane koncentracije $CO_2$ uzimaju se u obzir maksimalni očekivani udio $CO_2$ u proizvodima izgaranja goriva i zraku za razrjeđivanje.

8.1.11.2.3. Izračuni kombiniranog gušenja $H_2O$ i $CO_2$

Kombinirano gušenje $H_2O$ i $CO_2$ računa se jednadžbom (6-23):

$$quench = \left[ \left( \frac{\frac{x_{NOwet}}{1 - x_{H2Omeas}}}{x_{NOdry}} \right) \cdot \frac{x_{H2Oexp}}{x_{H2Omeas}} + \left( \frac{x_{NOmeas}}{x_{NOact}} - 1 \right) \cdot \frac{x_{CO2exp}}{x_{CO2act}} \right] \cdot 100\% \qquad (6\text{-}23)$$

pri čemu je:

gušenje (quench) = količina gušenja za CLD

$x_{NOdry}$ izmjerena koncentracija NO ispred uređaja za mjehuriće u skladu s točkom 8.1.11.1.5.(d)

$x_{NOwet}$ izmjerena koncentracija NO iza uređaja za mjehuriće u skladu s točkom 8.1.11.1.5.(i)

$x_{H2Oexp}$ maksimalna očekivana molarna frakcija vode tijekom ispitivanja emisije u skladu s točkom 8.1.11.2.1.

$x_{H2Omeas}$ izmjerena molarna frakcija vode tijekom verifikacije gušenja u skladu s točkom 8.1.11.1.5.(g)

$x_{NOmeas}$ izmjerena koncentracija NO kad je rasponski NO pomiješan s rasponskim plinom $CO_2$ u skladu s točkom 8.1.11.1.4.(j)

$x_{NOact}$ stvarna koncentracija NO kad je rasponski plin NO pomiješan s rasponskim plinom $CO_2$ u skladu s točkom 8.1.11.1.4.(k) i izračunana iz jednadžbe (6-24)

$x_{CO2exp}$ maksimalna očekivana koncentracija $CO_2$ tijekom ispitivanja emisije u skladu s točkom 8.1.11.2.2.

$x_{CO2act}$ stvarna koncentracija $CO_2$ kad je rasponski plin za određivanje raspona NO pomiješan s rasponskim plinom $CO_2$ u skladu s točkom 8.1.11.1.4.(i)

$$x_{NOact} = \left( 1 - \frac{x_{CO2act}}{x_{CO2span}} \right) \cdot x_{NOspan} \qquad (6\text{-}24)$$

pri čemu je:

$x_{NOspan}$ ulazna koncentracija rasponskog plina NO u razdjelnik plina u skladu s točkom 8.1.11.1.4.(e)

$x_{CO2span}$ ulazna koncentracija rasponskog plina $CO_2$ u razdjelnik plina u skladu s točkom 8.1.11.1.4.(d)

▼B

8.1.11.3. Verifikacija interferencije HC i $H_2O$ za NDUV analizator

8.1.11.3.1. Opseg i frekvencija

Ako se $NO_x$ mjeri NDUV analizatorom, iznos interferencije $H_2O$ i HC mora se provjeravati nakon početne instalacije analizatora i nakon većeg održavanja.

8.1.11.3.2. Načela mjerenja

Ugljikovodici i $H_2O$ mogu imati pozitivnu interferenciju s NDUV analizatorom tako što prouzročuju odziv sličan odzivu $NO_x$. Ako NDUV analizator ima kompenzacijske algoritme koji upotrebljavaju mjerenja drugih plinova kako bi prošao ovu verifikaciju interferencije, ta se druga mjerenja moraju provoditi istodobno kako bi se tijekom verifikacije interferencije analizatora testirali kompenzacijski algoritmi.

8.1.11.3.3. Zahtjevi za sustav

NDUv analizator $NO_x$ mora imati kombiniranu interferenciju $H_2O$ i HC unutar ± 2 % srednje koncentracije $NO_x$.

8.1.11.3.4. Postupak

Verifikacija interferencije mora se provoditi na sljedeći način:

(a) NDUV analizator $NO_x$ uključuje se, radi te nulto i rasponski umjerava prema uputama proizvođača instrumenta;

(b) Preporučuje se izdvajanje ispušnog plina motora kako bi se obavila verifikacija. Za određivanje količine $NO_x$ u ispušnom plinu upotrebljava se CLD koji odgovara specifikacijama iz točke 9.4. Odziv CLD-a upotrebljava se kao referentna vrijednost. U ispušnom se plinu mjere i ugljikovodici i to FID analizatorom koji odgovara specifikacijama iz točke 9.4. Odziv FID-a upotrebljava se kao referentna vrijednost ugljikovodika;

(c) ispušni plin motora uvodi se u NDUV analizator ispred uređaja za sušenje uzorka ako se takav uređaj upotrebljava tijekom ispitivanja;

(d) Mora se dopustiti vrijeme za stabilizaciju odziva analizatora. Vrijeme stabilizacije može uključivati vrijeme potrebno za pročišćavanje prijenosnog voda i vrijeme kojim se uzima u obzir odziv analizatora.

(e) Dok svi analizatori mjere koncentraciju uzorka, bilježi se 30 sekunda uzorkovanih podataka i izračunava se aritmetička sredina za sva tri analizatora;

(f) srednja vrijednost CLD-a oduzima se od srednje vrijednosti NDUV-a;

(g) ►M2 ta se razlika množi s omjerom očekivane srednje koncentracije HC i koncentracije HC izmjerene tijekom verifikacije. Analizator prolazi verifikaciju interferencije iz ove točke ako je taj rezultat unutar ± 2 % koncentracije $NO_x$ očekivane na graničnoj vrijednosti emisija, kako je utvrđeno u jednadžbi (6-25): ◄

$$\left|\overline{x}_{\mathrm{NOx,CLD,meas}} - \overline{x}_{\mathrm{NOx,NDUV,meas}}\right| \cdot \left(\frac{\overline{X}_{\mathrm{HC,exp}}}{\overline{X}_{\mathrm{HC,meas}}}\right) \leq 2\% \cdot \left(\overline{x}_{\mathrm{NOx,exp}}\right) \qquad (6\text{-}25)$$

▼B

pri čemu je:

$\bar{x}_{NOx,CLD,meas}$ srednja koncentracija $NO_x$ koju izmjeri CLD [μmol/mol] ili [ppm]

$\bar{x}_{NOx,NDUV,meas}$ srednja koncentracija $NO_x$ koju izmjeri CLD [μmol/mol] ili [ppm]

$\bar{x}_{HC,meas}$ srednja izmjerena koncentracija HC [μmol/mol] ili [ppm]

$\bar{x}_{HC,exp}$ srednja koncentracija HC očekivana pri standardu [μmol/mol] ili [ppm]

$\bar{x}_{NOx,exp}$ srednja koncentracija $NO_x$ očekivana pri standardu [μmol/mol] ili [ppm]

8.1.11.4 Prodiranje $NO_2$ u uređaj za sušenje uzorka

8.1.11.4.1. Opseg i frekvencija

Ako se uređaj za sušenje uzorka upotrebljava za sušenje uzorka ispred mjernog instrumenta za $NO_x$, ali se ispred uređaja ne upotrebljava pretvarač $NO_2$, ova se verifikacija mora učiniti za prodiranje $NO_2$ u uređaj za sušenje uzorka. Verifikacija se mora provesti nakon početne instalacije i nakon većeg održavanja.

8.1.11.4.2. Načela mjerenja

Uređaj za sušenje uzorka uklanja vodu, koja inače može utjecati na mjerenje $NO_x$. No tekuća voda koja zaostane u ►M2 neprikladno konstruiranom uređaju za sušenje uzorka ◄ može ukloniti $NO_2$ iz uzorka. Ako se uređaj za sušenje uzorka upotrebljava bez pretvarača $NO_2$ u NO ispred, mogla bi, dakle, ukloniti $NO_2$ iz uzorka prije mjerenja $NO_x$.

8.1.11.4.3. Zahtjevi za sustav

Uređaj za sušenje uzorka mora omogućivati mjerenje barem 95 % ukupnog $NO_2$ pri najvećoj očekivanoj koncentraciji $NO_2$.

8.1.11.4.4. Postupak

Sljedeći se postupak mora upotrebljavati za verifikaciju učinka uređaja za sušenje uzorka:

(a) Namještanje instrumenata. Slijede se proizvođačeve upute za pokretanje i upotrebu analizatora te uređaja za sušenje uzorka. Analizator i uređaj za sušenje uzorka prilagođavaju se prema potrebi kako bi se optimirao učinak.

(b) Namještanje opreme i prikupljanje podataka.

i. Analizatore ukupnog $NO_x$ rasponski se i nulto umjerava kao što bi se učinilo i prije ispitivanja emisije;

ii. Odabire se umjerni plin $NO_2$ (ravnotežni je plin suhi zrak) s koncentracijom $NO_2$ koja je blizu maksimalne koncentracije očekivane tijekom ispitivanja. Veće koncentracije mogu se upotrebljavati u skladu s preporukom proizvođača instrumenta i dobrom inženjerskom procjenom kako bi se dobila točna verifikacija ako je očekivana koncentracija $NO_2$ niža od minimalnog raspona za verifikaciju koji je specificirao proizvođač instrumenta.

▼B

iii. Taj umjerni plin prelijeva se na sondi sustava za uzorkovanje plina ili elementu za prelijevanje. Ostavlja se vrijeme za stabilizaciju odziva na ukupni $NO_x$, pri čemu se u obzir uzimaju samo kašnjenja prijenosa i odziv instrumenta.

iv. Računa se srednja vrijednost 30 sekunda bilježenih podataka o ukupnom $NO_x$ i ta se vrijednost bilježi kao $x_{NOxref}$.

v. Zaustavlja se protok umjernog plina $NO_2$.

vi. Zatim se sustav za uzorkovanje zasićuje prelijevanjem izlaznog produkta generatora rosišta, namještenog na točku rosišta od 323 K (50 °C), na sondi sustava za uzorkovanje plina ili elementu za prelijevanje. Izlazni produkt generatora rosišta uzorkuje se kroz sustav za uzorkovanje i uređaj za sušenje uzorka barem 10 minuta do trenutka u kojem se očekuje da uređaj za sušenje uzorka uklanja konstantnu količinu vode.

vii. Zatim se odmah prebacuje natrag na prelijevanje umjernog plina $NO_2$ koji se upotrebljava za uspostavljanje $x_{NOxref}$. Ostavlja se vrijeme za stabilizaciju odziva na ukupni $NO_x$, uzimajući u obzir samo kašnjenja prijenosa i odziv instrumenta. Računa se srednja vrijednost 30 sekunda bilježenih podataka o ukupnom $NO_x$ i ta se vrijednost bilježi kao $x_{NOxmeas}$.

viii. Vrijednost $x_{NOxmeas}$ korigira se na $x_{NOxdry}$ na temelju ostatka vodene pare koji je prošao kroz uređaj za sušenje uzorka pri temperaturi i tlaku na izlazu uređaja za sušenje uzorka;

(c) Evaluacija učinka: ako $x_{NOxdry}$ iznosi manje od 95 % x $x_{NOxref}$, uređaj za sušenje uzorka mora se popraviti ili zamijeniti.

8.1.11.5. Verifikacija konverzije pretvarača $NO_2$ u NO

8.1.11.5.1. Opseg i frekvencija

Ako se upotrebljava analizator koji mjeri samo NO za određivanje $NO_x$, pretvarač $NO_2$ u NO mora se upotrebljavati ispred analizatora. Verifikacija se radi nakon instalacije pretvarača, nakon većeg održavanja i unutar 35 dana prije ispitivanja emisije. Verifikacija se ponavlja tom frekvencijom kako bi se verificiralo da se katalitička aktivnost pretvarača $NO_2$ u NO nije pogoršala.

8.1.11.5.2. Načela mjerenja

Pretvarač $NO_2$ u NO omogućuje analizatoru koji mjeri samo NO određivanje ukupne vrijednosti $NO_x$ pretvaranjem $NO_2$ iz ispušnog plina u NO.

8.1.11.5.3. Zahtjevi za sustav

Pretvarač $NO_2$ u NO mora omogućivati mjerenje barem 95 % ukupnog $NO_2$ pri maksimalnoj očekivanoj koncentraciji $NO_2$.

8.1.11.5.4. Postupak

Sljedeći se postupak mora upotrebljavati za verifikaciju radnog učinka pretvarača $NO_2$ u NO:

▼B

(a) za namještanje instrumenta slijede se proizvođačeve upute za pokretanje i upotrebu analizatora i pretvarača $NO_2$ u NO. Analizator i pretvarač prema potrebi se prilagođavaju kako bi se učinak optimirao;

(b) ulaz ozonatora spaja se s izvorom nultog zraka ili kisika, a njegov se izlaz spaja na jedan priključak troputnog T-komada. Rasponski plin NO spaja se na drugi priključak, a ulaz pretvarača $NO_2$ u NO na posljednji priključak;

(c) pri obavljanju ove provjere moraju se učiniti sljedeći koraci:

i. zrak iz ozonatora se prekine, ozonator isključi, a pretvarač $NO_2$ u NO namjesti na obilazni način rada (tj. način NO). Omogućuje se stabilizacija, pri čemu se u obzir uzimaju samo kašnjenja prijenosa i odziv instrumenta;

ii. protoci NO i nultog plina prilagođavaju se tako da koncentracija NO kod analizatora bude blizu vršne koncentracije ukupnog $NO_x$ koja se očekuje tijekom ispitivanja. Udio $NO_2$ u smjesi plinova mora biti manji od 5 % koncentracije NO. Koncentracija NO bilježi se izračunavanjem srednje vrijednosti 30 sekunda uzorkovanih podataka iz analizatora i ta se vrijednost bilježi kao $x_{NOref}$. Veće koncentracije mogu se upotrebljavati u skladu s preporukom proizvođača instrumenta i dobrom inženjerskom procjenom kako bi se dobila točna verifikacija ako je očekivana koncentracija NO niža od minimalnog raspona za verifikaciju koji je specificirao proizvođač instrumenta;

iii. uključuje se dovod $O_2$ iz ozonatora, a brzina protoka $O_2$ prilagođava tako da je NO koji pokazuje analizator za oko 10 % manji od $x_{NOref}$. Koncentracija NO bilježi se izračunavanjem srednje vrijednosti 30 sekunda uzorkovanih podataka iz analizatora i ta se vrijednost bilježi kao $x_{NO+O2mix}$;

iv. ozonator se uključuje, a brzina proizvodnje ozona prilagođava se tako da je NO koji mjeri analizator približno 20 % od $x_{NOref}$, uz održavanje najmanje 10 % nereagiranog NO. Koncentracija NO bilježi se izračunavnjem srednje vrijednosti 30 sekunda uzorkovanih podataka iz analizatora i ta se vrijednost bilježi kao $x_{NOmeas}$;

v. $NO_x$ analizator prebacuje se u način rada $NO_x$ te se mjeri ukupni $NO_x$. Koncentracija $NO_x$ bilježi se izračunavanjem srednje vrijednosti 30 sekunda uzorkovanih podataka iz analizatora i ta se vrijednost bilježi kao $x_{NOxmeas}$;

vi. ozonator se isključuje, ali protok plina kroz sustav se održava. Analizator $NO_x$ pokazuje $NO_x$ u smjesi NO + $O_2$. Koncentracija $NO_x$ bilježi se izračunavanjem srednje vrijednosti 30 sekunda uzorkovanih podataka iz analizatora i ta se vrijednost bilježi kao $x_{NOx+O2mix}$;

▼B

vii. dovod $O_2$ se prekida. Analizator $NO_x$ pokazuje $NO_x$ u početnoj smjesi NO u $N_2$. Koncentracija $NO_x$ bilježi se izračunavanjem srednje vrijednosti 30 sekunda uzorkovanih podataka iz analizatora i ta se vrijednost bilježi kao $x_{NOxref}$. Ta vrijednost ne smije biti više od 5 % iznad vrijednosti $x_{NOref}$;

(d) evaluacija učinka: učinkovitost pretvarača $NO_x$ računa se zamjenom dobivenih koncentracija u jednadžbi (6-26):

$$Efficiency\ [\%] = \left(1 + \frac{x_{\text{NOxmeas}} - x_{\text{NOx+O2mix}}}{x_{\text{NO+O2mix}} - x_{\text{NOmeas}}}\right) \times 100 \qquad (6\text{-}26)$$

(e) ako je rezultat manji od 95 %, pretvarač $NO_2$ u NO mora se popraviti ili zamijeniti.

▼M2

8.1.12. Verifikacija uređaja za sušenje uzoraka

Ako se na izlazu uređaja za sušenje uzoraka upotrebljava senzor vlažnosti za kontinuirani nadzor točke rosišta, onda ova provjera nije primjenjiva sve dok je osigurano da je vlažnost na izlazu uređaja za sušenje uzoraka niža od minimalnih vrijednosti koje se upotrebljavaju pri provjerama gušenja, interferencije i kompenzacije.

Ako se uređaj za sušenje uzoraka upotrebljava kako je dopušteno točkom 9.3.2.3.1. za uklanjanje vode iz plina za uzorkovanje, radni učinak toplinskih rashladnika verificira se pri ugradnji i nakon većeg održavanja. Radni učinak uređaja za sušenje uzoraka s osmotskom membranom verificira se pri ugradnji, nakon većeg održavanja te unutar 35 dana od ispitivanja.

Voda može inhibirati mogućnost analizatora da pravilno izmjeri željenu komponentu ispušnog plina pa se ponekad uklanja prije nego što plin za uzorkovanje dođe do analizatora. Na primjer, voda može negativno utjecati na odziv CLD-a na $NO_x$ zbog gušenja i pozitivno utjecati na NDIR analizator izazivanjem odziva sličnog odzivu na CO.

Uređaj za sušenje uzoraka mora ispunjavati specifikacije iz točke 9.3.2.3.1. za točku rosišta $T_{dew}$ i apsolutni tlak $p_{total}$ iza uređaja za sušenje uzoraka s osmotskom membranom ili toplinskog rashladnika.

Za utvrđivanje radnog učinka uređaja za sušenje uzoraka mora se upotrebljavati sljedeći verifikacijski postupak ili se na temelju dobre inženjerske procjene mora razviti drukčiji protokol:

i. za povezivanje se upotrebljavaju cijevi od politetrafluoretilena (PTFE) ili od nehrđajućeg čelika;

ii. $N_2$ ili pročišćeni zrak ovlažuju se propuhivanjem mjehurića kroz destiliranu vodu u zabrtvljenoj posudi koja ovlažuje plin do najviše točke rosišta uzorka koja se procijeni za vrijeme uzorkovanja emisije;

iii. ovlaženi plin uvodi se ispred uređaja za sušenje uzoraka;

iv. temperatura ovlaženog plina iza posude održava se najmanje 5 K (5 °C) iznad njegove točke rosišta;

▼M2

v. točka rosišta ovlaženog plina $T_{dew}$ i tlak $p_{total}$ mjere se što je bliže moguće ulazu uređaja za sušenje uzoraka kako bi se verificiralo je li točka rosišta najviša koja je procijenjena tijekom uzorkovanja emisije;

vi. točka rosišta ovlaženog plina $T_{dew}$ i tlak $p_{total}$ mjere se što je bliže moguće izlazu uređaja za sušenje uzoraka;

vii. uređaj za sušenje uzoraka prolazi verifikaciju ako je rezultat iz točke (d) vi. ovog odjeljka niži od točke rosišta prema specifikacijama uređaja za sušenje uzoraka određenima u točki 9.3.2.3.1. plus 2 K (2 °C) ili ako je molarni udio iz točke (d) vi. niži od onoga iz odgovarajućih specifikacija uređaja za sušenje uzoraka plus 0,002 mol/mol ili obujamskog udjela od 0,2 %. Napominjemo da se za tu verifikaciju točka rosišta uzorka izražava apsolutnom temperaturom, u kelvinima.

———————

8.1.13. Mjerenja PM-a

8.1.13.1. Verifikacija PM vage i postupka vaganja

8.1.13.1.1. Opseg i učestalost

U ovom se odjeljku opisuju tri verifikacije.

(a) Neovisna verifikacija učinka PM vage unutar 370 dana prije vaganja ikojeg filtra.

(b) Nulto i rasponsko umjeravanje vage unutar 12 sati prije vaganja ikojeg filtra.

(c) Verifikacija da je utvrđivanje mase referentnih filtara prije i poslije vaganja filtra u granicama dopuštenog odstupanja.

8.1.13.1.2. Neovisna verifikacija

Proizvođač vage (ili predstavnik kojeg je odobrio proizvođač vage) verificira učinkovitost vage unutar 370 dana prije ispitivanja u skladu s postupcima unutarnje kontrole.

8.1.13.1.3. Nulto i rasponsko umjeravanje

Radni učinak vage verificira se nultim i rasponskim umjeravanjem vage najmanje jednim umjernim utegom, pri čemu za provođenje te verifikacije svi utezi koji se upotrebljavaju moraju odgovarati specifikacijama iz točke 9.5.2. Primjenjuje se ručni ili automatizirani postupak:

(a) u ručnom se postupku mora upotrebljavati vaga nulto i rasponski umjerena najmanje jednim umjernim utegom. Ako se srednje vrijednosti obično dobivaju ponavljanjem postupka vaganja kako bi se povećala točnost i preciznost mjerenja PM-a, isti se postupak mora primijeniti za verifikaciju učinka vage;

(b) automatski se postupak provodi s internim umjernim utezima kojima se automatski verificira učinak vage. Za provođenje te verifikacije ti interni umjerni utezi moraju odgovarati specifikacijama iz točke 9.5.2.

▼M2

8.1.13.1.4. Vaganje referentnog uzorka

Sva očitanja mase tijekom vaganja moraju se verificirati vaganjem referentnih medija za uzorkovanje PM-a (npr. filtara) prije i poslije vaganja. Postupak vaganja može biti kratak prema želji, ali ne dulji od 80 sati, te može obuhvaćati očitanja mase prije i poslije ispitivanja. Uzastopna utvrđivanja mase svakog referentnog medija za uzorkovanje PM-a moraju dati jednaku vrijednost unutar ± 10 μg ili ± 10 % očekivane ukupne mase čestične tvari, ovisno što je veće. Ako uzastopna vaganja filtra za uzorke PM-a ne ispune taj kriterij, sva pojedinačna očitanja mase ispitnog filtra između uzastopnih utvrđivanja mase referentnog filtra proglašavaju se nevažećima. Ti filtri mogu se ponovno izvagati u drugom postupku vaganja. Ako se filtar nakon ispitivanja proglasi nevažećim, ispitni je interval isto tako nevažeći. Ta se verifikacija mora provoditi na sljedeći način:

(a) najmanje dva uzorka neiskorištenog medija za uzorkovanje PM-a čuvaju se u okruženju za stabilizaciju PM-a. Oni služe kao referencije. Neiskorišteni filtri od istog materijala i jednake veličine odabiru se i upotrebljavaju kao referencije;

(b) referencije se stabiliziraju u okruženju za stabilizaciju PM-a. Smatra se da su referencije stabilizirane ako su minimalno 30 minuta bile u okruženju za stabilizaciju PM-a, a okruženje za stabilizaciju PM-a prije toga je najmanje 60 minuta bilo u skladu sa specifikacijama iz točke 9.3.4.4.;

(c) vaga se nekoliko puta opterećuje referentnim uzorkom bez bilježenja vrijednosti;

(d) vaga se mora nulto i rasponski umjeriti. Na vagu se postavi ispitna masa (npr. umjerni uteg), koja se zatim ukloni pazeći da se vaga vrati na prihvatljivo nulto očitanje unutar normalnog vremena stabilizacije;

(e) svaki se referentni medij (npr. filtri) važe i bilježi mu se masa. Ako se srednje vrijednosti obično postižu ponavljanjem vaganja kako bi se povećala točnost i preciznost masa referentnih medija (npr. filtara), isti se postupak upotrebljava za mjerenje srednjih vrijednosti masa medija za uzorkovanje (npr. filtara);

(f) bilježe se točka rosišta okruženja vage, temperatura okoline i atmosferski tlak;

(g) zabilježeni uvjeti okoline upotrebljavaju se za korekciju rezultata za uzgon kako je opisano u točki 8.1.13.2. Bilježi se masa svake referencije korigirana za uzgon;

(h) svaka referentna masa referentnog medija (npr. filtra) korigirana za uzgon oduzima se od prethodno izmjerene i zabilježene mase korigirane za uzgon;

(i) ako se neka od promatranih masa referentnih filtara promijeni više nego što je dopušteno u ovom odjeljku, sva se utvrđivanja mase čestične tvari učinjena od posljednje uspješne validacije mase referentnog medija (npr. filtra) poništavaju. Referentni filtri PM-a mogu se odbaciti ako se masa samo jednog filtra promijenila više nego što je dopušteno i ako se može sa sigurnošću utvrditi posebni uzrok promjene mase tog filtra koji nije

▼M2

utjecao na ostale filtre koji su još u postupku. Validacija se tada može smatrati uspješnom. U tom slučaju kontaminirani referentni medij ne smije se uključiti u određivanje sukladnosti s točkom (j) ove točke, nego se taj referentni filtar odbacuje i zamjenjuje;

(j) ako se bilo koja referentna masa promijeni za iznos veći od dopuštenog prema točki 8.1.13.1.4., poništavaju se svi rezultati PM-a koji su utvrđeni između dvaju navrata u kojima su se utvrđivale referentne mase. Ako se referentni medij za uzorkovanje PM-a odbaci u skladu s točkom (i), mora biti dostupna najmanje jedna razlika referentnih masa koja odgovara kriterijima iz točke 8.1.13.1.4. U suprotnom se poništavaju svi rezultati PM-a koji su utvrđeni između dvaju navrata kad su mjerene mase referentnih medija (npr. filtara).

8.1.13.2. Korekcija filtra za uzorkovanje PM-a za uzgon

8.1.13.2.1. Općenito

Filtar za uzorkovanje PM-a korigira se za uzgon u zraku. Korekcija za uzgon ovisi o gustoći medija za uzorkovanje, gustoći zraka i gustoći umjernog utega upotrijebljenog za umjeravanje vage. U korekciji za uzgon ne uzima se u obzir uzgon samog PM-a jer je masa PM-a obično samo (0,01 do 0,10) % ukupne mase. Korekcija tog djelića mase iznosila bi najviše 0,010 %. Vrijednosti korigirane za uzgon su tara mase uzoraka PM-a. Zatim se te za uzgon korigirane vrijednosti iz predispitnog vaganja filtra oduzimaju od za uzgon korigiranih vrijednosti iz vaganja odgovarajućeg filtra nakon ispitivanja kako bi se utvrdila masa PM-a emitiranog za vrijeme ispitivanja.

8.1.13.2.2. Gustoća filtra za uzorkovanje PM-a

Različiti su filtri za uzorkovanje PM-a različite gustoće. Upotrebljava se poznata gustoća medija za uzorkovanje ili jedna od gustoća nekog uobičajenog medija za uzorkovanje, kako slijedi:

(a) za borosilikatno staklo premazano PTFE-om upotrebljava se gustoća medija za uzorkovanje od 2 300 $kg/m^3$;

(b) za PTFE membranu (film) s integralnim potpornim prstenom od polimetilpentana koji čini 95 % mase medija upotrebljava se gustoća medija za uzorkovanje od 920 $kg/m^3$;

(c) za PTFE membranu (film) s integralnim potpornim prstenom od polimetilpentana upotrebljava se gustoća medija za uzorkovanje od 2 144 $kg/m^3$.

8.1.13.2.3. Gustoća zraka

Budući da se okolina vage PM-a mora strogo održavati na temperaturi 295 ± 1 K (22 ± 1 °C) i točki rosišta 282,5 ± 1 K (9,5 ± 1 °C), gustoća zraka ponajprije je u funkciji atmosferskog tlaka. Stoga se zadaje korekcija za uzgon koja je samo funkcija atmosferskog tlaka.

8.1.13.2.4. Gustoća umjernog utega

Upotrebljava se navedena gustoća materijala metalnog umjernog utega.

8.1.13.2.5. Izračun korekcije

Filtar za uzorkovanje PM-a korigira se za uzgon pomoću jednadžbe (6-27):

▼M2

$$m_{\text{cor}} = m_{\text{uncor}} \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho_{air}}{\rho_{weight}}}{1 - \frac{\rho_{air}}{\rho_{media}}} \right) \quad (6\text{-}27)$$

pri čemu je:

$m_{\text{cor}}$ masa filtra za uzorkovanje PM-a korigirana za uzgon

$m_{\text{uncor}}$ masa filtra za uzorkovanje PM-a nekorigirana za uzgon

$\rho_{\text{air}}$ gustoća zraka u okolini vage

$\rho_{\text{weight}}$ gustoća umjernog utega koji se upotrebljava za rasponsko umjeravanje vage

$\rho_{\text{media}}$ gustoća filtra za uzorkovanje PM-a

a

$$\rho_{\text{air}} = \frac{p_{\text{abs}} \cdot M_{\text{mix}}}{R \cdot T_{\text{amb}}} \quad (6\text{-}28)$$

pri čemu je:

$p_{\text{abs}}$ apsolutni tlak u okolini vage

$M_{\text{mix}}$ molarna masa zraka u okolini vage

$R$ plinska konstanta

$T_{\text{amb}}$ apsolutna temperatura u okolini vage

▼B

8.2. Validacija instrumenata za ispitivanje

8.2.1. Validacija kontrole proporcionalnog protoka za skupno uzorkovanje i minimalnog omjera razrjeđenja za skupno uzorkovanje PM-a

8.2.1.1. Kriterij proporcionalnosti za CVS

8.2.1.1.1. Proporcionalni protoci

Za bilo koji par mjerača protoka u statističkim se izračunima u Dodatku 3. Prilogu VII. upotrebljavaju zabilježeni uzorak i ukupne brzine protoka ili njihove srednje vrijednosti pri 1 Hz. Utvrđuje se standardna pogreška procjene (SEE) brzine protoka uzorka u odnosu na ukupnu brzinu protoka. Za svaki se ispitni interval mora dokazati da je SEE nije bio veći od 3,5 % srednje brzine protoka uzorka.

8.2.1.1.2. Konstantni protoci

Kako bi se dokazalo da je svaka brzina protoka bila konstantna unutar ± 2,5 % odgovarajuće srednje ili ciljane brzine protoka, za svaki se par mjerača protoka upotrebljavaju zabilježeni uzorak i ukupne brzine protoka ili njihove srednje vrijednosti pri 1 Hz. Umjesto bilježenja odgovarajuće brzine protoka svakog tipa mjerača mogu se upotrebljavati sljedeće opcije:

(a) CFV. Za CFV upotrebljavaju se zabilježeni uvjeti na ulazu Venturijeve cijevi ili njihove srednje vrijednosti pri 1 Hz. Dokazuje se da je gustoća protoka na ulazu Venturijeve cijevi bila konstantna unutar ± 2,5 % srednje ili ciljane gustoće svakog

▼B

ispitnog intervala. Za CVS s CFV-om to se može dokazati tako da se pokaže da je apsolutna temperatura na ulazu Venturijeve cijevi bila konstantna unutar ± 4 % prosječne ili ciljane apsolutne temperature u svakom ispitnom intervalu;

(b) volumetrička pumpa. Upotrebljavaju se zabilježeni uvjeti na ulazu pumpe ili njihove srednje vrijednosti pri 1 Hz. Dokazuje se da je gustoća protoka na ulazu pumpe bila konstantna unutar ± 2,5 % srednje ili ciljane gustoće u svakom ispitnom intervalu. Za pumpu CVS-a to se može dokazati tako da se pokaže da je apsolutna temperatura na ulazu pumpe bila konstantna unutar ± 2 % prosječne ili ciljane apsolutne temperature u svakom ispitnom intervalu.

8.2.1.1.3. Dokazivanje proporcionalnog uzorkovanja

Za svaki se proporcionalni skupni uzorak kao što je vreća ili filtar PM-a na jedan od načina u nastavku mora se dokazati da se održavalo proporcionalno uzorkovanje, uz napomenu da se do 5 % ukupnog broja podatkovnih točaka može izostaviti kao netipično.

Primjenom dobre inženjerske procjene i inženjerske analize mora se dokazati da sustav kontrole proporcionalnog protoka inherentno osigurava proporcionalno uzorkovanje u svim okolnostima očekivanima za vrijeme ispitivanja. Primjerice, CFV-ovi mogu se upotrebljavati i za protok uzorka i ukupni protok ako se dokaže da uvijek imaju iste ulazne tlakove i temperature te da uvijek rade u uvjetima kritičnog protoka.

Izmjereni ili izračunani protoci i/ili koncentracije plina za praćenje (npr. $CO_2$) upotrebljavaju se za određivanje minimalnog omjera razrjeđenja za skupno uzorkovanje PM-a tijekom ispitnog intervala.

8.2.1.2. Validacija sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka

Za upravljanje sustavom razrjeđivanja djelomičnog protoka za izdvajanje proporcionalnog uzorka nerazrijeđenog ispušnog plina nužan je brz odgovor sustava; to se utvrđuje na temelju brzine sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka. Vrijeme transformacije sustava utvrđuje se u skladu s postupkom utvrđenim točkom 8.1.8.6.3.2. Stvarno upravljanje sustavom za razrjeđivanje djelomičnog protoka mora se temeljiti na trenutačnim izmjerenim uvjetima. Ako je kombinirano vrijeme transformacije mjerenja protoka ispušnog plina i sustava djelomičnog protoka $\leq$ 0,3 sekunde, mora se upotrebljavati umreženo upravljanje. Ako vrijeme transformacije premašuje 0,3 sekunde, mora se upotrebljavati unaprijed određeno upravljanje temeljena na prethodno zabilježenom tijeku ispitivanja. U tom slučaju kombinirano vrijeme porasta mora biti $\leq$ 1 sekunde, a kombinirano ukupno kašnjenje $\leq$ 10 sekundi. Ukupni odziv sustava mora se izvesti tako da se njime osigura reprezentativni uzorak čestica $q_{mp,i}$ (protok uzorka ispušnog plina u sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka), proporcionalan masenom protoku ispušnog plina. Za određivanje proporcionalnosti mora se provesti regresijska analiza $q_{mp,i}$ u odnosu na $q_{mew,i}$ (brzina masenog protoka ispušnog plina na vlažnoj bazi) pri frekvenciji dobivanja podataka od najmanje 5 Hz, a moraju se poštovati sljedeći kriteriji:

(a) korelacijski koeficijent $r^2$ linearne regresije između $q_{mp,i}$ i $q_{mew,i}$ ne smije biti manji od 0,95;

(b) standardna pogreška procjene $q_{mp,i}$ na $q_{mew,i}$ ne smije prelaziti 5 % maksimuma $q_{mp}$;

(c) odsječak regresijskog pravca $q_{mp}$ ne smije biti veći od ± 2 % maksimuma $q_{mp}$.

▼B

Unaprijed određeno upravljanje nužno je ako su vremena transformacije čestičnog sustava $t_{50,P}$ i signala masenog protoka ispušnog plina $t_{50,F} > 0,3$ sekunde. U tom slučaju provodi se predispitivanje, a signal masenog protoka ispušnog plina tog predispitivanja može se upotrebljavati za reguliranje protoka uzorka u čestični sustav. Pravilno upravljanje sustavom djelomičnog razrjeđivanja postiže se ako se vremenski trag $q_{mew,pre}$ iz predispitivanja, koji kontrolira $q_{mp}$, pomakne za „unaprijed određeno" vrijeme $t_{50,P} + t_{50,F}$.

Za utvrđivanje korelacije između $q_{mp,i}$ i $q_{mew,i}$ upotrebljavaju se podaci dobiveni tijekom stvarnog ispitivanja, pri čemu je vrijeme $q_{mew,i}$ usklađeno pomoću $t_{50,F}$ u odnosu na $q_{mp,i}$ ($t_{50,P}$ ne doprinosi vremenskom usklađivanju). Vremenski pomak između $q_{mew}$ i $q_{mp}$ jest razlika između njihovih vremena transformacija određenih u točki 8.1.8.6.3.2.

8.2.2. Validacija raspona analizatora zraka, validacija pomaka i korekcija pomaka

8.2.2.1. Validacija raspona

Ako je analizator radio iznad 100 % svojeg raspona u bilo kojem trenutku za vrijeme ispitivanja, moraju se učiniti koraci u nastavku.

8.2.2.1.1. Skupno uzorkovanje

Ako je riječ o skupnom uzorkovanju, uzorak se ponovno analizira primjenom najnižeg raspona analizatora koji daje najbolji odziv instrumenta ispod 100 %. Navodi se rezultat iz najmanjeg raspona u kojem analizator u cijelom ispitivanju djeluje ispod 100 % svojeg raspona.

8.2.2.1.2. Kontinuirano uzorkovanje

Ako je riječ o kontinuiranom uzorkovanju, cijelo se ispitivanje ponavlja uz primjenu sljedećeg višeg raspona analizatora. Ako analizator opet bude radio iznad 100 % svojeg raspona, ispitivanje se mora ponoviti uz primjenu sljedećeg višeg raspona. Ispitivanje se mora ponavljati sve dok analizator cijelo ispitivanje stalno ne djeluje na manje od 100 % svojeg raspona.

8.2.2.2. Validacija pomaka i korekcija pomaka

Ako je pomak unutar ± 1 %, podaci se mogu prihvatiti bez korekcije ili se mogu prihvatiti nakon korekcije. Ako je odstupanje veće od ± 1 %, za svaku se onečišćujuću tvar sa specifičnom efektivnom graničnom vrijednošću i za $CO_2$ moraju izračunati dva skupa rezultata specifične efektivne emisije ili se ispitivanje poništava. Jedan se skup izračunava pomoću podataka prije korekcije pomaka, a drugi nakon korekcije svih podataka o pomaku u skladu s točkom 2.6. Priloga VII. i Dodatkom 1. Prilogu VII. Usporedba se izražava kao postotak nekorigiranih rezultata. Razlika između neispravljene i ispravljene vrijednosti specifičnih efektivnih emisija treba biti unutar ± 4 % neispravljenih vrijednosti specifičnih efektivnih emisija ili granične vrijednosti emisije, koje god je veće. Ako ne, poništava se cijelo ispitivanje.

8.2.3. Pretkondicioniranje i vaganje tare medija za uzorkovanje PM-a (npr. filtara)

Prije ispitivanja emisije moraju se poduzeti sljedeći koraci za pripremu filtarskog medija za uzorkovanje PM-a i opreme za mjerenje PM-a:

▼B

8.2.3.1. Periodične verifikacije

Mora se osigurati da okolina vage i okolina stabilizacije PM-a ispunjavaju uvjete periodičnih verifikacija u skladu s uvjetima navedenim u točki 8.1.12. Referentni filtar važe se neposredno prije vaganja ispitnih filtara kako bi se ustanovila odgovarajuća referentna točka (vidjeti detalje odjeljka za postupak u točki 8.1.12.1.). Verifikacija stabilnosti referentnih filtara mora se raditi nakon razdoblja stabilizacije nakon ispitivanja, neposredno prije vaganja nakon ispitivanja.

8.2.3.2. Vizualni pregled

Neiskorišteni filtarski medij za uzorkovanje vizualno se pregledava kako bi se provjerilo ima li nedostataka, te se filtri s nedostacima bacaju.

8.2.3.3. Uzemljenje

Za rukovanje filtrima PM-a mora se upotrebljavati pinceta s električnim uzemljenjem ili vrpca za uzemljenje, kako je opisano u točki 9.3.4.

8.2.3.4. Neiskorišteni medij za uzorkovanje

Neiskorišteni medij za uzorkovanje mora se staviti u spremnike otvorene prema okolini za stabilizaciju PM-a. Ako se upotrebljavaju filtri, mogu se staviti u donju polovicu kazete filtra.

8.2.3.5. Stabilizacija

Medij za uzorkovanje stabilizira se u okolini za stabilizaciju PM-a. Neiskorišteni materijal uzorkovanja smatra se stabiliziranim samo ako se u okolini za stabilizaciju PM-a nalazio najmanje 30 minuta, tijekom kojih je okolina za stabilizaciju PM-a bila u skladu sa specifikacijama navedenima u točki 9.3.4. ►M2 Međutim, ako se očekuje masa čestične tvari od najmanje 400 μg, medij za uzorkovanje mora se stabilizirati najmanje 60 minuta. ◄

8.2.3.6. Vaganje

Medij za uzorkovanje važe se automatski ili ručno, kako slijedi:

(a) ako je vaganje automatsko, za pripremu uzoraka za vaganje moraju se slijediti upute proizvođača automatskog sustava; to može obuhvaćati stavljanje uzoraka u poseban spremnik;

(b) za ručno vaganje primjenjuje se dobra inženjerska procjena;

(c) kao druga mogućnost dopušteno je zamjensko vaganje (vidjeti točku 8.2.3.10.);

(d) nakon što se izvaže, filtar se mora vratiti u Petrijevu zdjelicu i prekriti.

8.2.3.7. Korekcija uzgona

Izmjerena težina mora se korigirati za uzgon u skladu s točkom 8.1.13.2.

8.2.3.8. Ponavljanje

Mjerenja mase filtra mogu se ponavljati kako bi se odredila prosječna masa filtra primjenom dobre inženjerske procjene te kako bi se isključile netipičnosti iz izračuna prosjeka.

▼B

8.2.3.9. Vaganje tare

Neiskorišteni filtri kojima se izvagala tara stavljaju se u kazete s čistim filtrima, a napunjene kazete stavljaju se u prekriveni ili zabrtvljeni spremnik prije nošenja u ispitnu ćeliju na uzorkovanje.

8.2.3.10. Zamjensko vaganje

Zamjensko vaganje je opcija, i, ako se upotrebljava, uključuje mjerenje referentne težine prije i poslije vaganja materijala uzorkovanja PM-a (npr. filtra). Premda zamjensko vaganje zahtijeva više mjerenja, njime se korigira nulti pomak vage i oslanja se na linearnost vage samo u malom rasponu. Ono je najprimjerenije kad se kvantificiraju ukupne mase PM-a koje su manje od 0,1 % mase materijala uzorkovanja. Nije, međutim, primjereno kad ukupne mase PM-a prelaze 1 % mase materijala uzorkovanja. Ako se upotrebljava zamjensko vaganje, mora se upotrijebiti i za vaganje prije ispitivanja i za vaganje poslije ispitivanja. Za vaganja prije i poslije ispitivanja mora se upotrebljavati isti zamjenski uteg. Masa zamjenskog utega mora se korigirati za uzgon ako je gustoća utega manja od 2,0 g/cm$^3$. Sljedeći koraci primjer su zamjenskog vaganja:

(a) mora se upotrebljavati pinceta s električnim uzemljenjem ili vrpca za uzemljenje, kako je opisano u točki 9.3.4.6.;

(b) upotrebljava se statički neutralizator kako je opisano u točki 9.3.4.6. kako bi se minimalizirao statički električni naboj na bilo kojem predmetu prije nego što se stavi na pliticu vage;

(c) odabire se zamjenski uteg koji odgovara specifikacijama za umjerne utege iz točke 9.5.2. Zamjenski uteg mora imati i istu gustoću kao uteg koji se upotrebljava za rasponsko umjeravanje mikrovage te biti slične mase kao i neiskorišteni materijal uzorkovanja (npr. filtar). Ako se upotrebljavaju filtri, masa utega trebala bi biti između 80 i 100 mg za tipične filtre promjera od 47 mm;

(d) očitanje stabilne vage mora se zabilježiti i zatim se umjerni uteg uklanja;

(e) neiskorišteni se materijal uzorkovanja (npr. novi filtar) važe i bilježe se očitanje stabilne vage i rosište okoline vage, okolna temperatura i atmosferski tlak;

(f) umjerni uteg ponovno se važe i bilježi se očitanje stabilne vage;

(g) izračunava se aritmetička sredina očitanja dvaju umjernih utega zabilježenih neposredno prije i poslije vaganja neiskorištenog uzorka. Ta srednja vrijednost oduzima se od očitanja neiskorištenog uzorka, a zatim se dodaje stvarna masa umjernog utega koja je navedena na certifikatu umjernog utega. Taj se rezultat bilježi. To je tara težina neiskorištenog uzorka bez korekcije za uzgon;

(h) Ti koraci zamjenskog vaganja ponavljaju se za ostatak neiskorištenog medija za uzorkovanje;

(i) nakon dovršetka vaganja slijede se upute u točkama od 8.2.3.7. do 8.2.3.9.

▼B

8.2.4. Kondicioniranje uzorka PM-a i vaganje nakon ispitivanja

Iskorišteni filtri za uzorkovanje PM-a stavljaju se u prekrivene ili zabrtvljene spremnike ili zatvorene držače filtra kako bi ih se zaštitilo od okolnog onečišćenja. Tako zaštićeni, opterećni se filtri moraju vratiti u komoru ili prostoriju za kondicioniranje filtara PM-a. Zatim se prikladno kondicioniraju i važu filtri za uzorkovanje PM-a.

8.2.4.1. Periodična verifikacija

Mora se osigurati da su okolina vage i okolina stabilizacije PM-a zadovoljili na periodičnim verifikacijama iz točke 8.1.13.1. Nakon završetka ispitivanja filtri se moraju vratiti u okolinu za vaganje i stabilizaciju PM-a. Okolina za vaganje i stabilizaciju PM-a mora ispunjavati zahtjeve za okolinu iz točke 9.3.4.4., a u suprotnom ispitni filtri moraju ostati prekriveni sve dok se ne ostvare pravilni uvjeti.

8.2.4.2. Uklanjanje iz zatvorenih spremnika

Uzorci PM-a moraju se ukloniti iz zatvorenih spremnika u okolini za stabilizaciju PM-a. Filtri se mogu ukloniti iz svojih kazeta prije ili poslije stabilizacije. Kad se filtar ukloni iz kazete, gornja polovica kazete mora se odvojiti od donjeg dijela separatorom za kazete namijenjenim za tu svrhu.

8.2.4.3. Električno uzemljenje

Za rukovanje uzorcima PM-a mora se upotrebljavati pinceta s električnim uzemljenjem ili vrpca za uzemljenje, kako je opisano u točki 9.3.4.5.

8.2.4.4. Vizualni pregled

Prikupljeni uzorci PM-a i povezani filtarski medij pregledavaju se vizualno. Ako su uvjeti filtra ili prikupljenog uzorka PM-a na bilo koji način kompromitirani ili ako čestična tvar dođe u dodir s bilo kojom drugom površinom osim filtra, uzorak se ne smije upotrijebiti za utvrđivanje emisija čestica. Ako dođe do dodira s nekom drugom površinom, ta se površina mora očistiti prije nastavljanja postupka.

8.2.4.5. Stabilizacija uzoraka PM-a

Kako bi se uzorci PM-a stabilizirali, mora ih se staviti u jedan ili više spremnika otvorenih prema okolini za stabilizaciju PM-a, opisanoj u točki 9.3.4.3. Uzorak PM-a je stabiliziran ako je bio u okolini za stabilizaciju PM-a u jednom od sljedećih trajanja, tijekom kojeg je okolina za stabilizaciju bila u skladu sa specifikacijama iz točke 9.3.4.3.:

(a) ako se očekuje da će ukupna površinska koncentracija PM-a biti veća od 0,353 μg/mm$^2$, uz pretpostavku opterećenja od 400 μg na radnom području filtra promjera 38 mm, filtar mora biti izložen okolini za stabilizaciju najmanje 60 minuta prije vaganja;

(b) ako se očekuje da će ukupna površinska koncentracija PM-a biti manja od 0,353 μg/mm$^2$, filtar mora biti izložen okolini za stabilizaciju najmanje 30 minuta prije vaganja;

(c) ako očekivana ukupna površinska koncentracija PM-a koja se očekuje tijekom ispitivanja nije poznata, filtar mora biti izložen okolini za stabilizaciju najmanje 60 minuta prije vaganja.

▼B

8.2.4.6. Utvrđivanje mase filtra poslije ispitivanja

Kako bi se utvrdila masa filtra poslije ispitivanja, moraju se ponoviti postupci navedeni u točki 8.2.3. (točke od 8.2.3.6. do 8.2.3.9.).

8.2.4.7. Ukupna masa

Svaka tara masa filtra korigirana za uzgon oduzima se od odgovarajuće mase filtra korigirane za uzgon izmjerene poslije ispitivanja. Rezultat je ukupna masa, $m_{total}$, koja se upotrebljava u izračunu emisija u Prilogu VII.

9. **Mjerna oprema**

9.1. Specifikacija dinamometra motora

9.1.1. Rad koljenastog vratila

Upotrebljava se dinamometar motora koji ima odgovarajuće karakteristike za izvođenje primjenjivog radnog ciklusa, što uključuje i sposobnost ispunjavanja odgovarajućih kriterija za validaciju ciklusa. Mogu se upotrijebiti sljedeći dinamometri:

(a) vrtložni dinamometri ili dinamometri s vodenom kočnicom;

(b) motorni dinamometri na izmjeničnu ili istosmjernu struju;

(c) jedan dinamometar ili više njih.

9.1.2. Dinamički (NRTC i LSI-NRTC) ispitni ciklusi

Za mjerenja okretnog momenta mogu se upotrebljavati pretvarač sile ili redni mjerač zakretnog momenta.

Ako se upotrebljava pretvarač sile, signal zakretnog momenta prenosi se na os motora i u obzir se mora uzeti inercija dinamometra. Stvarni zakretni moment motora jest moment očitan na pretvaraču sile kojem se dodaje moment inercije kočnice pomnožen s kutnim ubrzanjem. Kontrolni sustav to mora izračunavati u stvarnom vremenu.

9.1.3. Dodatna oprema motora

Dodatna oprema motora potrebna za dovod goriva, podmazivanje ili zagrijavanje motora, cirkulaciju rashladne tekućine ili za rad uređaja za naknadnu obradu ispušnog plina mora se ugraditi u skladu s točkom 6.3. i njezin se rad mora uzimati u obzir

9.1.4. Nosač motora i sustav vratila za prijenos snage (kategorija NRSh)

Kad je to potrebno radi pravilnog ispitivanja motora kategorije NRSh, moraju se upotrebljavati nosač motora za ispitni stol i sustav vratila za prijenos snage radi spajanja na rotacijski sustav dinamometra koje navede proizvođač.

9.2. Postupak razrjeđivanja (ako je primjenjivo)

9.2.1. Uvjeti za razrjeđivač i pozadinske koncentracije

Sastojci plinova mogu se mjeriti u nerazrijeđenom ili razrijeđenom stanju,a mjerenje PM-a najčešće zahtijeva razrjeđivanje. Razrjeđivanje se može postići sustavom za razrjeđivanje djelomičnog protoka ili sustavom za razrjeđivanje punog protoka. Ako se primjenjuje razrjeđivanje, ispušni plin može se razrjeđivati zrakom iz okoline, sintetskim zrakom ili dušikom. Za mjerenje plinovitih emisija temperatura razrjeđivača mora biti najmanje 288 K (15 °C). Za uzorkovanje PM-a temperatura razrjeđivača navedena je u točki 9.2.2. za CVS i u točki 9.2.3. za PFD s promjenjivim omjerom razrjeđivanja. Kapacitet protoka sustava za razrjeđivanje mora biti dovoljno velik da se posve ukloni kondenzacija vode u

▼B

sustavima za razrjeđivanje i uzorkovanje. Dopušteno je odvlaživanje zraka za razrjeđivanje prije ulaska u sustav za razrjeđivanje ako je vlaga u zraku visoka. Stijenke tunela i cijevi za protok neobrađenog plina iza tunela za razrjeđivanje mogu biti grijane ili izolirane kako bi se spriječilo da se sastojci s vodom odvoje prelaskom iz plinovitog u tekuće stanje („kondenzacija vode”).

Prije nego što se razrjeđivač pomiješa s ispušnim plinom, može se pretkondicionirati tako da mu se poveća ili smanji temperatura ili vlažnost. Sastojci se mogu ukloniti iz razrjeđivača kako bi se smanjila njihova pozadinska koncentracija. Sljedeće odredbe primjenjuju su na uklanjanje sastojaka ili uzimanje u obzir pozadinskih koncentracija:

(a) koncentracije sastojaka u razrjeđivaču mogu se mjeriti i kompenzirati za pozadinske efekte na ispitne rezultate. Vidjeti Prilog VII. za izračune kojima se kompenziraju pozadinske koncentracije;

(b) sljedeće promjene zahtjeva iz odjeljaka 7.2., 9.3. i 9.4. dopuštene su za mjerenje pozadinskih plinovitih ili čestičnih onečišćujućih tvari:

i. ne mora se primjenjivati proporcionalno uzorkovanje;

ii. smiju se upotrebljavati nezagrijani sustavi za uzorkovanje;

iii. kontinuirano uzorkovanje smije se upotrebljavati bez obzira na primjenu skupnog uzorkovanja razrijeđenih emisija;

iv. skupno uzorkovanje smije se upotrebljavati bez obzira na primjenu kontinuiranog uzorkovanja razrijeđenih emisija;

(c) za uzimanje u obzir pozadinskog PM-a na raspolaganju su sljedeće mogućnosti:

▼M2

i. pri uklanjanju pozadinskog PM-a razrjeđivač se filtrira HEPA filtrima s minimalnom učinkovitošću skupljanja čestica od 99,97 % (vidjeti članak 1. stavak 19. za postupke povezane s učinkovitostima HEPA filtracije);

▼B

ii. ako se radi korekcija za pozadinski PM bez HEPA filtracije, pozadinski PM ne smije doprinositi neto PM-u sakupljenom na filtru za uzorkovanje s više od 50 %;

iii. pozadinska korekcija neto PM-a HEPA filtracijom dopuštena je bez ograničenja tlaka.

9.2.2. Sustav punog protoka

Razrjeđivanje punog protoka; uzorkovanje konstantnog obujma (CVS). Puni protok nerazrijeđenih ispušnih plinova razrjeđuje se u tunelu za razrjeđivanje. Konstantan protok može se održavati održavanjem temperature i tlaka na mjeraču protoka unutar graničnih vrijednosti. Nekonstantan protok mjeri se izravno kako bi se omogućilo proporcionalno uzorkovanje. Sustav mora biti izveden na sljedeći način (vidjeti sliku 6.6.):

(a) mora se upotrijebiti tunel s unutarnjim površinama od nehrđajućeg čelika. Cijeli tunel za razrjeđivanje mora biti električno uzemljen. Alternativno, za kategorije motora koje ne podliježu graničnim vrijednostima PM-a ili PN-a mogu biti upotrijebljeni nevodljivi materijali;

▼B

(b) protutlak ispušnog sustava ne smije se umjetno snižavati sustavom ulaza zraka za razrjeđivanje. Statički tlak na mjestu gdje se nerazrijeđeni ispušni plinovi uvode u tunel mora se održavati unutar ± 1,2 kPa atmosferskog tlaka;

(c) kako bi se potpomoglo miješanje, nerazrijeđeni ispušni plinovi uvode se u tunel tako da ih se usmjeri niz tok uzduž središnje linije tunela. Dio zraka za razrjeđivanje može se uvesti radijalno iz unutarnje površine tunela kako bi se minimirala interakcija ispušnih plinova sa stijenkama tunela;

(d) razrjeđivač. Za uzorkovanje PM-a temperatura razrjeđivača (okolnog zraka, sintetskog zraka ili dušika kao što je navedeno u točki 9.2.1.) mora se održavati između 293 i 325 K (od 20 do 52 °C) u neposrednoj blizini ulaza u tunel za razrjeđivanje;

(e) Reynoldsov broj, *Re*, mora iznositi minimalno 4 000 za protok razrijeđenog ispušnog plina, pri čemu se *Re* temelji na unutarnjem promjeru tunela za razrjeđivanje. Broj *Re* definiran je u Prilogu VII. Verifikacija odgovarajućeg miješanja izvodi se tijekom prelaženja sonde za uzorkovanje preko promjera tunela, okomito i vodoravno. Ako odziv analizatora pokazuje bilo kakvo odstupanje iznad ± 2 % srednje izmjerene koncentracije, CVS mora raditi pri većoj brzini protoka ili se mora ugraditi ploča ili prigušnica za miješanje da se miješanje poboljša;

(f) pretkondicioniranje mjerenja protoka. Razrijeđeni ispušni plin može se kondicionirati prije mjerenja njegove brzine protoka, sve dok se to kondicioniranje događa iza zagrijavanih sondi za uzorkovanje HC-a ili PM-a, i to na sljedeći način:

i. mogu se upotrijebiti ispravljači protoka, prigušivači pulzacija ili oboje;

ii. može se upotrijebiti filtar;

iii. izmjenjivač topline može se upotrijebiti za reguliranje temperature iza bilo kojeg mjerača protoka, ali se moraju poduzeti koraci za sprečavanje kondenzacije vode;

(g) kondenzacija vode. Kondenzacija vode ovisi o vlažnosti, tlaku, temperaturi i koncentraciji drugih sastojaka poput sumporne kiseline. Navedeni parametri variraju ovisno o vlažnosti ulaznog zraka motora, vlažnosti zraka za razrjeđivanje, omjeru zraka i goriva motora te sastavu goriva – uključujući količinu vodika i sumpora u gorivu.

Kako bi se osiguralo da se mjeri protok koji odgovara izmjerenoj koncentraciji, mora se ili spriječiti kondenzacija vode između mjesta sonde za uzorkovanje i ulaza mjerača protoka u tunelu za razrjeđivanje ili dopustiti kondenzacija vode te mjeriti vlažnost na ulazu u mjerač protoka. Stijenke tunela za razrjeđivanje ili cijevi za protok neobrađenog plina, silazno od tunela, mogu se zagrijavati ili izolirati u svrhu sprečavanja kondenzacije vode. Kondenzacija vode mora se sprječavati uzduž tunela za razrjeđivanje. Određene komponente ispušnog plina mogu se razrijediti ili eliminirati zbog prisutnosti vlage.

▼M2

Za uzorkovanje PM-a proporcionalni protok iz CVS-a prolazi sekundarno razrjeđivanje (jednom ili više puta) kako bi se postigao zahtijevani ukupni omjer razrjeđenja kako je prikazano na slici 6.7. i kako je navedeno u točki 9.2.3.2.;

▼B

(h) minimalni ukupni omjer razrjeđenja mora biti unutar raspona od 5:1 do 7:1 i minimalno 2:1 u prvoj fazi razrjeđivanja koja se temelji na maksimalnoj brzini protoka ispušnih plinova motora tijekom ispitnog ciklusa ili ispitnog intervala;

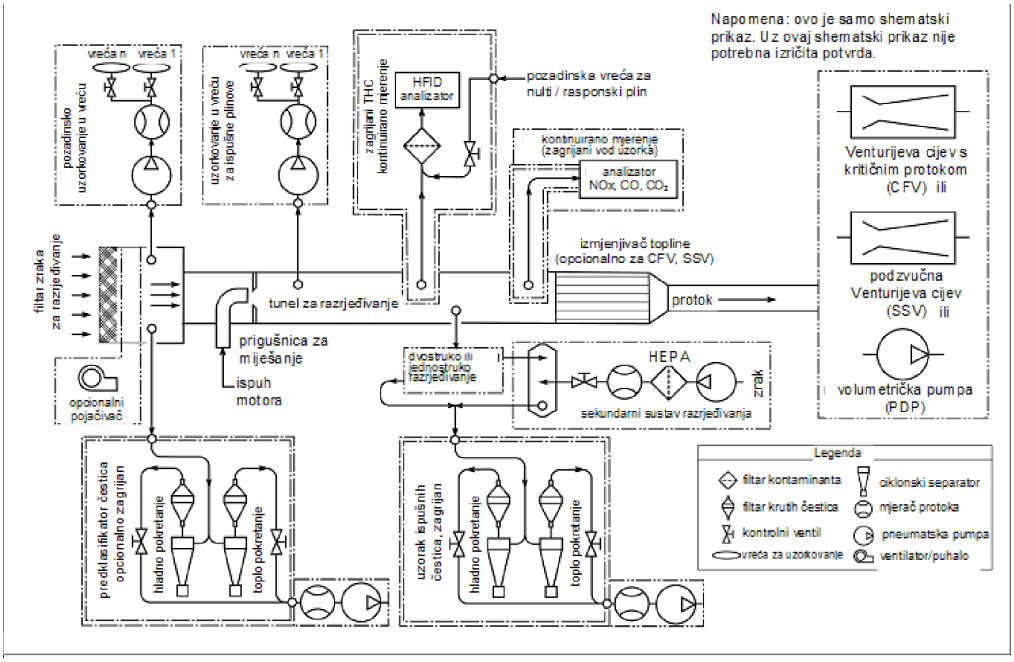
(i) ukupno vrijeme zadržavanja unutar sustava mora biti između 0,5 i 5 sekunda, a mjeri se od trenutka uvođenja razrjeđivača u držače filtra;

(j) vrijeme zadržavanja u sekundarnom sustavu za razrjeđivanje, ako postoji, mora biti najmanje 0,5 sekunda, a mjeri se od trenutka uvođenja sekundarnog razrjeđivača u držače filtra.

Kako bi se utvrdila masa čestica, potrebni su sustav za uzorkovanje čestica, filtar za uzorkovanje čestica, gravimetrijska vaga te komora za vaganje s kontroliranom temperaturom i vlagom.

*Slika 6.6.*

**Primjeri konfiguracija za uzorkovanje pri razrjeđivanju punog protoka**




9.2.3. Sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka (PFD)

9.2.3.1. Opis sustava djelomičnog protoka

Shematski prikaz PFD sustava prikazan je na slici 6.7. To je opći shematski prikaz koji prikazuje principe izdvajanja uzoraka, razrjeđivanja i uzorkovanja PM-a. Njime se ne želi reći da su sve komponente na slici nužne za druge moguće sustave za uzorkovanje koji mogu služiti za prikupljanje uzoraka. Druge konfiguracije koje se ne poklapaju s tim prikazima dopuštene su samo ako služe istoj svrsi prikupljanja uzoraka, razrjeđivanja i uzorkovanja PM-a. ►**M2** One moraju zadovoljiti druge kriterije, kao što su oni u točkama 8.1.8.6. (periodično umjeravanje) i 8.2.1.2. (validacija) za PFT s promjenjivim razrjeđivanjem, u točki 8.1.4.5. te tablici 6.5. (verifikacija linearnosti) i točki 8.1.8.5.7. (verifikacija) za PFD s konstantnim razrjeđivanjem. ◄

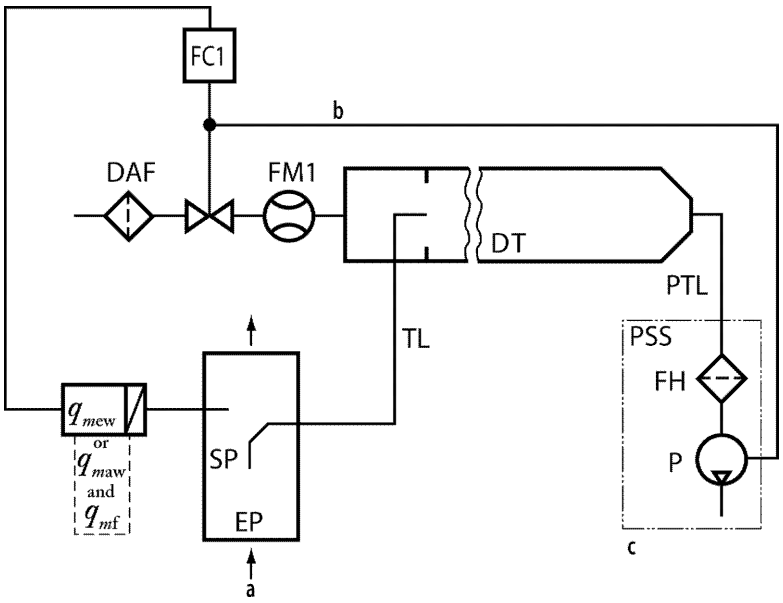
▼B

Kako je prikazano na slici 6.7, nerazrijeđeni ispušni plinovi ili primarni razrijeđeni protok prenosi se iz ispušne cijevi EP odnosno iz CVS-a u tunel za razrjeđivanje DT kroz sondu za uzorkovanje SP i prijenosni vod TL. Ukupni protok kroz tunel prilagođava se regulatorom protoka i pumpom za uzorkovanje P sustava za uzorkovanje čestica (PSS). Za proporcionalno uzorkovanje nerazrijeđenih ispušnih plinova, protok zraka za razrjeđivanje regulira se regulatorom protoka FC1, koji kao komandne signale može upotrebljavati $q_{mew}$ (brzina masenog protoka ispušnih plinova na vlažnoj bazi) ili $q_{maw}$ (brzina masenog protoka ulaznog zraka na vlažnoj bazi) i $q_{mf}$ (brzina masenog protoka goriva), za željeno razdvajanje ispušnog plina. Protok uzorka u tunel za razrjeđivanje DT razlika je ukupnog protoka i protoka zraka za razrjeđivanje. Brzina protoka zraka za razrjeđivanje mjeri se uređajem za mjerenje protoka FM1, a ukupna brzina protoka uređajem za mjerenje protoka sustava za uzorkovanje čestica. Omjer razrjeđenja izračunava se iz tih dviju brzina protoka. Za uzorkovanje s konstantnim omjerom razrjeđenja nerazrijeđenog ili razrijeđenog ispušnog plina u odnosu na protok ispušnog plina (npr.: sekundarno razrjeđivanje za uzorkovanje PM-a) brzina protoka zraka za razrjeđivanje obično je konstantna i regulira se regulatorom protoka FC1 ili pumpom zraka za razrjeđivanje.

Zrak za razrjeđivanje (okolni zrak, sintetski zrak ili dušik) filtrira se s HEPA filtrima.

*Slika 6.7.*

**Shematski prikaz sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka (ukupno uzorkovanje)**




a = ispušni plin iz motora ili primarni razrijeđeni protok

b = opcionalno

c = uzorkovanje PM-a

Komponente sa slike 6.7.:

DAF: filtar zraka za razrjeđivanje

DT: tunel za razrjeđivanje ili sekundarni sustav za razrjeđivanje

EP: ispušna cijev ili primarni sustav za razrjeđivanje

▼B

FC1: regulator protoka

FH: držač filtra

FM1: uređaj za mjerenje protoka koji mjeri brzinu protoka zraka za razrjeđivanje

P: pumpa za uzorkovanje

PSS: sustav za uzorkovanje PM-a

PTL: vod za prijenos PM-a

SP: sonda za uzorkovanje nerazrijeđenog ili razrijeđenog ispušnog plina

TL: prijenosni vod

Brzine masenog protoka primjenjive samo na PFD za proporcionalno uzorkovanje nerazrijeđenog ispušnog plina:

$q_{mew}$ brzina masenog protoka ispušnog plina na vlažnoj bazi,

$q_{maw}$ brzina masenog protoka ulaznog zraka na vlažnoj bazi,

$q_{mf}$ brzina masenog protoka goriva.

9.2.3.2. Razrjeđivanje

Temperatura razrjeđivača (okolnog zraka, sintetskog zraka ili dušika kao što je navedeno u točki 9.2.1.) mora se održavati između 293 i 325 K (od 20 do 52 °C) u neposrednoj blizini ulaza u tunel za razrjeđivanje.

Dopušteno je odvlaživanje zraka za razrjeđivanje prije ulaska u sustav za razrjeđivanje. Sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka mora biti izveden tako da izdvaja proporcionalni uzorak nerazrijeđenog ispušnog plina iz ispušnog toka motora, čime odgovara na odstupanja u brzini protoka ispušnog plina, i da uvodi zrak za razrjeđivanje u taj uzorak kako bi se na ispitnom filtru postigla temperatura određena točkom 9.3.3.4.3. Za to je nužno da omjer razrjeđenja bude određen tako da ispunjava zahtjeve u pogledu točnosti iz točke 8.1.8.6.1.

Kako bi se osiguralo mjerenje protoka koje odgovara izmjerenoj koncentraciji, mora se ili spriječiti kondenzacija vode između položaja sonde za uzorkovanje i ulaza mjerača protoka u tunelu za razrjeđivanje ili dopustiti kondenzaciju vode te mjeriti vlažnost na ulazu u mjerač protoka. PFD sustav može biti zagrijan ili izoliran kako bi se spriječila kondenzacija vode. Kondenzacija vode mora se sprječavati uzduž tunela za razrjeđivanje.

Minimalni omjer razrjeđenja mora biti unutar raspona od 5:1 do 7:1, a koji se temelji na maksimalnoj brzini protoka ispušnih plinova motora tijekom ispitnog ciklusa ili ispitnog intervala.

Ukupno vrijeme zadržavanja unutar sustava mora biti između 0,5 i 5 sekundi, a mjeri se od trenutka uvođenja razrjeđivača u držače filtra.

Za utvrđivanje mase čestica potrebni su sustav za uzorkovanje čestica, filtar za uzorkovanje čestica, gravimetrijska vaga te komora za vaganje s reguliranom temperaturom i vlagom.

▼B

9.2.3.3. Primjenjivost

PFD se može upotrebljavati za izdvajanje proporcionalnog uzorka nerazrijeđenog ispušnog plina za svako skupno ili kontinuirano uzorkovanje PM-a i plinovitih emisija u svakom dinamičkom (NRTC i LSI-NRTC) radnom ciklusu, svakom NRSC-u s diskretnim načinima rada ili svakom RMC radnom ciklusu.

▼M2

Sustav se može upotrebljavati i za prethodno razrijeđeni ispušni plin kad se, pomoću konstantnog omjera razrjeđivanja, razrjeđuje već proporcionalni protok (vidjeti sliku 6.7.). Tako se izvodi sekundarno razrjeđivanje iz CVS tunela kako bi se postigao potrebni ukupni omjer razrjeđenja za uzorkovanje PM-a.

▼B

9.2.3.4. Umjeravanje

O umjeravanju PFD-a u svrhu izdvajanja proporcionalnog uzorka nerazrijeđenog ispušnog plina govori se u točki 8.1.8.6.

9.3. Postupci uzorkovanja

9.3.1. Opći zahtjevi za uzorkovanje

9.3.1.1. Izvedba i konstrukcija sonde

Sonda je prvi element u sustavu za uzorkovanje. Ona strši u tok nerazrijeđenog ili razrijeđenog ispušnog plina radi izdvajanja uzorka i to tako da su joj unutarnje i vanjske površine u kontaktu s ispušnim plinom. Uzorak se prenosi iz sonde u prijenosni vod.

Unutarnje površine sondi za uzorkovanje moraju biti od nehrđajućeg čelika ili, za potrebe uzorkovanja nerazrijeđenih ispušnih plinova, od bilo kojeg nereaktivnog materijala koji može podnijeti temperature nerazrijeđenog ispušnog plina. Sonde za uzorkovanje moraju biti postavljene na mjesto gdje se sastojci miješaju do svoje srednje koncentracije uzorka i gdje je minimalizirana interferencija s drugim sondama. Preporučuje se da ni jedna sonda ne bude izložena utjecajima graničnih slojeva, strujanja i vrtloga – posebice blizu izlaza ispušne cijevi za mjerenje nerazrijeđenih ispušnih plinova gdje može doći do nenamjernog razrjeđivanja. Pročišćavanje ili ispiranje sonde ne smije utjecati na druge sonde tijekom ispitivanja. Za izdvajanje uzorka više od jednog sastojka može se upotrebljavati samo jedna sonda ako odgovara svim specifikacijama za svaki sastojak.

9.3.1.1.1. Komora za miješanje (kategorija NRSh)

Ako to dopušta proizvođač, tijekom ispitivanja motora kategorije NRSh može se upotrebljavati komora za miješanje. Komora za miješanje opcionalni je sastavni dio sustava za uzorkovanje nerazrijeđenog plina i nalazi se u ispušnom sustavu između prigušivača i sonde za uzorkovanje. Oblik i dimenzije komore za miješanje i cijevi koje se postavljaju ispred i iza nje moraju biti takvi da osiguravaju dobro izmiješan homogen uzorak na mjestu sonde za uzorkovanje i da se izbjegnu snažne pulsacije ili rezonancije komore koje utječu na rezultate emisija.

9.3.1.2. Prijenosni vodovi

Duljinu prijenosnih vodova koji prenose izdvojeni uzorak iz sonde do analizatora, medija za pohranu ili sustava za razrjeđivanje treba smanjiti tako da se analizatore, medije za pohranu i sustave za razrjeđivanje postavi što bliže sondama. Broj zavoja u prijenosnim vodovima mora se svesti na minimum, a polumjer neizbježnog zavoja maksimalno povećati.

▼B

9.3.1.3. Metode uzorkovanja

Na kontinuirano i skupno uzorkovanje, opisane u točki 7.2., primjenjuje su sljedeći zahtjevi:

(a) kad se izdvaja iz konstantne brzine protoka, i uzorak mora imati konstantnu brzinu protoka;

(b) kad se izdvaja iz promjenjive brzine protoka, brzina protoka uzorka mora se mijenjati proporcionalno promjenjivoj brzini protoka;

(c) proporcionalno uzorkovanje mora se validirati kako je opisano u točki 8.2.1.

9.3.2. Uzorkovanje plina

9.3.2.1. Sonde za uzorkovanje

Za uzorkovanje plinovitih emisija upotrebljavaju se sonde s jednim ulazom ili više ulaza. Sonde smiju biti usmjerene u bilo kojem smjeru u odnosu na nerazrijeđeni ili razrijeđeni protok ispušnih plinova. Za neke se sonde moraju regulirati temperature uzorka, i to na sljedeći način:

(a) sondama koje izdvajaju $NO_x$ iz razrijeđenog ispušnog plina temperatura stijenki regulira se radi sprečavanja kondenzacije vode;

(b) za sonde koje izdvajaju ugljikovodike iz razrijeđenog ispušnog plina preporučuje se da temperatura stijenki sonde bude približno 191 °C kako bi se minimirala kontaminacija.

9.3.2.1.1. Komora za miješanje (kategorija NRSh)

►M2 Ako se upotrebljava u skladu s točkom 9.3.1.1.1., unutarnji obujam komore za miješanje ne smije biti manji od desetorostrukog radnog obujma po cilindru motora koji se ispituje. ◄ Komora za miješanje mora biti spojena na prigušivač motora što je bliže moguće i imati minimalnu unutarnju površinsku temperaturu od 452 K (179 °C). Proizvođač može odrediti izvedbu komore za miješanje.

9.3.2.2. Prijenosni vodovi

Moraju se upotrebljavati prijenosni vodovi s unutarnjim površinama od nehrđajućeg čelika, PTFE-a, Vitona™ ili bilo kojeg drugog materijala koji ima bolje karakteristike za uzorkovanje emisije. Upotrebljava se nereaktivni materijal koji može podnijeti temperature ispušnog plina. Mogu se upotrebljavati i redni filtri ako filtar i njegovo kućište ispunjavaju iste zahtjeve u pogledu temperature kao i prijenosni vodovi, i to kako slijedi:

(a) ako je riječ o prijenosnim vodovima $NO_x$ ispred pretvarača $NO_2$ u NO koji odgovara specifikacijama iz točke 8.1.11.5. ili ispred rashladnika koji odgovara specifikacijama iz točke 8.1.11.4., mora se održavati temperatura uzorka koja sprječava kondenzaciju vode;

▼M2

(b) kod prijenosnih vodova THC-a, duž cijelog voda mora se održavati odstupanje temperature stijenki (464 ± 11) K [(191 ± 11) °C]. Ako se uzorkuje iz nerazrijeđenog ispušnog plina, nezagrijani i izolirani prijenosni vod može se spojiti izravno na sondu. Duljina i izolacija prijenosnog voda moraju biti takvi da najvišu

▼M2

očekivanu temperaturu nerazrijeđenog ispušnog plina ne snižavaju ispod 191 °C, izmjereno na izlazu prijenosnog voda. Pri uzorkovanju razrijeđenih plinova dopuštena je prijelazna zona između sonde i prijenosnog voda do 0,92 m duljine kako bi temperatura stijenke mogla doseći (464 ± 11) K [(191 ± 11) °C].

▼B

9.3.2.3. Sastavni dijelovi za kondicioniranje uzorka

9.3.2.3.1. Uređaji za sušenje uzorka

9.3.2.3.1.1. Zahtjevi

Uređaji za sušenje uzorka mogu se upotrebljavati za uklanjanje vlage iz uzorka kako bi se smanjio učinak vode na mjerenje plinovitih emisija. Uređaji za sušenje uzorka moraju ispunjavati zahtjeve iz točaka 9.3.2.3.1.1. i 9.3.2.3.1.2. Obujamski udio vlage od 0,8 % upotrebljava se u jednadžbi (7-13).

▼M2

Za najvišu očekivanu koncentraciju vodene pare $H_m$ tehnikom uklanjanja vode mora se zadržati vlažnost na ≤ 5 g vode/kg suhog zraka (ili na obujamskom udjelu od oko 0,8 % $H_2O$), što je 100-postotna relativna vlažnost zraka pri 277,1 K (3,9 °C) i 101,3 kPa. Ta specifikacija vlažnosti ekvivalentna je otprilike 25-postotnoj relativnoj vlažnosti pri 298 K (25 °C) i 101,3 kPa. To se može dokazati:

(a) mjerenjem temperature na izlazu uređaja za sušenje uzorka; ili

(b) mjerenjem vlažnosti na točki neposredno ispred CLD-a; ili

(c) provođenjem postupka verifikacije iz točke 8.1.12.

▼B

9.3.2.3.1.2. Dopušteni tipovi uređaja za sušenje uzorka i postupak za procjenu sadržaja vlage nakon sušenja

Može se upotrebljavati bilo koji uređaj za sušenje uzoraka opisan u ovoj točki.

(a) Ako se upotrebljava uređaj za sušenje s osmotskom membranom ispred bilo kojeg plinskog analizatora ili medija za pohranu, on mora ispunjavati specifikacije temperature iz točke 9.3.2.2. Moraju se pratiti točka rosišta, $T_{dew}$, i apsolutni tlak, $p_{total}$, iza uređaja za sušenje s osmotskom membranom. Količina vode računa se kako je navedeno u Prilogu VII. pomoću kontinuirano bilježenih vrijednosti $T_{dew}$ i $p_{total}$ ili njihovih vršnih vrijednosti opaženih tijekom ispitivanja ili njihovih zadanih alarmnih vrijednosti. Ako nema izravnog mjerenja, nazivna vrijednost $p_{total}$ dana je najnižim apsolutnim tlakom uređaja za sušenje očekivanim tijekom ispitivanja.

(b) Ako je riječ o motorima na kompresijsko paljenje, ne smije se upotrebljavati toplinski rashladnik ispred sustava za mjerenje THC-a. Ako je toplinski rashladnik ispred pretvarača $NO_2$ u NO ili unutar sustava za uzorkovanje bez pretvarača $NO_2$ u NO, rashladnik mora zadovoljiti na provjeri radnog učinka pri gubitku $NO_2$, iz točke 8.1.11.4. Moraju se nadzirati točka rosišta, $T_{dew}$, i apsolutni tlak, $p_{total}$, iza toplinskog rashladnika. Količina vode računa se kako je navedeno u Prilogu VII. pomoću kontinuirano bilježenih vrijednosti $T_{dew}$ i $p_{total}$ ili njihovih vršnih vrijednosti primijećenih tijekom ispitivanja ili njihovih zadanih alarmnih vrijednosti. Ako nema izravnog

▼B

mjerenja, nazivna vrijednost $p_{total}$ dana je najnižim apsolutnim tlakom toplinskog rashladnika očekivanim tijekom ispitivanja. Ako je ispravno pretpostaviti stupanj zasićenosti u toplinskom rashladniku, $T_{dew}$, na temelju poznate učinkovitosti rashladnika i kontinuiranog praćenja temperature rashladnika, moguće je izračunati $T_{chiller}$. Ako se vrijednosti rashladnika $T_{chiller}$ ne bilježe kontinuirano, njegova vršna vrijednost tijekom ispitivanja ili njegova zadana alarmna vrijednost mogu se upotrebljavati kao konstanta za utvrđivanje konstantne količine vode u skladu s Prilogom VII. Ako je ispravno pretpostaviti da je vrijednost $T_{chiller}$ jednaka vrijednosti $T_{dew}$, $T_{chiller}$ može se upotrebljavati umjesto $T_{dew}$ u skladu s Prilogom VII. Ako je ispravno pretpostaviti stalno odstupanje temperatura $T_{chiller}$ i $T_{dew}$ zbog poznate i fiksne količine ponovnog zagrijavanja uzorka između izlaza rashladnika i mjesta mjerenja temperature, ta pretpostavljena vrijednost odstupanja temperatura može se uzeti u obzir pri izračunavanju emisije. Ispravnost bilo koje pretpostavke dopuštene ovom točkom mora se dokazati inženjerskom analizom ili podacima.

9.3.2.3.2. Pumpe za uzorkovanje

Upotrebljavaju se pumpe za uzorkovanje ispred analizatora ili medija za pohranu bilo kojeg plina. Upotrebljavaju se pumpe s unutarnjim površinama od nehrđajućeg čelika, PTFE-a ili bilo kojeg drugog materijala koji ima bolje karkteristike za uzorkovanje emisije. Za određene pumpe za uzorkovanje temperature se moraju regulirati na sljedeći način:

(a) ako se upotrebljava pumpa za uzorkovanje $NO_x$ ispred pretvarača $NO_2$ u NO koji odgovara specifikacijama iz točke 8.1.11.5. ili rashladnika koji ispunjava zahtjeve iz točke 8.1.11.4., mora je se zagrijati kako bi se spriječila kondenzacija vode;

(b) ako se upotrebljava pumpa za uzorkovanje THC-a ispred analizatora THC-a ili medija za pohranu, njezine unutarnje površine moraju se zagrijati na temperaturu u rasponu 464 ± 11 K (191 ± 11 °C.)

9.3.2.3.3. Ispirači amonijaka

Ispirači amonijaka mogu se upotrebljavati za neke ili sve sustave za uzorkovanje plinova za sprečavanje interferencije $NH_3$, trovanja pretvarača $NO_2$ u NO i taloženje u sustavu za uzorkovanje ili analizatorima. Instalacija ispirača amonijaka mora biti u skladu s preporukama proizvođača.

9.3.2.4. Mediji za pohranu uzoraka

Ako se uzorkuje u vreću, obujmi plina pohranjuju se u dovoljno čiste spremnike koji jamče minimalno isparavanje ili propuštanje plinova. Dobra inženjerska procjena mora se primjenjivati za određivanje prihvatljivih pragova čistoće i propusnosti medija za pohranu. Da bi ga se očistilo, spremnik se može više puta pročistiti i isprazniti te zagrijavati. Mora se upotrebljavati savitljivi spremnik (npr. vreća) u okolini s reguliranom temperaturom ili kruti spremnik s reguliranom temperaturom koju se najprije isprazni ili ima obujam koji se može istisnuti, primjerici izveden klipom i cilindrom. Moraju se upotrebljavati spremnici koji su u skladu sa specifikacijama u tablici 6.6. u nastavku.

▼B

*Tablica 6.6.*

**Materijali za spremnik za skupno uzorkovanje plinova**

| | |
|---|---|
| CO, $CO_2$, $O_2$, $CH_4$, $C_2H_6$, $C_3H_8$, NO, $NO_2$ (1) | polivinilfluorid (PVF) (2), na primjer Tedlar™, polivinilidenfluorid (2), na primjer Kynar™, politetrafluoretilen (3), na primjer Teflon™, ili nehrđajući čelik (3) |
| HC | politetrafluoretilen (4) ili nehrđajući čelik (4) |

(1) Sve dok se u spremniku sprečava kondenzacija vode.
(2) Do 313 K (40 °C).
(3) Do 475 K (202 °C).
(4) Pri 464 ± 11 K (191 ± 11 °C).

9.3.3. Uzorkovanje PM-a

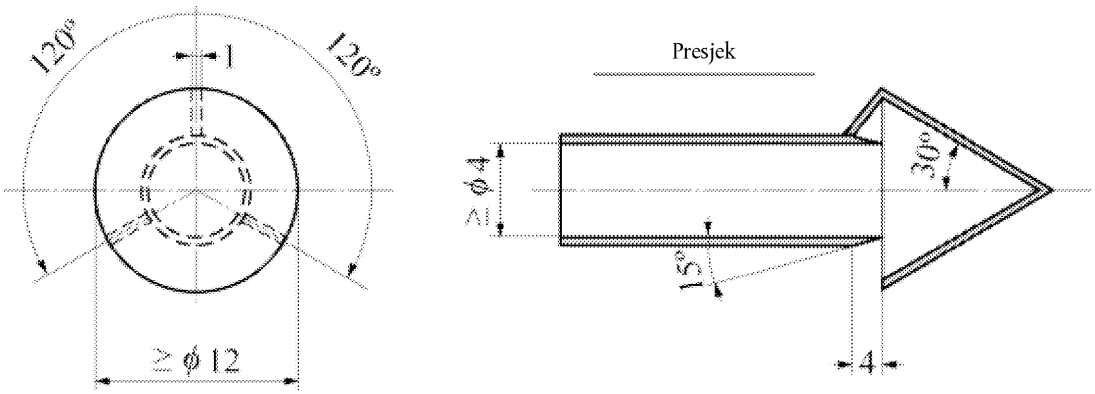
9.3.3.1. Sonde za uzorkovanje

Upotrebljavaju se sonde za uzorkovanje PM-a s jednim otvorom na kraju. Sonde za uzorkovanje PM-a moraju biti usmjerene izravno prema toku.

Sonda za uzorkovanje PM-a može se zaštititi stožastim pokrovom koji je u skladu sa zahtjevima na slici 6.8. U tom se slučaju ne upotrebljava predklasifikator opisan u točki 9.3.3.3.

*Slika 6.8.*

**Shematski prikaz sonde za uzorkovanje sa stožastim predklasifikatorom**




9.3.3.2. Prijenosni vodovi

Kako bi se temperaturne razlike između prijenosnih vodova i sastojaka ispušnih plinova svele na najmanju mjeru, preporučuju se izolirani ili zagrijani prijenosni vodovi ili zagrijano kućište. Upotrebljavaju se prijenosni vodovi koji su inertni u odnosu na PM i imaju električno vodljive unutarnje površine. Preporučuje se upotreba prijenosnih vodova za PM od nehrđajućeg čelika; bilo koji drugi materijal mora imati jednak učinak pri uzorkovanju kao nehrđajući čelik. Unutarnja površina prijenosnih vodova za PM mora biti uzemljena.

9.3.3.3. Predklasifikator

Dopuštena je upotreba predklasifikatora PM-a za uklanjanje čestica velikog promjera koji je ugrađen u sustav za razrjeđivanje neposredno ispred držača filtra. Dopuštena je upotreba samo jednog predklasifikatora. Ako se upotrebljava sonda sa stožastim vrhom (vidjeti sliku 6.8.), zabranjena je upotreba predklasifikatora.

▼B

Predklasifikator PM-a može biti inercijski impaktor ili ciklonski separator. Mora biti izrađen od nehrđajućeg čelika. Predklasifikator mora imati nazivnu specifikaciju da uklanja minimalno 50 % PM-a aerodinamičkog promjera od 10 μm i ne više od 1 % PM-a aerodinamičkog promjera od 1 μm u cijelom rasponu brzina protoka za koje se upotrebljava. Izlaz predklasifikatora mora se izvesti s mogućnošću zaobilaženja bilo kojeg filtra za uzorkovanje PM-a tako da se protok predklasifikatora može stabilizirati prije početka ispitivanja. Filtar za uzorkovanje PM-a mora biti postavljen najviše 75 cm iza izlaza predklasifikatora.

9.3.3.4. Filtar za uzorkovanje

Razrijeđeni ispušni plin mora se uzorkovati filtrom koji ispunjava zahtjeve navedene u točkama od 9.3.3.4.1. do 9.3.3.4.4. tijekom ispitnog slijeda.

9.3.3.4.1. Specifikacije filtara

Svi tipovi filtara moraju imati učinkovitost prikupljanja od najmanje 99,7 %. Za ispunjenje tog zahtjeva mogu se iskoristiti proizvođačeva mjerenja filtra za uzorkovanje koja se odražavaju u nazivnim vrijednostima koje on navede. Filtarski materijal moraju biti:

(a) staklena vlakna presvučena fluorougljikom (PTFE); ili

(b) membrana od fluorougljika (PTFE).

Ako očekivana neto masa PM-a na filtru premašuje 400 μg, može se upotrijebiti filtar s minimalnom početnom učinkovitosti prikupljanja od 98 %.

9.3.3.4.2. Veličina filtra

Nazivni promjer filtra mora biti 46,50 mm ± 0,6 mm (minimalni radni promjer od 37 mm). Filtri većih promjera mogu se upotrebljavati uz prethodno odobrenje homologacijskog tijela. Preporučuje se proporcionalnost između filtra i radnog područja.

9.3.3.4.3. Kontrola razrjeđivanja i temperature uzoraka PM-a

Uzorci PM-a moraju se razrjeđivati minimalno jednom ispred prijenosnih vodova ako je riječ o CVS sustavu te iza njih ako je riječ o PFD sustavu (vidjeti točku 9.3.3.2. o prijenosnim vodovima). ►M2 Temperatura uzorka mora se održavati unutar raspona od 320 ± 5 K (47 ± 5 °C), kako je izmjereno bilo gdje unutar 200 mm ispred ili 200 mm iza filtarskih medija za PM. ◄ Uzorak PM-a trebalo bi zagrijavati ili hladiti ponajprije pri uvjetima razrjeđivanja navedenima u točki 9.2.1.(a).

9.3.3.4.4. Brzina dotoka u filtar

Brzina dotoka u filtar mora biti između 0,90 i 1,00 m/s, uz manje od 5 % zabilježenih vrijednosti protoka iznad tog raspona. Ako ukupna masa PM-a premašuje 400 μg, brzina dotoka u filtar može se smanjiti. Brzina dotoka u filtar mora se mjeriti kao volumetrijska brzina protoka uzorka pri tlaku ispred filtra i temperaturi površine filtra podijeljena s izloženom površinom filtra. Tlak u ispušnoj cijevi ili tunela CVS-a upotrebljava se za tlak iza filtera ako je pad tlaka kroz sklop za uzorkovanje PM-a do filtra manji od 2 kPa.

▼B

9.3.3.4.5. Držač filtra

Kako bi se minimiralo vrtložno taloženje te kako bi se PM ravnomjerno taložio na filtar, upotrebljava se divergentni kut stošca od 12,5° (od središta) za prijelaz od unutarnjeg promjera prijenosnog voda do izloženog promjera površine filtra. Za taj se prijelaz mora upotrijebiti nehrđajući čelik.

9.3.4. Okoline za stabilizaciju i vaganje PM-a za gravimetrijsku analizu

9.3.4.1. Okolina za gravimetrijsku analizu

U ovom se odjeljku opisuju dvije okoline za stabilizaciju i vaganje PM-a za gravimetrijsku analizu: okolina za stabilizaciju PM-a, u kojoj se filtri pohranjuju prije vaganja, i okolina za vaganje, u kojoj je smještena vaga. Te dvije okoline mogu biti u zajedničkom prostoru.

Okoline za stabilizaciju i vaganje ne smiju biti izložene tvarima koje onečišćuju okolinu, poput prašine, aerosola ili poluhlapljivih materijala koji mogu kontaminirati uzorke PM-a.

9.3.4.2. Čistoća

Čistoća okoline za stabilizaciju PM-a verificira se pomoću referentnih filtar mora se provjeriti kako je opisano u točki 8.1.12.1.4.

9.3.4.3. Temperatura komore

Temperatura komore (ili prostorije) u kojoj se filtri čestica kondicioniraju i važu mora se održavati unutar 295 K ± 1 K (22 °C ± 1 °C) tijekom svakog kondicioniranja i mjerenja. Vlažnost se mora održavati na točki rosišta od 282,5 ± 1 K (9,5 °C ± 1 °C) i relativnoj vlažnosti od 45 ± 8 %. Ako su okoline za stabilizaciju i vaganje odvojene, temperatura okoline za stabilizaciju mora se održavati u rasponu od 295 ± 3 K (22 °C ± 3 °C).

9.3.4.4. Verifikacija okolnih uvjeta

Pri upotrebi mjernih instrumenata koji odgovaraju specifikacijama iz točke 9.4. moraju se provjeriti sljedeći uvjeti okoline:

(a) bilježe se točka rosišta i temperatura okoline. Dobivene vrijednosti upotrebljavaju se za utvrđivanje jesu li okoline za vaganje i stabilizaciju bile unutar odstupanja navedenih u točki 9.3.4.3. najmanje 60 minuta prije vaganja filtara;

(b) atmosferski tlak mora se kontinuirano bilježiti unutar okoline za vaganje. Prihvatljiva je alternativa upotreba barometra koji mjeri atmosferski tlak izvan okoline vaganja ako se može osigurati da je atmosferski tlak kod vage uvijek unutar ± 100 Pa zajedničkog atmosferskog tlaka. Svaki put kad se važe PM mora se omogućiti bilježenje aktualnog atmosferskog tlaka. ►**M2** Ta se vrijednost upotrebljava za izračunavanje vrijednosti korekcije filtra za uzorkovanje PM-a za uzgon iz točke 8.1.13.2. ◄

9.3.4.5. Instalacija vage

Vaga se mora instalirati na sljedeći način:

(a) postavlja se na platformu s izolacijom protiv vibracija radi zaštite od vanjske buke i vibracija;

▼B

(b) zaštićuje se od konvekcijskog protoka zraka uzemljenom antistatičkom zaštitom od propuha.

9.3.4.6. Statički električni naboj

Statički električni naboj u okolini vage mora se minimirati na sljedeći način:

(a) vaga je električno uzemljena;

(b) ako se uzorcima PM-a rukuje ručno, moraju se upotrebljavati pincete od nehrđajućeg čelika;

(c) pincete moraju biti uzemljene vrpcom za uzemljenje ili se rukovatelju mora osigurati vrpca za uzemljenje tako da vrpca ima isto uzemljenje kao i vaga;

(d) mora se osigurati neutralizator statičkog elektriciteta koji je električno uzemljen zajedno s vagom kako bi se uklonio statički naboj s uzoraka PM-a.

9.4. Mjerni instrumenti

9.4.1. Uvod

9.4.1.1. Opseg

U ovoj se točki navode mjerni instrumenti i s njima povezani zahtjevi za sustav koji se odnose na ispitivanje emisije. To uključuje laboratorijske instrumente za mjerenje parametara motora, uvjeta okoline, parametara povezanih s protokom i koncentracije emisija (nerazrijeđenih ili razrijeđenih).

9.4.1.2. Tipovi instrumenata

Svaki instrument spomenut u ovoj Uredbi mora se upotrebljavati u skladu s opisom u Uredbi (vidjeti tablicu 6.5. za mjerne veličine tih instrumenata). Svaki puta kad se instrument spomenut u ovoj Uredbi upotrijebi na način koji nije naveden ili se umjesto njega upotrijebi neki drugi instrument, primjenjuju se zahtjevi iz odredaba o ekvivalentnosti kako je navedeno u točki 5.1.1. ►**M2** Ako je za određeno mjerenje navedeno više od jednog instrumenta, nakon upotrebe će homologacijsko tijelo označiti jedan od tih instrumenata kao referenciju za dokazivanje da je alternativni postupak ekvivalentan specificiranom postupku. ◄

9.4.1.3. Redundantni sustavi

►**M2** Podaci dobiveni od više instrumenata za izračunavanje rezultata pojedinačnog ispitivanja mogu se upotrebljavati kod svih mjernih instrumenata opisanih u ovoj točki uz prethodno odobrenje homologacijskog tijela. ◄ Rezultati svih mjerenja bilježe se, a neobrađeni podaci zadržavaju. Taj se zahtjev primjenjuje bez obzira na to upotrebljavaju li se mjerenja u izračunima ili ne.

9.4.2. Bilježenje i kontrola podataka

Ispitni sustav mora moći ažurirati podatke, bilježiti podatke i kontrolirati sustave povezane s naredbom rukovatelja, dinamometrom, opremom za uzorkovanje i mjernim instrumentima. Moraju se upotrebljavati prikupljanje podataka i kontrolni sustavi koji mogu bilježiti na određenim minimalnim frekvencijama, kako je prikazano u tablici 6.7. (ova se tablica ne odnosi na NRSC s diskretnim načinima rada).

▼B

*Tablica 6.7.*

**Bilježenje podataka i minimalne frekvencije kontrole**

| Primjenjivi odjeljak ispitnog protokola | Izmjerene vrijednosti | Minimalna frekvencija naredbi i kontrole | Minimalna frekvencija bilježenja |
|---|---|---|---|
| 7.6. | Brzina i zakretni moment pri dijagramu sa stupnjevitim promjenama | 1 Hz | 1 srednja vrijednost po stupnju |
| 7.6. | Brzina i zakretni moment pri dijagramu s kontinuiranim porastom | 5 Hz | srednje vrijednosti pri 1 Hz |
| 7.8.3. | Referentne i odzivne brzine i zakretni momenti dinamičkog radnog ciklusa (NRTC i LSI-NRTC) | 5 Hz | srednje vrijednosti pri 1 Hz |
| 7.8.2. | Referentne i odzivne brzine i zakretni momenti NRSC-a s diskretnim načinima rada i RMC-a | 1 Hz | 1 Hz |
| 7.3. | Kontinuirane koncentracije nerazrijeđenog plina u analizatoru | nije primjenjivo | 1 Hz |
| 7.3. | Kontinuirane koncentracije razrijeđenog plina u analizatoru | nije primjenjivo | 1 Hz |
| 7.3. | Skupne koncentracije nerazrijeđenog ili razrijeđenog plina u analizatoru | nije primjenjivo | 1 srednja vrijednost po ispitnom intervalu |
| 7.6.<br>8.2.1. | Brzina protoka razrijeđenog ispušnog plina iz CVS-a s izmjenjivačem topline ispred mjesta mjerenja protoka | nije primjenjivo | 1 Hz |
| 7.6.<br>8.2.1. | Brzina protoka razrijeđenog ispušnog plina iz CVS-a bez izmjenjivača topline ispred mjesta mjerenja protoka | 5 Hz | srednje vrijednosti pri 1 Hz |
| 7.6.<br>8.2.1. | Brzina protoka ulaznog zraka ili ispušnog plina (za nerazrijeđeno dinamičko mjerenje) | nije primjenjivo | srednje vrijednosti pri 1 Hz |
| 7.6.<br>8.2.1. | Zrak za razrjeđivanje ako se aktivno kontrolira | 5 Hz | srednje vrijednosti pri 1 Hz |
| 7.6.<br>8.2.1. | Protok uzorka iz CVS-a s izmjenjivačem topline | 1 Hz | 1 Hz |
| 7.6.<br>8.2.1. | Protok uzorka iz CVS-a bez izmjenjivača topline | 5 Hz | srednje vrijednosti pri 1 Hz |

9.4.3. Specifikacije radnog učinka za mjerne instrumente

9.4.3.1. Pregled

Sustav ispitivanja kao cjelina mora biti u skladu sa svim primjenjivim kriterijima umjeravanja, verifikacije i validacije ispitivanja navedenima u točki 8.1., uključujući zahtjeve u pogledu provjere linearnosti iz točaka 8.1.4. i 8.2. Instrumenti moraju odgovarati specifikacijama u tablici 6.7. za sve raspone koji se upotrebljavaju za ispitivanje. Nadalje, mora se čuvati sva dokumentacija dobivena od proizvođača instrumenata koja pokazuje da instrumenti odgovaraju specifikacijama u tablici 6.7.

▼B

9.4.3.2. Zahtjevi za sastavne dijelove

Tablica 6.8. prikazuje specifikacije pretvornika zakretnog momenta, brzine i tlaka, senzora temperature i točke rosišta te ostalih instrumenata. Cjelokupni sustav za mjerenje određene fizičke i/ili kemijske količine mora zadovoljiti na verifikaciji linearnosti iz točke 8.1.4. Za mjerenja plinovitih emisija mogu se upotrebljavati analizatori koji imaju kompenzacijske algoritme koji su u funkciji drugih izmjerenih plinovitih komponenti i karakteristika goriva za konkretno ispitivanje motora. Svaki kompenzacijski algoritam mora omogućavati samo kompenzaciju odstupanja, a da pritom ne utječe ni na jedan dobitak (tj. ne stvara sustavnu pogrešku).

*Tablica 6.8.*

**Preporučene specifikacije radne sposobnosti mjernih instrumenata**

| Mjerni instrument | Simbol izmjerene količine | Potpuni sustav Vrijeme porasta | Frekvencija ažuriranja bilježenja | Točnost ([a]) | Ponovljivost ([a]) |
|---|---|---|---|---|---|
| Pretvornik brzine motora | n | 1 s | srednje vrijednosti pri 1 Hz | 2,0 % pt. ili 0,5 % maks. | 1,0 % pt. ili 0,25 % maks. |
| Pretvornik zakretnog momenta | T | 1 s | srednje vrijednosti pri 1 Hz | 2,0 % pt. ili 1,0 % maks. | 1,0 % pt. ili 0,5 % maks. |
| Mjerač protoka goriva (totalizator goriva) | | 5 s (nije primjenjivo) | 1 Hz (nije primjenjivo) | 2,0 % pt. ili 1,5 % maks. | 1,0 % pt. ili 0,75 % maks. |
| Mjerač ukupnog razrijeđenog ispušnog plina (CVS) (s izmjenjivačem topline ispred mjerača) | | 1 s (5 s) | srednje vrijednosti pri 1 Hz (1 Hz) | 2,0 % pt. ili 1,5 % maks. | 1,0 % pt. ili 0,75 % maks. |
| Mjerači protoka zraka za razrjeđivanje, ulaznog zraka, ispušnog plina i uzorka | | 1 s | srednje vrijednosti pri 1 Hz uzoraka pri 5 Hz | 2,5 % pt. ili 1,5 % maks. | 1,25 % pt. ili 0,75 % maks. |
| Kontinuirani analizator nerazrijeđenog plina | x | 5 s | 2 Hz | 2,0 % pt. ili 2,0 % izmj. | 1,0 % pt. ili 1,0 % izmj. |
| Kontinuirani analizator razrijeđenog plina | x | 5 s | 1 Hz | 2,0 % pt. ili 2,0 % izmj. | 1,0 % pt. ili 1,0 % izmj. |
| Kontinuirani analizator plina | x | 5 s | 1 Hz | 2,0 % pt. ili 2,0 % izmj. | 1,0 % pt. ili 1,0 % izmj. |
| Skupni analizator plina | x | nije primjenjivo | nije primjenjivo | 2,0 % pt. ili 2,0 % izmj. | 1,0 % pt. ili 1,0 % izmj. |

▼B

| Mjerni instrument | Simbol izmjerene količine | Potpuni sustav Vrijeme porasta | Frekvencija ažuriranja bilježenja | Točnost (a) | Ponovljivost (a) |
|---|---|---|---|---|---|
| Gravimetrijska vaga PM-a | $m_{PM}$ | nije primjenjivo | nije primjenjivo | vidjeti 9.4.11. | 0,5 µg |
| Inercijska vaga PM-a | $m_{PM}$ | 5 s | 1 Hz | 2,0 % pt. ili 2,0 % izmj. | 1,0 % pt. ili 1,0 % izmj. |

(a) Točnost i ponovljivost utvrđuju se s istim prikupljenim podacima kako je opisano u točki 9.4.3., i na temelju apsolutnih vrijednosti. Oznaka „pt." odnosi se na ukupnu srednju vrijednost očekivanu na graničnoj vrijednosti emisije; „maks." se odnosi na vršnu vrijednost očekivanu na graničnoj vrijednosti emisije za vrijeme radnog ciklusa, ne maksimum raspona instrumenta; „izmj." se odnosi na stvarni prosjek tijekom radnog ciklusa.

9.4.4. Mjerenje parametara motora i okolnih uvjeta

9.4.4.1. Senzori brzine vrtnje i zakretnog momenta

9.4.4.1.1. Primjena

Mjerni instrumenti za ulazne i izlazne vrijednosti rada za vrijeme rada motora moraju odgovarati specifikacijama iz ove točke. Preporučuju se senzori, pretvornici i mjerači koji odgovaraju specifikacijama iz tablice 6.8. Cjelokupni sustavi za mjerenje ulaznih i izlaznih vrijednosti rada moraju zadovoljavati verifikacije linearnosti u točki 8.1.4.

9.4.4.1.2. Rad vratila

Rad i snaga izračunavaju se na temelju izlaznih vrijednosti pretvornika zakretnog momenta i brzine vrtnje u skladu s točkom 9.4.4.1. Cjelokupni sustavi za mjerenje brzine i zakretnog momenta moraju zadovoljavati na umjeravanju i verifikacijama iz točaka 8.1.7. i 8.1.4.

Zakretni moment prouzročen inercijom sastavnih dijelova za ubrzavanje i usporavanje spojenih na zamašnjak, kao što su pogonsko vratilo i rotor dinamomentra kompenzira se prema potrebi na temelju dobre inženjerske procjene.

9.4.4.2. Pretvornici tlaka, senzori temperature i senzori točke rosišta

Cjelokupni sustavi za mjerenje tlaka, temperature i točke rosišta moraju zadovoljiti na umjeravanju iz točke 8.1.7.

Pretvornici tlaka smještaju se u okolinu regulirane temperature ili kompenziraju promjene temperature u očekivanom radnom području. Materijali pretvornika moraju biti kompatibilni s tekućinom koja se mjeri.

9.4.5. Mjerenja protoka

Za svaku vrstu mjerača protoka (goriva, ulaznog zraka, razrijeđenog ispuha, uzorka), protok se prema potrebi kondicionira kako bi se spriječilo da strujanja, vrtlozi, cirkulirajući protoci ili pulsacije protoka utječu na točnost ili ponovljivost mjerača. Za neke mjerače to se može postići dovoljnom duljinom ravne cijevi (poput duljine jednake najmanje 10 promjera cijevi) ili posebno izvedenim zavojima cijevi, rebrima za izravnavanje, prigušnicama (ili pneumatskim prigušivačima pulsacija za mjerač protoka goriva) kako bi se ispred mjerača osigurao stabilan i predvidljiv profil brzine.

▼B

9.4.5.1. Mjerač protoka goriva

Cjelokupni sustav za mjerenje protoka goriva mora zadovoljiti na umjeravanju iz točke 8.1.8.1. U svakom mjerenju protoka goriva mora se uzeti u obzir svako gorivo koje zaobiđe motor ili se vrati iz motora u spremnik goriva.

9.4.5.2. Mjerač protoka ulaznog zraka

Cjelokupni sustav za mjerenje protoka ulaznog zraka mora zadovoljiti na umjeravanju iz točke 8.1.8.2.

9.4.5.3. Mjerač protoka nerazrijeđenog ispušnog plina

9.4.5.3.1. Zahtjevi za sastavne dijelove

Cjelokupni sustav za mjerenje protoka nerazrijeđenog ispušnog plina mora ispunjavati zahtjeve u pogledu linearnosti iz točke 8.1.4. Svaki mjerač nerazrijeđenog ispuha izvodi se tako da na odgovarajući način kompenzira promjene u termodinamičkom, tekućem i kompozicijskom stanju nerazrijeđenog ispušnog plina.

9.4.5.3.2. Vrijeme odziva mjerača protoka

►**M2** Kako bi se sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka regulirao tako da izdvaja proporcionalni uzorak nerazrijeđenog ispušnog plina, zahtijeva se da vrijeme odziva mjerača protoka bude brže od vremena navedenog u tablici 6.8. ◄ Za sustave razrjeđivanja djelomičnog protoka s umreženim upravljanjem, vrijeme odziva mjerača protoka mora odgovarati specifikacijama iz točke 8.2.1.2.

9.4.5.3.3. Hlađenje ispušnog plina

Ova se točka ne primjenjuje na hlađenje ispušnog plina zbog izvedbe motora, što obuhvaća, no nije ograničeno na vodom hlađene ispušne grane ili turbopuhala.

Hlađenje ispušnog plina ispred mjerača protoka dopušteno je uz sljedeća ograničenja:

(a) PM se ne smije uzorkovati za hlađenja;

(b) ako se zbog hlađenja temperature ispušnog plina iznad 475 K (202 °C) smanje na ispod 453 K (180 °C), HC se ne smije uzorkovati iza hlađenja;

(c) ako hlađenje prouzroči kondenzaciju vode, $NO_x$ ne smije se uzorkovati iza hlađenja osim ako rashladnik ne zadovoljava na verifikaciji učinka iz točke 8.1.11.4.;

(d) ako hlađenje prouzroči kondenzaciju vode prije negoli protok dođe do mjerača protoka, točka rosišta $T_{dew}$i tlak $p_{total}$ mjere se na ulazu mjerača protoka. Te se vrijednosti upotrebljavaju u izračunima emisije u skladu s Prilogom VII.

9.4.5.4. Mjerači zraka za razrjeđivanje i protoka razrijeđenog ispušnog plina

9.4.5.4.1. Primjena

Trenutačne brzine protoka razrijeđenog ispušnog plina ili ukupni protok razrijeđenog ispušnog plina u ispitnom intervalu utvrđuje se mjeračem protoka razrijeđenog ispušnog plina. Brzine protoka nerazrijeđenog ispušnog plina ili ukupni protok nerazrijeđenog ispušnog plina u ispitnom intervalu mogu se izračunati iz razlike između mjerača protoka razrijeđenog ispušnog plina i mjerača razrijeđenog zraka.

▼B

9.4.5.4.2. Zahtjevi za sastavne dijelove

Cjelokupni sustav za mjerenje protoka razrijeđenog ispušnog plina mora zadovoljavati na umjeravanju i verifikaciji iz točaka 8.1.8.4. i 8.1.8.5. Mogu se upotrijebiti sljedeći mjerači:

(a) za CVS ukupnog protoka razrijeđenog ispušnog plina mogu se upotrebljavati CFV ili nekoliko CFV-a postavljenih paralelno, volumetrička crpka (PDP), podzvučna Venturijeva cijev (SSV) ili ultrazvučni mjerač protoka (UFM). U kombinaciji s izmjenjivačem topline postavljenim ispred, CFV ili PDP funkcionirat će i kao pasivni regulatori protoka održavanjem temperature razrijeđenog ispušnog plina konstantnom u sustavu CVS-a;

(b) za sustav razrjeđivanja djelomičnog protoka (PFD) može se upotrebljavati kombinacija bilo kojeg mjerača protoka s bilo kojim sustavom aktivne regulacije protoka kako bi se održavalo proporcionalno uzorkovanje sastojaka ispušnog plina. Ukupni protokom razrijeđenog ispušnog plina ili protok odnosno protoke uzorka ili kombinaciju tih regulacija protoka može se regulirati kako bi se održalo proporcionalno uzorkovanje.

Za svaki drugi sustav razrjeđivanja mogu se upotrebljavati element laminarnog protoka, ultrazvučni mjerač protoka, podzvučna Venturijeva cijev, CFV ili više paralelno postavljenih CFV-a, volumetrički mjerač, mjerač termalne mase, Pitotova cijev za izračunavanje srednje vrijednosti ili anemometar sa zagrijanom žicom.

9.4.5.4.3. Hlađenje ispušnog plina

Razrijeđeni ispušni plin iza razrijeđenog mjerača protoka može se hladiti ako se poštuju sljedeće odredbe:

(a) PM se ne smije uzorkovati iza hlađenja;

(b) ako se zbog hlađenja temperature ispušnog plina iznad 475 K (202 °C) smanje na ispod 453 K (180 °C), HC se ne smije uzorkovati iza hlađenja;

(c) ako hlađenje prouzroči kondenzaciju vode, $NO_x$ ne smije se uzorkovati iza hlađenja osim ako rashladnik ne zadovolji na verifikaciji učinka iz točke 8.1.11.4.;

(d) ako hlađenje prouzroči kondenzaciju vode prije negoli protok dođe do mjerača protoka, točka rosišta $T_{dew}$i tlak $p_{total}$ mjere se na ulazu mjerača protoka. Te se vrijednosti upotrebljavaju u izračunima emisije u skladu s Prilogom VII.

9.4.5.5. Mjerač protoka uzorka za skupno uzorkovanje

Mjerač protoka uzorka upotrebljava se za utvrđivanje brzina protoka uzorka ili ukupnog protoka uzorkovanog u sustavu za skupnog uzorkovanje u ispitnom intervalu. Razlika između dvaju mjerača protoka može se upotrebljavati za računanje protoka uzorka u tunel za razrjeđivanje npr. za mjerenja PM-a razrijeđenog djelomičnog protoka i mjerenje PM-a u sekundarnom razrijeđenom protoku. Specifikacije za mjerenje diferencijalnog protoka radi izdvajanja proporcionalnog uzorka nerazrijeđenog ispušnog plina navedene su u točki 8.1.8.6.1., a umjeravanje mjerenja diferencijalnog protoka dano je u točki 8.1.8.6.2.

Cjelokupni sustav za mjerač protoka uzorka mora ispunjavati zahtjeve umjeravanja iz točke 8.1.8.

▼B

9.4.5.6. Razdjelnik plina

Razdjelnik plina može se upotrebljavati za spajanje umjernih plinova.

Mora se upotrebljavati razdjelnik plina koji spaja plinove prema specifikacijama iz točke 9.5.1. i koncentracijama koje se očekuju za vrijeme ispitivanja. Mogu se upotrebljavati razdjelnici plina s kritičnim protokom, s kapilarnom cijevi ili s mjeračem termalne mase. Prema potrebi primjenjuju se korekcije viskoznosti (ako se ne rade internim softverom razdjelnika plina) kako bi se na odgovarajući način osigurala pravilna podjela plina. Sustav razdjelnika plina mora proći verifikaciju linearnosti iz točke 8.1.4.5. Opcionalno, uređaj za miješanje može se provjeriti instrumentom koji je po prirodi linearan, npr. upotrebom plina NO s CLD-om. Rasponska vrijednost instrumenta prilagođava se rasponskim plinom izravno povezanim s instrumentom. Razdjelnik plina provjerava se pri korištenim postavkama, a nazivna vrijednost uspoređuje se s izmjerenom koncentracijom instrumenta.

9.4.6. Mjerenja CO i $CO_2$

Za mjerenje koncentracija CO i $CO_2$ u nerazrijeđenom ili razrijeđenom ispušnom plinu pri skupnom ili kontinuiranom uzorkovanju mora se upotrebljavati nedisperzivni infracrveni (NDIR) analizator.

▼M2

Sustav temeljen na NDIR-u mora ispunjavati zahtjeve u pogledu umjeravanja i verifikacije iz točke 8.1.9.1. ili 8.1.9.2., prema potrebi.

▼B

9.4.7. Mjerenja ugljikovodika

9.4.7.1. Plamenoionizacijski detektor (FID)

9.4.7.1.1. Primjena

Za mjerenje koncentracija ugljikovodika u nerazrijeđenom ili razrijeđenom ispušnom plinu za skupno ili kontinuirano uzorkovanje upotrebljava se zagrijani FID. Koncentracije ugljikovodika određuju se na bazi broja ugljika od jedan, $C_1$. Zagrijani analizatori FID-a moraju održavati temeperaturu svih površina koje su izložene emisijama od 464 ± 11 K (191 ± 11 °C). Opcionalno, za motore na LPG i prirodni plin te motore s paljenjem električnom iskrom analizator ugljikovodika može pripadati tipu nezagrijanog FID-a.

9.4.7.1.2. Zahtjevi za sastavne dijelove

Sustav temeljen na FID-u za mjerenje THC-a mora zadovoljavati na svim verifikacijama za mjerenje ugljikovodika iz točke 8.1.10.

9.4.7.1.3. Gorivo FID-a i zrak plamenika

Gorivo FID-a i zraka plamenika moraju zadovoljavati specifikacije iz točke 9.5.1. Gorivo FID-a i zrak plamenika ne smiju se miješati prije ulaska u analizator FID-a kako bi se osiguralo da analizator FID-a djeluje s difuzijskim plamenom, a ne prethodno izmiješanim plamenom.

9.4.7.1.4. Rezervirano

9.4.7.1.5. Rezervirano

9.4.7.2. Rezervirano

9.4.8. Mjerenja $NO_x$

▼B

Za mjerenje $NO_x$ određena su dva mjerna instrumenta, a svaki se instrument može upotrebljavati ako ispunjava kriterije navedene u točki 9.4.8.1., odnosno 9.4.8.2. Kao referentni postupak za usporedbu sa svakim predloženim alternativnim postupkom prema točki 5.1.1. upotrebljava se kemiluminiscentni detektor.

9.4.8.1. Kemiluminiscentni detektor

9.4.8.1.1. Primjena

Kemiluminiscentni detektor (CLD) u paru s pretvaračem $NO_2$ u NO upotrebljava se za mjerenje koncentracije $NO_x$ u nerazrijeđenom ili razrijeđenom ispušnom plinu pri skupnom ili kontinuiranom uzorkovanju.

9.4.8.1.2. Zahtjevi za sastavne dijelove

Sustav temeljen na CLD-u mora zadovoljiti na verifikaciji gušenja iz točke 8.1.11.1. Može se upotrebljavati zagrijani ili nezagrijani CLD, a i CLD koji funkcionira pri atmosferskom tlaku i pod vakuumom.

9.4.8.1.3. Pretvarač $NO_2$ u NO

Unutarnji ili vanjski pretvarač $NO_2$ u NO koji zadovoljava na verifikaciji iz točke 8.1.11.5. postavlja se iza CLD-a, a izvodi se s premosnicom kako bi se olakšala ta verifikacija.

9.4.8.1.4. Učinci vlažnosti

Sve temperature CLD-a moraju se održavati kako bi se spriječila kondenzacija vode. Za uklanjanje vlažnosti iz uzorka iza CLD-a upotrebljava se jedna od sljedećih konfiguracija:

(a) CLD spojen iza uređaja za sušenje ili rashladnika koji je iza pretvarača $NO_2$ u NO koji prolazi verifikaciju iz točke 8.1.11.5.;

(b) CLD spojen iza uređaja za sušenje ili toplinskog rashladnika koji prolazi verifikaciju iz točke 8.1.11.4.

9.4.8.1.5. Vrijeme odziva

Za poboljšanje vremena odziva CLD-a može se upotrebljavati zagrijani CLD.

9.4.8.2. Nedisperzivni ultraljubičasti analizator

9.4.8.2.1. Primjena

Nedisperzivni ultraljubičasti (NDUV) analizator upotrebljava se za mjerenje koncentracije $NO_x$ u nerazrijeđenom ili razrijeđenom ispušnom plinu pri skupnom ili kontinuiranom uzorkovanju.

9.4.8.2.2. Zahtjevi za sastavne dijelove

Sustav temeljen na NDUV-u mora zadovoljavati na verifikaciji iz točke 8.1.11.3.

9.4.8.2.3. Pretvarač $NO_2$ u NO

Ako NDUV analizator mjeri samo NO, unutarnji ili vanjski pretvarač $NO_2$ u NO koji zadovoljava na verifikaciji iz točke 8.1.11.5. postavlja se iza NDUV analizatora. Pretvarač se izvodi s premosnicom kako bi se olakšala ta verifikacija.

▼B

9.4.8.2.4. Učinci vlažnosti

Temperatura NDUV-a mora se održavati kako bi se spriječila kondenzacija vode, osim ako se ne upotrebljava jedna od sljedećih konfiguracija:

(a) NDUV spojen iza uređaja za sušenje ili rashladnika koji je iza pretvarača $NO_2$ u NO koji zadovoljava na verifikaciji iz točke 8.1.11.5.;

(b) NDUV spojen iza svakog uređaja za sušenje ili toplinskog rashladnika koji zadovoljava na verifikaciji iz točke 8.1.11.4.

9.4.9. Mjerenja $O_2$

Za mjerenje koncentracije $O_2$ u nerazrijeđenom ili razrijeđenom ispušnom plinu pri skupnom ili kontinuiranom uzorkovanju upotrebljava se analizator s paramagnetskom detekcijom (PMD) ili magnetskopneumatska detekcija (MPD).

9.4.10. Mjerenja omjera zraka i goriva

Za mjerenje omjera zraka i goriva u nerazrijeđenom ispušnom plinu za kontinuirano uzorkovanje upotrebljava se cirkonski ($ZrO_2$) analizator. Za izračun brzine protoka ispušnih plinova u skladu s Prilogom VII. mogu se upotrebljavati mjerenja $O_2$ s mjerenjima ulaznog zraka ili protoka goriva.

9.4.11. Mjerenja PM-a gravimetrijskom vagom

Za vaganje neto PM-a skupljenog na filtarskom mediju za uzorkovanje mora se upotrebljavati vaga.

Razlučivost vage najmanje mora biti jednaka ili manja od ponovljivosti od 0,5 mikrograma preporučene u tablici 6.8. Ako vaga ima interne umjerne utege za rutinsko rasponsko umjeravanje i verifikacije linearnosti, umjerni utezi moraju odgovarati specifikacijama iz točke 9.5.2.

Vaga se na mjestu na kojem je postavljena mora na optimalno vrijeme taloženja i stabilnost.

9.4.12. Mjerenja amonijaka ($NH_3$)

▼M2

Fourierov transformacijski infracrveni analizator (FTIR), NDUV ili laserski infracrveni analizator mogu se upotrebljavati u skladu s Dodatkom 4.

▼B

9.5. Analitički plinovi i etaloni mase

9.5.1. Analitički plinovi

Analitički plinovi moraju odgovarati specifikacijama točnosti i čistoće iz ovog odjeljka.

9.5.1.1. Specifikacije plina

U obzir se moraju uzimati sljedeće specifikacije plina:

(a) pročišćeni plinovi upotrebljavaju se za spajanje s umjernim plinovima i prilagođavanje mjernih instrumenata tako da se nultim umjernim etalonom dobije nulti odziv. Upotrebljavaju se plinovi s kontaminacijom koja nije veća od najveće od sljedećih vrijednosti u plinskoj boci ili na izlazu generatora nultog plina:

▼M2

i. 2 % kontaminacije, izmjerene u odnosu na srednju očekivanu koncentraciju na graničnoj vrijednosti emisija. Na primjer, ako se očekuje koncentracija CO od 100,0 μmol/mol, tada bi bilo dopušteno upotrebljavati nulti plin koji ima kontaminaciju s CO od najviše 2 000 μmol/mol;

▼B

ii. kontaminacije određene u tablici 6.9., primjenjive za mjerenja nerazrijeđenog ili razrijeđenog protoka;

iii. kontaminacije određene u tablici 6.10., primjenjive za mjerenja nerazrijeđenog protoka;

*Tablica 6.9.*

**Granične vrijednosti kontaminacije primjenjive za mjerenja nerazrijeđenog ili razrijeđenog protoka [μmol/mol = ppm]**

| Sastojak | Pročišćeni sintetski zrak (a) | Pročišćeni $N_2$ (a) |
|---|---|---|
| THC (ekvivalent $C_1$) | ≤ 0,05 μmol/mol | ≤ 0,05 μmol/mol |
| CO | ≤ 1 μmol/mol | ≤ 1 μmol/mol |
| ▼M2 $CO_2$ | ≤ 10 μmol/mol | ≤ 10 μmol/mol |
| ▼B $O_2$ | 0,205 do 0,215 mol/mol | ≤ 2 μmol/mol |
| $NO_x$ | ≤ 0,02 μmol/mol | ≤ 0,02 μmol/mol |

(a) Te razine čistoće ne moraju biti međunarodno i/ili nacionalno priznati sljedivi standardi.

*Tablica 6.10.*

**Granične vrijednosti kontaminacije primjenjive za mjerenja nerazrijeđenog protoka [μmol/mol = ppm]**

| Sastojak | Pročišćeni sintetski zrak (a) | Pročišćeni $N_2$ (a) |
|---|---|---|
| THC (ekvivalent $C_1$) | ≤ 1 μmol/mol | ≤ 1 μmol/mol |
| CO | ≤ 1 μmol/mol | ≤ 1 μmol/mol |
| $CO_2$ | ≤ 400 μmol/mol | ≤ 400 μmol/mol |
| $O_2$ | 0,18 do 0,21 mol/mol | — |
| $NO_x$ | ≤ 0,1 μmol/mol | ≤ 0,1 μmol/mol |

(a) Te razine čistoće ne moraju biti međunarodno i/ili nacionalno priznati sljedivi etaloni.

(b) s analizatorom FID-a moraju se upotrebljavati sljedeći plinovi:

i. gorivo FID-a upotrebljava se s koncentracijom $H_2$ (0,39 do 0,41) mol/mol, ostatak He ili $N_2$. Smjesa ne smije sadržavati više od 0,05 μmol/mol THC;

▼B

ii. zrak plamenika FID-a mora odgovarati specifikacijama pročišćenog zraka iz stavka (a) ove točke;

iii. nulti plin za FID. FID-ovi se nulto umjeravaju pročišćenim plinom koji odgovara specifikacijama iz stavka (a) ove točke, ali koncentracija pročišćenog plina $O_2$ može biti bilo koja vrijednost;

iv. rasponski plin za FID. THC FID rasponski se i nulto umjerava rasponskim koncentracijama propana $C_3H_8$. Umjerava se na bazi broja ugljika od jedan ($C_1$);

v. rezervirano;

(c) upotrebljavaju se sljedeće smjese plinova, pri čemu su plinovi sljedivi unutar ± 1,0 % stvarne vrijednosti priznatih međunarodnih i/ili nacionalnih etalona ili drugih odobrenih etalona plinova:

▼M2

i. $CH_4$, ostatak pročišćeni sintetski zrak i/ili $N_2$ (kako je primjenjivo);

▼B

ii. rezervirano;

iii. $C_3H_8$, ostatak pročišćeni sintetski zrak i/ili $N_2$ (kako je primjenjivo);

iv. CO, ostatak pročišćeni $N_2$,

v. $CO_2$, ostatak pročišćeni $N_2$;

vi. NO, ostatak pročišćeni $N_2$;

vii. $NO_2$, ostatak pročišćeni sintetski zrak;

viii. $O_2$, ostatak pročišćeni $N_2$;

ix. $C_3H_8$, CO, $CO_2$, NO, ostatak pročišćeni $N_2$;

x. $C_3H_8$, $CH_4$, CO, $CO_2$, NO, ostatak pročišćeni $N_2$;

(d) mogu se upotrebljavati plinovi za druge vrste osim onih navedenih u stavku (c) ove točke (kao što su metanol u zraku, koji se može upotrebljavati za određivanje faktora odziva) ako su sljedivi do unutar ± 3,0 % stvarne vrijednosti međunarodnih i/ili nacionalnih etalona i ako su ispunjeni zahtjevi u pogledu stabilnosti navedeni u točki 9.5.1.2.;

(e) vlastiti umjerni plinovi mogu se generirati preciznim uređajem za spajanje, poput razdjelnika plina, u svrhu razrjeđivanja plinova s pročišćenim $N_2$ ili pročišćenim sintetskim zrakom. Ako razdjelnici plinova odgovaraju specifikacijama iz točke 9.4.5.6., a plinovi koji se spajaju ispunjavaju zahtjeve navedene u stavcima (a) i (c) ove točke, smatra se da krajnje smjese ispunjavaju zahtjeve iz ove točke 9.5.1.1.

9.5.1.2. Koncentracija i rok trajanja

Bilježe se koncentracija etalona svakog umjernog plina i njegov rok trajanja koji navede dobavljač plina.

(a) Ni jedan etalon umjernog plina ne smije se upotrebljavati nakon što mu istekne rok trajanja, osim u slučajevima navedenima u stavku (b) ove točke.

▼M2

(b) Uz prethodno odobrenje homologacijskog tijela mjerni se plinovi mogu ponovno označiti i upotrijebiti nakon isteka roka trajanja.

▼B

9.5.1.3. Prijenos plinova

Plinovi se iz svojeg izvora do analizatora moraju prenositi sastavnim dijelovima koji su predviđeni za kontrolu i prijenos isključivo tih plinova.

▼M2

_____

▼B

9.5.2. Etaloni za masu

Upotrebljavaju se umjerni utezi za PM vagu koji su certificirani kao međunarodni i/ili nacionalni etaloni sljedivi unutar 0,1 % nesigurnosti. Umjerne utege može certificirati bilo koji umjerni laboratorij koji može osigurati sljedivost do priznatih međunarodnih i/ili nacionalnih etalona. Mora se osigurati da najlakši umjerni uteg nema masu veću od desetorostruke mase neiskorištenog medija za uzorkovanje PM-a. U izvještaju o umjeravanju mora biti navedena gustoća utega.

▼B

*Dodatak 1.*

**Oprema za mjerenje emisija broja čestica**

1. **Postupak mjernog ispitivanja**

1.1. Uzorkovanje

Emisije broja čestica mjere se kontinuiranim uzorkovanjem iz sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka, kako je opisano u točki 9.2.3. ovog Priloga, ili iz sustava za razrjeđivanje punog protoka, kako je opisano u točki 9.2.2. ovog Priloga.

1.1.1. Filtracija razrjeđivača

Razrjeđivač koji se upotrebljava za primarno i, ako je primjenjivo, sekundarno razrjeđivanje ispušnog plina u sustavu za razrjeđivanje mora proći kroz filtre koji ispunjavaju zahtjeve za HEPA filtre iz članka 2. stavka 23. Opcionalno se razrjeđivač može propustiti kroz filtar s aktivnim ugljenom prije prolaska kroz HEPA filtar kako bi se smanjile i stabilizirale koncentracije ugljikovodika u razrjeđivaču. Preporučuje se smjestiti dodatni filtar krupnih čestica ispred HEPA filtra i iza filtra s aktivnim ugljenom, ako se upotrebljava.

1.2. Kompenzacija za protoka uzorka za broj čestica – sustavi za razrjeđivanje punog protoka

Izdvojeni maseni protok (filtrirani) vraća se u sustav za razrjeđivanje radi kompenzacije za maseni protok izdvojen iz sustava za razrjeđivanje za uzorkovanje broja čestica. Osim toga, ukupan maseni protok u sustavu za razrjeđivanje može se matematički ispraviti za izdvojeni protok uzorka broja čestica. Ako ukupni maseni protok izdvojen iz sustava za razrjeđivanje za zbroj uzorkovanja broja čestica i uzorkovanja mase čestica iznosi manje od 0,5 % ukupnog protoka razrijeđenog ispušnog plina u tunelu za razrjeđivanje (med), ovaj se ispravak, ili povrat protoka, može zanemariti.

1.3. Kompenzacija protoka uzroka broja čestica – sustavi za razrjeđivanje djelomičnog protoka

1.3.1. Za sustave za razrjeđivanje djelomičnog protoka maseni protok izdvojen iz sustava za razrjeđivanje za uzorkovanje broja čestica nadoknađuje se kontroliranjem proporcionalnosti uzorkovanja. To se može postići uvođenjem protoka uzorka broja čestica natrag u sustav za razrjeđivanje iza uređaja za mjerenje protoka ili matematičkim ispravkom navedenim u točki 1.3.2. U slučaju sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka (tipa ukupnog uzorkovanja) za maseni protok izdvojen za uzorkovanje broja čestica korigira se i u izračunu mase čestica kako je navedeno u točki 1.3.3.

1.3.2. Trenutačna brzina protoka ispušnog plina u sustav za razrjeđivanje (qmp), koja se upotrebljava za kontrolu proporcionalnosti uzorkovanja, korigira se u skladu s jednom od sljedećih metoda:

(a) ako se izdvojeni protok uzorka broja čestica odbaci, jednadžba (6-20) iz točke 8.1.8.6.1. ovog Priloga zamjenjuje se jendadžbom (6-29):

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} \quad (6\text{-}29)$$

▼B

pri čemu je:

$q_{mdew}$ brzina masenog protoka razrijeđenog ispušnog plina, kg/s,

$q_{mdw}$ brzina masenog protoka zraka za razrjeđivanje, kg/s,

$q_{ex}$ brzina masenog protoka uzorka broja čestica, kg/s.

Signal $q_{ex}$ koji se šalje upravljačkoj jedinici sustava djelomičnog protoka mora u svakom trenutku biti točan unutar ± 0,1 % od $q_{mdew}$ i trebao bi se slati frekvencijom od najmanje 1 Hz;

(b) ako se izdvojeni protok uzorka broja čestica odbaci djelomično ili potpuno, no ekvivalentni protok se uvede natrag u sustav za razrjeđivanje iza uređaja za mjerenje protoka, jednadžba (6-20) iz točke 8.1.8.6.1. ovog Priloga zamjenjuje se jednadžbom (6-30):

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} - q_{sw} \quad (6\text{-}30)$$

pri čemu je:

$q_{mdew}$ brzina masenog protoka razrijeđenog ispušnog plina, kg/s,

$q_{mdw}$ brzina masenog protoka zraka za razrjeđivanje, kg/s,

$q_{ex}$ brzina masenog protoka uzorka broja čestica, kg/s.

$q_{sw}$ brzina masenog protoka koji se uvodi natrag u tunel za razrjeđivanje radi kompenzacije za izdvajanje uzorka broja čestica, kg/s.

Razlika između $q_{ex}$ i $q_{sw}$ koja se šalje upravljačkoj jedinici sustava djelomičnog protoka mora u svakom trenutku biti točna unutar ± 0,1 % od $q_{mdew}$. Signali bi se trebali slati frekvencijom od najmanje 1 Hz.

1.3.3. Korekcija mjerenja PM-a

Ako se protok uzorka broja čestica izdvaja iz sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka (ukupno uzorkovanje), masa čestica ($m_{PM}$) izračunana u točki 2.3.1.1. Priloga VII. ispravlja se kako slijedi kako bi se uzeo u obzir izdvojeni protok. Korekcija je nužna čak i ako se filtrirani izdvojeni protok vraća u sustave za razrjeđivanje djelomičnog protoka, kako je utvrđeno u jednadžbi (6-31).

$$m_{PM,corr} = m_{PM} \times \frac{m_{sed}}{(m_{sed} - m_{ex})} \quad (6\text{-}31)$$

pri čemu je:

$m_{PM}$ masa čestica utvrđena u skladu s točkom 2.3.1.1. Priloga VII:, g/ispitivanje,

$m_{sed}$ ukupna masa razrijeđenih ispušnih plinova koji prođu kroz tunel za razrjeđivanje, kg,

$m_{ex}$ ukupna masa razrijeđenog ispušnog plina izdvojena iz tunela za razrjeđivanje za uzorkovanje broja čestica, kg.

1.3.4. Proporcionalnost uzorkovanja pri razrjeđivanju djelomičnog protoka

►M2 Za mjerenje broja čestica maseni protok ispušnog plina, utvrđen u skladu s bilo kojom metodom opisanom u točkama od 2.1.6.1. do 2.1.6.4. Priloga VII., upotrebljava se kako bi se kontroliralo da sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka izdvaja uzorak proporcionalan masenom protoku ispušnog plina. ◄ Kvaliteta proporcionalnosti provjerava se primjenom regresijske analize između uzorka i protoka ispušnih plinova u skladu s točkom 8.2.1.2. ovog Priloga.

1.3.5. Izračun broja čestica

Utvrđivanje i izračunavanje broja čestica (PN) utvrđeni su u Dodatku 5. Prilogu VII.

▼B

2. **Mjerna oprema**

2.1. Specifikacija

2.1.1. Pregled sustava

2.1.1.1. Sustav za uzorkovanje čestica mora se sastojati od sonde ili točke uzorkovanja kojom se izdvaja uzorak iz homogeno miješanog protoka u sustavu za razrjeđivanje kako je opisano u točkama 9.2.2. ili 9.2.3. ovog Priloga, odvajača hlapljivih čestica (VPR) iza brojača čestica (PNC) i odgovarajućih prijenosnih cijevi.

2.1.1.2. Preporučuje se da se postavi predklasifikator čestica po veličini (npr. ciklon, impaktor itd.) ispred ulaza u VPR. Međutim, sonda za uzorkovanje koja djeluje kao prikladan uređaj za klasifikaciju veličine, kakva je prikazana na slici 6.8., prihvatljiva je alternativa predklasifikatoru čestica po veličini. U slučaju sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka prihvatljivo je upotrijebiti isti predklasifikator za uzorkovanje mase čestica i broja čestica, kojim se izdvaja uzorak broja čestica iz sustava za razrjeđivanje iza preklasifikatora. Druga je mogućnost upotreba odvojenih predklasifikatora, kojima se izdvaja uzorak broja čestica iz sustava za razrjeđivanje ispred preklasifikatora mase čestica.

2.1.2. Opći zahtjevi

2.1.2.1. Točka uzorkovanja čestica mora se nalaziti unutar sustava za razrjeđivanje.

Vrh sonde za uzrokovanje ili točka za uzorkovanje čestica i cijev za prijenos čestica (PTT) zajedno čine sustav za prijenos čestica (PTS). Sustav za prijenos čestica provodi uzorak od tunela za razrjeđivanje do ulaza u VPR. Sustav za prijenos čestica mora ispunjavati uvjete navedene u nastavku.

Ako je riječ o sustavima za razrjeđivanje punog protoka i sustavima za razrjeđivanje djelomičnog protoka koji su tipa djelomičnog uzorkovanja (kako je opisano u točki 9.2.3. ovog Priloga), sonda za uzrokovanje mora biti instalirana u blizini simetrale tunela, od 10 do 20 promjera tunela iza ulaza plina, okrenuta prema toku plina u tunelu tako da joj je os na vrhu paralelna osi tunela za razrjeđivanje. Sonda za uzorkovanje mora biti postavljena unutar trakta za razrjeđivanje tako da se uzorak uzima iz homogene smjese razrjeđivač/ispušni plin.

Ako je riječ o sustavima za razrjeđivanje djelomičnog protoka tipa ukupnog uzorkovanja (kako je opisano u točki 9.2.3. ovog Priloga), točka uzorkovanja čestica ili sonda za uzorkovanje mora biti u cijevi za prijenos čestica ispred držača filtra čestica, uređaja za mjerenje protoka i bilo koje točke račvanja/zaobilaženja uzorka. Točka ili sonda za uzorkovanje mora biti postavljena tako da se uzorak uzima iz homogene smjese razrjeđivač/ispuh. Dimenzije sonde za uzorkovanje čestica trebale bi biti takve da ne ometaju rad sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka.

Uzorak plina izvučen kroz sustav za prijenos čestica mora ispunjavati sljedeće uvjete:

(a) ako je riječ o sustavu za razrjeđivanje punog protoka, mora imati Reynoldsov broj (Re) < 1 700;

(b) ako je riječ o sustavu za razrjeđivanje djelomičnog protoka, mora imati Reynoldsov broj (Re) < 1 700 u cijevi za prijenos čestica, tj. iza sonde ili točke za uzorkovanje;

▼B

(c) mora imati vrijeme zadržavanja u sustavu za prijenos čestica ≤ 3 sekunde.

(d) bilo koja druga konfiguracija sustava za prijenos čestica za koju se može dokazati ekvivalentno prodiranje čestica pri 30 nm smatrat će se prihvatljivom.

(e) izlazna cijev (OT) koja odvodi razrijeđeni uzorak iz VPR-a prema ulazu brojača čestica (PNC) mora imati sljedeća svojstva:

(f) unutarnji promjer ≥ 4 mm;

(g) protok uzorka plina kroz izlaznu cijev (OT) mora imati vrijeme zadržavanja ≤ 0,8 sekunde;

(h) prihvatljivom će se smatrati i bilo koja druga konfiguracija sustava za prijenos čestica za koju se može dokazati ekvivalentno prodiranje čestica pri 30 nm.

2.1.2.2. VPR mora obuhvaćati uređaje za razrjeđivanje uzorka i za odvajanje hlapljivih čestica.

2.1.2.3. Svi dijelovi sustava za razrjeđivanje i sustava za uzorkovanje od ispušne cijevi do brojača čestica koji su u dodiru s nerazrijeđenim i razrijeđenim ispušnim plinom moraju biti konstruirani tako da smanje taloženje čestica na najmanju mjeru. Svi dijelovi moraju biti izrađeni od električno vodljivih materijala koji ne reagiraju s komponentama ispušnog plina te moraju biti električki uzemljeni kako bi se spriječili elektrostatički učinci.

2.1.2.4. Sustav za uzorkovanje čestica mora uključivati dobru praksu uzorkovanja aerosola koja obuhvaća izbjegavanje oštrih lukova i naglih promjena presjeka, upotrebu glatkih unutarnjih površina i smanjivanje duljinu linije za uzorkovanje na najkraću mjeru. Dopuštaju se postupne promjene presjeka.

2.1.3. Posebni zahtjevi

2.1.3.1. Uzorak čestica ne smije proći kroz pumpu prije nego što prođe kroz brojač čestica.

2.1.3.2. Preporučuje se predklasifikator uzorka.

2.1.3.3. Jedinica za pretkondicioniranje uzorka mora:

2.1.3.3.1. moći razrijediti uzorak u jednoj fazi ili više njih da se dobije brojčana koncentracija čestica ispod gornjeg praga brojača čestica u načinu rada brojanja pojedinačne čestice i temperature plina ispod 308 K (35 °C) na ulazu u brojač čestica;

2.1.3.3.2. imati inicijalnu grijanu fazu razrjeđivanja koja na izlazu daje uzorak temperature ≥ 423 K (150 °C) i ≤ 673 K (400 °C) i razrjeđuje s faktorom od najmanje 10;

2.1.3.3.3. ►**M2** regulira grijane faze na stalne nazivne radne temperature unutar raspona iz točke 2.1.3.3.2. uz dopušteno odstupanje od ± 10 K (± 10 °C); ◄

2.1.3.3.4. za VPR u cjelini postići faktor smanjenja koncentracije čestica ($f_r$ ($d_i$)), kako je određen u točki 2.2.2.2., za čestice promjera električne mobilnosti od 30 nm i 50 nm koji nije veći od 30 % odnosno 20 % i najviše je 5 % manji od onoga za čestice promjera električne mobilnosti 100 nm;

▼B

2.1.3.3.5. postići i > 99,0 % isparavanja 30-nm čestica tetrakontana ($CH_3(CH_2)_{38}CH_3$) ulazne koncentracije ≥ 10 000 $cm^{-3}$ grijanjem i smanjenjem parcijalnih tlakova tetrakontana.

2.1.3.4. Brojač čestica mora:

2.1.3.4.1. raditi u uvjetima punog protoka;

2.1.3.4.2. imati točnost brojanja ± 10 % u područje 1 $cm^{-3}$ do gornjeg praga brojača u načinu rada brojanja pojedinačne čestice u odnosu na sljedivi standard. Na koncentracijama ispod 100 $cm^{-3}$ mogu se zahtijevati mjerenja uprosječena u duljem razdoblju uzorkovanja da se točnost brojača čestica dokaže s visokom statističkom pouzdanošću;

2.1.3.4.3. imati mogućnost očitavanja najmanje 0,1 čestica po $cm^{-3}$ pri koncentracijama ispod 100 $cm^{-3}$;

2.1.3.4.4. imati linearan odziv na koncentracije čestica u cijelom mjernom području u načinu rada brojanja pojedinačne čestice;

2.1.3.4.5. imati frekvenciju dojave podataka od najmanje 0,5 Hz;

2.1.3.4.6. imati vrijeme odziva u cijelom mjerenom rasponu koncentracija manje od 5 s;

2.1.3.4.7. imati funkciju korigiranja koincidencije do najviše 10 % korekcije i mogućnost upotrebe internog umjernog faktora, kako je određeno u točki 2.2.1.3., ali ne smije upotrebljavati ni jedan drugi algoritam za korigiranje ili definiranje učinkovitosti brojanja;

2.1.3.4.8. imati učinkovitost brojanja čestica s promjerom električne mobilnosti od 23 nm (± 1 nm) i 41 nm (± 1 nm) od 50 % (± 12 %) odnosno > 90 %. Te se učinkovitosti brojanja mogu postići internim (npr. kontrolom konstrukcije instrumenta) ili vanjskim (npr. veličina predklasifikacije) sredstvima;

2.1.3.4.9. Ako brojač čestica upotrebljava radnu tekućinu, mora je se mijenjati frekvencijom koju navede proizvođač instrumenta.

2.1.3.5. Kad se ne održavaju na poznatoj konstantnoj razini na mjestu regulacije protoka brojača čestica, tlak i/ili temperatura na ulazu u brojač čestica moraju se mjeriti i navoditi radi korigiranja mjerenja koncentracije čestica za standardne uvjete.

2.1.3.6. Zbroj vremena zadržavanja u sustavu za prijenos čestica, odvajaču hlapljivih čestica ili izlaznoj cijevi i vremena odziva brojača čestica ne smije biti veći od 20 sekundi.

2.1.3.7. Vrijeme transformacije cjelokupnog sustava za uzorkovanje broja čestica (PTS, VPR, OT i PNC) utvrđuje se prespajanjem aerosola neposredno na ulazu PTS-a. Prespajanje aerosola mora se izvesti u manje od 0,1 sekunde. Aerosol koji se upotrebljava za ispitivanje mora prouzročiti promjenu koncentracije od najmanje 60 % cijele ljestvice (FS).

Bilježi se slijed koncentracije. Za vremensko usklađivanje signala brojčane koncentracije čestica i signala protoka ispušnih plinova, vrijeme transformacije definira se kao vrijeme od promjene ($t_0$) do trenutka kad je odziv 50 % završnog očitanja ($t_{50}$).

▼B

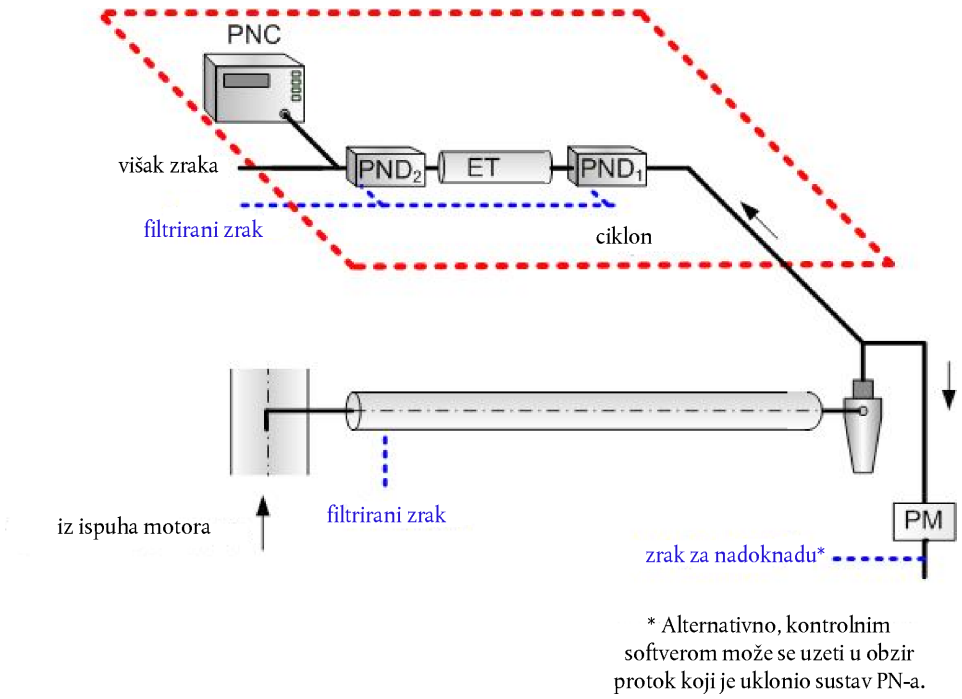
2.1.4. Opis preporučenog sustava

Ova točka sadržava preporučenu praksu za mjerenje broja čestica. Međutim, prihvatljiv je bilo koji sustav koji odgovara specifikacijama učinkovitosti iz točaka 2.1.2. i 2.1.3.

Slike 6.9. i 6.10. shematski su prikazi preporučenih konfiguracija sustava za uzorkovanje čestica za sustave za razrjeđivanje djelomičnog odnosno punog protoka.

*Slika 6.9.*

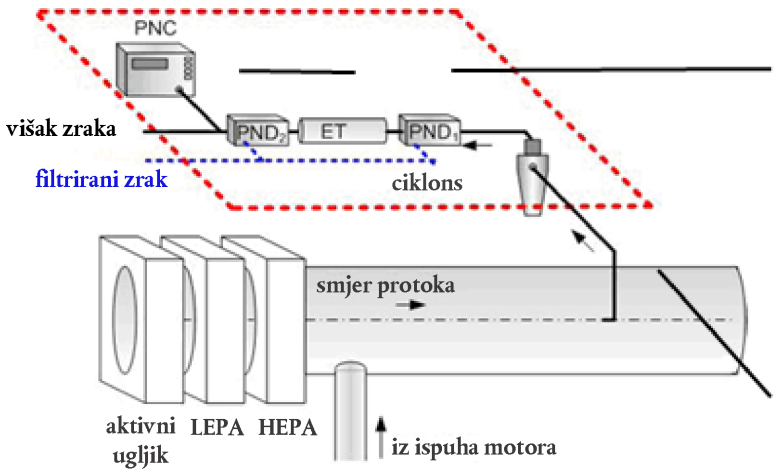
**Shematski prikaz preporučenog sustava za uzorkovanje čestica – uzorkovanje iz djelomičnog protoka**




▼M2

*Slika 6.10.*

**Shematski prikaz preporučenog sustava za uzorkovanje čestica – uzorkovanje iz punog protoka**



▼B

2.1.4.1. Opis sustava za uzorkovanje

Sustav za uzorkovanje čestica mora se sastojati od vrha sonde za uzorkovanje ili točke uzorkovanja čestica u sustavu za razrjeđivanje, cijevi za prijenos čestica (PTT), predklasifikatora čestica (PCF) i odvajača hlapljivih čestica (VPR) ispred jedinice za mjerenje brojčane koncentracije čestica (PNC). VPR mora obuhvaćati uređaje za razrjeđivanje uzorka (razrjeđivači broja čestica: $PND_1$ i $PND_2$) i isparavanje čestica (cijev za isparavanje, ET). Sonda za uzorkovanje ili točka uzorkovanja za protok ispitnog plina mora biti tako postavljena unutar trakta za razrjeđivanje da se može uzeti reprezentativan uzorak protoka plina iz homogene smjese razrjeđivač/ispušni plin. Zbroj vremena zadržavanja u sustavu i vremena odziva brojača čestica ne smije biti veći od 20 sekundi.

2.1.4.2. Sustav za prijenos čestica

Vrh sonde za uzrokovanje ili točka za uzorkovanje čestica i cijev za prijenos čestica (PTT) zajedno čine sustav za prijenos čestica. Sustav za prijenos čestica provodi uzorak od tunela za razrjeđivanje do prvog razrjeđivača broja čestica. Sustav za prijenos čestica mora ispunjavati uvjete navedene u nastavku.

Ako je riječ o sustavima za razrjeđivanje punog protoka i sustavima za razrjeđivanje djelomičnog protoka koji su tipa djelomičnog uzorkovanja (kako je opisano u točki 9.2.3. ovog Priloga), sonda za uzrokovanje mora se instalirati u blizini simetrale tunela, od 10 do 20 promjera tunela iza ulaza plina, okrenuta prema toku plina u tunelu tako da joj je os na vrhu paralelna osi tunela za razrjeđivanje. Sonda za uzorkovanje mora biti postavljena unutar trakta za razrjeđivanje tako da se uzorak uzima iz homogene smjese razrjeđivač/ispušni plin.

Ako je riječ o sustavima za razrjeđivanje djelomičnog protoka tipa ukupnog uzorkovanja (kako je opisano u točki 9.2.3. ovog Priloga), točka za uzorkovanje čestica mora se nalaziti u cijevi za prijenos čestica, ispred držača filtra čestica, uređaja za mjerenje protoka i bilo koje točke račvanja/zaobilaženja uzorka. Točka ili sonda za uzorkovanje mora biti postavljena tako da se uzorak uzima iz homogene smjese razrjeđivač/ispuh.

Uzorak plina izvučen kroz sustav za prijenos čestica mora ispunjavati sljedeće uvjete:

mora imati Reynoldsov broj (Re) < 1 700;

mora imati vrijeme zadržavanja u sustavu za prijenos čestica ≤ 3 sekunde.

Prihvatljivom će se smatrati i bilo koja druga konfiguracija uzorkovanja za sustav za prijenos čestica za koju se može dokazati ekvivalentno prodiranje čestica promjera električne mobilnosti od 30 nm.

Izlazna cijev koja odvodi razrijeđeni uzorak iz VPR-a u ulaz brojača čestica mora imati sljedeća svojstva:

unutarnji promjer ≥ 4 mm;

protok uzorka plina kroz izlaznu cijev mora imati vrijeme zadržavanja ≤ 0,8 sekunde.

▼B

Prihvatljivom će se smatrati i bilo koja druga konfiguracija uzorkovanja za izlaznu cijev za koju se može dokazati ekvivalentno prodiranje čestica promjera električne mobilnosti 30 nm.

2.1.4.3. Predklasifikator čestica

Preporučeni predklasifikator čestica mora biti postavljen ispred VPR-a. Promjer čestica za 50-postotnu graničnu točku predklasifikatora mora biti između 2,5 μm i 10 μm pri volumetrijskoj brzini protoka odabranoj za uzorkovanje emisija broja čestica. Pri volumetrijskoj brzini protoka odabranoj za uzorkovanje emisija broja čestica predklasifikator mora omogućiti da najmanje 99 % masene koncentracije čestica od 1 μm što uđe u predklasifikator prođe kroz njegov izlaz. U slučaju sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka prihvatljivo je upotrijebiti isti predklasifikator za uzorkovanje mase čestica i broja čestica, kojim se izdvaja uzorak broja čestica iz sustava za razrjeđivanje iza preklasifikatora. Druga je mogućnost upotreba odvojenih predklasifikatora, kojima se izdvaja uzorak broja čestica iz sustava za razrjeđivanje ispred predklasifikatora mase čestica.

2.1.4.4. Odvajač hlapljivih čestica (VPR)

VPR mora se sastojati od jednog razrjeđivača broja čestica ($PND_1$), cijevi za isparavanje i drugog razrjeđivača broja čestica ($PND_2$) povezanih serijski. To razrjeđivanje služi da se brojčana koncentracija uzorka koji ulazi u jedinicu za mjerenje brojčane koncentracije čestica smanji ispod praga brojača čestica kad radi u načinu brojanja pojedinačne čestice i da se suzbije nukleacija unutar uzorka. VPR mora pokazivati jesu li razrjeđivač broja čestica $PND_1$ i cijev za isparavanje na pravilnim radnim temperaturama.

VPR mora postići i > 99,0 % isparavanja 30-nm čestica tetrakontana ($CH_3$ $(CH_2)_{38}CH_3$) ulazne koncentracije ≥ 10000 $cm^{-3}$ grijanjem i smanjenjem parcijalnih tlakova tetrakontana. Uz to, mora, za VPR u cjelini, postići faktor smanjenja koncentracije čestica ($f_r$) za čestice promjera električne mobilnosti od 30 nm i 50 nm, koji nije veći od 30 % odnosno 20 % i najviše je 5 % manji od onoga za čestice promjera električne mobilnosti od 100 nm.

2.1.4.4.1. Prvi uređaj za razrjeđivanje broja čestica ($PND_1$)

Prvi uređaj za razrjeđivanje broja čestica mora biti posebno projektiran da razrjeđuje brojčanu koncentraciju čestica i radi na temperaturi (stijenke) od 423 K do 673 K (od 150 °C do 400 °C). Zadana vrijednost temperature stijenke mora se održavati na konstantnoj nazivnoj radnoj temperaturi, unutar tog raspona, uz dopušteno odstupanje od ± 10 °C i ne smije prelaziti temperaturu stjenke cijevi za isparavanje (točka 2.1.4.4.2.). Uređaj mora dobivati zrak za razrjeđivanje filtriran HEPA filtrom i mora biti sposoban za faktor razrjeđivanja od 10 do 200 puta.

2.1.4.4.2. Cijev za isparavanje

Temperatura stijenke cijele duljine cijevi za isparavanje (ET) mora se kontrolirati tako da je najmanje jednaka temperaturi stijenke prvog uređaja za razrjeđivanje koncentracije čestica i mora se održavati na stalnoj nazivnoj radnoj temperaturi između 300 °C i 400 °C, uz dopušteno odstupanje od ± 10 °C.

▼B

2.1.4.4.3. Drugi uređaj za razrjeđivanje broja čestica ($PND_2$)

$PND_2$ mora biti posebno projektiran za razrjeđivanje brojčane koncentracije čestica. Uređaj mora dobivati zrak za razrjeđivanje filtriran HEPA filtrom i mora biti sposoban odtržavati jedan faktor razrjeđenja unutar raspona od 10 do 30 puta. Faktor razrjeđenja $PND_2$ mora biti odabran u rasponu od 10 do 15 tako da je brojčana koncentracija čestica iza drugog uređaja ispod gornjeg praga za brojač čestica u načinu rada brojanja pojedinačnih čestica i temperatura plina prije ulaza u brojač čestica < 35 °C.

2.1.4.5. Brojač čestica (PNC)

Brojač čestica mora ispunjavati zahtjeve iz točke 2.1.3.4.

2.2. Umjeravanje/validacija sustava za uzorkovanje čestica ([1])

2.2.1. Umjeravanje brojača čestica

2.2.1.1 Tehnička služba mora osigurati da postoji certifikat o umjeravanju za brojač čestica kojim se dokazuje sukladnost sa sljedivim etalonom unutar 12 mjeseci prije ispitivanja emisija.

2.2.1.2. Nakon svakog većeg održavanja brojač čestica mora se ponovno umjeriti i mora se izdati novi certifikat o umjeravanju.

2.2.1.3. Umjeravanje mora biti sljedivo do standardne metode umjeravanja:

(a) usporedbom odziva brojača čestica koji se umjerava s odzivom umjerenog aerosolnog elektrometra kad se istovremeno uzorkuju elektrostatički klasificirane umjerne čestice; ili

(b) usporedbom odziva brojača čestica koji se umjerava s odzivom drugog brojača čestica koji je bio izravno umjeren gore spomenutom metodom.

Kad je riječ o elektrometru, umjeravanje se mora obaviti pomoću najmanje šest standardnih koncentracija najravnomjernije moguće raspoređenih mjernim područjem brojača čestica. Te će točke obuhvaćati nazivnu nultu točku koncentracije koja se dobiva priključivanjem HEPA filtra najmanje klase H13 prema normi EN 1822:2008 ili ekvivalentnog radnog učinka na ulaz svakog instrumenta. Kad na brojač čestica koji se umjerava nije primijenjen umjerni faktor, izmjerene koncentracije moraju biti unutar ± 10 % standardne koncentracije za svaku upotrijebljenu koncentraciju s iznimkom nulte točke, u protivnom se brojač čestica koji se umjerava mora odbiti. Mora se izračunati i zabilježiti gradijent linearne regresije dvaju nizova podataka. Na brojač čestica koji se umjerava mora se primijeniti umjerni faktor jednak recipročnom gradijentu. Linearnost odziva izračunava se kao kvadrat Pearsonova koeficijenta korelacije ($R^2$) dvaju nizova podataka i mora iznositi najmanje 0,97. Pri izračunavanju gradijenta i $R^2$ linearna regresija mora se usmjeriti kroz ishodište (nulta koncentracija na oba instrumenta).

([1]) Primjeri metoda umjeravanja/validacije dostupni su na adresi: www.unece.org/es/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpfcp

▼B

Kad je riječ o referentnom brojaču čestica, umjeravanje se radi pomoću najmanje šest standardnih koncentracija u cijelom mjernom području brojača čestica. Najmanje tri točke moraju biti na koncentracijama ispod 1 000 $cm^{-3}$, ostale koncentracije moraju biti linearno raspodijeljene između 1 000 $cm^{-3}$ i maksimuma područja brojača kada radi u načinu brojanja pojedinačne čestice. Te će točke obuhvaćati nazivnu nultu točku koncentracije koja se dobiva priključivanjem HEPA filtra najmanje klase H13 prema normi EN 1822:2008 ili ekvivalentnog radnog učinka na ulaz svakog instrumenta. Kad na brojač čestica koji se umjerava nije primijenjen umjerni faktor, izmjerene koncentracije moraju biti unutar ± 10 % standardne koncentracije za svaku upotrijebljenu koncentraciju s iznimkom nulte točke, u protivnom se brojač čestica koji se umjerava mora odbiti. Mora se izračunati i zabilježiti gradijent linearne regresije dvaju nizova podataka. Na brojač čestica koji se umjerava mora se primijeniti umjerni faktor jednak recipročnom gradijentu. Linearnost odziva izračunava se kao kvadrat Pearsonova koeficijenta korelacije ($R^2$) dvaju nizova podataka i mora iznositi najmanje 0,97. Pri izračunavanju gradijenta i $R^2$ linearna regresija mora biti usmjerena kroz ishodište (nulta koncentracija na oba instrumenta).

2.2.1.4. Umjeravanje mora uključivati i provjeru učinkovitosti detekcije brojača čestica s obzirom na zahtjeve iz točke 2.1.3.4.8. s česticama promjera električne mobilnosti od 23 nm. Provjera učinkovitosti brojanja s česticama od 41 nm nije potrebna.

2.2.2. Umjeravanje/validacija VPR-a

2.2.2.1. Umjeravanje faktora smanjenja koncentracije čestica VPR-a u cijelom rasponu postavki razrjeđenja pri fiksnim nazivnim radnim temperaturama instrumenta zahtijeva se za novu jedinicu i nakon većeg održavanja. Zahtjev za periodičnom validacijom faktora smanjenja koncentracije čestica VPR-a ograničen je na provjeru pri jednoj postavki, tipično onoj upotrijebljenoj za mjerenje na necestovnom pokretnom stroju opremljenom filtrom dizelskih čestica. Tehnička služba mora osigurati da postoji umjerni ili validacijski certifikat VPR-a unutar 6 mjeseci prije ispitivanja emisija. Ako VPR ima alarme za praćenje temperature, dopušta se 12-mjesečni validacijski interval.

VPR mora imati karakteristike prikladne za faktor smanjenja koncentracije čestica s krutim česticama promjera električne mobilnosti od 30 nm, 50 nm i 100 nm. Faktori smanjenja koncentracije čestica ($f_r$ ($d$)) za čestice promjera električne mobilnosti 30 nm i 50 nm ne smiju biti veći od 30 % odnosno 20 % i više od 5 % manji od onoga za čestice promjera električne mobilnosti od 100 nm. Za potrebe validacije srednji faktor smanjenja koncentracije čestica mora biti unutar ± 10 % srednjeg faktora smanjenja koncentracije čestica ($\bar{f}_r$) utvrđenog tijekom prvog umjeravanja VPR.

2.2.2.2. Ispitni aerosol za ta mjerenja moraju biti krute čestice promjera električne mobilnosti 30, 50 i 100 nm i minimalna koncentracija od 5 000 čestica po $cm^{-3}$ na ulazu VPR-a. Koncentracija čestica mora se mjeriti ispred i iza sastavnih dijelova.

▼B

Faktor smanjenja koncentracije čestica kod svake veličine čestice ($f_r(d_i)$) mora se izračunati iz jednadžbe (6-32):

$$f_r(d_i) = \frac{N_{in}(d_i)}{N_{out}(d_i)} \quad (6\text{-}32)$$

pri čemu je:

$N_{in}(d_i)$ brojčana koncentracija čestica promjera $d_i$ uz tok (ispred)

$N_{out}(d_i)$ brojčana koncentracija čestica promjera $d_i$ niz tok (iza)

$d_i$ promjer električne mobilnosti čestice (30, 50 ili 100 nm)

$N_{in}(d_i)$ i $N_{out}(d_i)$ moraju se korigirati za iste uvjete.

Srednje smanjenje koncentracije čestica ($\overline{f}_r$) pri danoj postavci razrjeđenja mora se izračunati iz jednadžbe (6-33):

$$\overline{f}_r = \frac{f_r(30nm) + f_r(50nm) + f_r(100nm)}{3} \quad (6\text{-}33)$$

Preporučuje se da se VPR umjerava i validira kao kompletna jedinica.

2.2.2.3. Tehnička služba mora osigurati da postoji validacijski certifikat VPR-a kojim se dokazuje učinkovitost odvajanja hlapljivih čestica unutar 6 mjeseci prije ispitivanja emisija. Ako VPR ima alarme za praćenje temperature, dopušta se 12-mjesečni validacijski interval. Mora se dokazati da VPR odvaja više od 99,0 % čestica tetrakontana ($CH_3$ $(CH_2)_{38}CH_3$) promjer električne mobilnosti od najmanje 30 nm pri ulaznoj koncentraciji $\geq$ 10 000 $cm^{-3}$ kad radi na postavci minimalnog razrjeđenja i na radnoj temperaturi koju je preporučio proizvođač.

2.2.3. Postupci provjere sustava za brojanje čestica

2.2.3.1. Prije svakog ispitivanja brojač čestica mora dati izmjerenu koncentraciju manju od 0,5 čestica po $cm^{-3}$ kad je na ulaz cijelog sustava za uzorkovanje čestica (VPR i PNC) postavljen HEPA filtar klase ne manje od H13 prema normi EN 1822:2008 ili ekvivalentne učinkovitosti.

2.2.3.2. Jedanput u mjesecu umjerenim mjeračem protoka provjerava se da je izmjerena vrijednost protoka u brojač čestica unutar 5 % nazivnog protoka brojača čestica.

2.2.3.3. Svaki dan, nakon primjene HEPA filtra najmanje klase H13 prema normi EN 1822:2008 ili ekvivalentne učinkovitosti na ulaz brojača čestica, brojač čestica mora pokazivati koncentraciju od $\leq$ 0,2 $cm^{-3}$. Nakon uklanjanja tog filtra, brojač čestica mora pokazivati povećanje izmjerene koncentracije na najmanje 100 čestica po $cm^{-3}$ u usporedbi s okolnim zrakom i vratiti se na $\leq$ 0,2 $cm^{-3}$ kad se zamijeni HEPA filtar visoke.

2.2.3.4. Prije početka svakog ispitivanja mora se potvrditi da mjerni sustav pokazuje da je cijev za isparavanje, ako je ugrađena u sustav, postigla pravilnu radnu temperaturu.

2.2.3.5. Prije početka svakog ispitivanja mora se potvrditi da mjerni sustav pokazuje da je uređaj za razrjeđivanje broja čestica $PND_1$ postigao pravilnu radnu temperaturu.

▼B

*Dodatak 2.*

**Instalacijski zahtjevi za opremu i pomoćne uređaje**

| Broj | Oprema i pomoćni uređaji | Ugrađeni za ispitivanje emisije |
|---|---|---|
| 1 | Usisni sustav | |
| | Usisna grana | Da |
| | Sustav za kontrolu emisija kućišta koljenastog vratila | Da |
| | Mjerač protoka zraka | Da |
| | Filtar zraka | Da ([a]) |
| | Ulazni prigušivač | Da ([a]) |
| 2 | Ispušni sustav | |
| | Sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova | Da |
| | Ispušna grana | Da |
| | Priključne cijevi | Da ([b]) |
| | Prigušivač | Da ([b]) |
| | Ispušna cijev | Da ([b]) |
| | Ispušna kočnica | Ne ([c]) |
| | Kompresor | Da |
| 3 | Pumpa za dovod goriva | Da ([d]) |
| 4 | Oprema za ubrizgavanje goriva | |
| | Predfiltar | Da |
| | Filtar | Da |
| | Pumpa | Da |
| 5 | Visokotlačna cijev | Da |
| | Ubrizgivač | Da |
| | Elektroničke upravljačke jedinice, senzori itd. | Da |
| | Regulator/sustav kontrole | Da |
| | Automatsko zaustavljanje upravljačke letve pri punom opterećenju ovisno o atmosferskim uvjetima | Da |
| 6 | Oprema za hlađenje tekućinom | |
| | Hladnjak | Ne |
| | Ventilator | Ne |
| | Otvor ventilatora | Ne |
| | Pumpa za vodu | Da ([e]) |
| | Termostat | Da ([f]) |
| 7 | Zračno hlađenje | |
| | Otvor | Ne ([g]) |
| | Ventilator ili puhalo | Ne ([g]) |
| | Uređaj za regulaciju temperature | Ne |

▼B

| Broj | Oprema i pomoćni uređaji | Ugrađeni za ispitivanje emisije |
|---|---|---|
| 8 | Oprema za prednabijanje | |
| | Kompresor izravno pogonjen motorom i/ili ispušnim sustavom | Da |
| | Hladnjak stlačenog zraka | Da ([g]) ([h]) |
| | Pumpa ili ventilator rashladne tekućine (pogonjen motorom) | Ne ([g]) |
| | Uređaj za kontrolu protoka rashladne tekućine | Da |
| 9 | Pomoćni ventilator ispitnog stola | Da, ako je potrebno |
| 10 | Uređaj protiv onečišćivanja | Da |
| 11 | Oprema za pokretanje | Da ili oprema ispitnog stola ([i]) |
| 12 | Pumpa ulja za podmazivanje | Da |
| 13 | Određeni pomoćni uređaji čija je definicija povezana s radom necestovnih pokretnih strojeva i koji mogu biti montirani na motor za ispitivanje se moraju ukloniti.<br>Sljedeći popis nije iscrpan već se navodi kao primjer:<br>i. zračni kompresor za kočnice<br>ii. kompresor servoupravljanja<br>iii. kompresor ovjesa<br>iv. klimatizacijski sustav. | Ne |

([a]) Cjelokupni se usisni sustav mora ugraditi kako je predviđeno za primjenu kojoj je namijenjen:
i. ako postoji rizik od znatnog učinka na snagu motora;
ii. ako proizvođač zahtijeva da se tako postupi.
U svim drugim slučajevima može se upotrijebiti ekvivalentni sustav i provjerom se treba uvjeriti da se ulazni tlak ne razlikuje za više od 1 000 Pa od gornje granice koju deklarira proizvođač za čisti filtar zraka.

([b]) Cjelokupni se ispušni sustav mora ugraditi kako je predviđeno za primjenu kojoj je namijenjen:
i. ako postoji rizik od znatnog učinka na snagu motora;
ii. ako proizvođač zahtijeva da se tako postupi.
U svim drugim slučajevima može se ugraditi ekvivalentni sustav ako se izmjereni tlak ne razlikuje za više od 1 000 Pa od gornje granice koju deklarira proizvođač.

([c]) Ako je kočnica ispušnog sustava ugrađena u motor, zaklopka mora biti u potpuno otvorenom položaju.

([d]) Tlak dovoda goriva može se prilagoditi, prema potrebi, kako bi se reproducirao tlak koji postoji u konkretnoj primjeni motora (osobito ako se upotrebljava sustav „povrata goriva”).

([e]) Cirkulaciju rashladne tekućine pokreće se isključivo pumpom za vodu motora. Hlađenje tekućine može se postići vanjskim krugom, pri čemu pad tlaka tog kruga kao i tlak na otvoru pumpe ostanu moraju ostati približno jednaki tlakovima motornog sustava za hlađenje.

([f]) Termostat se može namjestiti u potpuno otvoreni položaj.

([g]) Ako se radi ispitivanja ugrade rashladni ventilator ili puhalo, apsorbirana snaga mora se dodati rezultatima, osim za rashladne ventilatore motora hlađenih zrakom ugrađene izravno na koljenasto vratilo. Snaga ventilatora ili puhala utvrđuje se pri ispitnim brzinama izračunavanjem iz standardnih karakteristika ili praktičnim ispitivanjima.

([h]) Motori s hlađenjem stlačenog zraka ispituju se s hladnjakom stlačenog zraka, bez obzira na to jesu li hlađeni tekućinom ili zrakom, no hladnjak se može zamijeniti sustavom na ispitnom stolu ako tako zahtijeva proizvođač. U oba slučaja mjerenje snage pri svakoj brzini vrtnje izvodi se s maksimalnim padom tlaka i minimalnim padom temperature zraka motora u hladnjaku stlačenog zraka na sustavu ispitnog stola koje deklarira proizvođač.

([i]) Napajanje električnih ili drugih sustava za pokretanje osigurava se iz ispitnog postolja.

▼B

*Dodatak 3.*

**Verifikacija signala zakretnog momenta koji šalje elektronička upravljačka jedinica (ECU)**

1. **Uvod**

Svrha je ovog Dodatka definirati zahtjeve za verifikaciju u slučaju da proizvođač namjerava upotrebljavati signal zakretnog momenta koji šalje ECU, ako je motor tako opremljen, tijekom provedbe ispitivanja praćenjem u uporabi u skladu s Delegiranom uredbom (EU) 2017/655.

Temelj neto zakretnog momenta mora biti nekorigirani neto zakretni moment motora uključujući opremu i pomoćne uređaje koje treba dodati za ispitivanje emisija u skladu s Dodatkom 2.

2. **Signal zakretnog momenta iz ECU-a**

Ako je motor postavljen na ispitni stoli radi mapiranja, moraju se osigurati načini za očitanje signala zakretnog momenta koju šalje ECU u skladu sa zahtjevima iz Dodatka 6. Prilogu I. Delegiranoj uredbi (EU) 2017/655.

3. **Postupak verifikacije**

Ako se mapiranje provodi u skladu s odjeljkom 7.6.2. ovog Priloga, istovremeno se uzimaju očitanja zakretnog momenta izmjerenog dinamometrom i momenta koji šalje ECU na najmanje tri točke na krivulji zakretnog momenta. Najmanje jedno očitanje mora se uzeti na točki krivulje na kojoj zakretni moment nije manji od 98 % maksimalne vrijednosti.

►M2 Zakretni moment koji šalje ECU prihvaća se bez ispravaka ako na svakoj točki mjerenja faktor izračunan dijeljenjem zakretnog momenta iz dinamometra sa zakretnim momentom iz ECU-a ne iznosi manje od 0,93 (tj. najveća razlika od 7 %). ◄ U tom se slučaju u homologacijskom certifikatu mora navesti da je zakretni moment iz ECU-a provjeren bez korekcije. Ako je faktor na jednoj ili više ispitnih točaka manji od 0,93, prosječni korekcijski faktor mora se utvrditi temelju svih točaka u kojima su očitane vrijednosti i navesti u homologacijskom certifikatu. Ako je faktor naveden u homologacijskom certifikatu, mora se primijeniti na zakretni moment iz ECU-a tijekom ispitivanja praćenjem u uporabi u skladu s Delegiranom uredbom (EU) 2017/655.

▼B

*Dodatak 4.*

**Postupak za mjerenje amonijaka**

1. U ovom se dodatku opisuje postupak za mjerenje amonijaka ($NH_3$). Za nelinearne analizatore dopuštena je upotreba sklopova za linearizaciju.

2. Tri su načela mjerenja određena za mjerenje $NH_3$ i svako od tih triju načela može se upotrijebiti pod uvjetom da ispunjava kriterije navedene u točkama 2.1., 2.2. odnosno 2.3. Sušila na plin nisu dopuštena za mjerenje $NH_3$.

2.1. Fourierov transformacijski infracrveni analizator (dalje u tekstu: FTIR)

2.1.1. Načelo mjerenja

FTIR upotrebljava načelo širokopojasne infracrvene spektroskopije. Omogućuje istodobno mjerenje komponenata ispušnih plinova čiji su standardizirani spektri na raspolaganju u instrumentu. Apsorpcijski spektar (jakost/valna duljina) izračunava se iz izmjerenog interferograma (jakost/vrijeme) Fourierovom transformacijom.

2.1.2. Instalacija i uzorkovanje

FTIR se instalira u skladu s uputama proizvođača instrumenta. Za evaluaciju se izabere valna duljina $NH_3$. Put uzorka (vod za uzorkovanje, predfiltri i ventili) mora biti izrađen od nehrđajućeg čelika ili politetrafluoretilena (PTFE) i zagrijan na zadane vrijednosti temperature između 383 K (110 °C) i 464 K (191 °C) kako bi se na najmanju mjeru smanjili gubici $NH_3$ i pogreške uzorkovanja. Uz to, vod za uzorkovanje mora biti što kraći.

2.1.3. Unakrsne smetnje

Spektralna razlučivost valne duljine $NH_3$ mora biti unutar 0,5 $cm^{-1}$ kako bi se što više smanjile unakrsne smetnje od drugih plinova prisutnih u ispušnom plinu.

2.2. Nedisperzivni ultraljubičasti rezonantnoapsorpcijski (NDUV) analizator

2.2.1. Načelo mjerenja

NDUV se temelji na isključivo fizičkom načelu; nisu potrebni nikakvi pomoćni plinovi ni oprema. Glavni je element fotometra izbojna žarulja bez elektroda. Ona proizvodi jasno strukturirano zračenje unutar ultraljubičastog raspona što omogućuje mjerenje nekoliko komponenata kao što je $NH_3$.

Fotometarski sustav ima dvosnopnu jednodetektorsku izvedbu za stvaranje mjernog i referentnog snopa tehnikom korelacije filtra.

Kako bi se postigla visoka stabilnost mjernog signala, dvosnopna jednodetektorska izvedba kombinira se s dvosnopnom dvodetektorskom izvedbom. Obrađivanje signala detektora potiče gotovo zanemarivu količinu brzinu nultog pomaka.

Kad je analizator u umjernom načinu rada, na put snopa nagne se zapečaćena kvarcna ćelija kako bi se dobila točna umjerna vrijednost umjeravanja jer svi gubici zbog refleksije i apsorpcije kompenziraju. Budući da je plinsko punjenje ćelije veoma stabilno, tom se umjernom metodom postiže jako visoka dugoročna stabilnost fotometra.

▼B

2.2.2. Instalacija

Analizator se mora instalirati u ormarić analizatora koji podržava ekstrakcijsko uzorkovanje u skladu s uputama proizvođača instrumenta. Mjesto na kojem se nalazi analizator mora biti sposobno izdržati težinu koju je naveo proizvođač.

Put uzorka (vod za uzorkovanje, predfiltri i ventili) mora biti izrađen od nehrđajućeg čelika ili politetrafluoretilena (PTFE) i zagrijan na zadane vrijednosti temperature između 383 K (110 °C) i 464 K (191 °C).

Uz to, vod za uzorkovanje mora biti što kraći. Utjecaji temperature i tlaka ispušnog plina, okoline instalacije i vibracija na mjerenje moraju se smanjiti na najmanju moguću mjeru.

Analizator plina mora se zaštiti od hladnoće, topline, temperaturnih promjena i snažnih zračnih struja, nakupljanja prašine, korozivne atmosfere i vibracija. Mora se osigurati primjerena cirkulacija zraka kako bi se izbjeglo pregrijavanje. Za rashlađivanje se mora upotrebljavati cijela površina.

2.2.3. Unakrsna osjetljivost

Mora se odabrati odgovarajući spektralni raspon radi smanjenja unakrsnih interferencija pratećih plinova na najmanju moguću razinu. Najčešće komponente koje prouzročuju unakrsne osjetljivosti mjerenja $NH_3$ su $SO_2$, $NO_2$ i NO.

Uz to, mogu se primijeniti dodatne metode za smanjenje unakrsnih osjetljivosti:

(a) primjena interferencijskih filtara;

(b) kompenzacija unakrsne osjetljivosti mjerenjem komponenti unakrsne osjetljivosti i upotrebom mjernog signala za kompenzaciju.

2.3. Laserski infracrveni analizator

2.3.1. Načelo mjerenja

Infracrveni laser poput prilagodivog diodnog lasera (TDL) ili kvantno kaskadnog lasera (QCL) mogu emitirati koherentnu svjetlost u području blizu infracrvenog ili u srednjeinfracrvenom području u kojima dušikovi spojevi, uključujući $NH_3$, imaju visok stupanj apsorpcije. Ta laserska optika može u pulsnom načinu rada dati uski pojas visoke razlučivosti u području bliskom infracrvenom ili u srednjeinfracrvenom području. Stoga laserski infracrveni analizatori mogu smanjiti interferenciju koju prouzročuje spektralno preklapanje istovremeno prisutnih plinova u ispušnom plinu motora.

2.3.2. Instalacija

Analizator se ugrađuje bilo izravno u ispušnu cijev (in situ) ili u ormarić analizatora koji podržava ekstrakcijsko uzorkovanje u skladu s uputama proizvođača instrumenta. Ako se ugradi u ormarić, put uzorka (vod za uzorkovanje, predfiltri i ventili) mora biti izrađen od nehrđajućeg čelika ili politetrafluoretilena (PTFE) i grijan na zadanim vrijednostima između 383 K (110 °C) i 464 K (191 °C) kako bi se smanjili na najmanju moguću mjeru gubici $NH_3$ i pogreške uzorkovanja. Uz to, vod za uzorkovanje mora biti što kraći.

Utjecaji temperature i tlaka ispušnih plinova, okoline ugradnje i vibracija na mjerenje moraju se smanjiti na najmanju moguću mjeru ili se upotrebljavaju kompenzacijske tehnike.

▼B

Ako je primjenjivo, zrak bez čestica koji se upotrebljava zajedno s mjerenjem in situ za zaštitu instrumenta ne smije utjecati na koncentraciju bilo koje od komponenata ispušnog plina izmjerenih iza uređaja, u protivnom se uzorkovanje drugih komponenata ispušnog plina mora provesti ispred uređaja.

2.3.3. Verifikacija interferencije za laserske infracrvene analizatore $NH_3$ (unakrsna interferencija)

2.3.3.1. Opseg i frekvencija

Ako se $NH_3$ mjeri laserskim infracrvenim analizatorom, onda se količina interferencije verificira nakon prve instalacije analizatora i nakon većeg održavanja.

2.3.3.2. Načela mjerenja za verifikaciju interferencije

Interferencijski plinovi mogu imati pozitivnu interferenciju s određenim laserskim infracrvenim analizatorima prouzročivanjem odziva sličnog odzivu na $NH_3$. Ako analizator ima kompenzacijske algoritme koji upotrebljavaju mjerenja drugih plinova da zadovolje na ovoj verifikaciji interferencije, ta se druga mjerenja moraju provoditi istodobno kako bi se tijekom verifikacije interferencije analizatora testirali kompenzacijski algoritmi.

Za utvrđivanje interferencijskih plinova za laserski infracrveni analizator primjenjuje se dobra inženjerska procjena. Treba imati na umu da interferencijske vrste, uz iznimku $H_2O$, ovise o pojasu infracrvene apsorpcije $NH_3$ koji odabire proizvođač instrumenta. Za svaki se analizator određuje pojas infracrvene apsorpcije $NH_3$. Za svaki se pojas infracrvene apsorpcije $NH_3$ interferncijski plinovi za upotrebu u postupku verifikacije određuju na temelju dobre inženjerske procjene.

3. Postupak ispitivanja emisija

3.1. Provjera analizatora

Prije ispitivanja emisija mora se odabrati mjerno područje analizatora. Dopušteni su analizatori emisija s automatskim ili ručnim biranjem mjernog područja. Tijekom ispitnog ciklusa mjerno područje analizatora ne smije se mijenjati.

Moraju se utvrditi nulti i rasponski odziv ako se odredbe iz točke 3.4.2. ne primjenjuju na instrument. Za rasponski odziv upotrebljava se plin $NH_3$ koji odgovara specifikacijama iz točke 4.2.7. Dopuštena je uporaba referentnih ćelija s rasponskim $NH_3$.

3.2. Prikupljanje podataka relevantnih za emisije

Istodobno s početkom ispitnog slijeda mora početi prikupljanje podataka o $NH_3$. Koncentracija $NH_3$ mjeri se stalno i pohranjuje u računalnom sustavu frekvencijom od najmanje 1 Hz.

3.3. Radnje nakon ispitivanja

Nakon završetka ispitivanja uzorkovanje se mora nastaviti dok ne isteknu vremena odzivi sustava. Utvrđivanje pomaka analizatora u skladu s točkom 3.4.1. zahtijeva se samo ako informacije iz točke 3.4.2. nisu na raspolaganju.

3.4. Pomak analizatora

3.4.1. Što prije, a najkasnije 30 minuta nakon kraja ispitnog ciklusa ili tijekom kondicioniranja, utvrđuju se nulti i rasponski odziv analizatora. ►M2 Razlika između rezultata prije i poslije ispitivanja mora biti manja od 2 % cijele ljestvice. ◄

▼B

3.4.2. Utvrđivanje pomaka analizatora ne zahtijeva se u sljedećim situacijama:

(a) ako nulti i rasponski pomak koje deklarira proizvođač instrumenta u točkama 4.2.3. i 4.2.4. ispunjava zahtjeve iz točke 3.4.1.;

(b) ako interval za nulti i rasponski pomak koje je deklarirao proizvođač instrumenta u točkama 4.2.3. i 4.2.4. prelazi trajanje ispitivanja.

4. Specifikacija i verifikacija analizatora

4.1. Zahtjevi u pogledu linearnosti

Analizator mora ispunjavati zahtjeve u pogledu linearnosti iz tablice 6.5. ovog Priloga. Verifikacija linearnosti u skladu s točkom 8.1.4. ovog Priloga provodi se barem minimalnom frekvencijom koja je utvrđena u tablici 6.4. ovog Priloga. Uz prethodno odobrenje homologacijskog tijela dopušteno je manje od 10 referentnih točaka ako se može dokazati ekvivalentna točnost.

Za verifikaciju linearnosti upotrebljava se plin $NH_3$ koji odgovara specifikacijama iz točke 4.2.7. Dopuštena je uporaba referentnih ćelija s rasponskim $NH_3$.

Instrumenti čiji se signali upotrebljavaju za kompenzacijske algoritme moraju ispunjavati zahtjeve u pogledu linearnosti iz tablice 6.5. ovog Priloga. Verifikaciju linearnosti provodi proizvođač instrumenta ili se provodi u skladu sa zahtjevima ISO 9000 ili postupcima unutarnje kontrole.

4.2. Specifikacije analizatora

Analizator mora imati mjerno područje i vrijeme odziva koji su prikladni za zahtijevanu točnost pri mjerenju koncentracije $NH_3$ u dinamičkim i stacionarnim uvjetima.

4.2.1. Najniža granica detekcije

Najniža granica detekcije analizatora u svim uvjetima ispitivanja mora biti $< 2$ ppm.

4.2.2. Točnost

Točnost, određena kao odstupanje očitanja analizatora od referentne vrijednosti, ne smije prelaziti ± 3 % očitanja ili ± 2 ppm, ovisno što je veće.

4.2.3. Nulto odstupanje

Pomak nultog odstupanaj i odgovarajući interval određuje proizvođač instrumenta.

4.2.4. Rasponsko odstupanje

Pomak rasponskog odstupanja i odgovarajući interval određuje proizvođač instrumenta.

4.2.5. Vrijeme odziva sustava

Vrijeme odziva sustava mora biti $\leq 20$ s.

4.2.6. Vrijeme porasta

Vrijeme porasta analizatora mora biti $\leq 5$ s.

4.2.7. Umjerni plin $NH_3$

Na raspolaganju mora biti smjesa plinova sa sljedećim kemijskim sastavom:

$NH_3$ i pročišćeni dušik.

▼B

Prava koncentracija umjernog plina mora biti unutar ± 3 % nazivne vrijednosti. Koncentracija $NH_3$ izražava se na temelju obujma (obujamski udio ili % ppm).

▼M2

Rokovi trajanja umjernih plinova koje navede proizvođač moraju se zabilježiti.

▼B

4.2.8. Postupak verifikacije interferencije

Verifikacija interferencije provodi se na sljedeći način:

(a) $NH_3$ analizator mora se uključiti, raditi te nulto i rasponski umjeriti kao što bi se to učinilo i prije ispitivanja emisije;

(b) ovlaženi interferencijski ispitni plin proizvodi se propuhivanjem mjehurića rasponskog plina kroz destiliranu vodu u zabrtvljenoj posudi. Ako uzorak ne prolazi kroz uređaj za sušenje uzorka, temperatura posude regulira se kako bi razina $H_2O$ bila visoka barem kao maksimalna očekivana razina tijekom ispitivanja emisije. Upotrebljava se koncentracija inteferencijskog rasponskog plina koja je visoka barem kao maksimalna očekivana razina tijekom ispitivanja;

(c) ovlaženi interferencijski ispitni plin uvodi se u sustav za uzorkovanje.

(d) molarna frakcija vode, $x_{H2O}$, ovlaženog interferencijskog ispitnog plina mjeri što je bliže moguće ulazu analizatora. Primjerice, mjere se točka rosišta, $T_{dew}$, i apsolutni tlak, $p_{total}$, kako bi se izračunao $x_{H2O}$;

(e) za sprječavanje kondenzacije u prijenosnim vodovima, spojevima ili ventilima od točke gdje se mjeri $x_{H2O}$ do analizatora primjenjuje se dobra inženjerska procjena;

(f) mora se dopustiti vrijeme za stabilizaciju odziva analizatora;

(g) dok analizator mjeri koncentraciju uzorka, 30 sekunda bilježe se njegove izlazne vrijednosti. Izračunava se aritmetička sredina tih podataka;

(h) analizator zadovoljava na verifilkaciji interferencije ako rezultat iz stavka (g) ove točke odgovara dopuštenom odstupanju iz ovog odjeljka.

(i) interferencijski postupci za pojedinačne interferencijske plinove mogu se izvoditi zasebno. Ako su korištene razine interferncijskog plina više od maksimalnih razina očekivanih tijekom ispitivanja, svaka se promatrana vrijednost interferencije može proporcionalno smanjiti tako da je se pomnoži s omjerom maksimalne očekivane koncentracije i njezine stvarne vrijednosti korištene u ovom postupku. Mogu se upotrijebiti i odvojene interferencijske koncentracije $H_2O$ (do udjela $H_2O$ od 0,025 mol/mol) koje su niže od maksimalnih razina očekivanih tijekom ispitivanja, no onda se opažena vrijednost interferencije $H_2O$ mora proporcionalno povećati tako da je se pomnoži s omjerom maksimalne očekivane koncentracije $H_2O$ i njezine stvarne vrijednosti korištene u ovom postupku. Zbroj prilagođenih vrijednosti interferencije mora odgovarati dopuštenom odstupanju za kombiniranu interferenciju navedenom u stavku (j) ove točke.

▼M2

(j) kombinirana interferencija analizatora mora biti unutar ± 2 % primjenjive srednje vrijednosti amonijaka ($NH_3$) iz točke 3.4. Priloga IV.

▼B

5. Alternativni sustavi

Druge sustave ili analizatore homologacijsko tijelo može odobriti ako se pokaže da daju ekvivalentne rezultate u skladu s točkom 5.1.1. ovog Priloga. U tom se slučaju „Rezultati” u tom odjeljku odnose na srednju koncentraciju $NH_3$ izračunanu za primjenjivi ciklus.

▼B

*Dodatak 5.*

**Opis odziva sustava**

1. U ovom se dodatku opisuju vremena kojima se izražava odziv analitičkih sustava i drugih mjernih sustava na ulazni signal.

2. Primjenjuju se sljedeća vremena, kako je prikazano na slici 6.11:

2.1. kašnjenje je vremenska razlika između promjene komponente koja se mjeri na referentnoj točki i odziva sustava od 10 % završnog očitanja ($t_{10}$), pri čemu je sonda za uzorkovanje definirana kao referentna točka;

2.2. vrijeme odziva vremenska je razlika između promjene komponente koja se mjeri na referentnoj točki i odziva sustava od 90 % završnog očitanja ($t_{90}$), pri čemu je sonda za uzorkovanje definirana kao referentna točka;

2.3. vrijeme porasta vremenska je razlika između odziva od 10 % i 90 % završnog očitanja ($t_{90} - t_{10}$);

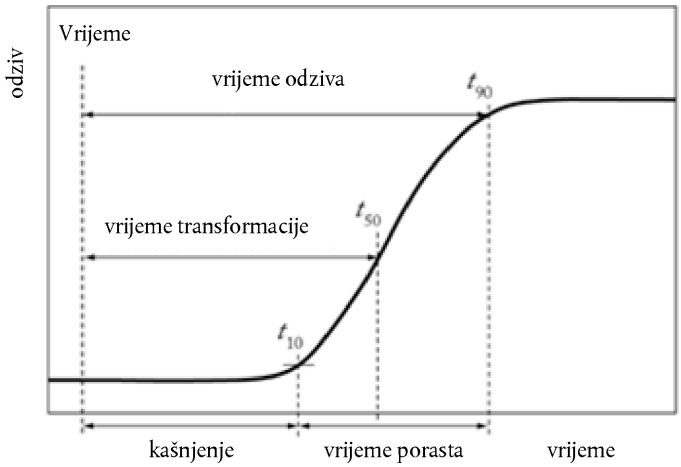
2.4. vrijeme transformacije vremenska je razlika između promjene komponente koja se mjeri na referentnoj točki i odziva sustava od 50 % završnog očitanja ($t_{50}$), pri čemu je sonda za uzorkovanje definirana kao referentna točka;

▼M2

2.5. vrijeme ulaznog signala koraka je vrijeme kad se parametar koji se mjeri mijenja.

*Slika 6-11.*

**Ilustracija odziva sustava**



▼B

*PRILOG VII.*

**Metoda za evaluaciju podataka i izračune**

1. **Opći zahtjevi**

Izračun emisija izvodi se u skladu s odjeljkom 2. (izračuni na temelju mase) ili odjeljkom 3. (izračuni na temelju molarne mase). Nije dopušteno kombiniranje dviju metoda. U skladu s odjeljkom 2. i u skladu s odjeljkom 3. nije potrebno provoditi izračune.

Posebni zahtjevi za mjerenje broja čestica (PN), ako je primjenjivo, utvrđeni su u Dodatku 5.

1.1. Opći simboli

| Odjeljak 2. | Odjeljak 3. | Jedinica | Varijabla |
|---|---|---|---|
| | $A$ | $m^2$ | Površina |
| | $A_t$ | $m^2$ | Područje poprečnog presjeka suženja Venturijeve cijevi |
| $b$, $D_0$ | $a_0$ | n.j.d. ([3]) | $y$ odsječak regresijskog pravca |
| $A/F_{st}$ | | — | Stehiometrijski omjer zrak/gorivo |
| | $C$ | — | Koeficijent |
| $C_d$ | $C_d$ | — | Koeficijent protoka |
| | $C_f$ | — | Koeficijent protoka |
| $c$ | $x$ | ppm, % vol | Koncentracija / molarna frakcija (µmol/mol = ppm) |
| $c_d$ | ([1]) | ppm, % vol | Koncentracija na suhoj osnovi |
| $c_w$ | ([1]) | ppm, % vol | Koncentracija na vlažnoj osnovi |
| $c_b$ | ([1]) | ppm, % vol | Pozadinska koncentracija |
| $D$ | $x_{dil}$ | — | Faktor razrjeđivanja ([2]) |
| $D_0$ | | $m^3$/okretaj | Odsječak umjeravanja volumetričke pumpe |
| $d$ | $d$ | m | Promjer |
| $d_V$ | | m | Promjer suženja Venturijeve cijevi |
| e | $e$ | g/kWh | Specifična efektivna osnova |
| $E_{gas}$ | $E_{gas}$ | g/kWh | Specifična emisija plinovitih komponenti |
| $e_{PM}$ | $e_{PM}$ | g/kWh | Specifična emisija čestica |
| $E$ | $1 - PF$ | % | Učinkovitost konverzije ($PF$ = frakcija penetracije) |
| $F_s$ | | — | Stehiometrijski faktor |
| | $f$ | Hz | Frekvencija |
| $f_c$ | | — | Faktor ugljika |
| | $\gamma$ | — | Omjer specifičnih toplina |
| H | | mg/kg | Apsolutna vlažnost |
| | $K$ | — | Korekcijski faktor |

▼B

| Odjeljak 2. | Odjeljak 3. | Jedinica | Varijabla |
|---|---|---|---|
| $K_V$ | | $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$ | Funkcija umjeravanja CFV-a |
| $k_f$ | | $m^3$/kg goriva | Faktor za specifično gorivo |
| $k_h$ | | — | Korekcijski faktor vlažnosti za $NO_x$ za dizelske motore |
| $k_{Dr}$ | $k_{Dr}$ | — | Faktor prilagodbe na manju vrijednost |
| $k_r$ | $k_r$ | — | Multiplikativni faktor regeneracije |
| $k_{Ur}$ | $k_{Ur}$ | — | Faktor prilagodbe na veću vrijednost |
| $k_{w,a}$ | | — | Korekcijski faktor za preračunavanje iz suhog u vlažno stanje za ulazni zrak |
| $k_{w,d}$ | | — | Korekcijski faktor za preračunavanje iz suhog u vlažno stanje za zrak za razrjeđivanje |
| $k_{w,e}$ | | — | Korekcijski faktor za preračunavanje iz suhog u vlažno stanje za ispušni plin |
| $k_{w,r}$ | | — | Korekcijski faktor za preračunavanje iz suhog u vlažno stanje za nerazrijeđen ispušni plin |
| $\mu$ | $\mu$ | kg/(m·s) | Dinamička viskoznost |
| $M$ | $M$ | g/mol | Molarna masa ([3]) |
| $M_a$ | ([1]) | g/mol | Molarna masa ulaznog zraka |
| $M_e$ | v | g/mol | Molarna masa ispušnog plina |
| $M_{gas}$ | $M_{gas}$ | g/mol | Molarna masa plinovitih komponenti |
| $m$ | m | kg | Masa |
| $m$ | $a_1$ | n.j.d. ([3]) | Nagib regresijskog pravca |
| | $v$ | $m^2/s$ | Kinematička viskoznost |
| $m_d$ | v | kg | Masa uzorka zraka za razrjeđivanje koji je prošao kroz filtre za uzorkovanje čestica |
| $m_{ed}$ | ([1]) | kg | Ukupna masa razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa |
| $m_{edf}$ | ([1]) | kg | Masa ekvivalentnog razrijeđenog ispušnog plina tijekom ispitnog ciklusa |
| $m_{ew}$ | ([1]) | kg | Ukupna masa ispušnog plina tijekom ciklusa |
| $m_f$ | ([1]) | mg | Masa uzorka prikupljenih čestica |
| $m_{f,d}$ | ([1]) | mg | Masa uzorka prikupljenih čestica iz zraka za razrjeđivanje |
| $m_{gas}$ | $m_{gas}$ | g | Masa plinovitih emisija tijekom ispitnog ciklusa |
| $m_{PM}$ | $m_{PM}$ | g | Masa emisija čestica tijekom ispitnog ciklusa |
| $m_{se}$ | ([1]) | kg | Masa uzorka ispušnog plina tijekom ispitnog ciklusa |
| $m_{sed}$ | ([1]) | kg | Masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz tunel za razrjeđivanje |

▼B

| Odjeljak 2. | Odjeljak 3. | Jedinica | Varijabla |
|---|---|---|---|
| $m_{sep}$ | (1) | kg | Masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz filtre za prikupljanje čestica |
| $m_{ssd}$ | | kg | Masa sekundarnog zraka za razrjeđivanje |
| | $N$ | — | Ukupan broj u seriji |
| | $N$ | mol | Količina tvari |
| | $\dot{n}$ | mol/s | Molarni protok tvari |
| n | $f_n$ | $min^{-1}$ | Brzina vrtnje motora |
| $n_p$ | | okr/s | Brzina volumetričke pumpe |
| $P$ | $P$ | kW | Snaga |
| $p$ | $P$ | kPa | Tlak |
| $p_a$ | | kPa | Atmosferski tlak suhog zraka |
| $p_b$ | | kPa | Ukupni atmosferski tlak |
| $p_d$ | | kPa | Tlak pare za zasićivanje zraka za razrjeđivanje |
| $p_p$ | $p_{abs}$ | kPa | Apsolutni tlak |
| $p_r$ | $p_{H2O}$ | kPa | Tlak vodene pare |
| $p_s$ | | kPa | Atmosferski tlak suhog zraka |
| $1 - E$ | $PF$ | % | Frakcija penetracije |
| $q^m$ | $\dot{m}$ | kg/s | Maseni protok |
| $q^{mad}$ | $\dot{m}$ (1) | kg/s | Maseni protok ulaznog zraka na suhoj osnovi |
| $q^{maw}$ | (1) | kg/s | Maseni protok ulaznog zraka na vlažnoj osnovi |
| $q^{mCe}$ | (1) | kg/s | Maseni protok ugljika u nerazrijeđenom ispušnom plinu |
| $q^{mCf}$ | (1) | kg/s | Maseni protok ugljika u motor |
| $q^{mCp}$ | (1) | kg/s | Maseni protok ugljika u sustavu za razrjeđivanje djelomičnog protoka |
| $q^{mdew}$ | (1) | kg/s | Maseni protok razrijeđenog ispušnog plina na vlažnoj osnovi |
| $q^{mdw}$ | (1) | kg/s | Maseni protok zraka za razrjeđivanje na vlažnoj osnovi |
| $q^{medf}$ | (1) | kg/s | Ekvivalent masenog protoka razrijeđenog ispušnog plina na vlažnoj osnovi |
| $q^{mew}$ | (1) | kg/s | Maseni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi |
| $q^{mex}$ | (1) | kg/s | Maseni protok uzorka izdvojenoga u tunelu za razrjeđivanje |
| $q^{mf}$ | (1) | kg/s | Maseni protok goriva |
| $q^{mp}$ | (1) | kg/s | Protok uzorka ispušnog plina u sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka |
| $q_V$ | $\dot{V}$ | $m^3/s$ | Volumni protok |
| $q_{VCVS}$ | (1) | $m^3/s$ | Volumni protok sustava za uzorkovanje konstantnog obujma (CVS) |

▼B

| Odjeljak 2. | Odjeljak 3. | Jedinica | Varijabla |
|---|---|---|---|
| $q_{Vs}$ | ([1]) | $dm^3/min$ | Protok u sustavu analizatora ispušnih plinova |
| $q_{Vt}$ | ([1]) | $cm^3/min$ | Protok plina za praćenje |
| $\rho$ | $\rho$ | $kg/m^3$ | Gustoća mase |
| $r_e$ | | $kg/m^3$ | Gustoća ispušnog plina |
| | $R$ | — | Omjer tlakova |
| $r_d$ | $DR$ | — | Omjer razrjeđivanja[2] |
| | $Ra$ | μm | Prosječna hrapavost površine |
| $RH$ | | % | Relativna vlažnost |
| $r_D$ | $B$ | m/m | Omjer promjera (sustavi CVS) |
| $r_p$ | | — | Omjer tlaka podzvučne Venturijeve cijevi (SSV) |
| $Re$ | $Re^{\#}$ | — | Reynoldsov broj |
| | S | K | Sutherlandova konstanta |
| $\sigma$ | $\sigma$ | — | Standardna devijacija |
| $T$ | $T$ | °C | Temperatura |
| | $T$ | Nm | Zakretni moment motora |
| $T_a$ | | K | Apsolutna temperatura |
| $t$ | $T$ | s | Vrijeme |
| $\Delta t$ | $\Delta t$ | s | Vremenski interval |
| $u$ | | — | Omjer gustoća komponente ispušnog plina i ispušnog plina |
| $V$ | $V$ | $m^3$ | Volumen |
| $q_V$ | $\dot{V}$ | $m^3/s$ | Volumni protok |
| $V_0$ | | $m^3/r$ | Volumen plina ispumpanog volumetričkom pumpom po okretaju |
| $W$ | $W$ | kWh | Rad |
| $W_{act}$ | $W_{act}$ | kWh | Stvarni ciklusni rad ispitnog ciklusa |
| $WF$ | $WF$ | — | Faktor ponderiranja |
| $w$ | $W$ | g/g | Maseni udio |
| | $\overline{x}$ | mol/mol | Srednja koncentracija ponderirana prema protoku |
| $X_0$ | $K_s$ | s/okr | Funkcija umjeravanja volumetričke pumpe |
| | $y$ | — | Generička varijabla |
| $\bar{y}$ | $\bar{y}$ | | Aritmetička sredina |
| | $Z$ | — | Faktor stlačivosti |

([1]) Vidjeti indekse; npr.: $\dot{m}_{air}$ za maseni protok suhog zraka, $\dot{m}_{fuel}$ za maseni protok goriva itd.
([2]) Omjer razrjeđivanja $r_d$ u odjeljku 2. i $DR$ u odjeljku 3.: različiti simboli, ali isto značenje i iste jednadžbe. Omjer razrjeđivanja $D$ u odjeljku 2. i $x_{dil}$ u odjeljku 3.: različiti simboli, ali isto značenje; jednadžba (7-124) prikazuje odnos između $x_{dil}$ i $DR$.
([3]) n.j.d. = nije još definirano

▼B

1.2. Indeksi

| Odjeljak 2. ([1]) | Odjeljak 3. | Količina |
|---|---|---|
| act | act | Stvarna količina |
| *i* | | Trenutačno mjerenje (npr.: 1 Hz) |
| | *i* | Pojedinačni element serije |

([1]) U odjeljku 2. značenje indeksa ovisi o varijabli kojoj je dodijeljen; na primjer, indeks „d” može značiti suhu osnovu kao u izrazu „$c_d$ = koncentracija na suhoj osnovi”, zrak za razrjeđivanje kao u izrazu „$p_d$ = tlak pare za zasićivanje zraka za razrjeđivanje” ili „$k_{w,d}$ = korekcijski faktor za preračunavanje iz suhog u vlažno stanje za zrak za razrjeđivanje” odnosno omjer razrjeđivanja kao u izrazu „$r_d$”.

1.3. Simboli i kratice za kemijske komponente (primjenjuju se i kao indeksi)

| Odjeljak 2. | Odjeljak 3. | Komponenta |
|---|---|---|
| Ar | Ar | Argon |
| C1 | C1 | Ugljikovodik ekvivalentan ugljiku 1 |
| $CH_4$ | $CH_4$ | Metan |
| $C_2H_6$ | $C_2H_6$ | Etan |
| $C_3H_8$ | $C_3H_8$ | Propan |
| CO | CO | Ugljikov monoksid |
| $CO_2$ | $CO_2$ | Ugljikov dioksid |
| | H | Atomski vodik |
| | $H_2$ | Molekularni vodik |
| HC | HC | Ugljikovodik |
| $H_2O$ | $H_2O$ | Voda |
| | He | Helij |
| | N | Atomski dušik |
| | $N_2$ | Molekularni dušik |
| $NO_x$ | $NO_x$ | Dušikovi oksidi |
| NO | NO | Dušikov oksid |
| $NO_2$ | $NO_2$ | Dušikov dioksid |
| | O | Atomski kisik |
| PM | PM | Čestična tvar |
| S | S | Sumpor |

▼B

1.4. Simboli i kratice za sastav goriva

| Odjeljak 2. (1) | Odjeljak 3. (2) | Varijabla |
|---|---|---|
| $w_C$ (4) | $w_C$ (4) | Udio ugljika u gorivu, maseni udio [g/g] ili [% mase] |
| $w_H$ | $w_H$ | Udio vodika u gorivu, maseni udio [g/g] ili [% mase] |
| $w_N$ | $w_N$ | Udio dušika u gorivu, maseni udio [g/g] ili [% mase] |
| $w_O$ | $w_O$ | Udio kisika u gorivu, maseni udio [g/g] ili [% mase] |
| $w_S$ | $w_S$ | Udio sumpora u gorivu, maseni udio [g/g] ili [% mase] |
| α | α | Omjer atomskog vodika i ugljika (H/C) |
| ε | β | Omjer atomskog kisika i ugljika (O/C) (3) |
| γ | γ | Omjer atomskog sumpora i ugljika (S/C) |
| δ | δ | Omjer atomskog dušika i ugljika (N/C) |

(1) Odnosi se na gorivo čija je kemijska formula $CH_\alpha O_\varepsilon N_\delta S_\gamma$.
(2) Odnosi se na gorivo čija je kemijska formula $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$.
(3) Potrebno je obratiti pozornost na različita značenja simbola β u dva različita odjeljka koja se odnose na izračun emisija: u odjeljku 2. odnosi se na gorivo s kemijskom formulom $CH_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$ (tj. formulom $C_\beta H_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$, pri čemu je $\beta = 1$ i pretpostavlja se jedan atom ugljika po molekuli), dok se u odjeljku 3. odnosi na omjer kisika i ugljika u $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$. Tada vrijednost $\beta$ iz odjeljka 3. odgovara vrijednosti $\varepsilon$ iz odjeljka 2.
(4) Maseni udio $w$ nakon kojeg slijedi, kao indeks, simbol za kemijski element.

2. **Izračuni emisija na temelju mase**

▼M2

2.1. Mjerenje plinovitih emisija u nerazrijeđenom ispušnom plinu

▼B

2.1.1. Ispitivanje NRSC-a s diskretnim načinima

Razina emisije plinovitih emisija $q_{mgas,i}$ [g/h] za svaki način rada $i$ stacionarnog ispitivanja izračunava se množenjem koncentracije plinovitih emisija s pripadajućim protokom, kako slijedi:

▼M2

$$q_{mgas,i} = k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot q_{mew,i} \cdot c_{gas,i} \cdot 3\,600 \qquad (7\text{-}1)$$

▼B

pri čemu je:

$k$ = 1 za $c_{gasr,w,i}$ u [ppm] i $k$ = 10 000 za $c_{gasr,w,i}$ u [ % vol]

$k_h$ = korekcijski faktor $NO_x$ [–], za izračun emisije $NO_x$ (vidjeti točku 2.1.4.)

$u_{gas}$ = faktor specifičan za pojedinu komponentu ili omjer gustoća plinovite komponente i ispušnog plina [–]

$q_{mew,i}$ = maseni protok ispušnog plina u načinu rada $i$ na vlažnoj osnovi [kg/s]

$c_{gas,i}$ = koncentracija emisije u nerazrijeđenom ispušnom plinu u načinu rada $i$ na vlažnoj osnovi [ppm] ili [ % vol]

▼B

2.1.2. Dinamički ispitni ciklusi (NRTC i LSI-NRTC) i RMC ispitivanja

Ukupna masa po ispitivanju plinovitih emisija $m_{gas}$ [g/ispitivanje] izračunava se množenjem vremenski usklađenih trenutačnih koncentracija i protoka ispušnog plina i integracije tijekom ispitnog ciklusa pomoću jednadžbe (7-2):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} (q_{mew,i} \cdot c_{gas,i}) \quad (7\text{-}2)$$

pri čemu je:

$f$ = učestalost uzorkovanja podataka [Hz]

$k_h$ = korekcijski faktor $NO_x$ [–], primjenjuje se samo za izračun emisije $NO_x$

$k$ = 1 za $c_{gasr,w,i}$ u [ppm] i $k$ = 10 000 za $c_{gasr,w,i}$ u [ % vol]

$u_{gas}$ = faktor specifičan za pojedinu komponentu [–] (vidjeti točku 2.1.5.)

$N$ = broj mjerenja [–]

$q_{mew,i}$ = trenutačni maseni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi [kg/s]

$c_{gas,i}$ = trenutačna koncentracija emisija u nerazrijeđenom ispušnom plinu na vlažnoj osnovi [ppm] ili [ % vol]

2.1.3. Konverzija koncentracije iz suhog u vlažno stanje

Ako se emisije mjere na suhoj osnovi, izmjerenu koncentraciju $c_d$ na suhoj osnovi potrebno je konvertirati u koncentraciju $c_w$ na vlažnoj osnovi primjenom jednadžbe (7-3):

$$c_w = k_w \cdot c_d \quad (7\text{-}3)$$

pri čemu je:

$k_w$ = faktor konverzije iz suhog u vlažno stanje [–]

$c_d$ = koncentracija emisija na suhoj osnovi [ppm] ili [ % vol]

Za potpuno izgaranje, faktor konverzije iz suhog u vlažno stanje za nerazrijeđeni ispušni plin bilježi se kao $k_{w,a}$ [–] te se izračunava primjenom jednadžbe (7-4):

▼M2

$$k_{w,a} = \frac{\left(1 - \frac{1{,}2442 \cdot H_a + 111{,}19 \cdot w_H \cdot \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773{,}4 + 1{,}2442 \cdot H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \cdot k_f \cdot 1\,000}\right)}{\left(1 - \frac{p_r}{p_b}\right)} \quad (7\text{-}4)$$

▼B

pri čemu je:

$H_a$ = vlažnost ulaznog zraka [g $H_2O$/kg suhog zraka]

$q_{mf,i}$ = trenutačni maseni protok goriva [kg/s]

$q_{mad,i}$ = trenutačni maseni protok suhog ulaznog zraka [kg/s]

$p_r$ = tlak vode nakon rashladnika [kPa]

$p_b$ = ukupni barometarski tlak [kPa]

$w_H$ = udio vodika u gorivu [ % mase]

$k_f$ = dodatni volumen izgaranja [$m^3$/kg goriva]

▼B

pri čemu je:

$$k_{f} = 0{,}055594 \cdot w_{H} + 0{,}0080021 \cdot w_{N} + 0{,}0070046 \cdot w_{o} \quad (7\text{-}5)$$

pri čemu je:

$w_H$ = udio vodika u gorivu [ % mase]

$w_N$ = udio dušika u gorivu [ % mase]

$w_O$ = udio kisika u gorivu [ % mase]

U jednadžbi (7-4) može se pretpostaviti omjer $p_r/p_b$:

$$\frac{1}{\left(1 - \frac{p_r}{p_b}\right)} = 1{,}008 \quad (7\text{-}6)$$

Za nepotpuno izgaranje (bogate smjese), kao i za ispitivanja emisija bez izravnih mjerenja protoka zraka, prednost se daje drugoj metodi izračuna $k_{w,a}$:

$$k_{w,a} = \frac{\frac{1}{1+\alpha \cdot 0{,}005 \cdot (c_{CO2}+c_{CO})} - K_{w1}}{1 - \frac{p_r}{p_b}} \quad (7\text{-}7)$$

pri čemu je:

$c_{CO2}$ = koncentracija $CO_2$ u nerazrijeđenom ispušnom plinu, na suhoj osnovi [ % vol]

$c_{CO}$ = koncentracija CO u nerazrijeđenom ispušnom plinu, na suhoj osnovi [ppm]

$p_r$ = tlak vode nakon rashladnika [kPa]

$p_b$ = ukupni barometarski tlak [kPa]

$\alpha$ = molarni omjer ugljika i vodika [–]

$k_{w1}$ = vlažnost ulaznog zraka [–]

$$k_{w1} = \frac{1{,}608 \cdot H_a}{1\,000 + 1{,}608 \cdot H_a} \quad (7\text{-}8)$$

2.1.4. Korekcija $NO_x$ za vlažnost i temperaturu

Budući da emisije $NO_x$ ovise o uvjetima okolnog zraka, koncentracija $NO_x$ korigira se s obzirom na temperaturu i vlažnost okolnog zraka pomoću faktora $k_{h,D}$ ili $k_{h,G}$ [–] navedenih u jednadžbama (7-9) i (7-10). Ti su faktori važeći za raspon vlažnosti od 0 do 25 g $H_2O$/kg suhog zraka.

(a) za motore s kompresijskim paljenjem

$$k_{h,D} = \frac{15{,}698 \times H_a}{1\,000} + 0{,}832 \quad (7\text{-}9)$$

(b) za motore s paljenjem električnom iskrom

$$k_{h,G} = 0{,}6272 + 44{,}030 \times 10^{-3} \times H_a - 0{,}862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \quad (7\text{-}10)$$

pri čemu je:

$H_a$ = vlažnost ulaznog zraka [g $H_2O$/kg suhog zraka]

▼B

2.1.5. Faktor specifičan za pojedinu komponentu *u*

U točkama 2.1.5.1. i 2.1.5.2. opisana su dva postupka izračuna. Postupak iz točke 2.1.5.1. jednostavniji je jer se u njemu za omjer gustoće komponenti i ispušnog plina upotrebljavaju vrijednosti *u* iz tablice. Postupak iz točke 2.1.5.2. precizniji je za svojstva goriva koja odstupaju od specifikacija iz Priloga VIII., ali zahtijeva elementarnu analizu sastava goriva.

2.1.5.1. Vrijednosti iz tablice

Uz primjenu određenih pojednostavljivanja na jednadžbe iz točke 2.1.5.2. (pretpostavljanje vrijednosti $\lambda$ i uvjeta ulaznog zraka kao što je prikazano u tablici 7.1.), dobivene vrijednosti za $u_{gas}$ navedene su u tablici 7.1

*Tablica 7.1.*

**Nerazrijeđeni ispušni plin *u* i gustoće komponenti (za koncentraciju emisija izraženu u ppm)**

| Gorivo | $r_e$ | | | Plin | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $NO_x$ | CO | HC | $CO_2$ | $O_2$ | $CH_4$ |
| | | | | $r_{gas}$ [kg/m$^3$] | | | |
| | | 2,053 | 1,250 | ([a]) | 1,9636 | 1,4277 | 0,716 |
| | | | | $U_{gas}$ ([b]) | | | |
| Dizel (plinsko ulje za necestovnu upotrebu) | 1,2943 | 0,001586 | 0,000966 | 0,000482 | 0,001517 | 0,001103 | 0,000553 |
| Etanol za namjenske motore s kompresijskim paljenjem (ED95) | 1,2768 | 0,001609 | 0,000980 | 0,000780 | 0,001539 | 0,001119 | 0,000561 |
| Prirodni plin / biometan ([c]) | 1,2661 | 0,001621 | 0,000987 | 0,000528 ([d]) | 0,001551 | 0,001128 | 0,000565 |
| Propan | 1,2805 | 0,001603 | 0,000976 | 0,000512 | 0,001533 | 0,001115 | 0,000559 |
| Butan | 1,2832 | 0,001600 | 0,000974 | 0,000505 | 0,001530 | 0,001113 | 0,000558 |
| UNP ([e]) | 1,2811 | 0,001602 | 0,000976 | 0,000510 | 0,001533 | 0,001115 | 0,000559 |
| Benzin (E10) | 1,2931 | 0,001587 | 0,000966 | 0,000499 | 0,001518 | 0,001104 | 0,000553 |
| Etanol (E85) | 1,2797 | 0,001604 | 0,000977 | 0,000730 | 0,001534 | 0,001116 | 0,000559 |

([a]) Ovisno o gorivu
([b]) Pri $\lambda$ = 2, suh zrak, 273 K, 101,3 kPa
([c]) Točnost vrijednosti *u* unutar 0,2 % za maseni sastav: C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %
([d]) NMHC na temelju $CH_{2,93}$ (za ukupni HC upotrebljava se koeficijent $u_{gas}$ za $CH_4$)
([e]) Točnost vrijednosti u unutar 0,2 % za maseni sastav: C3 = 70 – 90 %; C4 = 10 – 30 %

2.1.5.2. Izračunane vrijednosti

Faktor specifičan za pojedinu komponentu, $u_{gas,i}$, može se izračunati pomoću omjera gustoća komponente i ispušnog plina ili pomoću odgovarajućeg omjera molarnih masa [jednadžbe (7-11) ili (7-12)]:

$$u_{gas,i} = M_{gas}/(M_{e,i} \cdot 1\,000) \qquad (7\text{-}11)$$

ili

▼B

$$u_{\text{gas},i} = \rho_{\text{gas}} / (\rho_{\text{e},i} \cdot 1\,000) \qquad (7\text{-}12)$$

pri čemu je:

$M_{\text{gas}}$ = molarna masa plinovite komponente [g/mol]

$M_{\text{e},i}$ = trenutačna molarna masa vlažnog nerazrijeđenog ispušnog plina [g/mol]

$\rho_{\text{gas}}$ = gustoća plinovite komponente [kg/m$^3$]

$\rho_{e,i}$ = trenutačna gustoća vlažnog nerazrijeđenog ispušnog plina [kg/m$^3$]

Molarna masa ispušnog plina, $M_{\text{e,i}}$, izvodi se za opći sastav goriva $CH_\alpha O_\varepsilon N_\delta S_\gamma$ pod pretpostavkom potpunog izgaranja i izračunava se pomoću jednadžbe (7-13):

▼M2

$$\mathrm{M_{e,i}} = \frac{1 + \frac{\mathrm{q_{mf,i}}}{\mathrm{q_{maw,i}}}}{\frac{\mathrm{q_{mf,i}}}{\mathrm{q_{maw,i}}} \cdot \frac{\frac{\alpha}{4} + \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12{,}011 + 1{,}00794 \cdot \alpha + 15{,}9994 \cdot \varepsilon + 14{,}0067 \cdot \delta + 32{,}065 \cdot \gamma} + \frac{\frac{\mathrm{H_a} \cdot 10^{-3}}{2 \times 1{,}00794 + 15{,}9994} + \frac{1}{\mathrm{M_a}}}{1 + \mathrm{H_a} \cdot 10^{-3}}} \qquad (7\text{-}13)$$

▼B

gdje je:

$q_{mf,i}$ = trenutačni maseni protok goriva na vlažnoj osnovi [kg/s]

$q_{maw,i}$ = trenutačni maseni protok ulaznog zraka na vlažnoj osnovi [kg/s]

$\alpha$ = molarni omjer ugljika i vodika [–]

$\delta$ = molarni omjer dušika i vodika [–]

$\varepsilon$ = molarni omjer kisika i vodika [–]

$\gamma$ = omjer atomskog sumpora i ugljika [–]

$H_{\text{a}}$ = vlažnost ulaznog zraka [g $H_2O$/kg suhog zraka]

$M_{\text{a}}$ = molekularna masa suhog ulaznog zraka = 28,965 g/mol

Trenutačna gustoća nerazrijeđenog ispušnog plina $r_{e,i}$ [kg/m$^3$] izračunava se pomoću jednadžbe (7-14):

$$\rho_{\text{e},i} = \frac{1\,000 + H_{\text{a}} + 1\,000 \cdot (q_{mf,i} / q_{mad,i})}{773{,}4 + 1{,}2434 \cdot H_{\text{a}} + k_{\text{f}} \cdot 1\,000 \cdot (q_{mf,i} / q_{mad,i})} \qquad (7\text{-}14)$$

pri čemu je:

$q_{mf,i}$ = trenutačni maseni protok goriva [kg/s]

$q_{mad,i}$ = trenutačni maseni protok suhog ulaznog zraka [kg/s]

$H_{\text{a}}$ = vlažnost ulaznog zraka [g $H_2O$/kg suhog zraka]

$k_{\text{f}}$ = dodatni volumen izgaranja [m$^3$/kg goriva] [vidjeti jednadžbu (7-5)]

2.1.6. Maseni protok ispušnog plina

▼B

2.1.6.1. Metoda mjerenja zraka i goriva

Metoda obuhvaća mjerenje protoka zraka i protoka goriva prikladnim mjeračima protoka. Trenutačni protok ispušnog plina $q_{mew,i}$ [kg/s] izračunava se pomoću jednadžbe (7-15):

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i} \tag{7-15}$$

pri čemu je:

$q_{maw,i}$ = trenutačni maseni protok ulaznog zraka [kg/s]

$q_{mf,i}$ = trenutačni maseni protok goriva [kg/s]

2.1.6.2. Metoda mjerenja plinom za praćenje

Metoda obuhvaća mjerenje koncentracije plina za praćenje u ispušnom plinu. Trenutačni protok ispušnog plina $q_{mew,i}$ [kg/s] izračunava se pomoću jednadžbe (7-16):

$$q_{mew,i} = \frac{q_{Vt} \cdot \rho_e}{10^{-6} \cdot (c_{mix,i} - c_b)} \tag{7-16}$$

pri čemu je:

$q_{Vt}$ = protok plina za praćenje [$m^3$/s]

$c_{mix,i}$ = trenutačna koncentracija plina za praćenje nakon miješanja [ppm]

$r_e$ = gustoća nerazrijeđenog ispušnog plina [$kg/m^3$]

$c_b$ = pozadinska koncentracija plina za praćenje u ulaznom zraku [ppm]

Pozadinska koncentracija plina za praćenje $c_b$ može se odrediti izračunom prosjeka pozadinske koncentracije izmjerene neposredno prije i nakon ispitivanja. Ako je pozadinska koncentracija manja od 1 % koncentracije plina za praćenje nakon miješanja $c_{mix,i}$ pri maksimalnom protoku ispušnog plina, tada se pozadinska koncentracija može zanemariti.

2.1.6.3. Metoda mjerenja protoka zraka i omjera zraka i goriva

Metoda obuhvaća izračun mase ispušnih plinova iz protoka zraka i omjera zraka i goriva. Trenutačni maseni protok ispušnog plina $q_{mew,i}$ [kg/s] izračunava se pomoću jednadžbe (7-17):

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} \cdot \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \cdot \lambda_i}\right) \tag{7-17}$$

pri čemu je:

$$A/F_{st} = \frac{138{,}0 \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right)}{12{,}011 + 1{,}00794 \cdot \alpha + 15{,}9994 \cdot \varepsilon + 14{,}0067 \cdot \delta + 32{,}065 \cdot \gamma} \tag{7-18}$$

$$\lambda_i = \frac{\left(100 - \frac{c_{COd} \cdot 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \cdot 10^{-4}\right) + \left(\frac{\alpha}{4} \cdot \frac{1 - \frac{2 \cdot c_{COd} \cdot 10^{-4}}{3{,}5 \cdot c_{CO2d}}}{1 + \frac{c_{COd} \cdot 10^{-4}}{3{,}5 \cdot c_{CO2d}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}\right) \cdot (c_{CO2d} + c_{COd} \cdot 10^{-4})}{4{,}764 \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right) \cdot (c_{CO2d} + c_{COd} \cdot 10^{-4} + c_{HCw} \cdot 10^{-4})} \tag{7-19}$$

pri čemu je:

$q_{maw,i}$ = maseni protok vlažnog ulaznog zraka [kg/s]

$A/F_{st}$ = stehiometrijski omjer zraka i goriva [–]

▼B

$l_i$ = trenutačni omjer viška zraka [–]

$c_{COd}$ = koncentracija CO u nerazrijeđenom ispušnom plinu na suhoj osnovi [ppm]

$c_{CO2d}$ = koncentracija $CO_2$ u nerazrijeđenom ispušnom plinu na suhoj osnovi [ %]

$c_{HCw}$ = koncentracija HC u nerazrijeđenom ispušnom plinu na vlažnoj osnovi [ppm C1]

$\alpha$ = molarni omjer ugljika i vodika [–]

$\delta$ = molarni omjer dušika i vodika [–]

$\varepsilon$ = molarni omjer kisika i vodika [–]

$\gamma$ = omjer atomskog sumpora i ugljika [–]

2.1.6.4. Metoda bilance ugljika, postupak u jednom koraku

Sljedeća formula u jednom koraku navedena u jednadžbi (7-20) može se primjenjivati za izračun masenog protoka ispušnog plina na vlažnoj osnovi $q_{mew,i}$ [kg/s]:

$$q_{mew,i} = q_{mf,i} \cdot \left[ \frac{1{,}4 \cdot w_C^2}{(1{,}0828 \cdot w_C + k_{fd} \cdot f_c) f_c} \left( 1 + \frac{H_a}{1\,000} \right) + 1 \right] \quad (7\text{-}20)$$

s faktorom ugljika $f_c$ [–] zadanim formulom:

$$f_c = 0{,}5441 \cdot (c_{CO2d} - c_{CO2d,a}) + \frac{c_{COd}}{18\,522} + \frac{c_{HCw}}{17\,355} \quad (7\text{-}21)$$

pri čemu je:

$q_{mf,i}$ = trenutačni maseni protok goriva [kg/s]

▼M2

$w_C$ = sadržaj ugljika u gorivu [% mase] (vidjeti jednadžbu (7-82) iz točke 3.3.3.1. ili tablicu 7.3.)

▼B

$H_a$ = vlažnost ulaznog zraka [g $H_2O$/kg suhog zraka]

$k_{fd}$ = dodatni volumen izgaranja na suhoj osnovi [$m^3$/kg goriva]

$c_{CO2d}$ = suha koncentracija $CO_2$ u nerazrijeđenom ispušnom plinu [ %]

$c_{CO2d,a}$ = suha koncentracija $CO_2$ u okolnom zraku [ %]

$c_{COd}$ = suha koncentracija CO u nerazrijeđenom ispušnom plinu [ppm]

$c_{HCw}$ = vlažna koncentracija HC u nerazrijeđenom ispušnom plinu [ppm]

i faktor $k_{fd}$ [$m^3$/kg goriva] koji se izračunava pomoću jednadžbe (7-22) na suhoj osnovi oduzimanjem vode koja nastaje pri izgaranju od vrijednosti $k_f$:

$$k_{fd} = k_f - 0{,}11118 \cdot w_H \quad (7\text{-}22)$$

pri čemu je:

$k_f$ = faktor za specifično gorivo prema jednadžbi (7-5) [$m^3$/kg goriva]:

$w_H$ = udio vodika u gorivu [ % mase]

▼B

2.2. Razrijeđene plinovite emisije

2.2.1. Masa plinovitih emisija

Maseni protok ispušnog plina mjeri se primjenom sustava za uzorkovanje konstantnog obujma (CVS), koji može upotrebljavati volumetričku pumpu (PDP), Venturijevu cijev kritičnog protoka (CFV) ili podzvučnu Venturijevu cijev (SSV).

Za sustave s konstantnim masenim protokom (odnosno s izmjenjivačem topline), masa onečišćujućih tvari $m_{gas}$ [g/ispitivanje] određuje se jednadžbom (7-23):

$$m_{gas} = k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot c_{gas} \cdot m_{ed} \quad (7\text{-}23)$$

pri čemu je:

$u_{gas}$ omjer između gustoće komponente ispušnog plina i gustoće zraka, koji je naveden u tablici 7.2. ili se izračunava primjenom jednadžbe (7-34) [–]

$c_{gas}$ = srednja koncentracija komponente korigirana za pozadinu na vlažnoj osnovi [ppm] odnosno [ % vol]

$k_h$ = korekcijski faktor za $NO_x$ [–], primjenjuje se samo za izračun emisije $NO_x$

k = 1 za $c_{gasr,w,i}$ u [ppm], $k$ = 10 000 za $c_{gasr,w,i}$ u [ % vol]

$m_{ed}$ = ukupna masa razrijeđenog ispušnog plina za vrijeme ciklusa, [kg/ispitivanje]

Za sustave s kompenzacijom protoka (bez izmjenjivača topline), masa onečišćujućih tvari $m_{gas}$ [g/ispitivanje] određuje se izračunom trenutačne masene vrijednosti emisija, integracije i korekcije za pozadinu pomoću jednadžbe (7-24):

$$m_{gas} = k_h \cdot k \cdot \left( \sum_{i=1}^{N} [(m_{ed,i} \cdot c_e \cdot u_{gas})] - \left[ (m_{ed} \cdot c_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) \cdot u_{gas}) \right] \right) \quad (7\text{-}24)$$

pri čemu je:

$c_e$ = koncentracija emisija u razrijeđenom ispušnom plinu, na vlažnoj osnovi [ppm] ili [ % vol]

$c_d$ = koncentracija emisija u razrijeđenom zraku, na vlažnoj osnovi [ppm] ili [ % vol]

$m_{ed,i}$ = masa razrijeđenog ispušnog plina tijekom vremenskog intervala $i$ [kg]

$m_{ed}$ = ukupna masa razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa [kg]

$u_{gas}$ = vrijednost iz tablice 7.2. [–]

$D$ = faktor razrjeđivanja (vidjeti jednadžbu (7-28) u točki 2.2.2.2.) [–]

$k_h$ = korekcijski faktor za $NO_x$ [–], primjenjuje se samo za izračun emisije $NO_x$

$k$ = 1 za $c$ u [ppm], $k$ = 10 000 za $c$ u [ % vol]

Za koncentracije $c_{gas}$, $c_e$ i $c_d$ mogu se uzeti vrijednosti izmjerene u skupnom uzorku (vreća, no nije dopušteno za $NO_x$ i HC) ili prosjek integracije kontinuiranih mjerenja. Isto tako vrijednost $m_{ed,i}$ mora biti uprosječena integracijom tijekom ispitnog ciklusa.

Sljedećim jednadžbama prikazuje se način izračuna potrebnih količina ($c_e$, $u_{gas}$ i $m_{ed}$).

▼B

2.2.2. Konverzija koncentracije iz suhog u vlažno stanje

Sve koncentracije iz točke 2.2.1. izmjerene na suhoj osnovi pretvaraju se na vrijednosti za vlažnu osnovu pomoću jednadžbe (7-3).

2.2.2.1. Razrijeđeni ispušni plin

Suhe koncentracije pretvaraju se u vlažne koncentracije primjenom jedne od sljedećih dviju jednadžbi [(7-25) ili (7-26)]:

$$k_{w,e} = \left[\left(1 - \frac{\alpha \cdot c_{CO2w}}{200}\right) - k_{w2}\right] \cdot 1{,}008 \quad (7\text{-}25)$$

ili

$$k_{w,e} = \left(\frac{(1 - k_{w2})}{1 + \frac{\alpha \cdot c_{CO2d}}{200}}\right) \cdot 1{,}008 \quad (7\text{-}26)$$

pri čemu je:

$\alpha$ = molarni omjer vodika i ugljika u gorivu [–]

$c_{CO2w}$ = koncentracija $CO_2$ u razrijeđenom ispušnom plinu na vlažnoj osnovi [ % vol]

$c_{CO2d}$ = koncentracija $CO_2$ u razrijeđenom ispušnom plinu na suhoj osnovi [ % vol]

Korekcijski faktor za preračunavanje iz suhog u vlažno stanje $k_{w2}$ uzima u obzir udio vode u ulaznom zraku i zraku za razrjeđivanje te se izračunava pomoću jednadžbe (7-27):

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \cdot \left[H_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) + H_a \cdot \left(\frac{1}{D}\right)\right]}{1\,000 + \left\{1{,}608 \cdot \left[H_d\left(1 - \frac{1}{D}\right) + H_a \cdot \left(\frac{1}{D}\right)\right]\right\}} \quad (7\text{-}27)$$

pri čemu je:

$H_a$ = vlažnost ulaznog zraka [g $H_2O$/kg suhog zraka]

$H_d$ = vlažnost zraka za razrjeđivanje [g $H_2O$/kg suhog zraka]

$D$ = faktor razrjeđivanja (vidjeti jednadžbu (7-28) u točki 2.2.2.2.) [–]

2.2.2.2. Faktor razrjeđivanja

Faktor razrjeđivanja $D$ [–] (koji je potreban za korekciju za pozadinu i izračun vrijednosti $k_{w2}$) izračunava se pomoću jednadžbe (7-28):

$$D = \frac{F_s}{c_{CO2,e} + (c_{HC,e} + c_{CO,e}) \cdot 10^{-4}} \quad (7\text{-}28)$$

pri čemu je:

$F_S$ = stehiometrijski faktor [–]

$c_{CO2,e}$ = koncentracija $CO_2$ u razrijeđenom ispušnom plinu na vlažnoj osnovi [ % [ % vol]

$c_{HC,e}$ = koncentracija HC u razrijeđenom ispušnom plinu na vlažnoj osnovi [ppm C1]

$c_{CO,e}$ = koncentracija CO u razrijeđenom ispušnom plinu na vlažnoj osnovi [ppm]

▼B

Stehiometrijski faktor izračunava se pomoću jednadžbe (7-29):

$$F_s = 100 \cdot \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3{,}76 \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{4}\right)} \quad (7\text{-}29)$$

pri čemu je:

$\alpha$ = molarni omjer vodika i ugljika u gorivu [–]

Alternativno, ako nije poznat sastav goriva, mogu se upotrebljavati sljedeći stehiometrijski faktori:

$F_S$ (dizel) = 13,4

$F_S$ (UNP) = 11,6

$F_S$ (PP) = 9,5

$F_S$ (E10) = 13,3

$F_S$ (E85) = 11,5

Ako se protok ispušnog plina izravno mjeri, faktor razrjeđivanja $D$ [–] može se izračunati pomoću jednadžbe (7-30):

$$D = \frac{q_{VCVS}}{q_{Vew}} \quad (7\text{-}30)$$

pri čemu je:

$q_{VCVS}$ volumni protok razrijeđenog ispušnog plina [$m^3$/s]

$q_{Vew}$ volumni protok nerazrijeđenog ispušnog plina [$m^3$/s]

2.2.2.3. Zrak za razrjeđivanje

$$k_{w,d} = (1 - k_{w3}) \cdot 1{,}008 \quad (7\text{-}31)$$

pri čemu je

$$k_{w3} = \frac{1{,}608 \cdot H_d}{1\,000 + 1{,}608 \cdot H_d} \quad (7\text{-}32)$$

pri čemu je:

$H_d$ = vlažnost zraka za razrjeđivanje [g $H_2O$/kg suhog zraka]

2.2.2.4. Određivanje koncentracije korigirane za pozadinu

Prosječna pozadinska koncentracija plinovitih onečišćujućih tvari u zraku za razrjeđivanje oduzima se od izmjerenih koncentracija kako bi se dobile neto koncentracije onečišćujućih tvari. Prosječne vrijednosti pozadinskih koncentracija mogu se odrediti metodom vreće za uzorkovanje ili kontinuiranim mjerenjem s integracijom. Primjenjuje se jednadžba (7-33):

$$c_{gas} = c_{gas,e} - c_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) \quad (7\text{-}33)$$

pri čemu je:

$c_{gas}$ = neto koncentracija plinovitih onečišćujućih tvari [ppm] ili [ % vol]

$c_{gas,e}$ = koncentracija emisija u razrijeđenom ispušnom plinu, na vlažnoj osnovi [ppm] ili [ % vol]

$c_d$ = koncentracija emisija u razrijeđenom zraku, na vlažnoj osnovi [ppm] ili [ % vol]

$D$ = faktor razrjeđivanja (vidjeti jednadžbu (7-28) u točki 2.2.2.2.) [–]

▼B

2.2.3. Faktor specifičan za pojedinu komponentu *u*

Faktor specifičan za pojedinu komponentu $u_{gas}$ razrijeđenog plina može se izračunati primjenom jednadžbe (7-34) ili pronaći u tablici 7.2.; u tablici 7.2. pretpostavlja se da je gustoća razrijeđenog ispušnog plina jednaka gustoći zraka.

$$u = \frac{M_{gas}}{M_{d,w} \cdot 1\,000} = \frac{M_{gas}}{\left[M_{da,w} \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) + M_{r,w} \cdot \left(\frac{1}{D}\right)\right] \cdot 1\,000} \quad (7\text{-}34)$$

pri čemu je:

$M_{gas}$ = molarna masa plinovite komponente [g/mol]

$M_{d,w}$ = molarna masa razrijeđenog ispušnog plina [g/mol]

▼M2

$M_{da,w}$ = molarna masa zraka za razrjeđivanje [g/mol] (vidjeti jednadžbu (7-144) iz točke 3.9.3.)

$M_{r,w}$ = molarna masa nerazrijeđenog ispušnog plina [g/mol] (vidjeti točku 5. Dodatka 2.)

▼B

$D$ = faktor razrjeđivanja (vidjeti jednadžbu (7-28) u točki 2.2.2.2.) [–]

*Tablica 7.2.*

**Vrijednosti *u* za razrijeđeni ispušni plin (za koncentraciju emisija izraženu u ppm) i gustoće komponenti**

| Gorivo | $r_e$ | | | Plin | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $NO_x$ | CO | HC | $CO_2$ | $O_2$ | $CH_4$ |
| | | | | $r_{gas}$ [kg/m$^3$] | | | |
| | | 2,053 | 1,250 | (1) | 1,9636 | 1,4277 | 0,716 |
| | | | | $u_{gas}$ (2) | | | |
| Dizel (plinsko ulje za necestovnu upotrebu) | 1,2943 | 0,001586 | 0,000966 | 0,000482 | 0,001517 | 0,001103 | 0,000553 |
| Etanol za namjenske motore s kompresijskim paljenjem (ED95) | 1,2768 | 0,001609 | 0,000980 | 0,000780 | 0,001539 | 0,001119 | 0,000561 |
| Prirodni plin / biometan (3) | 1,2661 | 0,001621 | 0,000987 | 0,000528 (4) | 0,001551 | 0,001128 | 0,000565 |
| Propan | 1,2805 | 0,001603 | 0,000976 | 0,000512 | 0,001533 | 0,001115 | 0,000559 |
| Butan | 1,2832 | 0,001600 | 0,000974 | 0,000505 | 0,001530 | 0,001113 | 0,000558 |
| UNP (5) | 1,2811 | 0,001602 | 0,000976 | 0,000510 | 0,001533 | 0,001115 | 0,000559 |
| Benzin (E10) | 1,2931 | 0,001587 | 0,000966 | 0,000499 | 0,001518 | 0,001104 | 0,000553 |
| Etanol (E85) | 1,2797 | 0,001604 | 0,000977 | 0,000730 | 0,001534 | 0,001116 | 0,000559 |

(1) Ovisno o gorivu
(2) Pri $\lambda = 2$, suhi zrak, 273 K, 101,3 kPa
(3) Točnost vrijednosti u unutar 0,2 % za maseni sastav: C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %
(4) NMHC na temelju $CH_{2.93}$ (za ukupni HC upotrebljava se koeficijent $u_{gas}$ za $CH_4$)
(5) Točnost vrijednosti u unutar 0,2 % za maseni sastav: C3 = 70 – 90 %; C4 = 10 – 30 %

2.2.4. Izračun masenog protoka ispušnog plina

2.2.4.1. PDP-CVS sustav

Masa razrijeđenog ispušnog plina [kg/ispitivanje] tijekom ciklusa izračunava se pomoću jednadžbe (7-35) ako se temperatura razrijeđenog ispušnog plina $m_{ed}$ održava unutar ±6 K tijekom ciklusa primjenom izmjenjivača topline:

▼B

$$m_{ed} = 1{,}293 \cdot V_0 \cdot n_P \cdot \frac{P_p}{101{,}325} \cdot \frac{273{,}15}{T} \quad (7\text{-}35)$$

pri čemu je:

$V_0$ = volumen plina ispumpanog po okretaju u uvjetima ispitivanja [$m^3$/okr]

$n_p$ = ukupni broj okretaja pumpe po ispitivanju [okr/ispitivanje]

$p_p$ = apsolutni tlak na ulaznom otvoru pumpe [kPa]

$\overline{T}$ = prosječna temperatura razrijeđenog ispušnog plina na ulaznom otvoru pumpe [K]

1,293 kg/$m^3$ = gustoća zraka pri 273,15 K i 101,325 kPa

Ako se primjenjuje sustav s kompenzacijom protoka (odnosno bez izmjenjivača topline), masa razrijeđenog ispušnog plina $m_{ed,i}$ [kg] tijekom vremenskog intervala izračunava se pomoću jednadžbe (7-36):

$$m_{ed,i} = 1{,}293 \cdot V_0 \cdot n_{P,i} \cdot \frac{p_p}{101{,}325} \cdot \frac{273{,}15}{T} \quad (7\text{-}36)$$

pri čemu je:

$V_0$ = volumen plina ispumpanog po okretaju u uvjetima ispitivanja [$m^3$/okr]

$p_p$ = apsolutni tlak na ulaznom otvoru pumpe [kPa]

$n_{P,i}$ = ukupni broj okretaja pumpe u vremenskom intervalu $i$ [rev/$\Delta t$]

$\overline{T}$ = prosječna temperatura razrijeđenog ispušnog plina na ulaznom otvoru pumpe [K]

1,293 kg/$m^3$ = gustoća zraka pri 273,15 K i 101,325 kPa

2.2.4.2. Sustav CFV-CVS

Maseni protok tijekom ciklusa $m_{ed}$ [g/ispitivanje] izračunava se pomoću jednadžbe (7-37) ako se temperatura razrijeđenog ispušnog plina održava unutar ±11 K tijekom ciklusa upotrebom izmjenjivača topline:

$$m_{ed} = \frac{1{,}293 \cdot t \cdot K_V \cdot p_p}{T^{0,5}} \quad (7\text{-}37)$$

pri čemu je:

$t$ = trajanje ciklusa [s]

$K_V$ = umjerni koeficijent Venturijeve cijevi kritičnog protoka u standardnim uvjetima [$(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg$]

$p_p$ = apsolutni tlak na ulaznom otvoru Venturijeve cijevi [kPa]

$T$ = apsolutna temperatura na ulaznom otvoru Venturijeve cijevi [K]

1,293 kg/$m^3$ = gustoća zraka pri 273,15 K i 101,325 kPa

Ako se primjenjuje sustav s kompenzacijom protoka (odnosno bez izmjenjivača topline), masa razrijeđenog ispušnog plina $m_{ed,i}$ [kg] tijekom vremenskog intervala izračunava se pomoću jednadžbe (7-38):

$$m_{ed,i} = \frac{1{,}293 \cdot \Delta t_i \cdot K_V \cdot p_p}{T^{0,5}} \quad (7\text{-}38)$$

▼B

pri čemu je:

$Dt_i$ = vremenski interval ispitivanja [s]

$K_V$ = umjerni koeficijent Venturijeve cijevi kritičnog protoka u standardnim uvjetima $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$

$p_p$ = apsolutni tlak na ulaznom otvoru Venturijeve cijevi [kPa]

$T$ = apsolutna temperatura na ulaznom otvoru Venturijeve cijevi [K]

1,293 kg/m$^3$ = gustoća zraka pri 273,15 K i 101,325 kPa

2.2.4.3. Sustav SSV-CVS

Masa razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa $m_{ed}$ [kg/ispitivanje] izračunava se pomoću jednadžbe (7-39) ako se temperatura razrijeđenog ispušnog plina održava unutar ±11 K tijekom ciklusa upotrebom izmjenjivača topline:

$$m_{ed} = 1{,}293 \cdot q_{VSSV} \cdot \Delta t \tag{7-39}$$

pri čemu je:

1,293 kg/m$^3$ = gustoća zraka pri 273,15 K i 101,325 kPa

$\Delta t$ = trajanje ciklusa [s]

$q_{VSSV}$ = protok zraka pri standardnim uvjetima (101,325 kPa, 273,15 K) [m$^3$/s]

pri čemu je

$$q_{VSSV} = \frac{A_0}{60} d_v^2 C_d P_p \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r_p^{1{,}4286} - r_p^{1{,}7143}\right) \cdot \left(\frac{1}{1 - r_D^4 r_p^{1{,}4286}}\right)\right]} \tag{7-40}$$

pri čemu je:

$A_0$ = skup konstanti i pretvorbi mjernih jedinica = 0,0056940 $\left[\frac{m^3}{min} \cdot \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \cdot \frac{1}{mm^2}\right]$

$d_V$ = promjer suženja SSV-a [mm]

$C_d$ = koeficijent protoka SSV-a [–]

$p_p$ = apsolutni tlak na ulaznom otvoru Venturijeve cijevi [kPa]

$T_{in}$ = temperatura na ulaznom otvoru Venturijeve cijevi [K]

$r_p$ = omjer suženja SSV-a u odnosu na apsolutni statički tlak na ulaznom otvoru, $\left(1 - \frac{\Delta P}{P_a}\right)$ [–]

$r_D$ = omjer promjera suženja SSV-u odnosu na unutarnji promjer ulazne cijevi $\frac{d}{D}$ [–]

Ako se primjenjuje sustav s kompenzacijom protoka (odnosno bez izmjenjivača topline), masa razrijeđenog ispušnog plina $m_{ed,i}$ [kg] tijekom vremenskog intervala izračunava se pomoću jednadžbe (7-41):

$$m_{ed,i} = 1{,}293 \cdot q_{VSSV} \cdot \Delta t_i \tag{7-41}$$

pri čemu je:

1,293 kg/m$^3$ = gustoća zraka pri 273,15 K i 101,325 kPa

$Dt_i$ = vrijeme [s]

$q_{VSSV}$ = volumni protok SSV-a [m$^3$/s]

▼B

2.3. Izračun emisije čestica

▼M2

2.3.1. Dinamički ispitni ciklusi (NRTC i LSI-NRTC) i RMC

Masa čestica izračunava se nakon korekcije mase uzorka čestica za uzgon u skladu s točkom 8.1.13.2.5. Priloga VI.

▼B

2.3.1.1. Sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka

2.3.1.1.1. Izračun na osnovi omjera uzorka

Emisija čestica tijekom ciklusa $m_{PM}$ [g] izračunava se primjenom jednadžbe (7-42):

$$m_{PM} = \frac{m_f}{r_s \cdot 1\,000} \tag{7-42}$$

pri čemu je:

$m_f$ = masa čestica uzorkovana tijekom ciklusa [mg]

$r_s$ = prosječni omjer uzorka tijekom ispitnog ciklusa [–]

pri čemu je:

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \cdot \frac{m_{sep}}{m_{sed}} \tag{7-43}$$

pri čemu je:

$m_{se}$ = masa uzorka nerazrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa [kg]

$m_{ew}$ = ukupna masa nerazrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa [kg]

$m_{sep}$ = masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz filtre za prikupljanje čestica [kg]

$m_{sed}$ = masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz tunel za razrjeđivanje [kg]

U slučaju sustava s potpunim uzorkovanjem, $m_{sep}$ i $m_{sed}$ su jednaki.

2.3.1.1.2. Izračun na osnovi omjera razrjeđivanja

Emisija čestica tijekom ciklusa $m_{PM}$ [g] izračunava se primjenom jednadžbe (7-44):

$$m_{PM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \frac{m_{edf}}{1\,000} \tag{7-44}$$

pri čemu je:

$m_f$ = masa čestica uzorkovana tijekom ciklusa [mg]

$m_{sep}$ = masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz filtre za prikupljanje čestica [kg]

$m_{edf}$ = masa ekvivalentnog razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa [kg]

Ukupna masa ekvivalentne mase razrijeđenih ispušnih plinova tijekom ciklusa $m_{edf}$ [kg] određuje se pomoću jednadžbe (7-45):

$$m_{edf} = \frac{1}{f} \cdot \sum_{i=1}^{N} q_{medf,i} \tag{7-45}$$

pri čemu je:

▼M2

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} \cdot r_{d,i} \tag{7-46}$$

▼B

$$r_{d,i} = \frac{q_{mdew,i}}{q_{mdew,i} - q_{mdw,i}} \tag{7-47}$$

▼B

gdje je:

$q_{medf,i}$ = trenutačni ekvivalentni maseni protok razrijeđenog ispušnog plina [kg/s]

$q_{mew,i}$ = trenutačni maseni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi [kg/s]

$r_{d,i}$ = trenutačni omjer razrjeđivanja [–]

$q_{mdew,i}$ = trenutačni maseni protok razrijeđenog ispušnog plina na vlažnoj osnovi [kg/s]

$q_{mdw,i}$ = trenutačni maseni protok zraka za razrjeđivanje [kg/s]

$f$ = učestalost uzorkovanja podataka [Hz]

N = broj mjerenja [–]

2.3.1.2. Sustav za razrjeđivanje punog protoka

Masene emisije izračunavaju se pomoću jednadžbe (7-48):

$$m_{PM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \frac{m_{ed}}{1\,000} \quad (7\text{-}48)$$

pri čemu je:

$m_f$ = masa čestica uzorkovana tijekom ciklusa [mg]

$m_{sep}$ = masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz filtre za prikupljanje čestica [kg]

$m_{ed}$ = masa razrijeđenih ispušnih plinova tijekom ciklusa [kg]

pri čemu je

$$m_{sep} = m_{set} - m_{ssd} \quad (7\text{-}49)$$

pri čemu je:

$m_{set}$ = masa dvostruko razrijeđenog ispušnog plina kroz filtar za čestice [kg]

$m_{ssd}$ = masa sekundarnog zraka za razrjeđivanje [kg]

2.3.1.2.1. Korekcija za pozadinu

Masa čestica $m_{PM,c}$ [g] može se korigirati za pozadinu pomoću jednadžbe (7-50):

$$m_{PM,c} = \left\{ \frac{m_f}{m_{sep}} - \left[ \frac{m_b}{m_{sd}} \cdot \left( 1 - \frac{1}{D} \right) \right] \right\} \cdot \frac{m_{ed}}{1\,000} \quad (7\text{-}50)$$

pri čemu je:

$m_f$ = masa čestica uzorkovana tijekom ciklusa [mg]

$m_{sep}$ = masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz filtre za prikupljanje čestica [kg]

$m_{sd}$ = masa zraka za razrjeđivanje uzorkovanog napravom za uzorkovanje pozadinskih čestica [kg]

$m_b$ = masa prikupljenih pozadinskih čestica zraka za razrjeđivanje [mg]

$m_{ed}$ = masa razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa [kg]

$D$ = faktor razrjeđivanja (vidjeti jednadžbu (7-28) u točki 2.2.2.2.) [–]

▼B

2.3.2. Izračun za NRSC s diskretnim načinima

2.3.2.1. Sustav za razrjeđivanje

Svi izračuni moraju se temeljiti na prosječnim vrijednostima pojedinačnih načina rada *i* tijekom razdoblja uzorkovanja.

(a) Za razrjeđivanje djelomičnog protoka, ekvivalentni maseni protok razrijeđenog ispušnog plina određuje se primjenom jednadžbe (7-51) i sustava s mjerenjem protoka prikazanog na slici 9.2.:

$$q_{\,m\mathrm{edf}} = q_{\,m\mathrm{ew}} \cdot r_{\,\mathrm{d}} \tag{7-51}$$

$$r_{\,\mathrm{d}} = \frac{q_{m\mathrm{dew}}}{q_{m\mathrm{dew}} - q_{m\mathrm{dw}}} \tag{7-52}$$

pri čemu je:

$q_{m\mathrm{edf}}$ = ekvivalentan maseni protok razrijeđenog ispušnog plina [kg/s]

$q_{m\mathrm{ew}}$ = maseni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi [kg/s]

$r_{\mathrm{d}}$ = omjer razrjeđivanja [–]

$q_{m\mathrm{dew}}$ = maseni protok razrijeđenog ispušnog plina na vlažnoj osnovi [kg/s]

$q_{m\mathrm{dw}}$ = maseni protok vlažnog zraka za razrjeđivanje [kg/s]

(b) Kod sustava za razrjeđivanje punog protoka $q_{m\mathrm{dew}}$ upotrebljava se kao $q_{m\mathrm{edf}}$.

2.3.2.2. Izračun masenog protoka čestica

Maseni protok emitiranih čestica tijekom ciklusa $q_{\mathrm{mPM}}$ [g/h] izračunava se pomoću jednadžbi (7-53), (7-56), (7-57) ili (7-58):

(a) Za jednofiltarsku metodu

$$q_{\,m\mathrm{PM}} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \overline{q_{m\mathrm{edf}}} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \tag{7-53}$$

$$\overline{q_{m\mathrm{edf}}} = \sum_{i=1}^{\mathrm{N}} q_{\,m\mathrm{edf}i} \cdot WF_{\,i} \tag{7-54}$$

$$m_{\,\mathrm{sep}} = \sum_{i=1}^{\mathrm{N}} m_{\,\mathrm{sep}i} \tag{7-55}$$

pri čemu je:

$q_{m\mathrm{PM}}$ = maseni protok čestica [g/h]

$m_{\mathrm{f}}$ = masa čestica uzorkovana tijekom ciklusa [mg]

$\overline{q_{m\mathrm{edf}}}$ = prosječan ekvivalentni maseni protok razrijeđenog ispušnog plina na vlažnoj osnovi [kg/s]

$q_{m\mathrm{edf}i}$ = ekvivalentni maseni protok razrijeđenog ispušnog plina na vlažnoj osnovi u načinu rada *i* [kg/s]

$WF_i$ = faktor ponderiranja za način rada *i* [–]

$m_{\mathrm{sep}}$ = masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz filtre za prikupljanje čestica [kg]

$m_{\mathrm{sep}i}$ = masa uzorka razrijeđenog ispušnog plina koji je prošao kroz filtar za uzorkovanje čestica u načinu rada *i* [kg]

N = broj mjerenja [–]

▼B

(b) Za višefiltarsku metodu

$$q_{mPMi} = \frac{m_{fi}}{m_{sepi}} \cdot q_{medfi} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \quad (7\text{-}56)$$

pri čemu je:

$q_{mPMi}$ = maseni protok čestica u načinu rada $i$ [g/h]

$m_{fi}$ = masa uzorka čestica prikupljenih u načinu rada $i$ [mg]

$q_{medfi}$ = ekvivalentni maseni protok razrijeđenog ispušnog plina na vlažnoj osnovi u načinu rada $i$ [kg/s]

$m_{sepi}$ = masa uzorka razrijeđenog ispušnog plina koji je prošao kroz filtar za uzorkovanje čestica u načinu rada i [kg]

Masa čestičnih tvari određuje se tijekom ispitnog ciklusa zbrajanjem prosječnih vrijednosti pojedinačnih načina rada $i$ tijekom razdoblja uzorkovanja.

Maseni protok čestica $q_{mPM}$ [g/h] ili $q_{mPMi}$ [g/h] može se korigirati za pozadinu na sljedeći način:

(c) Za jednofiltarsku metodu

$$q_{mPM} = \left\{ \frac{m_f}{m_{sep}} - \left[ \frac{m_{f,d}}{m_d} \cdot \sum_{i=1}^{N} \left( 1 - \frac{1}{D_i} \right) \cdot WF_i \right] \right\} \cdot \overline{q_{medf}} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \quad (7\text{-}57)$$

pri čemu je:

$q_{mPM}$ = maseni protok čestica [g/h]

$m_f$ = masa uzorka prikupljenih čestica [mg]

$m_{sep}$ = masa uzorka razrijeđenog ispušnog plina koji je prošao kroz filtar za uzorkovanje čestica [kg]

$m_{f,d}$ = masa uzorka prikupljenih čestica iz zraka za razrjeđivanje [mg]

$m_d$ = masa uzorka zraka za razrjeđivanje koji je prošao kroz filtre za uzorkovanje čestica [kg]

$D_i$ = faktor razrjeđivanja u načinu rada $i$ (vidjeti jednadžbu (7-28) u točki 2.2.2.2.) [–]

$WF_i$ = faktor ponderiranja za način rada $i$ [–]

$\overline{q_{medf}}$ = prosječan ekvivalentni maseni protok razrijeđenog ispušnog plina na vlažnoj osnovi [kg/s]

(d) Za višefiltarsku metodu

$$q_{mPMi} = \left\{ \frac{m_{fi}}{m_{sepi}} - \left[ \frac{m_{f,d}}{m_d} \cdot \left( 1 - \frac{1}{D} \right) \right] \right\} \cdot \overline{q_{medfi}} \cdot \frac{3\,600}{1\,000} \quad (7\text{-}58)$$

pri čemu je:

$q_{mPMi}$ = maseni protok čestica u načinu rada $i$ [g/h]

$m_{fi}$ = masa uzorka čestica prikupljenih u načinu rada i [mg]

$m_{sepi}$ = masa uzorka razrijeđenog ispušnog plina koji je prošao kroz filtar za uzorkovanje čestica u načinu rada i [kg]

$m_{f,d}$ = masa uzorka prikupljenih čestica iz zraka za razrjeđivanje [mg]

$m_d$ = masa uzorka zraka za razrjeđivanje koji je prošao kroz filtre za uzorkovanje čestica [kg]

▼B

$D$ = faktor razrjeđivanja (vidjeti jednadžbu (7-28) u točki 2.2.2.2.) [–]

$q_{\mathrm{medf}i}$ = ekvivalentan maseni protok razrijeđenog ispušnog plina na vlažnoj osnovi u načinu rada $i$ [kg/s]

Ako se obavlja više od jednog mjerenja, tada se $m_{\mathrm{f,d}}/m_{\mathrm{d}}$ zamjenjuje s $\overline{m_{\mathrm{f,d}}}/\overline{m_{\mathrm{d}}}$.

2.4. Ciklusni rad i specifične emisije

2.4.1. Plinovite emisije

2.4.1.1. Dinamički ispitni ciklusi (NRTC i LSI-NRTC) i RMC

Upućuje se na točke 2.1. i 2.2. za nerazrijeđeni odnosno razrijeđeni ispušni plin. Vrijednosti rezultata za snagu $P$ [kW] integriraju se tijekom intervala ispitivanja. Ukupni rad $W_{\mathrm{act}}$ [kWh] izračunava se pomoću jednadžbe (7-59):

▼M2

$$W_{act} = \sum_{i=1}^{N} P_i \cdot \Delta t_i = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{3\,600} \cdot \frac{1}{10^3} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot \sum_{i=1}^{N} (n_i \cdot T_i) \qquad (7\text{-}59)$$

▼B

pri čemu je:

$P_i$ = trenutačna snaga motora [kW]

$n_i$ = trenutačna brzina motora [o/min]

$T_i$ = trenutačni zakretni moment motora [Nm]

$W_{\mathrm{act}}$ = stvarni ciklusni rad [kWh]

$f$ = učestalost uzorkovanja podataka [Hz]

N = broj mjerenja [–]

▼M2

$\Delta t_i$ = mjerni interval [s]

▼B

Ako su pomoćni uređaji ugrađeni u skladu s Dodatkom 2. Prilogu VI., ne prilagođava se trenutačni zakretni moment motora u jednadžbi (7-59). Ako nisu ugrađeni potrebni pomoćni uređaji koji su trebali biti ugrađeni za potrebe ispitivanja odnosno ako su ugrađeni pomoćni uređaji koji su trebali biti uklonjeni za potrebe ispitivanja, u skladu s točkom 6.3.2. odnosno točkom 6.3.3. Priloga VI. ovoj Uredbi, vrijednost $T_i$ koja se upotrebljava u jednadžbi (7-59) prilagođava se pomoću jednadžbe (7-60):

$$T_{\mathrm{i}} = T_{\mathrm{i,meas}} + T_{\mathrm{i,AUX}} \qquad (7\text{-}60)$$

pri čemu je:

$T_{i,\mathrm{meas}}$ = izmjerena vrijednost trenutačnog zakretnog momenta motora

▼M2

$T_{i,\mathrm{AUX}}$ = odgovarajuća vrijednost zakretnog momenta potrebnog za pogon pomoćnih uređaja utvrđena u skladu s jednadžbom (6-18) Priloga VI.

▼B

Specifične emisije $e_{\mathrm{gas}}$ [g/kWh] izračunavaju se na sljedeći način ovisno o vrsti ispitnog ciklusa.

$$e_{\mathrm{gas}} = \frac{m_{\mathrm{gas}}}{W_{\mathrm{act}}} \qquad (7\text{-}61)$$

pri čemu je:

$m_{\mathrm{gas}}$ = ukupna masa emisije [g/ispitivanje]

$W_{\mathrm{act}}$ = ciklusni rad [kWh]

▼B

U slučaju NRTC ciklusa, za plinovite emisije koje nisu $CO_2$, konačni rezultat ispitivanja $e_{gas}$ [g/kWh] jest ponderirani prosjek ispitivanja s hladnim pokretanjem i ispitivanja s toplim pokretanjem pomoću jednadžbe (7-62):

$$e_{\text{gas}} = \frac{(0{,}1 \cdot m_{\text{cold}}) + (0{,}9 \cdot m\text{hot})}{(0{,}1 \cdot W_{\text{act,cold}}) + (0{,}9 \cdot W\text{act, hot})} \quad (7\text{-}62)$$

pri čemu je:

$m_{\text{cold}}$ masena emisija plinova NRTC ciklusa s hladnim pokretanjem [g]

$W_{\text{act, cold}}$ stvarni ciklusni rad tijekom NRTC-a s hladnim pokretanjem [kWh]

$m_{\text{hot}}$ masena emisija plinova NRTC ciklusa s hladnim pokretanjem [g]

$W_{\text{act, hot}}$ stvarni ciklusni rad tijekom NRTC-a s toplim pokretanjem [kWh]

U slučaju NRTC ciklusa, za $CO_2$ konačni rezultat ispitivanja $e_{CO2}$ [g/kWh] izračunava se iz ispitivanja s toplim pokretanjem pomoću jednadžbe (7-63):

$$e_{\text{CO2,hot}} = \frac{m_{\text{CO2,hot}}}{W_{\text{act,hot}}} \quad (7\text{-}63)$$

pri čemu je:

$m_{\text{CO2, hot}}$ masene emisije $CO_2$ tijekom NRTC ciklusa s toplim pokretanjem [g]

$W_{\text{act, hot}}$ stvarni ciklusni rad tijekom NRTC-a s toplim pokretanjem [kWh]

2.4.1.2. NRSC s diskretnim načinima

Specifične emisije $e_{\text{gas}}$ [g/kWh] izračunavaju se pomoću jednadžbe (7-64):

$$e_{\text{gas}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{\text{mode}}} (q_{\text{mgas}i} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{\text{mode}}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}64)$$

pri čemu je:

$q_{mgas,i}$ = prosječni maseni protok emisija u načinu rada $i$ [g/h]

▼M2

$P_i$ = snaga motora za način rada $i$ [kW] izračunana zbrajanjem izmjerene snage $P_{meas}$ [kW] i snage potrebne za pogon pomoćnih uređaja $P_{AUX}$ [kW], utvrđene u skladu s jednadžbom (6-8) iz Priloga VI. ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ = faktor ponderiranja za način rada $i$ [–]

▼M2

$N_{mode}$ = broj načina u primjenjivom NRSC-u s diskretnim načinima

▼B

2.4.2. Emisije čestica

2.4.2.1. Dinamički ispitni ciklusi (NRTC i LSI-NRTC) i RMC

Specifične emisije čestica izračunavaju se pomoću jednadžbe (7-61) gdje se vrijednosti $e_{\text{gas}}$ [g/kWh] i $m_{\text{gas}}$ [g/ispitivanje] zamjenjuju vrijednostima $e_{\text{PM}}$ [g/kWh] odnosno $m_{\text{PM}}$ [g/ispitivanje]:

$$e_{\text{PM}} = \frac{m_{\text{PM}}}{W_{\text{act}}} \quad (7\text{-}65)$$

pri čemu je:

$m_{\text{PM}}$ = ukupna masa emisije čestica izračunata prema točki 2.3.1.1. ili točki 2.3.1.2. [g/ispitivanje]

$W_{\text{act}}$ = ciklusni rad [kWh]

▼B

Emisije kompozitnog dinamičkog ciklusa (odnosno NRTC ciklusa s hladnim pokretanjem i NRTC ciklusa s toplim pokretanjem) izračunavaju se na način prikazan u točki 2.4.1.1.

2.4.2.2. NRSC s diskretnim načinima

Specifična emisija čestica $e_{\mathrm{PM}}$ [g/kWh] izračunava se pomoću jednadžbi (7-66) ili (7-67):

(a) Za jednofiltarsku metodu

▼M2

$$e_{\mathrm{PM}} = \frac{q_{m\mathrm{PM}}}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \tag{7-66}$$

▼B

pri čemu je:

▼M2

$P_i$ = snaga motora za način rada $i$ [kW] izračunana zbrajanjem izmjerene snage $P_{meas}$ [kW] i snage potrebne za pogon pomoćnih uređaja $P_{AUX}$ [kW], utvrđene u skladu s jednadžbom (6-8) iz Priloga VI. ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ = faktor ponderiranja za način rada $i$ [–]

$q_{m\mathrm{PM}}$ = maseni protok čestica [g/h]

▼M2

$N_{mode}$ = broj načina u primjenjivom NRSC-u s diskretnim načinima

▼B

(b) Za višefiltarsku metodu

▼M2

$$e_{\mathrm{PM}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (q_{m\mathrm{PM}i} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \tag{7-67}$$

▼B

pri čemu je:

▼M2

$P_i$ = snaga motora za način rada $i$ [kW] izračunana zbrajanjem izmjerene snage $P_{meas}$ [kW] i snage potrebne za pogon pomoćnih uređaja $P_{AUX}$ [kW], utvrđene u skladu s jednadžbom (6-8) iz Priloga VI. ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ = faktor ponderiranja za način rada $i$ [–]

$q_{m\mathrm{PM}i}$ = maseni protok čestica u načinu rada $i$ [g/h]

▼M2

$N_{mode}$ = broj načina u primjenjivom NRSC-u s diskretnim načinima

▼B

Za jednofiltarsku metodu, efektivni faktor ponderiranja, $WF_{ei}$, za svaki se način rada izračunava pomoću jednadžbe (7-68):

$$WF_{ei} = \frac{m_{\mathrm{sep}i} \cdot \overline{q_{m\mathrm{edf}}}}{m_{\mathrm{sep}} \cdot \overline{q_{m\mathrm{edf}i}}} \tag{7-68}$$

pri čemu je:

$m_{\mathrm{sep}i}$ = masa uzorka razrijeđenog ispušnog plina koji je prošao kroz filtre za uzorkovanje čestica u načinu rada $i$ [kg]

$\overline{q_{m\mathrm{edf}}}$ = prosječan ekvivalentni maseni protok razrijeđenog ispušnog plina [kg/s]

$q_{m\mathrm{edf}i}$ = ekvivalentan maseni protok razrijeđenog ispušnog plina u načinu rada $i$ [kg/s]

$m_{\mathrm{sep}}$ = masa uzorka razrijeđenog ispuha koji je prošao kroz filtre za uzorkovanje čestica [kg]

▼B

Vrijednost efektivnih faktora ponderiranja mora biti unutar ± 0,005 (apsolutna vrijednost) faktora ponderiranja navedenih u Dodatku 1. Prilogu XVII.

2.4.3. Prilagodba za sustave za kontrolu emisije s neučestalom (periodičnom) regeneracijom

U slučaju motora, osim onih koji pripadaju kategoriji RLL, opremljenih sustavima za naknadnu obradu ispušnih plinova s neučestalom (periodičnom) regeneracijom (vidjeti točku 6.6.2. Priloga VI.), specifične emisije plinovitih i krutih onečišćujućih tvari izračunate u skladu s točkama 2.4.1. i 2.4.2. korigiraju se primjenjivim multiplikativnim faktorom prilagodbe ili primjenjivim aditivnim faktorom prilagodbe. Ako tijekom ispitivanja nije provedena neučestala regeneracija, primjenjuje se faktor prilagodbe na veću vrijednost ($k_{ru,m}$ ili $k_{ru,a}$). Ako je tijekom ispitivanja provedena neučestala regeneracija, primjenjuje se faktor prilagodbe na manju vrijednost ($k_{rd,m}$ ili $k_{rd,a}$). U slučaju NRSC-a s diskretnim načinima, kada su faktori prilagodbe određeni za svaki način rada, primjenjuju se za svaki način rada tijekom izračuna rezultata ponderirane emisije.

2.4.4. Prilagodba za faktor pogoršanja

Specifične emisije plinovitih i krutih onečišćujućih tvari izračunane u skladu s točkama 2.4.1. i 2.4.2., uključujući i faktor prilagodbe za neučestale regeneracije u skladu s točkom 2.4.3., ako je primjenjivo, potrebno je prilagoditi primjenjivim multiplikativnim ili aditivnim faktorom pogoršanja utvrđenima u skladu sa zahtjevima iz Priloga III.

2.5. Umjeravanje protoka razrijeđenih ispušnih plinova (sustav CVS) i povezani izračuni

Sustav CVS umjerava se pomoću točnog mjerača protoka i regulatora protoka. Protok kroz sustav mjeri se s različitim postavkama regulatora te se mjere kontrolni parametri sustava i povezuju s protokom.

Mogu se primjenjivati različiti tipovi mjerača protoka, npr. umjerena Venturijeva cijev, umjereni laminarni mjerač protoka, umjereni mjerač turbine.

2.5.1. Volumetrička pumpa (PDP)

Svi parametri koji se odnose na pumpu mjere se istodobno s parametrima koji se odnose na umjernu Venturijevu cijev koja je serijski spojena s pumpom. Izračunani protok (u $m^3$/s na ulaznom otvoru pumpe, pri apsolutnom tlaku i temperaturi) ucrtava se u grafikon u odnosu na korelacijsku funkciju koja odgovara specifičnoj kombinaciji parametara pumpe. Određuje se linearna jednadžba kojom se povezuju protok pumpe i korelacijska funkcija. Ako CVS ima pogon s više različitih brzina vrtnje, umjeravanje se provodi za svaki upotrijebljeni raspon.

Za vrijeme umjeravanja temperatura se mora održavati stabilnom.

Curenje na svim spojevima i cjevovodima između umjerne Venturijeve cijevi i pumpe CVS-a treba održavati nižim od 0,3 % najniže točke protoka (najstroža postavka regulatora i najniža brzina volumetričke pumpe).

Protok zraka ($q_{VCVS}$) na svakoj postavci regulatora (minimalno 6 postavki) izračunava se u standardnim $m^3$/s iz podataka s mjerača protoka koristeći se proizvođačevom propisanom metodom. Protok zraka zatim se pretvara u protok pumpe ($V_0$), u $m^3$/okretaj pri apsolutnoj temperaturi i tlaku na ulaznom otvoru pumpe, pomoću jednadžbe (7-69):

▼B

$$V_0 = \frac{q_{VCVS}}{n} \cdot \frac{T}{273{,}15} \cdot \frac{101{,}325}{p_p} \quad (7\text{-}69)$$

pri čemu je:

$q_{VCVS}$ = protok zraka pri standardnim uvjetima (101,325 kPa, 273,15 K) [$m^3$/s]

$T$ = temperatura na ulaznom otvoru pumpe [K]

$p_p$ = apsolutni tlak na ulaznom otvoru pumpe [kPa]

$n$ = brzina pumpe [okr/s]

Da bi se uzele u obzir interakcije promjena tlaka na pumpi te stupanj gubitka pumpe, korelacijska funkcija ($X_0$) [s/okr] između brzine pumpe, razlike tlaka od ulaznog do izlaznog otvora pumpe i apsolutnog tlaka na izlazu pumpe izračunava se pomoću jednadžbe (7-70):

$$X_0 = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}} \quad (7\text{-}70)$$

pri čemu je:

$Dp_p$ = razlika tlaka od ulaznog do izlaznog otvora pumpe [kPa]

$p_p$ = apsolutni tlak na izlaznom otvoru pumpe [kPa]

$n$ = brzina pumpe [okr/s]

Za dobivanje umjeravanja upotrebljava se linearna aproksimacija metodom najmanjih kvadrata pomoću jednadžbe (7-71):

$$V_0 = D_0 - m \cdot X_0 \quad (7\text{-}71)$$

pri čemu $D_0$ [$m^3$/okr] i $m$ [$m^3$/s], odsječak odnosno nagib, opisuju regresijski pravac.

Za sustav CVS s višestrukim brzinama, krivulje umjeravanja dobivene za različite raspone protoka pumpe moraju biti približno paralelne, a vrijednosti odsječka ($D_0$) moraju se povećavati kako se smanjuje raspon protoka pumpe.

Vrijednosti dobivene jednadžbom moraju biti unutar ±0,5 % izračunane vrijednosti $V_0$. Vrijednosti $m$ bit će različite od pumpe do pumpe. Dotok čestica s vremenom dovodi do smanjenja gubitka pumpe, što se očituje u manjim vrijednostima $m$. Stoga se umjeravanje provodi pri pokretanju pumpe, nakon većeg održavanja i ako ukupna verifikacija sustava ukazuje na promjenu stupnja gubitka pumpe.

2.5.2. Venturijeva cijev kritičnog protoka (CFV)

Umjeravanje CFV-a temelji se na jednadžbi protoka za Venturijevu cijev kritičnog protoka. Protok plina funkcija je tlaka i temperature na ulazu u Venturijevu cijev.

Da bi se odredio raspon kritičnog protoka, $K_V$ se ucrtava u grafikon kao funkcija tlaka na ulaznom otvoru Venturijeve cijevi. Pri kritičnom (zagušenom) protoku, $K_V$ ima relativno konstantnu vrijednost. Kako se tlak smanjuje (vakuum se povećava), Venturijeva cijev više nije zagušena i $K_V$ se smanjuje, što ukazuje na to da CFV radi izvan dopuštenog raspona.

▼B

Protok zraka ($q_{VCVS}$) na svakoj postavci regulatora (minimalno 8 postavki) izračunava se u standardnim $m^3/s$ iz podataka s mjerača protoka koristeći se proizvođačevom propisanom metodom. Umjerni koeficijent $K_V$ $[(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s)/kg]$ izračunava se iz podataka o umjeravanju za svaku postavku pomoću jednadžbe (7-72):

$$K_V = \frac{q_{VCVS} \cdot \sqrt{T}}{p_p} \tag{7-72}$$

pri čemu je:

$q_{VSSV}$ = protok zraka pri standardnim uvjetima (101,325 kPa, 273,15 K), $[m^3/s]$

$T$ = temperatura na ulaznom otvoru Venturijeve cijevi [K]

$p_p$ = apsolutni tlak na ulaznom otvoru Venturijeve cijevi [kPa]

Izračunavaju se prosjek vrijednosti $K_V$ i standardna devijacija. Standardna devijacija ne smije prelaziti ±0,3 % od prosjeka vrijednosti $K_V$.

2.5.3. Podzvučna Venturijeva cijev (SSV)

Umjeravanje SSV-a temelji se na jednadžbi protoka za podzvučnu Venturijevu cijev. Protok plina funkcija je tlaka i temperature na ulaznom otvoru, pada tlaka između ulaznog otvora i suženja SSV-a, kako je prikazano u jednadžbi (7-40).

Protok zraka ($q_{VSSV}$) pri svakoj postavci regulatora (minimalno 16 postavki) izračunava se u standardnim $m^3/s$ iz podataka s mjerača protoka koristeći se proizvođačevom propisanom metodom. Koeficijent protoka izračunava se iz podataka umjeravanja za svaku postavku pomoću jednadžbe (7-73):

$$C_d = \frac{q_{VSSV}}{\frac{A_0}{60} d_V^2 p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T_{in,V}}\left(r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}\right)\left(\frac{1}{1-r_D^4 r_p^{1,4286}}\right)\right]}} \tag{7-73}$$

pri čemu je:

$A_0$ = skup konstanti i pretvorbi mjernih jedinica = 0,0056940

$$= 0{,}0056940 \left[\frac{m^3}{min} \cdot \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \cdot \frac{1}{mm^2}\right]$$

$q_{VSSV}$ = protok zraka pri standardnim uvjetima (101,325 kPa, 273,15 K), $[m^3/s]$

$T_{in,V}$ = temperatura na ulaznom otvoru Venturijeve cijevi [K]

$d_V$ = promjer suženja SSV-a [mm]

$r_p$ = omjer suženja SSV-a u odnosu na apsolutni statički tlak na ulaznom otvoru = $1 - \Delta p/p_p$ [–]

$r_D$ = omjer promjera suženja SSV-a, $d_V$ u odnosu na unutarnji promjer ulazne cijevi $D$ [–]

Kako bi se odredio raspon podzvučnog protoka, vrijednost $C_d$ ucrtava se u grafikon kao funkcija Reynoldsova broja $Re$ na suženju SSV-a. $Re$ na suženju SSV-a izračunava se pomoću jednadžbe (7-74):

$$Re = A_1 \cdot 60 \cdot \frac{q_{VSSV}}{d_V \cdot \mu} \tag{7-74}$$

pri čemu je

$$\mu = \frac{b \times T^{1,5}}{S + T} \tag{7-75}$$

▼B

pri čemu je:

$A_1$ = skup konstanti i pretvorbi mjernih jedinica = 27,43831 $\left[\frac{Kg}{m^3} \cdot \frac{min}{s} \cdot \frac{mm}{m}\right]$

$q_{VSSV}$ = protok zraka pri standardnim uvjetima (101,325 kPa, 273,15 K), [$m^3/s$]

$d_V$ = promjer suženja SSV-a [mm]

$\mu$ = apsolutna ili dinamička viskoznost plina [kg/(m · s)]

b = $1{,}458 \times 10^6$ (empirijska konstanta) [kg/(m · s · $K^{0,5}$)]

S = 110,4 (empirijska konstanta) [K]

Budući da je $q_{VSSV}$ ulazni podatak za jednadžbu *Re*, izračuni moraju započeti s inicijalnom pretpostavkom za $q_{VSSV}$ ili $C_d$ umjerne Venturijeve cijevi i ponavljati se sve dok se $q_{VSSV}$ ne konvergira. Metoda konvergencije u jednoj točki mora biti točnosti do 0,1 % ili točnija.

Za najmanje šesnaest točaka područja podzvučnog protoka izračunate vrijednosti $C_d$ koje proizlaze iz jednadžbe krivulje umjeravanja moraju biti unutar ±0,5 % izmjerene vrijednosti $C_d$ za svaku točku umjeravanja.

2.6. Korekcija za pomak

2.6.1. Opći postupak

Izračuni u ovome odjeljku izvršavaju se kako bi se odredilo poništava li pomak analizatora plina rezultate ispitnih intervala. Ako pomak ne poništava rezultate ispitnog intervala, odzivi analizatora plina ispitnog intervala moraju se korigirati za pomak u skladu s točkom 2.6.2. Odzivi analizatora plina korigirani za pomak primjenjuju se u svakom sljedećem izračunu emisija. Prihvatljiva granična vrijednost pomaka analizatora plina tijekom ispitnog intervala određena je u točki 8.2.2.2. Priloga VI.

Opći ispitni postupak slijedi odredbe navedene u Dodatku 1. uz koncentracije $x_i$ ili $\overline{x}$ koje se zamjenjuju koncentracijama $c_i$ ili $\overline{c}$.

2.6.2. Postupak izračuna

Korekcija za pomak izračunava se pomoću jednadžbe (7-76):

$$c_{\,i\text{driftcor}} = c_{\,\text{refzero}} + (c_{\,\text{refspan}} - c_{\,\text{refzero}}) \frac{2c_{\,i} - (c_{\,\text{prezero}} + c_{\,\text{postzero}})}{(c_{\,\text{prespan}} + c_{\,\text{postspan}}) - (c_{\,\text{prezero}} + c_{\,\text{postzero}})} \quad (7\text{-}76)$$

pri čemu je:

$c_{i\text{driftcor}}$ = koncentracija korigirana za pomak [ppm]

$c_{\text{refzero}}$ = referentna koncentracija nultog plina koja obično iznosi 0, osim ako nije poznata neka druga vrijednost iste [ppm]

$c_{\text{refspan}}$ = referentna koncentracija rasponskog plina [ppm]

$c_{\text{prespan}}$ = odziv analizatora plina na koncentraciju rasponskog plina u intervalu prije ispitivanja [ppm]

$c_{\text{postspan}}$ = odziv analizatora plina na koncentraciju rasponskog plina u intervalu nakon ispitivanja [ppm]

▼B

$c_i$ ili $\overline{c}$ = zabilježena, odnosno izmjerena, koncentracija tijekom ispitivanja, prije korekcije za pomak [ppm]

$c_{prezero}$ = odziv analizatora plina na koncentraciju nultog plina u intervalu prije ispitivanja [ppm]

$c_{postzero}$ = odziv analizatora plina na koncentraciju nultog plina u intervalu nakon ispitivanja [ppm]

3. **Izračuni emisija na temelju molarne mase**

3.1. Indeksi

| | Veličina |
|---|---|
| abs | Apsolutna količina |
| act | Stvarna količina |
| air | Zrak, suhi |
| atmos | Atmosferski |
| bkgnd | Pozadina |
| C | Ugljik |
| cal | Umjerna količina |
| CFV | Venturijeva cijev kritičnog protoka |
| cor | Korigirana količina |
| dil | Zrak za razrjeđivanje |
| dexh | Razrijeđeni ispušni plin |
| dry | Suha količina |
| exh | Sirovi ispušni plin |
| exp | Očekivana količina |
| eq | Ekvivalentna količina |
| fuel | Gorivo |
| | Trenutačno mjerenje (npr.: 1 Hz) |
| *i* | Pojedinačni element serije |
| idle | Stanje mirovanja |
| in | Ulazna količina |
| init | Početna količina, obično prije ispitivanja emisija |
| max | Maksimalna (vršna) vrijednost |
| meas | Izmjerena količina |
| min | Minimalna vrijednost |
| mix | Molarna masa zraka |
| out | Izlazna količina |

▼B

| | Veličina |
|---|---|
| part | Djelomična količina |
| PDP | Volumetrička pumpa |
| raw | Nerazrijeđeni ispušni plin |
| ref | Referentna količina |
| rev | Okretaj |
| sat | Stanje zasićenja |
| slip | Gubitak volumetričke pumpe |
| smpl | Uzorkovanje |
| span | Rasponska količina |
| SSV | Podzvučna Venturijeva cijev |
| std | Standardna količina |
| test | Ispitna količina |
| total | Ukupna količina |
| uncor | Nekorigirana količina |
| vac | Količina u vakuumu |
| weight | Umjerna težina |
| wet | Vlažna količina |
| zero | Nulta količina |

3.2. Simboli za kemijsku ravnotežu

$x_{dil/exh}$ = količina plina za razrjeđivanje ili višak zraka po molu ispušnog plina

$x_{H2Oexh}$ = količina vode u ispušnom plinu po molu ispušnog plina

$x_{Ccombdry}$ = količina ugljika iz goriva u ispušnom plinu po molu suhog ispušnog plina

$x_{H2Oexhdry}$ = količina vode u ispuhu po suhom molu suhog ispušnog plina

$x_{prod/intdry}$ = količina suhih stehiometrijskih produkata po molu ulaznog zraka

$x_{dil/exhdry}$ = količina plina za razrjeđivanje i/ili višak zraka po molu suhog ispušnog plina

$x_{int/exhdry}$ = količina ulaznog zraka potrebnog za proizvodnju stvarnih produkata izgaranja po molu suhog (nerazrijeđenog ili razrijeđenog) ispušnog plina

$x_{raw/exhdry}$ = količina nerazrijeđenog ispušnog plina, bez viška zraka, po molu suhog (nerazrijeđenog ili razrijeđenog) ispušnog plina

$x_{O2intdry}$ = količina $O_2$ u ulaznom zraku po molu suhog ulaznog zraka

$x_{CO2intdry}$ = količina $CO_2$ u ulaznom zraku po molu suhog ulaznog zraka

▼B

$x_{H2Ointdry}$ = količina $H_2O$ u ulaznom zraku po molu suhog ulaznog zraka

$x_{CO2int}$ = količina $CO_2$ u ulaznom zraku po molu ulaznog zraka

$x_{CO2dil}$ = količina $CO_2$ u plinu za razrjeđivanje po molu plina za razrjeđivanje

$x_{CO2dildry}$ = količina $CO_2$ u plinu za razrjeđivanje po molu suhog plina za razrjeđivanje

$x_{H2Odildry}$ = količina $H_2O$ u plinu za razrjeđivanje po molu suhog plina za razrjeđivanje

$x_{H2Odil}$ = količina $H_2O$ u plinu za razrjeđivanje po molu plina za razrjeđivanje

$x_{[emission]meas}$ = količina izmjerenih emisija u uzorku u odgovarajućem analizatoru plina

$x_{[emission]dry}$ = količina emisija po suhom molu suhog uzorka

$x_{H2O[emission]meas}$ = količina vode u uzorku na mjestu detekcije emisija

$x_{H2Oint}$ = količina vode u ulaznom zraku, temeljena na mjerenju vlažnosti ulaznog zraka

3.3. Osnovni parametri i odnosi

3.3.1. Suhi zrak i kemijske vrste

U ovom se odjeljku upotrebljavaju sljedeće vrijednosti za sastav suhog zraka:

$x_{O2airdry}$ = 0,209445 mol/mol

$x_{Arairdry}$ = 0,00934 mol/mol

$x_{N2airdry}$ = 0,78084 mol/mol

$x_{CO2airdry}$ = 375 μmol/mol

U ovom se poglavlju upotrebljavaju sljedeće molarne mase ili efektivne molarne mase kemijskih vrsta:

$M_{air}$ = 28,96559 g/mol (suhi zrak)

$M_{Ar}$ = 39,948 g/mol (argon)

$M_{C}$ = 12,0107 g/mol (ugljik)

$M_{CO}$ = 28,0101 g/mol (ugljikov monoksid)

$M_{CO2}$ = 44,0095 g/mol (ugljikov dioksid)

$M_{H}$ = 1,00794 g/mol (atomski vodik)

$M_{H2}$ = 2,01588 g/mol (molekularni vodik)

$M_{H2O}$ = 18,01528 g/mol (voda)

$M_{He}$ = 4,002602 g/mol (helij)

$M_{N}$ = 14,0067 g/mol (atomski dušik)

$M_{N2}$ = 28,0134 g/mol (molekularni dušik)

$M_{NOx}$ = 46,0055 g/mol (dušikovi oksidi(*))

$M_{O}$ = 15,9994 g/mol (atomski kisik)

$M_{O2}$ = 31,9988 g/mol (molekularni kisik)

▼B

$M_{C3H8}$ = 44,09562 g/mol (propan)

$M_S$ = 32,065 g/mol (sumpor)

$M_{HC}$ = 13,875389 g/mol (ukupni ugljikovodici(**))

(**) Efektivna molarna masa ugljikovodika određuje se omjerom atomskog vodika i ugljika, α, od 1,85;

(*) Efektivna molarna masa $NO_x$ određuje se molarnom masom dušikova oksida, $NO_2$.

U ovom se odjeljku upotrebljava sljedeća molarna plinska konstanta $R$ za idealne plinove:

$R$ = 8,314472J (mol · K)

U ovom se prilogu upotrebljavaju sljedeći omjeri specifičnih toplina $\gamma$ [J/(kg · K)]/[J/(kg · K)] za zrak za razrjeđivanje i razrijeđeni ispušni plin:

$\gamma_{air}$ = 1,399 (omjer specifičnih toplina za ulazni zrak ili zrak za razrjeđivanje)

$\gamma_{dil}$ = 1,399 (omjer specifičnih toplina za razrijeđeni ispušni plin)

$\gamma_{exh}$ = 1,385 (omjer specifičnih toplina za nerazrijeđeni ispušni plin)

3.3.2. Vlažan zrak

U ovome se odjeljku opisuje način na koji se određuje količina vode u idealnom plinu.

3.3.2.1. Tlak vodene pare

Tlak vodene pare $p_{H2O}$ [kPa] za svaku zadanu temperaturu zasićenja, $T_{sat}$ [K], izračunava se pomoću jednadžbi (7-77) ili (7-78):

(a) Za mjerenja vlažnosti koja se izvode na temperaturama okoline od 0 do 100 °C ili mjerenja vlažnosti koja se izvode iznad super hlađene vode na temperaturama okoline od – 50 do 0 °C:

$$\log_{10}(p_{H2O}) = 10{,}79574 \cdot \left(1 - \frac{273{,}16}{T_{sat}}\right) - 5{,}02800 \cdot \log_{10}\left(\frac{T_{sat}}{273{,}16}\right) + 1{,}50475 \cdot 10^{-4} \cdot \left(1 - 10^{-8{,}2969 \cdot \left(\frac{T_{sat}}{273{,}16} - 1\right)}\right) + 0{,}42873 \cdot 10^{-3} \cdot \left(10^{4{,}76955 \cdot \left(1 - \frac{273{,}16}{T_{sat}}\right)} - 1\right) - 0{,}2138602 \quad (7\text{-}77)$$

pri čemu je:

$p_{H2O}$ = tlak vodene pare na temperaturi zasićenja [kPa]

$T_{sat}$ = temperatura zasićenja vode u izmjerenom stanju [K]

(b) Za mjerenja vlažnosti koja se izvode iznad leda na temperaturama okoline od (– 100 do 0) °C:

$$\log_{10}(p_{H2O}) = -9{,}096853 \cdot \left(\frac{273{,}16}{T_{sat}} - 1\right) - 3{,}566506 \cdot \log_{10}\left(\frac{273{,}16}{T_{sat}}\right) + 0{,}876812 \cdot \left(1 - \frac{T_{sat}}{273{,}16}\right) - 0{,}2138602 \quad (7\text{-}78)$$

pri čemu je:

$T_{sat}$ = temperatura zasićenja vode u izmjerenom stanju [K]

▼B

3.3.2.2. Točka rosišta

Ako se vlažnost mjeri kao točka rosišta, količina vode u idealnom plinu $x_{H2O}$ [mol/mol] dobiva se pomoću jednadžbe (7-79):

$$x_{H2O} = \frac{p_{H2O}}{p_{abs}} \quad (7\text{-}79)$$

pri čemu je:

$x_{H2O}$ = količina vode u idealnom plinu [mol/mol]

$p_{H2O}$ = tlak vodene pare pri izmjerenoj točki rosišta, $T_{sat} = T_{dew}$ [kPa]

$p_{abs}$ = statički apsolutni tlak na vlažnoj osnovi na mjestu mjerenja točke rosišta [kPa]

3.3.2.3. Relativna vlažnost

Ako se vlažnost mjeri kao relativna vlažnost *RH %*, količina vode u idealnom plinu $x_{H2O}$ [mol/mol] izračunava se pomoću jednadžbe (7-80)

$$x_{H2O} = \frac{RH\%}{100} \cdot \frac{RH\%}{100} \cdot \frac{P_{H2O}}{P_{abs}} \quad (7\text{-}80)$$

pri čemu je:

*RH* % = relativna vlažnost [ %]

$p_{H2O}$ = tlak vodene pare pri 100 postotnoj relativnoj vlažnosti na mjestu mjerenja relativne vlažnosti, $T_{sat}=T_{amb}$ [kPa]

$p_{abs}$ = statički apsolutni tlak na vlažnoj osnovi na mjestu mjerenja relativne vlažnosti [kPa]

3.3.2.4. Određivanje točke rosišta iz relativne vlažnosti i temperature suhog termometra

Ako se vlažnost mjeri kao relativna vlažnost *RH %*, točka rosišta, $T_{dew}$, određuje se iz *RH %* i temperature suhog termometra pomoću jednadžbe (7-81):

$$T_{dew} = \frac{2{,}0798233 \cdot 10^{2} - 2{,}0156028 \cdot 10^{1} \cdot \ln\,(p_{H2O}) + 4{,}6778925 \cdot 10^{-1} \cdot \ln\,(p_{H2O})^{2} - 9{,}2288067 \cdot 10^{-6} \cdot \ln\,(p_{H2O})^{3}}{1 - 1{,}3319669 \cdot 10^{-1} \cdot \ln\,(p_{H2O}) + 5{,}6577518 \cdot 10^{-3} \cdot \ln\,(p_{H2O}^{2}) - 7{,}517286510 \cdot 10^{-5} \ln\,(p_{H2O}^{3})} \quad (7\text{-}81)$$

pri čemu je:

$p_{H2O}$ = tlak vodene pare podešen na relativnu vlažnost na mjestu mjerenja relativne vlažnosti, $T_{sat}=T_{amb}$

$T_{dew}$ = točka rosišta određena na temelju mjerenja relativne vlažnosti i temperature suhog termometra

3.3.3. Svojstva goriva

Opća kemijska formula za gorivo je $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$ pri čemu je $\alpha$ omjer atomskog vodika i ugljika (H/C), $\beta$ omjer atomskog kisika i ugljika (O/C), $\gamma$ omjer atomskog sumpora i ugljika (S/C) te $\delta$ omjer atomskog dušika i ugljika (N/C). Na temelju ove formule može se izračunati maseni udio ugljika u gorivu $w_C$. U slučaju dizelskog goriva može se upotrebljavati jednostavna formula $CH_\alpha O_\beta$. Zadane vrijednosti za sastav goriva mogu se izvesti iz tablice 7.3.

▼B

*Tablica 7.3.*

**Zadane vrijednosti za omjer atomskog vodika i ugljika, *α*, omjer atomskog kisika i ugljika, *β*, omjer atomskog sumpora i ugljika, γ, omjer atomskog dušika i ugljika, δ, i maseni udio ugljika u gorivu, $w_C$ za referentna goriva**

| Gorivo | Omjeri atomskih vodika, kisika, sumpora i dušika te ugljika $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$ | Koncentracija mase ugljika, $w_C$ [g/g] |
|---|---|---|
| Dizel (plinsko ulje za necestovnu upotrebu) | $CH_{1.80}O_0S_0N_0$ | 0,869 |
| Etanol za namjenske motore s kompresijskim paljenjem (ED95) | $CH_{2,92}O_{0,46}S_0N_0$ | 0,538 |
| Benzin (E10) | $CH_{1,92}O_{0,03}S_0N_0$ | 0,833 |
| Benzin (E0) | $CH_{1,85}O_0S_0N_0$ | 0,866 |
| Etanol (E85) | $CH_{2,73}O_{0,36}S_0N_0$ | 0,576 |
| UNP | $CH_{2,64}O_0S_0N_0$ | 0,819 |
| Prirodni plin / biometan | $CH_{3,78}O_{0,016}S_0N_0$ | 0,747 |

3.3.3.1. Izračun koncentracije mase ugljika $w_C$

Kao alternativa zadanim vrijednostima iz tablice 7.3. ili ako nisu pružene zadane vrijednosti za referentno gorivo koje se upotrebljava, koncentracija mase ugljika $w_C$ može se izračunati na temelju izmjerenih svojstava goriva pomoću jednadžbe (7-82). Vrijednosti za α i β određuju se za gorivo i u svim slučajevima dodaju u jednadžbu, ali γ i δ mogu se postaviti na nulu ako je njihova vrijednost nula u odgovarajućem retku tablice 7.3.

$$W_C = \frac{1 \cdot M_C}{M_C + \alpha \cdot M_H + \beta M_o + \gamma \cdot M_S + \delta M_N} \quad (7\text{-}82)$$

pri čemu je:

$M_C$ = molarna masa ugljika

$\alpha$ = omjer atomskog vodika i ugljika mješavine goriva koja izgara, ponderiran molarnom potrošnjom

$M_H$ = molarna masa vodika

$\beta$ = omjer atomskog kisika i ugljika mješavine goriva koja izgara, ponderiran molarnom potrošnjom

$M_O$ = molarna masa kisika

$\gamma$ = omjer atomskog sumpora i ugljika mješavine goriva koja izgara, ponderiran molarnom potrošnjom

$M_S$ = molarna masa sumpora

$\delta$ = omjer atomskog dušika i ugljika mješavine goriva koja izgara, ponderiran molarnom potrošnjom

$M_N$ = molarna masa dušika

▼B

3.3.4. Korekcija koncentracije ukupnih ugljikovodika (THC) zbog početne kontaminacije

▼M2

Za mjerenje ugljikovodika izračunava se $x_{THC[THC\text{-}FID]}$ upotrebom koncentracije ukupnih ugljikovodika zbog početne kontaminacije $x_{THC[THC\text{-}FID]init}$ iz točke 7.3.1.3. Priloga VI. pomoću jednadžbe (7-83):

▼B

$$x_{THC[THC-FID]_{cor}} = x_{THC[THC-FID]_{uncorr}} - x_{THC[THC-FID]_{init}} \quad (7\text{-}83)$$

pri čemu je:

$x_{THC[THC\text{-}FID]cor}$ = koncentracija ukupnih ugljikovodika korigirana za kontaminaciju [mol/mol]

$x_{THC[THC\text{-}FID]uncorr}$ = nekorigirana koncentracija ukupnih ugljikovodika [mol/mol]

$x_{THC[THC\text{-}FID]init}$ = koncentracija ukupnih ugljikovodika zbog početne kontaminacije [mol/mol]

3.3.5. Srednja koncentracija ponderirana prema protoku

U nekim točkama ovoga odjeljka možda će biti potrebno izračunati srednju koncentraciju ponderiranu prema protoku kako bi se odredila primjenjivost određenih odredbi. Srednja vrijednost ponderirana prema protoku znači srednja količina nakon njezina proporcionalnog ponderiranja prema odgovarajućem protoku. Na primjer, ako se koncentracija plina mjeri kontinuirano iz nerazrijeđenog ispušnog plina motora, njegova srednja koncentracija ponderirana prema protoku je zbroj umnožaka svake zabilježene koncentracije i njezina molarnog protoka ispušnog plina, podijeljen zbrojem zabilježenih vrijednosti protoka. Kao drugi primjer, koncentracija u vreći iz CVS-a jednaka je srednjoj koncentraciji ponderiranoj prema protoku zato što sam CVS ponderira koncentraciju u vreći prema protoku. ►**M2** Na temelju prethodnih ispitivanja sa sličnim motorima ili ispitivanja sa sličnom opremom i instrumentima može se očekivati određena srednja koncentracija emisije ponderirana prema protoku na graničnoj vrijednosti emisija. ◄

3.4. Kemijske ravnoteže goriva, ulaznog zraka i ispušnih plinova

3.4.1. Općenito

Kemijske ravnoteže goriva, ulaznog zraka i ispušnih plinova mogu se upotrebljavati za izračun protoka, količine vode u protocima i vlažne koncentracije sastavnih tvari u njihovim protocima. Ako je poznat jedan protok – goriva, ulaznog zraka ili ispušnog plina – kemijske se ravnoteže mogu upotrijebiti za utvrđivanje vrijednosti drugih dvaju protoka. Na primjer, kemijske se ravnoteže u kombinaciji s protokom ulaznog zraka ili s protokom goriva mogu upotrijebiti za utvrđivanje protoka nerazrijeđenog ispušnog plina.

3.4.2. Postupci koji zahtijevaju kemijske ravnoteže

Kemijske ravnoteže potrebne su za određivanje sljedećeg:

(a) količine vode u protoku nerazrijeđenog ili razrijeđenog ispušnog plina, $x_{H2Oexh}$, ako se ne mjeri količina vode za korekciju količine vode koju je uklonio sustav za uzorkovanje;

(b) udjela srednje vrijednosti ponderirane protokom zraka za razrjeđivanje u razrijeđenom ispušnom plinu, $x_{dil/exh}$, ako se ne mjeri protok zraka za razrjeđivanje radi korigiranja za pozadinske emisije. Potrebno je napomenuti da se, ako se kemijske ravnoteže upotrebljavaju u tu svrhu, smatra da je ispušni plin stehiometrijski, čak i ako nije.

▼B

3.4.3. Postupak kemijske ravnoteže

Izračuni kemijske ravnoteže uključuju sustav jednadžbi koje zahtijevaju iteraciju. Procjenjuju se početne vrijednosti najviše triju količina: količine vode u izmjerenom protoku, $x_{H2Oexh}$, udjela zraka za razrjeđivanje u razrijeđenom ispušnom plinu (ili viška zraka u nerazrijeđenom ispuhu), $x_{dil/exh}$, i količine proizvoda na bazi C1 po suhom molu suhog izmjerenog protoka, $x_{Ccombdry}$. Mogu se upotrebljavati vremenski ponderirane srednje vrijednosti vlažnosti zraka za izgaranje i zraka za razrjeđivanje u kemijskoj ravnoteži, sve dok vlažnost zraka za izgaranje i zraka za razrjeđivanje ostanu unutar dopuštenih odstupanja od ± 0,0025 mol/mol svojih odgovarajućih srednjih vrijednosti za vrijeme ispitnog intervala. Za svaku koncentraciju emisije $x$ i količinu vode $x_{H2Oexh}$ utvrđuju se potpuno suhe koncentracije $x_{dry}$ i $x_{H2Oexhdry}$. Upotrebljava se i omjer atomskog vodika i ugljika u gorivu, $\alpha$, omjer kisika i ugljika, $\beta$ i maseni udio ugljika u gorivu, $w_C$. Za ispitno gorivo mogu se upotrebljavati $\alpha$ i $\beta$ ili zadane vrijednosti iz tablice 7.3.

Sljedeći se koraci primjenjuju za dovršavanje kemijske ravnoteže:

(a) Izmjerene koncentracije poput $x_{CO2meas}$, $x_{NOmeas}$ i $x_{H2Oint}$ pretvaraju se u suhe koncentracije dijeljenjem s brojem jedan minus količina vode za vrijeme mjerenja koncentracija; primjerice: $x_{H2OxCO2meas}$, $x_{H2OxNOmeas}$ i $x_{H2Oint}$. Ako je količina vode prisutne za vrijeme „vlažnog” mjerenja ista kao i nepoznata količina vode u protoku ispušnog plina, $x_{H2Oexh}$, ona se mora iterativno riješiti za tu vrijednost u sustavu jednadžbi. Ako se mjeri samo ukupni $NO_x$, a ne NO i $NO_2$ zasebno, za određivanje razdvajanja u ukupnoj koncentraciji $NO_x$ između NO i $NO_2$ za kemijske ravnoteže primjenjuje se dobra inženjerska procjena. Može se pretpostaviti da se molarna koncentracija plina $NO_x$, $x_{NOx}$, sastoji od 75 % NO i 25 % $NO_2$. Može se pretpostaviti da se za pohranu $NO_2$ sustava za naknadnu obradu vrijednost $x_{NOx}$ sastoji od 25 % NO i 75 % $NO_2$. Za izračunavanje mase emisija $NO_x$ upotrebljava se molarna masa $NO_2$ za efektivnu molarnu masu svih vrsta $NO_x$ bez obzira na stvarni udio $NO_2$ u $NO_x$;

(b) Jednadžbe od (7-82) do (7-99) u stavku (d) ove točke moraju se unijeti u računalni program za iterativno rješavanje za vrijednosti $x_{H2Oexh}$, $x_{Ccombdry}$ i $x_{dil/exh}$. Za procjenu početnih vrijednosti za $x_{H2Oexh}$, $x_{Ccombdry}$ i $x_{dil/exh}$ upotrebljava se dobra inženjerska procjena. Preporučuje se pretpostaviti da je početna količina vode otprilike dvostruka količine vode u ulaznom zraku ili zraku za razrjeđivanje. Preporuča se pretpostaviti da je početna vrijednost za $x_{Ccombdry}$ zbroj izmjerenih vrijednosti $CO_2$, CO i THC. Preporučeno je pretpostaviti i početni $x_{dil}$ između 0,75 i 0,95, primjerice 0,8. Vrijednosti u sustavu jednadžbi ponavljaju se dok sva najnovija ažurirana nagađanja ne budu unutar ±1 % njihove odgovarajuće najnovije izračunate vrijednosti,

(c) Sljedeći simboli i indeksi upotrebljavaju se u sustavu jednadžbi stavka (d) ove točke gdje je jedinica $x$ mol/mol:

| Simbol | Opis |
|---|---|
| $x_{dil/exh}$ | Količina plina za razrjeđivanje ili višak zraka po molu ispušnog plina |
| $x_{H2Oexh}$ | Količina vode u ispušnom plinu po molu ispušnog plina |

▼B

| Simbol | Opis |
|---|---|
| $x_{Ccombdry}$ | Količina ugljika iz goriva u ispušnom plinu po molu suhog ispušnog plina |
| $x_{H2Oexhdry}$ | Količina vode u ispuhu po suhom molu suhog ispušnog plina |
| $x_{prod/intdry}$ | Količina suhih stehiometrijskih produkata po suhom molu ulaznog zraka |
| $x_{dil/exhdry}$ | Količina plina za razrjeđivanje i/ili višak zraka po molu suhog ispušnog plina |
| $x_{int/exhdry}$ | Količina ulaznog zraka potrebnog za proizvodnju stvarnih produkata izgaranja po molu suhog (nerazrijeđenog ili razrijeđenog) ispušnog plina |
| $x_{raw/exhdry}$ | Količina nerazrijeđenog ispušnog plina, bez viška zraka, po molu suhog (nerazrijeđenog ili razrijeđenog) ispušnog plina |
| $x_{O2intdry}$ | Može se pretpostaviti količina ulaznog zraka $O_2$ po molu suhog ulaznog zraka $x_{O2intdry}$ = 0,209445 mol/mol. |
| $x_{CO2intdry}$ | Količina $CO_2$ u ulaznom zraku po molu suhog ulaznog zraka. Može se upotrijebiti vrijednost $x_{CO2intdry}$ = 375 µmol/mol, no preporučuje se mjerenje stvarne koncentracije u ulaznom zraku. |
| $x_{H2Ointdry}$ | Količina $H_2O$ u ulaznom zraku po molu suhog ulaznog zraka |
| $x_{CO2int}$ | Količina $CO_2$ u ulaznom zraku po molu ulaznog zraka |
| $x_{CO2dil}$ | Količina $CO_2$ u plinu za razrjeđivanje po molu plina za razrjeđivanje |
| $x_{CO2dildry}$ | Količina $CO_2$ u plinu za razrjeđivanje po molu suhog plina za razrjeđivanje Ako se kao razrjeđivač upotrebljava zrak, može se upotrebljavati $x_{CO2dildry}$ = 375 µmol/mol, no preporučuje se mjerenje stvarne koncentracije u ulaznom zraku. |
| $x_{H2Odildry}$ | Količina $H_2O$ u plinu za razrjeđivanje po molu suhog plina za razrjeđivanje |
| $x_{H2Odil}$ | Količina $H_2O$ u plinu za razrjeđivanje po molu plina za razrjeđivanje |
| $x_{[emission]meas}$ | Količina izmjerenih emisija u uzorku u odgovarajućem analizatoru plina |
| $x_{[emission]dry}$ | Količina emisija po suhom molu suhog uzorka |
| $x_{H2O[emission]meas}$ | Količina vode u uzorku na mjestu detekcije emisija. Te se vrijednosti mjere ili procjenjuju u skladu sa točkom 9.3.2.3.1. |

▼B

| Simbol | Opis |
|---|---|
| $x_{H2Oint}$ | Količina vode u ulaznom zraku, temeljena na mjerenju vlažnosti ulaznog zraka |
| $K_{H2Ogas}$ | Koeficijent ravnoteže reakcije vode i plina. Može se izračunati 3,5 ili neka druga vrijednost na temelju dobre inženjerske procjene. |
| $\alpha$ | Omjer atomskog vodika i ugljika mješavine goriva koja izgara, ponderiran molarnom potrošnjom ($CH_\alpha O_\beta$) |
| $\beta$ | Omjer atomskog kisika i ugljika mješavine goriva koja izgara ponderiran molarnom potrošnjom ($CH_\alpha O_\beta$) |

(d) Za iterativno rješavanje za vrijednosti $x_{dil/exh}$, $x_{H2Oexh}$ i $x_{Ccombdry}$ upotrebljavaju se sljedeće jednadžbe (7-84) do (7-101):

$$x_{\text{dil/exh}} = 1 - \frac{x_{\text{raw/exhdry}}}{1 + x_{\text{H2Oexhdry}}} \tag{7-84}$$

$$x_{\text{H2Oexh}} = \frac{x_{\text{H2Oexhdry}}}{1 + x_{\text{H2Oexhdry}}} \tag{7-85}$$

$$x_{\text{Ccombdry}} = x_{\text{CO2dry}} + x_{\text{COdry}} + x_{\text{THCdry}} - x_{\text{CO2dil}} \cdot x_{\text{dil/exhdry}} - x_{\text{CO2int}} \cdot x_{\text{int/exhdry}} \tag{7-86}$$

$$x_{\text{H2dry}} = \frac{x_{\text{COdry}} \cdot (x_{\text{H2Oexhdry}} - x_{\text{H2Odil}} \cdot x_{\text{dil/exhdry}})}{K_{\text{H2Ogas}} \cdot (x_{\text{CO2dry}} - x_{\text{CO2dil}} \cdot x_{\text{dil/exhdry}})} \tag{7-87}$$

$$x_{\text{H2Oexhdry}} = \frac{\alpha}{2}(x_{\text{Ccombdry}} - x_{\text{THCdry}}) + x_{\text{H2Odil}} \cdot x_{\text{dil/exhdry}} + x_{\text{H2Oint}} \cdot x_{\text{int/exhdry}} - x_{\text{H2dry}} \tag{7-88}$$

$$x_{\text{dil/exhdry}} = \frac{x_{\text{dil/exh}}}{1 - x_{\text{H2Oexh}}} \tag{7-89}$$

$$x_{\text{int/exhdry}} = \frac{1}{2 \cdot x_{\text{O2int}}}\left[\left(\frac{\alpha}{2} - \beta + 2 + 2\gamma\right)(x_{\text{Ccombdry}} - x_{THCdry}) - (x_{\text{COdry}} - x_{\text{NOdry}} - 2x_{\text{NO2dry}} + x_{\text{H2dry}})\right] \tag{7-90}$$

$$x_{\text{raw/exhdry}} = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\alpha}{2} + \beta + \delta\right)(x_{\text{Ccombdry}} - x_{\text{THCdry}}) + (2x_{\text{THCdry}} + x_{\text{COdry}} - x_{\text{NO2dry}} + x_{\text{H2dry}})\right] + x_{\text{int/exhdry}} \tag{7-91}$$

$$x_{\text{O2int}} = \frac{0{,}209820 - x_{\text{CO2intdry}}}{1 + x_{\text{H2Ointdry}}} \tag{7-92}$$

$$x_{\text{CO2int}} = \frac{x_{\text{CO2intdry}}}{1 + x_{\text{H2Ointdry}}} \tag{7-93}$$

$$x_{\text{H2Ointdry}} = \frac{x_{\text{H2Oint}}}{1 - x_{\text{H2Oint}}} \tag{7-94}$$

$$x_{\text{CO2dil}} = \frac{x_{\text{CO2dildry}}}{1 + x_{\text{H2Odildry}}} \tag{7-95}$$

$$x_{\text{H2Odildry}} = \frac{x_{\text{H2Odil}}}{1 - x_{\text{H2Odil}}} \tag{7-96}$$

$$x_{\text{COdry}} = \frac{x_{\text{COmeas}}}{1 - x_{\text{H2OCOmeas}}} \tag{7-97}$$

▼B

$$x_{\text{CO2dry}} = \frac{x_{\text{CO2meas}}}{1 - x_{\text{H2OCO2meas}}} \quad (7\text{-}98)$$

$$x_{\text{NOdry}} = \frac{x_{\text{NOmeas}}}{1 - x_{\text{H2ONOmeas}}} \quad (7\text{-}99)$$

$$x_{\text{NO2dry}} = \frac{x_{\text{NO2meas}}}{1 - x_{\text{H2ONO2meas}}} \quad (7\text{-}100)$$

$$x_{\text{THCdry}} = \frac{x_{\text{THCmeas}}}{1 - x_{\text{H2OTHCmeas}}} \quad (7\text{-}101)$$

Na kraju kemijske ravnoteže mjeri se molarni protok kako je određeno u točkama 3.5.3. i 3.6.3.

3.4.4. Korekcija $NO_x$ za vlažnost

Sve koncentracije $NO_x$, uključujući pozadinske koncentracije zraka za razrjeđivanje, korigiraju se za vlažnost ulaznog zraka pomoću jednadžbe (7-102) ili (7-103):

(a) za motore s kompresijskim paljenjem

$$x_{\text{NOxcor}} = x_{\text{NOxuncor}} \cdot (9{,}953 \cdot x_{\text{H2O}} + 0{,}832) \quad (7\text{-}102)$$

(b) za motore s paljenjem električnom iskrom

$$x_{\text{NOxcor}} = x_{\text{NOxuncor}} \cdot (18{,}840 \cdot x_{\text{H2O}} + 0{,}68094) \quad (7\text{-}103)$$

pri čemu je:

$x_{\text{NOxuncor}}$ = nekorigirana molarna koncentracija $NO_x$ u ispušnom plinu [μmol/mol]

$x_{\text{H2O}}$ = količina vode u ulaznom zraku [mol/mol]

▼M2

3.5. Mjerenje plinovitih emisija u nerazrijeđenom ispušnom plinu

▼B

3.5.1. Masa plinovitih emisija

Za izračunavanje ukupne mase po ispitivanju plinovite emisije $m_{\text{gas}}$ [g/ispitivanje], molarna koncentracija množi se odgovarajućim molarnim protokom i molarnom masom ispušnog plina, a zatim se izvodi integracija u ispitnom ciklusu [jednadžba (7-104)]:

$$m_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} \cdot \int \dot{n}_{\text{exh}} \cdot x_{\text{gas}} \cdot \mathrm{d}t \quad (7\text{-}104)$$

pri čemu je:

$M_{\text{gas}}$ = molarna masa generičke plinovite emisije [g/mol]

$\dot{n}_{\text{exh}}$ = trenutačni molarni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi [mol/s]

$x_{\text{gas}}$ = trenutačna molarna koncentracija generičkog plina na vlažnoj osnovi [mol/mol]

$t$ = vrijeme [s]

Budući da se jednadžba (7-104) mora rješavati numeričkom integracijom, ona se mijenja u jednadžbu (7-105):

$$m_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} \cdot \int \dot{n}_{\text{exh}} \cdot x_{\text{gas}} \cdot \mathrm{d}t \Rightarrow \quad (7\text{-}105)$$
$$m_{\text{gas}} = \frac{1}{f} \cdot M_{\text{gas}} \cdot \sum_{i=1}^{\text{N}} \dot{n}_{\text{exh}i} \cdot x_{\text{gas}i}$$

▼B

pri čemu je:

$M_{gas}$ = molarna masa generičke emisije [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = trenutačni molarni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi [mol/s]

$x_{gasi}$ = trenutačna molarna koncentracija generičkog plina na vlažnoj osnovi [mol/mol]

$f$ = učestalost uzorkovanja podataka [Hz]

N = broj mjerenja [-]

Opća jednadžba može se mijenjati u skladu s tim koji se sustav primjenjuje, je li uzorkovanje skupno ili kontinuirano i uzorkuje li se varirajući ili konstantni protok.

(a) Za kontinuirano uzorkovanje, u općenitom slučaju varirajućeg protoka masa plinovite emisije $m_{gas}$ [g/ispitivanje] izračunava se pomoću jednadžbe (7-106):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \cdot x_{gasi} \quad (7\text{-}106)$$

pri čemu je:

$M_{gas}$ = molarna masa generičke emisije [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = trenutačni molarni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi [mol/s]

$x_{gasi}$ = trenutačni molarni udio plinovite emisije na vlažnoj osnovi [mol/mol]

$f$ = učestalost uzorkovanja podataka [Hz]

N = broj mjerenja [–]

(b) Za kontinuirano uzorkovanje, ali za konstantni protok, masa plinovite emisije $m_{gas}$ [g/ispitivanje] izračunava se pomoću jednadžbe (7-107):

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \dot{n}_{exh} \cdot \overline{x}_{gas} \cdot \Delta t \quad (7\text{-}107)$$

pri čemu je:

$M_{gas}$ = molarna masa generičke emisije [g/mol]

$\dot{n}_{exh}$ = molarni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi [mol/s]

$\overline{x}_{gas}$ = molarni udio prosječne plinovite emisije na vlažnoj osnovi [mol/mol]

$\Delta t$ = vremensko trajanje ispitnog intervala

(c) Za skupno uzorkovanje, neovisno o tome je li protok varirajući ili konstantan, jednadžba (7–104) može se pojednostavniti pomoću jednadžbe (7-108):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \overline{x}_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \quad (7\text{-}108)$$

gdje je:

$M_{gas}$ = molarna masa generičke emisije [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = trenutačni molarni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi [mol/s]

$\overline{x}_{gas}$ = molarni udio prosječne plinovite emisije na vlažnoj osnovi [mol/mol]

$f$ = učestalost uzorkovanja podataka [Hz]

N = broj mjerenja [–]

▼B

3.5.2. Konverzija koncentracije iz suhog u vlažno stanje

Parametri iz ove točke dobiveni su iz rezultata kemijske ravnoteže izračunate u točki 3.4.3. Između molarnih koncentracija plina u izmjerenom protoku $x_{gasdry}$ i $x_{gas}$ [mol/mol] izraženom na suhoj, odnosno vlažnoj osnovi, postoji sljedeći odnos [jednadžbe (7-109) i (7-110)]:

$$x_{\text{gasdry}} = \frac{x_{\text{gas}}}{1 - x_{\text{H2O}}} \quad (7\text{-}109)$$

$$x_{\text{gas}} = \frac{x_{\text{gasdry}}}{1 + x_{\text{H2Odry}}} \quad (7\text{-}110)$$

pri čemu je:

$x_{H2O}$ = molarni udio vode u izmjerenom protoku na vlažnoj osnovi [mol/mol]

$x_{H2Odry}$ = molarni udio vode u izmjerenom protoku na suhoj osnovi [mol/mol]

Za plinovite emisije vrši se korekcija za uklonjenu vodu za generičku koncentraciju $x$ [mol/mol] pomoću jednadžbe (7-111):

$$x = x_{\text{[emission]meas}} \left[ \frac{(1 - x_{\text{H2Oexh}})}{1 - x_{\text{H2O[emission]meas}}} \right] \quad (7\text{-}111)$$

pri čemu je:

$x_{[emission]meas}$ = molarni udio emisije u izmjerenom protoku na lokaciji mjerenja [mol/mol]

$x_{H2O[emission]meas}$ = količina vode u izmjerenom protoku na mjerenju koncentracije [mol/mol]

$x_{H2Oexh}$ = količina vode u mjeraču protoka [mol/mol]

3.5.3. Molarni protok ispušnog plina

Protok nerazrijeđenog ispušnog plina može se izravno izmjeriti ili se može izračunati na temelju kemijske ravnoteže iz točke 3.4.3. Izračun molarnog protoka nerazrijeđenog ispušnog plina obavlja se iz izmjerenog molarnog protoka ulaznog zraka ili masenog protoka goriva. Molarni protok nerazrijeđenog ispušnog plina može se izračunati iz uzorkovanih emisija, $\dot{n}_{exh}$, na temelju izmjerenog molarnog protoka ulaznog zraka, $\dot{n}_{int}$, ili izmjerenog masenog protoka goriva, $\dot{m}_{fuel}$, i vrijednosti izračunanih uporabom kemijske ravnoteže iz točke 3.4.3. Rješava se za kemijsku ravnotežu iz točke 3.4.3 istom učestalošću kojom se ažurira i bilježi $\dot{n}_{int}$ ili $\dot{m}_{fuel}$.

(a) Protok emisija iz kućišta koljenastog vratila. Protok nerazrijeđenog ispušnog plina može se izračunati na temelju $\dot{n}_{int}$ ili $\dot{m}_{fuel}$ samo ako je točna barem jedna od sljedećih tvrdnji o protoku emisija iz kućišta koljenastog vratila:

i. ispitni motor ima sustav za kontrolu emisija sa zatvorenim kućištem koljenastog vratila koje usmjerava protok emisija iz kućišta koljenastog vratila natrag u ulazni zrak, iza mjerača protoka ulaznog zraka;

ii. za vrijeme ispitivanja emisija protok emisija iz otvorenog kućišta koljenastog vratila usmjerava se u ispušni plin u skladu s točkom 6.10. Priloga VI.;

▼B

iii. emisije i protok otvorenog kućišta koljenastog vratila mjere se i dodaju izračunima specifičnih efektivnih emisija;

iv. upotrebom podataka o emisiji ili inženjerskom analizom može se dokazati da zanemarivanje protoka emisija otvorenog kućišta koljenastog vratila ne utječe štetno na sukladnost s važećim normama.

(b) Izračun molarnog protoka na temelju ulaznog zraka.

Na temelju $\dot{n}_{\text{int}}$, molarni protok ispušnog plina $\dot{n}_{\text{exh}}$ [mol/s] izračunava se pomoću jednadžbe (7-112):

$$\dot{n}_{\text{exh}} = \frac{\dot{n}_{\text{int}}}{1 + \frac{(x_{int/exhdry} - x_{raw/exhdry})}{(1 + x_{\text{H2Oexhdry}})}} \quad (7\text{-}112)$$

pri čemu je:

$\dot{n}_{\text{exh}}$ = molarni protok nerazrijeđenog ispušnog plina iz kojeg se mjere emisije [mol/s]

$\dot{n}_{\text{ind}}$ = molarni protok ulaznog zraka uključujući vlažnost u ulaznom zraku [mol/s]

$x_{\text{int/exhdry}}$ = količina ulaznog zraka potrebnog za proizvodnju stvarnih produkata izgaranja po molu suhog (nerazrijeđenog ili razrijeđenog) ispušnog plina [mol/mol]

$x_{\text{raw/exhdry}}$ = količina nerazrijeđenog ispušnog plina, bez viška zraka, po molu suhog (nerazrijeđenog ili razrijeđenog) ispušnog plina [mol/mol]

$x_{\text{H2Oexhdry}}$ = količina vode u ispušnom plinu po molu suhog ispušnog plina [mol/mol]

(c) Izračun molarnog protoka na temelju masenog protoka goriva

Na temelju $\dot{m}_{\text{fuel}}$, $\dot{n}_{\text{exh}}$ [mol/s] izračunava se na sljedeći način:

Pri provođenju laboratorijskih ispitivanja ovaj se izračun može upotrijebiti za ispitivanja u NRSC-u s diskretnim načinima i RMC-u [jednadžba (7-113)]:

▼M2

$$\dot{n}_{exh} = \frac{\dot{m}_{fuel} \cdot W_C \cdot (1 + X_{H_2Oexhdry})}{M_c \cdot X_{Ccombdry}} \quad (7\text{-}113)$$

▼B

pri čemu je:

$\dot{n}_{\text{exh}}$ = molarni protok nerazrijeđenog ispušnog plina iz kojeg se mjere emisije

$\dot{m}_{\text{fuel}}$ = maseni protok goriva uključujući vlažnost u ulaznom zraku [g/s]

$w_{\text{C}}$ = udio mase ugljika za zadano gorivo [g/g]

$x_{\text{H2Oexhdry}}$ = količina $H_2O$ po suhom molu izmjerenog protoka [mol/mol]

$M_{\text{C}}$ = molekularna masa ugljika 12,0107 g/mol

$x_{\text{Ccombdry}}$ = količina ugljika iz goriva u ispušnom plinu po molu suhog ispušnog plina [mol/mol]

▼B

(d) Izračun molarnog protoka ispušnog plina na temelju izmjerenog molarnog protoka ulaznog zraka, molarnog protoka razrijeđenog ispušnog plina i kemijske ravnoteže razrijeđenog ispušnog plina

Molarni protok ispušnog plina $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] može se izračunati na temelju izmjerenog molarnog protoka ulaznog zraka, $\dot{n}_{int}$, izmjerenog molarnog protoka razrijeđenog ispušnog plina, $\dot{n}_{dexh}$, i vrijednosti izračunatih uporabom kemijske ravnoteže iz točke 3.4.3. Potrebno je napomenuti da se kemijska ravnoteža mora temeljiti na koncentracijama razrijeđenog ispušnog plina. Za izračune kontinuiranog protoka, izračunavaju se kemijske ravnoteže iz točke 3.4.3 s istom učestalošću s kojom se ažuriraju i bilježe $\dot{n}_{int}$ ili $\dot{n}_{dexh}$. Izračunana vrijednost $\dot{n}_{dexh}$ može se upotrijebiti za verifikaciju omjera razrjeđivanja čestične tvari, izračun molarnog protoka zraka za razrjeđivanje u korekciji za pozadinu u točki 3.6.1. te za izračun mase emisija u točki 3.5.1. za vrste koje se mjere u nerazrijeđenom ispušnom plinu.

Na temelju molarnog protoka razrijeđenog ispušnog plina i ulaznog zraka, molarni protok ispušnog plina, $\dot{n}_{exh}$ [mol/s], izračunava se kako slijedi:

$$\dot{n}_{exh} = (x_{raw/exhdry} - x_{int/exhdry}) \cdot (1 - x_{H2Oexh}) \cdot \dot{n}_{dexh} + \dot{n}_{int} \qquad (7\text{-}114)$$

pri čemu je:

$\dot{n}_{exh}$ = molarni protok nerazrijeđenog ispušnog plina iz kojeg se mjere emisije [mol/s];

$x_{int/exhdry}$ = količina ulaznog zraka potrebnog za proizvodnju stvarnih produkata izgaranja po molu suhog (nerazrijeđenog ili razrijeđenog) ispušnog plina [mol/mol]

$x_{raw/exhdry}$ = količina nerazrijeđenog ispušnog plina, bez viška zraka, po molu suhog (nerazrijeđenog ili razrijeđenog) ispušnog plina [mol/mol]

$x_{H2Oexh}$ = količina vode u ispušnom plinu po molu suhog ispuha [mol/mol]

$\dot{n}_{dexh}$ = molarni protok razrijeđenog ispuha iz kojeg se mjere emisije [mol/s]

$\dot{n}_{int}$ = molarni protok ulaznog zraka uključujući vlažnost u ulaznom zraku [mol/s]

3.6. Razrijeđene plinovite emisije

▼M2

3.6.1. Izračun mase emisije i korekcija za pozadinu

Masa plinovitih emisija $m_{gas}$ [g/ispitivanje] kao funkcija molarnih protoka emisija izračunava se na sljedeći način:

(a) Za kontinuirano uzorkovanje i varirajući protok izračunava se pomoću jednadžbe (7-106):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \cdot X_{gasi} \qquad \text{[vidjeti jednadžbu (7-106)]}$$

pri čemu je:

$M_{gas}$ = molarna masa generičke emisije [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = trenutačni molarni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi [mol/s]

$x_{gasi}$ = trenutačna molarna koncentracija generičkog plina na vlažnoj osnovi [mol/mol]

$f$ = učestalost uzorkovanja podataka [Hz]

$N$ = broj mjerenja [–]

▼M2

(b) Za kontinuirano uzorkovanje i konstantni protok izračunava se pomoću jednadžbe (7-107):

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \dot{n}_{exh} \cdot \bar{x}_{gas} \cdot \Delta t \qquad \text{[vidjeti jednadžbu (7-107)]}$$

pri čemu je:

$M_{\text{gas}}$ = molarna masa generičke emisije [g/mol]

$\dot{n}_{exh}$ = molarni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = molarni udio prosječne plinovite emisije na vlažnoj osnovi [mol/mol]

$\Delta t$ = vremensko trajanje ispitnog intervala

(c) Za skupno uzorkovanje, neovisno o tome je li protok varirajući ili konstantan, izračunava se pomoću jednadžbe (7-108):

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \bar{x}_{gas} \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \qquad \text{[vidjeti jednadžbu (7-108)]}$$

pri čemu je:

$M_{\text{gas}}$ = molarna masa generičke emisije [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = trenutačni molarni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi [mol/s]

$\bar{x}_{gas}$ = molarni udio prosječne plinovite emisije na vlažnoj osnovi [mol/mol]

$f$ = učestalost uzorkovanja podataka [Hz]

N = broj mjerenja [–]

(d) U slučaju razrijeđenog ispušnog plina izračunane vrijednosti mase onečišćujućih tvari korigiraju se oduzimanjem mase pozadinskih emisija, zbog zraka za razrjeđivanje:

i. Kao prvo, molarni protok zraka za razrjeđivanje $n_{\text{airdil}}$ [mol/s] određuje se tijekom ispitnog intervala. To može biti izmjerena količina ili količina izračunana iz protoka razrijeđenog ispušnog plina i srednje vrijednosti udjela zraka za razrjeđivanje ponderirane prema protoku u razrijeđenom ispušnom plinu, $\bar{x}_{\text{dil/exh}}$.

ii. Ukupni protok zraka za razrjeđivanje $n_{\text{airdil}}$ [mol] množi se sa srednjom koncentracijom pozadinske emisije. To je vremenski ponderirana srednja vrijednost ili srednja vrijednost ponderirana protokom (npr. proporcionalno uzorkovana pozadina). Umnožak $n_{\text{airdil}}$ i prosječne koncentracije pozadinske emisije ukupni je iznos pozadinske emisije.

iii. Ako je rezultat molarna količina, ona se pretvara u masu pozadinske emisije $m_{\text{bkgnd}}$ [g] množenjem s molarnom masom emisije, $M_{\text{gas}}$ [g/mol].

iv. Ukupna pozadinska masa oduzima se od ukupne mase kako bi se korigirale pozadinske emisije.

v. Ukupni protok zraka za razrjeđivanje može se utvrditi izravnim mjerenjem protoka. U tom se slučaju pomoću protoka zraka za razrjeđivanje, $n_{\text{airdil}}$, izračunava ukupna masa pozadine. Pozadinska masa oduzima se od ukupne mase. Rezultat se upotrebljava u izračunima specifičnih efektivnih emisija.

▼M2

vi. Ukupni protok zraka za razrjeđivanje može se odrediti iz ukupnog protoka razrijeđenog ispušnog plina i kemijske ravnoteže goriva, ulaznog zraka i ispušnog plina kako je opisano u točki 3.4. U tom se slučaju pomoću ukupnog protoka razrijeđenog ispuha, $n_{dexh}$, izračunava ukupna masa pozadine. Zatim se taj rezultat množi sa srednjom vrijednošću udjela zraka za razrjeđivanje ponderiranom prema protoku zraka u razrijeđenom ispušnom plinu, $\bar{x}_{dil/exh}$.

Uzimajući u obzir dva slučaja iz v. i vi., primjenjuju se jednadžbe (7-115) i (7-116):

$$m_{bkgnd} = M_{gas} \cdot x_{gasdil} \cdot n_{airdil} \text{ ili } m_{bkgnd} = M_{gas} \cdot \bar{x}_{dil/exh} \cdot \bar{x}_{bkgnd} \cdot n_{dexh} \quad (7\text{-}115)$$

$$m_{gascor} = m_{gas} - m_{bkgnd} \quad (7\text{-}116)$$

pri čemu je:

$m_{gas}$ = ukupna masa plinovitih emisija [g]

$m_{bkgnd}$ = ukupne pozadinske mase [g]

$m_{gascor}$ = masa plina korigirana za pozadinske emisije [g]

$M_{gas}$ = molekularna masa generičke plinovite emisije [g/mol]

$x_{gasdil}$ = koncentracija plinovite emisije u zraku za razrjeđivanje [mol/mol]

$n_{airdil}$ = molarni protok zraka za razrjeđivanje [mol]

$\bar{x}_{dil/exh}$ = udio srednje vrijednosti zraka za razrjeđivanje ponderirane protokom u razrijeđenom ispušnom plinu [mol/mol]

$\bar{x}_{bkgnd}$ = udio plina pozadine [mol/mol]

$n_{dexh}$ = ukupni protok razrijeđenog ispušnog plina [mol]

▼B

3.6.2. Konverzija koncentracije iz suhog u vlažno stanje

Isti odnosi koji vrijede za nerazrijeđene plinove (točka 3.5.2.) upotrebljavaju se za konverziju iz suhog u vlažno stanje na razrijeđenim uzorcima. Za zrak za razrjeđivanje, mjerenje vlažnosti vrši se s ciljem izračunavanja udjela vodene pare $x_{H2Odildry}$ [mol/mol] pomoću jednadžbe (7-96):

$$x_{H2Odildry} = \frac{x_{H2Odil}}{1 - x_{H2Odil}} \quad \text{[vidjeti jednadžbu (7-96)]}$$

pri čemu je:

$x_{H2Odil}$ = molarni udio vode u protoku zraka za razrjeđivanje [mol/mol]

3.6.3. Molarni protok ispušnog plina

(a) Izračun putem kemijske ravnoteže

Molarni protok $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] može se izračunati na temelju masenog protoka goriva $\dot{m}_{fuel}$ pomoću jednadžbe (7-113):

$$\dot{n}_{exh} = \frac{\dot{m}_{fuel} \cdot w_C \cdot (1 + x_{H2Oexhdry})}{M_C \cdot x_{Ccombdry}} \quad \text{[vidjeti jednadžbu (7-113)]}$$

▼B

pri čemu je:

$\dot{n}_{exh}$ = molarni protok nerazrijeđenog ispušnog plina iz kojeg se mjere emisije

$\dot{m}_{fuel}$ = maseni protok goriva uključujući vlažnost u ulaznom zraku [g/s]

$w_C$ = udio mase ugljika za zadano gorivo [g/g]

$x_{H2Oexhdry}$ = količina $H_2O$ po suhom molu izmjerenog protoka [mol/mol]

$M_C$ = molekularna masa ugljika 12,0107 g/mol

$x_{Ccombdry}$ = količina ugljika iz goriva u ispušnom plinu po molu suhog ispušnog plina [mol/mol]

(b) Mjerenje

Molarni protok ispušnog plina može se izračunati pomoću tri sustava:

i. ►M2 Molarni protok volumetričke pumpe. Na temelju brzine kojom radi volumetrička pumpa (PDP) za ispitni interval, odgovarajući nagib $a_1$ i odsječak $a_0$ [–], izračunani postupkom umjeravanja iz točke 3.9.2., primjenjuju se za izračun molarnog protoka $\dot{n}$ [mol/s] pomoću jednadžbe (7-117): ◄

$$\dot{n} = f_{n,PDP} \cdot \frac{p_{in} \cdot V_{rev}}{R \cdot T_{in}} \quad (7\text{-}117)$$

pri čemu je:

$$V_{rev} = \frac{a_1}{f_{n,PDP} \cdot \sqrt{\frac{p_{out} - p_{in}}{p_{in}}} + a_0} \quad (7\text{-}118)$$

pri čemu je:

$a_1$ = koeficijent umjeravanja [$m^3$/s]

$a_0$ = koeficijent umjeravanja [$m^3$/okr]

$p_{in}$, $p_{out}$ = ulazni/izlazni tlak [Pa]

$R$ = molarna plinska konstanta [J/(mol K)]

$T_{in}$ = ulazna temperatura

$V_{rev}$ = ispumpani volumen volumetričke pumpe [$m^3$/okr]

$f_{n.,PDP}$ = brzina volumetričke pumpe [okr/s]

ii. ►M2 Molarni protok podzvučne Venturijeve cijevi. Na temelju jednadžbe za izračun vrijednosti $C_d$ u odnosu na $Re^{\#}$ iz točke 3.9.4., molarni protok podzvučne Venturijeve cijevi (SSV) za vrijeme ispitivanja emisija $\dot{n}$ [mol/s] izračunava se pomoću jednadžbe (7-119): ◄

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}119)$$

pri čemu je:

$p_{in}$ = ulazni tlak [Pa]

$A_t$ = površina poprečnog presjeka suženja Venturijeve cijevi [$m^2$]

$R$ = molarna plinska konstanta [J/(mol K)]

$T_{in}$ = ulazna temperatura [K]

$Z$ = faktor stlačivosti

▼B

$M_{mix}$ = molarna masa razrijeđenog ispušnog plina [kg/mol]

$C_d$ = koeficijent protoka SSV-a [–]

$C_f$ = koeficijent protoka SSV-a [–]

iii. ►M2 Molarni protok Venturijeve cijevi kritičnog protoka CFV. Za izračun molarnog protoka kroz jednu Venturijevu cijev ili jednu kombinaciju Venturijevih cijevi upotrebljavaju se odgovarajuća srednja vrijednost $C_d$ i ostale konstante određene u skladu s točkom 3.9.5. Izračun molarnog protoka $\dot{n}$ [mol/s] za vrijeme ispitivanja emisija provodi se pomoću jednadžbe (7-120): ◄

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \quad (7\text{-}120)$$

pri čemu je:

$p_{in}$ = ulazni tlak [Pa]

$A_t$ = površina poprečnog presjeka suženja Venturijeve cijevi [$m^2$]

$R$ = molarna plinska konstanta [J/(mol K)]

$T_{in}$ = ulazna temperatura [K]

$Z$ = faktor stlačivosti

$M_{mix}$ = molarna masa razrijeđenog ispušnog plina [kg/mol]

$C_d$ = koeficijent protoka CFV-a [–]

$C_f$ = koeficijent protoka CFV-a [–]

3.7. Utvrđivanje krutih čestica

3.7.1. Uzorkovanje

(a) Uzorkovanje iz varirajućeg protoka

Ako se prikuplja skupni uzorak iz protoka ispušnog plina promjenjive brzine, izdvaja se uzorak proporcionalan promjenjivom protoku ispušnog plina. Protok se integrira tijekom ispitnog intervala kako bi se odredio ukupni protok. Srednja koncentracija čestične tvari $\overline{M}_{PM}$ (koja je već u jedinicama mase po molu uzorka) množi se ukupnim protokom kako bi se dobila ukupna masa čestične tvari PM $m_{PM}$ [g] pomoću jednadžbe (7-121):

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \sum_{i=1}^{N} (\dot{n}_i \cdot \Delta t_i) \quad (7\text{-}121)$$

pri čemu je:

$\dot{n}_i$ = trenutačni molarni protok ispušnog plina [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$ = prosječna koncentracija čestične tvari [g/mol]

$\Delta t_i$ = interval uzorkovanja [s]

(b) Uzorkovanje iz konstantnog protoka

Ako se skupni uzorak prikuplja iz konstantnog protoka ispušnog plina, utvrđuje se srednji molarni protok iz kojeg se uzorak izdvaja. Srednja koncentracija čestične tvari množi se ukupnim protokom kako bi se dobila ukupna masa čestične tvari $m_{PM}$ [g] pomoću jednadžbe (7-122):

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \dot{n} \cdot \Delta t \quad (7\text{-}122)$$

▼B

pri čemu je:

$\dot{n}$ = molarni protok ispuha [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$ = prosječna koncentracija čestične tvari [g/mol]

$\Delta t$ = vremensko trajanje ispitnog intervala [s]

Za uzorkovanje s konstantnim omjerom razrjeđivanja (*DR*), $m_{PM}$ [g] izračunava se pomoću jednadžbe (7-123):

$$m_{PM} = m_{PMdil} \cdot DR \quad (7\text{-}123)$$

pri čemu je:

$m_{PMdil}$ = masa čestične tvari u zraku za razrjeđivanje [g]

*DR* = omjer razrjeđivanja [–] definiran kao omjer između mase emisije *m* i mase razrijeđenog ispušnog plina $m_{dil/exh}$ ($DR = m/m_{dil/exh}$).

Omjer razrjeđivanja *DR* može se izraziti kao funkcija $x_{dil/exh}$ [jednadžba (7-124)]:

$$DR = \frac{1}{1 - x_{dil/exh}} \quad (7\text{-}124)$$

3.7.2. Korekcija za pozadinu

Na korekciju mase čestične tvari za pozadinu primjenjuje se isti pristup kao u točki 3.6.1. Množenjem $\overline{M}_{PMbkgnd}$ s ukupnim protokom zraka za razrjeđivanje dobiva se ukupna pozadinska masa čestične tvari ($m_{PMbkgnd}$ [g]). Oduzimanjem ukupne pozadinske mase od ukupne mase dobiva se masu čestične tvari korigiranu za pozadinu $m_{PMcor}$ [g] [jednadžba (7-125)]:

$$m_{PMcor} = m_{PMuncor} - \overline{M}_{PMbkgnd} \cdot n_{airdil} \quad (7\text{-}125)$$

pri čemu je:

$m_{PMuncor}$ = nekorigirana masa čestične tvari [g]

$\overline{M}_{PMbkgnd}$ = srednja koncentracija čestične tvari u zraku za razrjeđivanje [g/mol]

$n_{airdil}$ = molarni protok zraka za razrjeđivanje [mol]

3.8. Ciklusni rad i specifične emisije

3.8.1. Plinovite emisije

3.8.1.1. Dinamički ispitni ciklusi (NRTC i LSI-NRTC) i RMC

Upućuje se na točke 3.5.1. i 3.6.1. za nerazrijeđeni odnosno razrijeđeni ispušni plin. Vrijednosti rezultata za snagu $P_i$ [kW] integriraju se tijekom ispitnog intervala. Ukupni rad $W_{act}$ [kWh] izračunava se pomoću jednadžbe (7-126):

▼M2

$$W_{act} = \sum_{i=1}^{N} P_i \cdot \Delta t_i = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{3\,600} \cdot \frac{1}{10^3} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot \sum_{i=1}^{N} (n_i \cdot T_i) \quad (7\text{-}126)$$

▼B

pri čemu je:

$P_i$ = trenutačna snaga motora [kW]

$n_i$ = trenutačna brzina motora [o/min]

$T_i$ = trenutačni zakretni moment motora [Nm]

▼B

$W_{act}$ = stvarni ciklusni rad [kWh]

$f$ = učestalost uzorkovanja podataka [Hz]

N = broj mjerenja [–]

▼M2

$\Delta t_i$ = mjerni interval [s]

▼B

Ako su pomoćni uređaji ugrađeni u skladu s Dodatkom 2. Prilogu VI., ne prilagođava se trenutačni zakretni moment motora u jednadžbi (7-126). Ako nisu ugrađeni potrebni pomoćni uređaji koji su trebali biti ugrađeni za potrebe ispitivanja odnosno ako su ugrađeni pomoćni uređaji koji su trebali biti uklonjeni za potrebe ispitivanja, u skladu s točkom 6.3.2. odnosno točkom 6.3.3. Priloga VI. ovoj Uredbi, vrijednost $T_i$ koja se upotrebljava u jednadžbi (7-126) prilagođava se pomoću jednadžbe (7-127):

$$T_i = T_{i,meas} + T_{i,AUX} \quad (7\text{-}127)$$

▼M2

pri čemu je:

$T_{i,meas}$ izmjerena vrijednost trenutačnog zakretnog momenta motora

$T_{i,AUX}$ odgovarajuća vrijednost zakretnog momenta potrebnog za pogon pomoćnih uređaja utvrđena u skladu s točkom7.7.2.3.(b) Priloga VI.

▼B

Specifične emisije $e_{gas}$ [g/kWh] izračunavaju se na sljedeći način ovisno o vrsti ispitnog ciklusa.

$$e_{gas} = \frac{m_{gas}}{W_{act}} \quad (7\text{-}128)$$

pri čemu je:

$m_{gas}$ = ukupna masa emisije [g/ispitivanje]

$W_{act}$ = ciklusni rad [kWh]

U slučaju NRTC ciklusa, za plinovite emisije koje nisu $CO_2$, konačni rezultat ispitivanja $e_{gas}$ [g/kWh] jest ponderirani prosjek ispitivanja s hladnim pokretanjem i ispitivanja s toplim pokretanjem pomoću jednadžbe (7-129):

$$e_{gas} = \frac{(0{,}1 \cdot m_{cold}) + (0{,}9 \cdot m_{hot})}{(0{,}1 \cdot W_{actcold}) + (0{,}9 \cdot W_{acthot})} \quad (7\text{-}129)$$

pri čemu je:

$m_{cold}$ masene emisije plinova NRTC ciklusa s hladnim pokretanjem [g]

$W_{act,\ cold}$ stvarni ciklusni rad tijekom NRTC-a s hladnim pokretanjem [kWh]

$m_{hot}$ masene emisije plinova NRTC ciklusa s hladnim pokretanjem [g]

$W_{act,\ hot}$ stvarni ciklusni rad tijekom NRTC-a s toplim pokretanjem [kWh]

U slučaju NRTC ciklusa, za $CO_2$ konačni rezultat ispitivanja $e_{CO2}$ [g/kWh] izračunava se iz NRTC ciklusa s toplim pokretanjem pomoću jednadžbe (7-130):

$$e_{CO2,hot} = \frac{m_{CO2,hot}}{W_{act,hot}} \quad (7\text{-}130)$$

pri čemu je:

$m_{CO2,\ hot}$ masene emisije $CO_2$ tijekom NRTC ciklusa s toplim pokretanjem [g]

$W_{act,\ hot}$ stvarni ciklusni rad tijekom NRTC-a s toplim pokretanjem [kWh]

▼B

3.8.1.2. NRSC s diskretnim načinima

Specifične emisije $e_{gas}$ [g/kWh] izračunavaju se pomoću jednadžbe (7-131):

$$e_{gas} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{m}_{gasi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}131)$$

pri čemu je:

$\dot{m}_{gas,i}$ = prosječni maseni protok emisija u načinu rada i [g/h]

▼M2

$P_i$ = snaga motora za način rada *i* [kW] izračunana zbrajanjem izmjerene snage $P_{meas}$ [kW] i snage potrebne za pogon pomoćnih uređaja $P_{AUX}$ [kW], utvrđene u skladu s jednadžbom (6-8) iz Priloga VI. ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ = faktor ponderiranja za način rada *i* [–]

▼M2

$N_{mode}$ = broj načina u primjenjivom NRSC-u s diskretnim načinima

▼B

3.8.2. Emisije čestica

3.8.2.1. Dinamički ispitni ciklusi (NRTC i LSI-NRTC) i RMC

Specifične emisije čestica izračunavaju se pretvaranjem jednadžbe (7-128) u jednadžbu (7-132) u kojoj se vrijednosti $e_{gas}$ [g/kWh] i $m_{gas}$ [g/ispitivanje] zamjenjuju vrijednostima $e_{PM}$ [g/kWh] odnosno $m_{PM}$ [g/ispitivanje]:

$$e_{PM} = \frac{m_{PM}}{W_{act}} \quad (7\text{-}132)$$

pri čemu je:

$m_{PM}$ = ukupna masa emisije krutih čestica izračunata prema točki 3.7.1. [g/ispitivanje]

$W_{act}$ = ciklusni rad [kWh]

Emisije kompozitnog dinamičkog ciklusa (odnosno NRTC ciklusa s hladnim pokretanjem i NRTC ciklusa s toplim pokretanjem) izračunavaju se na način prikazan u točki 3.8.1.1.

3.8.2.2. NRSC s diskretnim načinima

Specifična emisija čestica $e_{PM}$ [g/kWh] izračunava se na sljedeći način:

3.8.2.2.1. Za jednofiltarsku metodu, pomoću jednadžbe (7-133):

▼M2

$$e_{PM} = \frac{\dot{m}_{PM}}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}133)$$

▼B

pri čemu je:

▼M2

$P_i$ = snaga motora za način rada *i* [kW] izračunana zbrajanjem izmjerene snage $P_{meas}$ [kW] i snage potrebne za pogon pomoćnih uređaja $P_{AUX}$ [kW], utvrđene u skladu s jednadžbom (6-8) iz Priloga VI. ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ = faktor ponderiranja za način rada *i* [–]

$\dot{m}_{PM}$ = maseni protok čestica [g/h]

▼M2

$N_{mode}$ = broj načina u primjenjivom NRSC-u s diskretnim načinima

▼B

3.8.2.2.2. Za višefiltarsku metodu, pomoću jednadžbe (7-134):

▼M2

$$e_{\mathrm{PM}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{m}_{\mathrm{PM}i} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}134)$$

▼B

pri čemu je:

▼M2

$P_i$ = snaga motora za način rada $i$ [kW] izračunana zbrajanjem izmjerene snage $P_{meas}$ [kW] i snage potrebne za pogon pomoćnih uređaja $P_{AUX}$ [kW], utvrđene u skladu s jednadžbom (6-8) iz Priloga VI. ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ = faktor ponderiranja za način rada $i$ [–]

$\dot{m}_{\mathrm{PM}i}$ = maseni protok čestica u načinu rada $i$ [g/h]

▼M2

$N_{mode}$ = broj načina u primjenjivom NRSC-u s diskretnim načinima

▼B

Za jednofiltarsku metodu, efektivni faktor ponderiranja $WF_{\mathrm{eff}i}$ za svaki se režim izračunava pomoću jednadžbe (7-135):

$$WF_{\mathrm{eff}i} = \frac{m_{\mathrm{smpldexh}i} \cdot \overline{\dot{m}_{\mathrm{eqdexhwet}}}}{m_{\mathrm{smpldex}} \cdot \dot{m}_{\mathrm{eqdexhwet}i}} \quad (7\text{-}135)$$

pri čemu je:

$m_{\mathrm{smpldexh}i}$ = masa uzorka razrijeđenog ispušnog plina koji je prošao kroz filtre za uzorkovanje čestica u načinu rada $i$ [kg]

$m_{\mathrm{smpldexh}}$ = masa uzorka razrijeđenog ispušnog plina koji je prošao kroz filtre za uzorkovanje čestica [kg]

$\dot{m}_{\mathrm{eqdexhwet}i}$ = ekvivalentan maseni protok razrijeđenog ispušnog plina u načinu rada $i$ [kg/s]

$\overline{\dot{m}_{\mathrm{eqdexhwet}}}$ = prosječan ekvivalentni maseni protok razrijeđenog ispušnog plina [kg/s]

Vrijednost efektivnog faktora ponderiranja mora biti unutar ± 0,005 (apsolutna vrijednost) faktora ponderiranja navedenih u Dodatku 1. Prilogu XVII.

3.8.3. Prilagodba za sustave za kontrolu emisije s neučestalom (periodičnom) regeneracijom

U slučaju motora, osim onih koji pripadaju kategoriji RLL, opremljenih sustavima za naknadnu obradu ispušnih plinova s neučestalom (periodičnom) regeneracijom (vidjeti točku 6.6.2. Priloga VI.), specifične emisije plinovitih i krutih onečišćujućih tvari izračunate u skladu s točkama 3.8.1. i 3.8.2. korigiraju se primjenjivim multiplikativnim faktorom prilagodbe ili primjenjivim aditivnim faktorom prilagodbe. Ako tijekom ispitivanja nije provedena neučestala regeneracija, primjenjuje se faktor prilagodbe na veću vrijednost ($k_{\mathrm{ru,m}}$ ili $k_{\mathrm{ru,a}}$). Ako je tijekom ispitivanja provedena neučestala regeneracija, primjenjuje se faktor prilagodbe na manju vrijednost ($k_{\mathrm{rd,m}}$ ili $k_{\mathrm{rd,a}}$). U slučaju NRSC-a s diskretnim načinima, kada su faktori prilagodbe određeni za svaki način rada, primjenjuju se za svaki način rada tijekom izračuna rezultata ponderirane emisije.

3.8.4. Prilagodba za faktor pogoršanja

Specifične emisije plinovitih i krutih onečišćujućih tvari izračunane u skladu s točkama 3.8.1. i 3.8.2., uključujući i faktor prilagodbe za neučestale regeneracije u skladu s točkom 3.8.3., ako je primjenjivo, potrebno je prilagoditi primjenjivim multiplikativnim ili aditivnim faktorom pogoršanja utvrđenima u skladu sa zahtjevima iz Priloga III.

3.9. Umjeravanje protoka razrijeđenih ispušnih plinova (sustav CVS) i povezani izračuni

U ovom su odjeljku opisani izračuni za umjeravanje mjerača protoka. U točki 3.9.1. najprije se opisuje kako konvertirati izlaze referentnog mjerača protoka za uporabu u jednadžbama umjeravanja koje se temelje na molarnoj bazi. Preostale točke opisuju izračune umjeravanja koji su karakteristični za određene vrste mjerača protoka.

▼B

3.9.1. Konverzije referentnih mjerača

U jednadžbama umjeravanja u ovom odjeljku primjenjuje se molarni protok, $\dot{n}_{ref}$, kao referentna količina. Ako primijenjeni referentni mjerač daje vrijednost protoka u drukčijem obliku, kao što je standardni volumni protok, $\dot{V}_{stdref}$, stvarni volumni protok, $\dot{V}_{actdref}$ ili maseni protok, $\dot{m}_{ref}$, izlazna vrijednost referentnog mjerača konvertira se u molarni protok pomoću jednadžbi (7-136), (7-137) i (7-138), imajući na umu to da bi se vrijednosti za volumni protok, maseni protok, tlak, temperaturu i molarnu masu, iako se mogu promijeniti za vrijeme ispitivanja emisija, trebale održavati konstantnima koliko je to praktično za svaku pojedinačnu zadanu vrijednost tijekom umjeravanja mjerača protoka:

$$\dot{n}_{ref} = \frac{\dot{V}_{stdref} \cdot p_{std}}{T_{std} \cdot R} = \frac{\dot{V}_{actref} \cdot p_{act}}{T_{act} \cdot R} = \frac{\dot{m}_{ref}}{M_{mix}} \quad (7\text{-}136)$$

pri čemu je:

$\dot{n}_{ref}$ = referentni molarni protok [mol/s]

$\dot{V}_{stdref}$ = referentni volumni protok, korigiran za standardni tlak i standardnu temperaturu [$m^3$/s]

$\dot{V}_{actref}$ = referentni volumni protok, na stvarnom tlaku i temperaturi [$m^3$/s]

$\dot{m}_{ref}$ = referentni maseni protok [g/s]

$p_{std}$ = standardni tlak [Pa]

$p_{act}$ = stvarni tlak plina [Pa]

$T_{std}$ = standardna temperatura (K).

$T_{act}$ = stvarna temperatura plina [K]

$R$ = molarna plinska konstanta [J/(mol · K)]

$M_{mix}$ = molarna masa plina [g/mol]

3.9.2. Izračuni umjeravanja volumetričke pumpe

Za svaku postavku regulatora sljedeće se vrijednosti izračunavaju iz srednjih vrijednosti određenih u točki 8.1.8.4. Priloga VI., kako slijedi:

(a) ispumpani volumen volumetričke pumpe po okretaju, $V_{rev}$ ($m^3$/okr):

$$V_{rev} = \frac{\overline{\dot{n}_{ref}} \cdot R \cdot \overline{T}_{in}}{\overline{p}_{in} \cdot \overline{f}_{nPDP}} \quad (7\text{-}137)$$

pri čemu je:

$\overline{\dot{n}}_{ref}$ =srednja vrijednosti referentnog molarnog protoka [mol/s]

$R$ =molarna plinska konstanta [J/(mol · K)]

$\overline{T}_{in}$ =srednja ulazna temperatura [K]

$\overline{P}_{in}$ =srednji ulazni tlak [Pa]

$\overline{f}_{nPDP}$ =srednja brzina vrtnje [okr/s]

(b) korekcijski faktor za gubitak volumetričke pumpe, $K_s$ [s/okr]:

$$K_s = \frac{1}{\overline{f}_{nPDP} \cdot \sqrt{\frac{\overline{p}_{out} - \overline{p}_{in}}{\overline{p}_{out}}}} \quad (7\text{-}138)$$

pri čemu je:

$\overline{\dot{n}}_{ref}$ =srednji referentni molarni protok [mol/s]

▼B

$\overline{T}_{in}$ =srednja ulazna temperatura [K]

$\overline{P}_{in}$ =srednji ulazni tlak [Pa]

$\overline{P}_{out}$ =srednji izlazni tlak [Pa]

$\overline{f}_{nPDP}$ =srednja brzina vrtnje volumetričke pumpe [okr/s]

$R$ =molarna plinska konstanta [J/(mol · K)]

(c) regresija najmanjih kvadrata volumena volumetričke pumpe ispumpanog po okretaju, $V_{rev}$, u odnosu na korekcijski faktor za gubitak volumetričke pumpe, $K_s$, izvodi se izračunavanjem nagiba, $a_1$, i odsječka, $a_0$, kako je opisano u Dodatku 4.;

(d) postupak opisan u podtočkama (a) do (c) ove točke ponavlja se za svaku brzinu na kojoj radi volumetrička pumpa;

(e) u tablici 7.4. prikazani su izračuni za različite vrijednosti za $\overline{f}_{nPDP}$.

*Tablica 7.4.*

**Primjer umjernih podataka volumetričke pumpe**

| $\overline{f}_{nPDP}$[okr/min] | $\overline{f}_{nPDP}$[okr/s] | $a_1$ [$m^3$/min] | $a_1$ [$m^3$/s] | $a_0$ [$m^3$/okr] |
|---|---|---|---|---|
| 755,0 | 12,58 | 50,43 | 0,8405 | 0,056 |
| 987,6 | 16,46 | 49,86 | 0,831 | –0,013 |
| 1254,5 | 20,9 | 48,54 | 0,809 | 0,028 |
| 1401,3 | 23,355 | 47,30 | 0,7883 | –0,061 |

(f) Za svaku brzinu na kojoj radi volumetrička pumpa, odgovarajući nagib, $a_1$ i odsječak, $a_0$, upotrebljavaju se za izračunavanje protoka za vrijeme ispitivanja emisija kako je opisano u točki 3.6.3.(b).

3.9.3. Jednadžbe Venturijeve cijevi i dopuštene pretpostavke

Ovaj odjeljak opisuje jednadžbe i dopuštene pretpostavke za umjeravanje Venturijeve cijevi i izračunavanje protoka uporabom Venturijeve cijevi. Podzvučna Venturijeva cijev (SSV) i Venturijeva cijev kritičnog protoka (CFV) funkcioniraju na sličan način, pa su njihove jednadžbe za upravljanje gotovo potpuno iste, osim jednadžbe koja opisuje njihov omjer tlaka, $r$ (odnosno, $r_{SSV}$ u odnosu na $r_{CFV}$). Te jednadžbe za upravljanje pretpostavljaju jednodimenzionalni izentropski neviskozni stlačivi protok idealnoga plina. U točki 3.9.3.(d) opisuju se druge moguće pretpostavke. Ako pretpostavka o idealnom plinu za izmjereni protok nije dopuštena, jednadžbe za upravljanje uključuju korekciju prvog reda za ponašanje pravog plina, odnosno faktor stlačivosti, $Z$. Ako dobra inženjerska procjena diktira uporabu vrijednosti koja nije $Z = 1$, može se upotrebljavati odgovarajuća jednadžba stanja kako bi se odredile vrijednosti za $Z$ kao funkciju izmjerenih tlakova i temperatura, ili se mogu razviti posebne jednadžbe umjeravanja na temelju dobre inženjerske prakse. Važno je zapamtiti da se jednadžba za koeficijent protoka, $C_f$, temelji na pretpostavci idealnog plina da je izentropski eksponent, $\gamma$, jednak omjeru specifičnih toplina, $c_p/c_V$. Ako dobra inženjerska procjena diktira uporabu izentropskog eksponenta stvarnog plina, može se upotrijebiti odgovarajuća jednadžba stanja kako bi se odredile vrijednosti za $\gamma$ kao funkciju izmjerenih tlakova i temperatura, ili se mogu razviti posebne jednadžbe za umjeravanje. Molarni protok $\dot{n}$ [mol/s] izračunava se pomoću jednadžbe (7-139):

▼B

$$\dot{n} = C_{\mathrm{d}} \cdot C_{\mathrm{f}} \cdot \frac{A_{\mathrm{t}} \cdot p_{\mathrm{in}}}{\sqrt{Z \cdot M_{\mathrm{mix}} \cdot R \cdot T_{\mathrm{in}}}} \quad (7\text{-}139)$$

pri čemu je:

$C_{\mathrm{d}}$ = koeficijent protoka, određen u stavku točki 3.9.3.(a) [–]

$C_{\mathrm{f}}$ = koeficijent protoka, određen u točki 3.9.3.(b) [–]

$A_{\mathrm{t}}$ = površina poprečnog presjeka suženja Venturijeve cijevi [$m^2$]

$p_{\mathrm{in}}$ = apsolutni statički tlak na ulaznom otvoru Venturijeve cijevi [Pa]

$Z$ = faktor stlačivosti [–]

$M_{\mathrm{mix}}$ = molarna masa mješavine plina [kg/mol]

$R$ = molarna plinska konstanta [J/(mol · K)]

$T_{\mathrm{in}}$ = apsolutna temperatura na ulaznom otvoru Venturijeve cijevi [K]

(a) Uporabom podataka prikupljenih u točki 8.1.8.4. Priloga VI., $C_{\mathrm{d}}$ se izračunava pomoću jednadžbe (7-140):

▼M2

$$C_d = \dot{n}_{ref} \cdot \frac{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}}{C_f \cdot A_t \cdot p_{in}} \quad (7\text{-}140)$$

▼B

pri čemu je:

$\dot{n}_{\mathrm{ref}}$ = referentni molarni protok [mol/s]

Drugi simboli prema jednadžbi (7-139).

(b) $C_{\mathrm{f}}$ se određuje uporabom jedne od sljedećih metoda:

i. Samo za mjerače protoka s Venturijevom cijevi kritičnog protoka, $C_{\mathrm{fCFV}}$ se derivira iz tablice 7.5. na temelju vrijednosti za $\beta$ (omjer suženja Venturijeve cijevi i promjera ulaznog otvora) i $\gamma$ (omjer specifičnih toplina mješavine plina), primjenom linearne interpolacije za nalaženje prijelaznih vrijednosti:

*Tablica 7.5.*

**$C_{\mathrm{fCFV}}$ u odnosu na $\beta$ i $\gamma$ za Venturijeve cijevi kritičnog protoka**

| $C_{\mathrm{fCFV}}$ | | |
|---|---|---|
| $\beta$ | $\gamma_{\mathrm{exh}}$=1,385 | $\gamma_{\mathrm{dexh}}$=$\gamma_{\mathrm{air}}$ =1,399 |
| 0,000 | 0,6822 | 0,6846 |
| 0,400 | 0,6857 | 0,6881 |
| 0,500 | 0,6910 | 0,6934 |
| 0,550 | 0,6953 | 0,6977 |
| 0,600 | 0,7011 | 0,7036 |
| 0,625 | 0,7047 | 0,7072 |
| 0,650 | 0,7089 | 0,7114 |
| 0,675 | 0,7137 | 0,7163 |
| 0,700 | 0,7193 | 0,7219 |
| 0,720 | 0,7245 | 0,7271 |

▼B

| $C_{fCFV}$ | | |
|---|---|---|
| $\beta$ | $\gamma_{exh}$=1,385 | $\gamma_{dexh}$=$\gamma_{air}$ =1,399 |
| 0,740 | 0,7303 | 0,7329 |
| 0,760 | 0,7368 | 0,7395 |
| 0,770 | 0,7404 | 0,7431 |
| 0,780 | 0,7442 | 0,7470 |
| 0,790 | 0,7483 | 0,7511 |
| 0,800 | 0,7527 | 0,7555 |
| 0,810 | 0,7573 | 0,7602 |
| 0,820 | 0,7624 | 0,7652 |
| 0,830 | 0,7677 | 0,7707 |
| 0,840 | 0,7735 | 0,7765 |
| 0,850 | 0,7798 | 0,7828 |

ii. Za svaki mjerač protoka s Venturijevom cijevi kritičnog protoka ili podzvučnom Venturijevom cijevi, za izračunavanje $C_f$ može se upotrijebiti jednadžba (7-141):

$$C_f = \left[\frac{2 \cdot \gamma \cdot (r^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1)}{(\gamma - 1) \cdot (\beta^4 - r^{\frac{-2}{\gamma}})}\right]^{\frac{1}{2}} \quad (7\text{-}141)$$

pri čemu je:

$\gamma$ = izentropski eksponent [–]. Za idealni plin ovo je omjer specifičnih toplina mješavine plina, $c_p/c_V$

$r$ = omjer tlaka, određen u stavku 3.(c) ovog odjeljka

$\beta$ = omjer suženja Venturijeve cijevi i promjera ulaznog otvora

(c) Omjer tlaka $r$ izračunava se kako slijedi:

i. Samo za sustave s podzvučnom Venturijevom cijevi, za izračunavanje $r_{SSV}$ primjenjuje se jednadžba (7-142):

$$r_{SSV} = 1 - \frac{\Delta p_{SSV}}{p_{in}} \quad (7\text{-}142)$$

pri čemu je:

$\Delta p_{ssv}$ = diferencijalni statički tlak; ulazni otvor Venturijeve cijevi minus suženje Venturijeve cijevi [Pa]

ii. Samo za sustave s Venturijevom cijevi kritičnog protoka, $r_{CFV}$ se izračunava iterativno pomoću jednadžbe (7-143):

$$r_{CFV}^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} + \left(\frac{\gamma - 1}{2}\right) \cdot \beta^4 \cdot r_{CFV}^{\frac{2}{\gamma}} = \frac{\gamma + 1}{2} \quad (7\text{-}143)$$

(d) Može se postaviti svaka od sljedećih pretpostavki za pojednostavljenje jednadžbi za upravljanje ili se može primijeniti dobra inženjerska procjena kako bi se dobile prikladnije vrijednosti za ispitivanje:

i. za ispitivanje emisije u punim rasponima nerazrijeđenog ispušnog plina, razrijeđenog ispušnog plina i zraka za razrjeđivanje, može se pretpostaviti da se mješavina plina ponaša kao idealni plin: $Z = 1$;

▼B

ii. za puni raspon nerazrijeđenog ispušnog plina može se pretpostaviti konstantni omjer specifičnih toplina $\gamma$ = 1,385;

iii. za puni raspon razrijeđenog ispušnog plina i zraka (npr. zrak za umjeravanje ili zrak za razrjeđivanje) može se pretpostaviti konstantni omjer specifičnih toplina $\gamma$ = 1,399;

iv. za puni raspon razrijeđenog ispušnog plina i zraka, molarna masa mješavine, $M_{mix}$ [g/mol], može se smatrati funkcijom samo količine vode u zraku za razrjeđivanje ili zraku za umjeravanje, $x_{H2O}$, određenoj kako je opisano u točki 3.3.2., i izračunava se pomoću jednadžbe (7-144):

$$M_{mix} = M_{air} \cdot (1 - x_{H2O}) + M_{H2O} \cdot (x_{H2O}) \quad (7\text{-}144)$$

pri čemu je:

$M_{air}$ = 28,96559 g/mol

$M_{H2O}$ = 18,01528 g/mol

$x_{H2O}$ = količina vode u zraku za razrjeđivanje ili za umjeravanje [mol/mol]

v. Za cjelokupni raspon razrijeđenog ispušnog plina i zraka pretpostavlja se konstantna molarna masa mješavine, $M_{mix}$, za sva umjeravanja ili ispitivanja pod uvjetom da se pretpostavljena molarna masa ne razlikuje više od ±1 % od procijenjene minimalne i maksimalne molarne mase tijekom umjeravanja ili ispitivanja. Navedena pretpostavka dopuštena je ako je omogućena zadovoljavajuća razina kontrole nad količinom vode u zraku za umjeravanje i zraku za razrjeđivanje, ili ako se iz njih ukloni odgovarajuća količina vode. U tablici 7.6. nalaze se primjeri dozvoljenih raspona točke rosišta zraka za razrjeđivanje u odnosu na točke rosišta zraka za umjeravanje.

*Tablica 7.6.*

**Primjeri točaka rosišta zraka za razrjeđivanje i zraka za umjeravanje pri kojima se može pretpostaviti konstanta $M_{mix}$**

| Ako umjerna vrijednost $T_{dew}$ (°C) iznosi… | pretpostavljaju se sljedeće konstante $M_{mix}$ (g/mol) | za sljedeće raspone $T_{dew}$ (°C) tijekom ispitivanja emisija ([a]) |
|---|---|---|
| suho | 28,96559 | od suhog do 18 |
| 0 | 28,89263 | od suhog do 21 |
| 5 | 28,86148 | od suhog do 22 |
| 10 | 28,81911 | od suhog do 24 |
| 15 | 28,76224 | od suhog do 26 |
| 20 | 28,68685 | od – 8 do 28 |
| 25 | 28,58806 | od 12 do 31 |
| 30 | 28,46005 | od 23 do 34 |

([a]) Važeći raspon za sva ispitivanja umjeravanja i emisija pri rasponu atmosferskog tlaka (od 80,000 do 103,325) kPa.

▼B

3.9.4. Umjeravanje podzvučne Venturijeve cijevi (SSV-a)

(a) Molarni pristup. Umjeravanje mjerača protoka sa SSV-om sastoji se od sljedećih koraka:

i. Za svaki referentni molarni protok, Reynoldsov broj $Re^{\#}$ izračunava se pomoću promjera suženja Venturijeve cijevi, $d_t$ [jednadžba (7-145)]. S obzirom na to da je za izračun $Re^{\#}$ potrebna vrijednost dinamične viskoznosti $\mu$, može se upotrijebiti specifični model viskoznosti za određivanje $\mu$ umjernog plina (obično je to zrak) vodeći se dobrom inženjerskom procjenom [jednadžba (7-146)]. Druga mogućnost je upotreba Sutherlandova modela izračuna viskoznosti pomoću tri koeficijenta kako bi se približno izračunala vrijednost $\mu$ (vidjeti tablicu 7.7.):

$$Re^{\#} = \frac{4 \cdot M_{\text{mix}} \cdot \text{ref}}{\pi \cdot d_t \cdot \mu} \tag{7-145}$$

pri čemu je:

$d_t$ = promjer suženja SSV-a [m]

$M_{\text{mix}}$ = molarna masa smjese [kg/mol]

$\dot{n}_{\text{ref}}$ = referentni molarni protok [mol/s]

te je, upotrebom Sutherlandova modela izračuna viskoznosti pomoću tri koeficijenta:

$$\mu = \mu_0 \left(\frac{T_{in}}{T_0}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{T_0+S}{T_{in}+S}\right) \tag{7-146}$$

pri čemu je:

$\mu$ = dinamička viskoznost umjernog plina [kg/(m•s)]

$\mu_0$ = Sutherlandova referentna viskoznost [kg/(m·s)]

$S$ = Sutherlandova konstanta [K]

$T_0$ = Sutherlandova referentna temperatura [K]

$T_{\text{in}}$ = apsolutna temperatura na ulazu u Venturijevu cijev [K]

*Tablica 7.7.*

**Parametri Sutherlandova modela izračuna viskoznosti pomoću tri koeficijenta**

| Plin [a] | $\mu_0$ | $T_0$ | S | Raspon temperature uz dopuštenu pogrešku od ±2 % | Granična vrijednost tlaka |
|---|---|---|---|---|---|
| | kg /(m·s) | K | K | K | kPa |
| zrak | $1{,}716 \times 10^{-5}$ | 273 | 111 | od 170 do 1 900 | ≤ 1 800 |
| $CO_2$ | $1{,}370 \times 10^{-5}$ | 273 | 222 | od 190 do 1 700 | ≤ 3 600 |
| $H_2O$ | $1{,}12 \times 10^{-5}$ | 350 | 1,064 | od 360 do 1 500 | ≤ 10 000 |
| $O_2$ | $1{,}919 \times 10^{-5}$ | 273 | 139 | od 190 do 2 000 | ≤ 2 500 |
| $N_2$ | $1{,}663 \times 10^{-5}$ | 273 | 107 | od 100 do 1 500 | ≤ 1 600 |

[a] Parametri iz tablica mogu se upotrebljavati samo za navedene čiste plinove. Parametri za izračun viskoznosti mješavina plinova ne smiju se kombinirati.

▼B

ii. Određuje se jednadžba za izračun vrijednosti $C_d$ u odnosu na $Re^{\#}$ uz primjenu uparenih vrijednosti za ($Re^{\#}$, $C_d$). $C_d$ se izračunava prema jednadžbi (7-140), uvrštavajući $C_f$ dobiven jednadžbom (7-141), ili upotrebom bilo kojeg matematičkog izraza, uključujući polinome ili red potencija. Jednadžba (7-147) primjer je često upotrebljavanog matematičkog izraza za izračunavanje odnosa $C_d$ i $Re^{\#}$:

$$C_d = a_0 - a_1 \cdot \sqrt{\frac{10^6}{Re^{\#}}} \quad (7\text{-}147)$$

iii. Za određivanje najprimjerenijih koeficijenata jednadžbe i izračun regresijske statistike jednadžbe te standardne pogreške procjene (*SEE*) i koeficijenta determinacije $r^2$, provodi se regresijska analiza najmanjih kvadrata, u skladu s Dodatkom 3.

iv. Ako jednadžba ispunjava uvjete $SEE < 0{,}5\ \%\ n_{ref\ max}$ (ili $1E41_{refmax}$) i $r^2 \geq 0{,}995$, može se upotrijebiti za određivanje vrijednosti $C_d$ prilikom ispitivanja emisija, kao što je opisano u točki 3.6.3.(b).

v. Ako nisu zadovoljeni uvjeti za *SEE* i $r^2$, dobra inženjerska procjena može zamijeniti umjerne podatke kako bi se zadovoljila regresijska statistika. Kako bi se zadovoljili uvjeti, potrebno je raspolagati s najmanje sedam umjernih podataka.

vi. Ako izostavljanje podataka ne riješi problem netipičnih vrijednosti, moraju se poduzeti korektivne mjere. Na primjer, izabire se neki drugi matematički izraz za jednadžbu za izračun odnosa $C_d$ i $Re^{\#}$, provjeravaju se moguća curenja ili se ponavlja postupak umjeravanja. Ako se postupak ponavlja, prilikom mjerenja dopuštena odstupanja moraju biti manja, a raspon vremena može biti veći kako bi se omogućila stabilizacija protoka.

vii. Jednom kada jednadžba ispunjava regresijske kriterije, može se primjenjivati isključivo za određivanje protoka koji se nalaze unutar raspona referentnih vrijednosti protoka koje ispunjavaju regresijske kriterije jednadžbe za izračun odnosa $C_d$ i $Re^{\#}$.

▼M2

3.9.5. Umjeravanje Venturijeve cijevi kritičnog protoka (CFV)

Neki se mjerači protoka s CFV-om sastoje od samo jedne Venturijeve cijevi, a neki od više njih te se u njima za mjerenje različitih protoka upotrebljavaju različite kombinacije Venturijevih cijevi. Kod mjerača protoka s CFV-om koji se sastoje od više Venturijevih cijevi može se izvršiti pojedinačno umjeravanje svake Venturijeve cijevi radi određivanja posebnog koeficijenta protoka, $C_d$, za svaku od njih ili umjeravanje svake kombinacije Venturijevih cijevi kao jedinstvene Venturijeve cijevi. U slučaju umjeravanja kombinacije Venturijevih cijevi, za vrijednost$A_t$ uzima se zbroj površina suženja aktivnih Venturijevih cijevi; za $d_t$ uzima se kvadratni korijen zbroja kvadrata promjera aktivnih Venturijevih cijevi, a omjer promjera suženja i ulaznih otvora Venturijevih cijevi jednak je omjeru kvadratnog korijena zbroja promjera suženja aktivnih Venturijevih cijevi ($d_t$) i promjera zajedničkog ulaza u sve Venturijeve cijevi ($D$). Određivanje vrijednosti $C_d$ za jednu Venturijevu cijev ili jednu kombinaciju Venturijevih cijevi sastoji se od sljedećih koraka:

▼M2

(a) primjenom podataka prikupljenih za svaku zadanu točku umjeravanja izračunava se pojedinačna vrijednost $C_d$ za svaku točku pomoću jednadžbe (7-140);

(b) srednja vrijednost i standardna devijacija svih vrijednosti $C_d$ izračunavaju se prema jednadžbama (7-155) i (7-156);

(c) ako standardna devijacija za sve vrijednosti $C_d$ nije veća od 0,3 % srednje vrijednosti $C_d$, u jednadžbi (7-120) upotrebljava se srednja vrijednost $C_d$ te se CFV upotrebljava samo do najmanje vrijednosti $r$ izmjerene tijekom umjeravanja;

$$r = 1 - (\Delta p/p_{in}) \quad (7\text{-}148)$$

(d) ako je standardna devijacija za sve vrijednosti $C_d$ veća od 0,3 % srednje vrijednosti $C_d$, izostavljaju se vrijednosti $C_d$ koje odgovaraju podacima prikupljenima na najmanjem izmjerenom $r$ tijekom umjeravanja;

(e) ako je broj preostalih podataka manji od sedam, provode se korektivne mjere provjerom podataka umjeravanja ili ponavljanjem postupka umjeravanja. Ako se postupak umjeravanja ponavlja, preporučuje se provjera mogućih curenja, manja dopuštena odstupanja prilikom mjerenja te veći vremenski raspon kako bi se omogućila stabilizacija protoka;

(f) ako broj preostalih vrijednosti $C_d$ nije manji od sedam, ponovno se izračunavaju srednja vrijednost i standardna devijacija preostalih vrijednosti $C_d$;

(g) ako standardna devijacija preostalih vrijednosti $C_d$ nije veća od 0,3 % srednje vrijednosti preostalih vrijednosti $C_d$, u jednadžbi (7-120) primjenjuje se ta srednja vrijednost $C_d$ kao i vrijednosti CFV-a samo do najmanje vrijednosti $r$ povezane s preostalim vrijednostima $C_d$;

(h) ako je standardna devijacija preostalih vrijednosti $C_d$ i dalje veća od 0,3 % srednje vrijednosti preostalih vrijednosti$C_d$, ponavljaju se koraci iz točaka od (d) do (g).

▼B

*Dodatak 1.*

**Korekcija za pomak**

1. **Opseg i učestalost**

Izračuni u ovom Dodatku izvršavaju se kako bi se odredilo poništava li pomak analizatora plina rezultate ispitnog intervala. Ako pomak ne poništava rezultate ispitnog intervala, odzivi analizatora plina ispitnog intervala moraju se korigirati za pomak u skladu s ovim Dodatkom. Odzivi analizatora plina korigirani za pomak primjenjuju se u svakom sljedećem izračunu emisija. Prihvatljiva granična vrijednost pomaka analizatora plina tijekom ispitnog intervala određena je u točki 8.2.2.2. Priloga VI.

2. **Načela korekcije**

Za izračune u ovom Dodatku primjenjuju se odzivi analizatora plina na referentne nulte i rasponske koncentracije analitičkih plinova, koje se određuju prije i poslije ispitnog intervala. Ovim se izračunima korigiraju odzivi analizatora plina koji su bili zabilježeni tijekom ispitnog intervala. Korekcija se temelji na prosječnim odzivima analizatora na referentne nulte i rasponske plinove, kao i na njihovim referentnim koncentracijama. Validacija pomaka i korekcija za pomak provode se na sljedeći način:

3. **Validacija pomaka**

Nakon primjene svih drugih korekcija na sve signale analizatora plina, osim korekcije za pomak, izračunavaju se specifične efektivne emisije u skladu s točkom 3.8. Nakon toga svi se signali analizatora plina korigiraju za pomak prema ovom Dodatku. Specifične efektivne emisije ponovno se izračunavaju primjenom svih signala analizatora plina koji su korigirani za pomak. Rezultati specifičnih efektivnih emisija validiraju se i bilježe prije i nakon korekcije za pomak u skladu s točkom 8.2.2.2. Priloga VI.

4. **Korekcija za pomak**

Korekcija svih signala analizatora plina odvija se na sljedeći način:

(a) svaka zabilježena koncentracija, $x_i$, korigira se za kontinuirano uzorkovanje ili skupno uzorkovanje $\bar{x}$;

(b) korekcija za pomak izračunava se pomoću jednadžbe (7-149):

$$x_{i\text{driftcor}} = x_{\text{refzero}} + (x_{\text{refspan}} - x_{\text{refzero}}) \frac{2x_i - (x_{\text{prezero}} + x_{\text{postzero}})}{(x_{\text{prespan}} + x_{\text{postspan}}) - (x_{\text{prezero}} + x_{\text{postzero}})} \quad (7\text{-}149)$$

pri čemu je:

$x_{i\text{driftcor}}$ = koncentracija korigirana za pomak [μmol/mol]

$x_{\text{refzero}}$ = referentna koncentracija nultog plina koja obično iznosi 0, osim ako nije poznata neka druga vrijednost iste [μmol/mol]

$x_{\text{refspan}}$ = referentna koncentracija rasponskog plina [μmol/mol]

$x_{\text{prespan}}$ = odziv analizatora plina na koncentraciju rasponskog plina u intervalu prije ispitivanja [μmol/mol]

$x_{\text{postspan}}$ = odziv analizatora plina na koncentraciju rasponskog plina u intervalu nakon ispitivanja [μmol/mol]

$x_i$ ili $\bar{x}$ = zabilježena, odnosno izmjerena, koncentracija tijekom ispitivanja, prije korekcije za pomak [μmol/mol]

▼B

$x_{prezero}$ = odziv analizatora plina na koncentraciju nultog plina u intervalu prije ispitivanja [μmol/mol]

$x_{postzero}$ = odziv analizatora plina na koncentraciju nultog plina u intervalu nakon ispitivanja [μmol/mol];

(c) za bilo koju koncentraciju iz intervala prije ispitivanja potrebno je upotrijebiti posljednje utvrđene koncentracije prije ispitnog intervala. Za neke ispitne intervale, posljednje utvrđene vrijednosti prije ispitivanja za nulti i rasponski plin možda su bile izmjerene prije jednog ili više prethodnih ispitnih intervala;

(d) za bilo koju koncentraciju iz intervala nakon ispitivanja, potrebno je upotrijebiti posljednje utvrđene koncentracije nakon ispitnog intervala. Za neke ispitne intervale, zadnje određene vrijednosti nakon ispitivanja za nulti i rasponski plin možda su bile izmjerene nakon jednog ili više naknadnih ispitnih intervala;

(e) ako odziv analizatora na koncentraciju rasponskog plina u intervalu prije ispitivanja, $x_{prespan}$, nije zabilježen, njegovu vrijednost potrebno je izjednačiti s referentnom koncentracijom rasponskog plina: $x_{prespan} = x_{refspan}$;

(f) ako odziv analizatora na koncentraciju nultog plina u intervalu prije ispitivanja $x_{prezero}$, nije zabilježen, njegovu vrijednost potrebno je izjednačiti s referentnom koncentracijom nultog plina: $x_{prezero} = x_{refzero}$;

(g) uobičajeno je da referentna koncentracija nultog plina, $x_{refzero}$, iznosi nula: $x_{refzero}$ = 0 μmol/mol. No, u nekim slučajevima može biti poznato da $x_{refzero}$ ima koncentraciju koja nije jednaka nuli. Na primjer, ako se analizator za $CO_2$ umjerava na nulu pomoću zraka iz okoline, može se upotrijebiti standardna koncentracija $CO_2$ u zraku iz okoline, koja iznosi 375 μmol/mol. U tom slučaju, $x_{refzero}$ = 375 μmol/mol. Kada se analizator umjerava na nulu pomoću $x_{refzero}$ koji nije jednak nuli, analizator se podešava tako da pokazuje stvarnu koncentraciju $x_{refzero}$. Na primjer, ako je $x_{refzero}$ = 375 μmol/mol, analizator se podešava da pokazuje vrijednost 375 μmol/mol kada nulti plin teče u analizator.

▼B

*Dodatak 2.*

**Provjera protoka ugljika**

1. **Uvod**

Sav ugljik u ispušnom plinu osim malog dijela dolazi iz goriva te se sav osim malog dijela iskazuje u ispušnom plinu kao $CO_2$. To je osnova za verifikaciju sustava koja se temelji na mjerenjima $CO_2$. U slučaju motora s paljenjem električnom iskrom koji nemaju kontrolu koeficijenta viška zraka $\lambda$ ili motora s električnom iskrom koji rade izvan raspona $0{,}97 \leq \lambda \leq 1{,}03$, u postupak se dodatno uključuje mjerenje HC i CO.

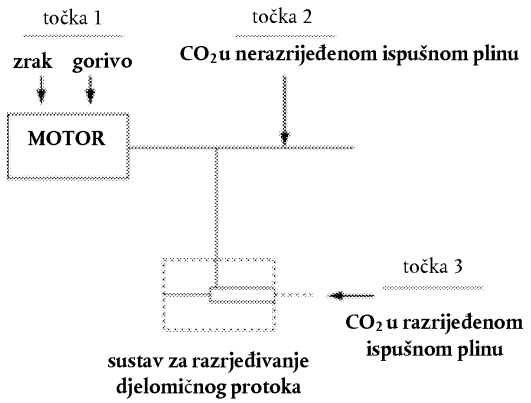
Dotok ugljika u sustave za mjerenje ispušnih plinova određuje se iz protoka goriva. Protok ugljika u različitim točkama uzorkovanja u sustavima za uzorkovanje emisija i čestica određuje se iz koncentracija $CO_2$ (ili $CO_2$, HC i CO) i protoka plina u tim točkama.

U tom smislu, motor je poznati izvor protoka ugljika, a promatranje tog protoka ugljika u ispušnoj cijevi te na izlazu iz sustava za uzorkovanje čestične tvari s djelomičnim protokom potvrđuje nepropusnost i točnost mjerenja protoka. Prednost je ove provjere da sastavni dijelovi rade u stvarnim uvjetima temperature i protoka ispitivanja motora.

Na slici 7.1. prikazane su točke uzorkovanja na kojima se provjerava protok ugljika. Specifične jednadžbe za protoke ugljika na pojedinim točkama uzorkovanja navedene su u sljedećim točkama.

*Slika 7.1.*

**Mjerne točke za provjeru protoka ugljika**




2. **Dotok ugljika u motor (točka 1)**

Maseni protok ugljika u motor $q_{mCf}$ [kg/s] za gorivo $CH_\alpha O_\varepsilon$ dobiva se pomoću jednadžbe (7-150):

$$q_{mCF} = \frac{12{,}011}{12{,}011 + \alpha + 15{,}9994 \cdot \varepsilon} \cdot g_{mf} \qquad (7\text{-}150)$$

pri čemu je:

$q_{mf}$ = maseni protok goriva [kg/s]

▼B

3. **Maseni protok ugljika u nerazrijeđenom ispušnom plinu (točka 2)**

3.1. Na temelju $CO_2$

Maseni protok ugljika u ispušnoj cijevi motora $q_{mCe}$ [kg/s] određuje se iz nerazrijeđene koncentracije $CO_2$ i masenog protoka ispušnih plinova pomoću jednadžbe (7-151):

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,r} - c_{CO2,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \cdot \frac{12{,}011}{M_e} \quad (7\text{-}151)$$

pri čemu je:

$c_{CO2,r}$ = vlažna koncentracija $CO_2$ u nerazrijeđenom ispušnom plinu [ %]

$c_{CO2,a}$ = vlažna koncentracija $CO_2$ u okolnom zraku [ %]

$q_{mew}$ = maseni protok ispušnih plinova na vlažnoj osnovi [kg/s]

$M_e$ = molarna masa ispušnog plina [g/mol]

Ako se $CO_2$ mjeri na suhoj osnovi, mora se pretvoriti u vlažnu osnovu u skladu s točkom 2.1.3. ili točkom 3.5.2.

3.2. Na temelju $CO_2$, HC i CO

Kao alternativa izračunu isključivo na temelju $CO_2$ u točki 3.1., maseni protok ugljika u ispušnoj cijevi motora $q_{mCe}$[ kg/s] određuje se iz nerazrijeđene koncentracije $CO_2$, HC i CO te masenog protoka ispušnih plinova pomoću jednadžbe (7-152):

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,r} - c_{CO2,a}}{100} + \frac{c_{THC(C1),r} - c_{THC(C1),a}}{100} + \frac{c_{CO,r} - c_{CO,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \frac{12{,}011}{M_e} \quad (7\text{-}152)$$

pri čemu je:

$c_{CO2,r}$ = vlažna koncentracija $CO_2$ u nerazrijeđenom ispušnom plinu [ %]

$c_{CO2,a}$ = vlažna koncentracija $CO_2$ u okolnom zraku [ %]

$c_{THC(C1),r}$ = koncentracija THC(C1) u nerazrijeđenom ispušnom plinu [ %]

$c_{THC(C1),a}$ = koncentracija THC(C1) u okolnom zraku [ %]

$c_{CO,r}$ = vlažna koncentracija CO u nerazrijeđenom ispušnom plinu [ %]

$c_{CO,a}$ = vlažna koncentracija CO u okolnom zraku [ %]

$q_{mew}$ = maseni protok ispušnih plinova na vlažnoj osnovi [kg/s]

$M_e$ = molarna masa ispušnog plina [g/mol]

Ako se $CO_2$ ili CO mjere na suhoj osnovi, moraju se pretvoriti u vlažnu osnovu u skladu s točkom 2.1.3. ili točkom 3.5.2.

▼B

4. **Protok ugljika u sustavu za razrjeđivanje (točka 3)**

4.1. Na temelju $CO_2$

Kod sustava za razrjeđivanje s djelomičnim protokom, u obzir se treba uzeti i omjer razdvajanja. Protok ugljika u ekvivalentnom sustavu za razrjeđivanje $q_{mCp}$ [kg/s] (gdje ekvivalentan znači jednak sustavu punog protoka u kojem se puni protok razrjeđuje) određuje se iz koncentracije razrijeđenog $CO_2$, masenog protoka ispušnih plinova i protoka uzorka; nova jednadžba (7-153) identična je jednadžbi (7-151), nadopunjenoj samo faktorom razrjeđivanja $q_{mdew}/q_{mp}$.

$$q_{mCp} = \left(\frac{c_{CO2,d} - c_{CO2,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \cdot \frac{12{,}011}{M_e} \cdot \frac{q_{mdew}}{q_{mp}} \qquad (7\text{-}153)$$

pri čemu je:

$c_{CO2,d}$ = vlažna koncentracija $CO_2$ u razrijeđenim ispušnim plinovima na izlazu iz tunela za razrjeđivanje [ %]

$c_{CO2,a}$ = vlažna koncentracija $CO_2$ u okolnom zraku [ %]

$q_{mdew}$ = protok razrijeđenog uzorka u sustavu za razrjeđivanje djelomičnog protoka [kg/s]

$q_{mew}$ = maseni protok ispušnih plinova na vlažnoj osnovi [kg/s]

$q_{mp}$ = protok uzorka ispušnog plina u sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka [kg/s]

$M_e$ = molarna masa ispušnog plina [g/mol]

Ako se $CO_2$ mjeri na suhoj osnovi, mora se pretvoriti u vlažnu osnovu u skladu s točkom 2.1.3. ili točkom 3.5.2.

4.2. Na temelju $CO_2$, HC i CO

Kod sustava za razrjeđivanje s djelomičnim protokom u obzir se treba uzeti i omjer razdvajanja. Kao alternativa izračunu isključivo na temelju $CO_2$ u točki 4.1., protok ugljika u ekvivalentnom sustavu za razrjeđivanje $q_{mCp}$ [kg/s] (gdje ekvivalentan znači jednak sustavu punog protoka u kojem se puni protok razrjeđuje) određuje se iz koncentracija razrijeđenog $CO_2$, HC i CO te masenog protoka ispušnih plinova i protoka uzorka; nova jednadžba (7-154) identična je jednadžbi (7-152), nadopunjenoj samo faktorom razrjeđivanja $q_{mdew}/q_{mp}$.

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,d} - c_{CO2,a}}{100} + \frac{c_{THC(C1),d} - c_{THC(C1),a}}{100} + \frac{c_{CO,d} - c_{CO,a}}{100}\right) \cdot q_{mew} \frac{12{,}011}{M_e} \cdot \frac{q_{mdew}}{q_{mp}} \qquad (7\text{-}154)$$

pri čemu je:

$c_{CO2,d}$ = vlažna koncentracija $CO_2$ u razrijeđenom ispušnom plinu na izlazu iz tunela za razrjeđivanje [ %]

$c_{CO2,a}$ = vlažna koncentracija $CO_2$ u okolnom zraku [ %]

$c_{THC(C1),d}$ = koncentracija THC(C1) u razrijeđenom ispušnom plinu na izlazu iz tunela za razrjeđivanje [ %]

$c_{THC(C1),a}$ = koncentracija THC(C1) u okolnom zraku [ %]

$c_{CO,d}$ = vlažna koncentracija CO u razrijeđenom ispušnom plinu na izlazu iz tunela za razrjeđivanje [ %]

$c_{CO,a}$ = vlažna koncentracija CO u okolnom zraku [ %]

▼B

$q_{mdew}$ = protok razrijeđenog uzorka u sustavu za razrjeđivanje djelomičnog protoka [kg/s]

$q_{mew}$ = maseni protok ispušnih plinova na vlažnoj osnovi [kg/s]

$q_{mp}$ = protok uzorka ispušnog plina u sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka [kg/s]

$M_e$ = molarna masa ispušnog plina [g/mol]

Ako se $CO_2$ ili CO mjere na suhoj osnovi, moraju se pretvoriti u vlažnu osnovu u skladu s točkom 2.1.3. ili točkom 3.5.2. ovog Priloga.

5. **Izračun molarne mase ispušnog plina**

Molarna masa ispušnog plina izračunava se u skladu s jednadžbom (7-13) (vidjeti točku 2.1.5.2. ovog Priloga).

Umjesto toga, mogu se upotrebljavati sljedeće molarne mase ispušnog plina:

$M_e$ (dizel) = 28,9 g/mol

$M_e$ (UNP) = 28,6 g/mol

$M_e$ (prirodni plin / biometan) = 28,3 g/mol

$M_e$ (benzin) = 29,0 g/mol

▼B

*Dodatak 3.*

**Statistika**

1. **Aritmetička sredina**

Aritmetička sredina, $\bar{y}$, izračunava se pomoću jednadžbe (7-155):

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{N} y_i}{N} \tag{7-155}$$

2. **Standardna devijacija**

Standardna devijacija za uzorak bez sustavne pogreške (npr. *N*–1), σ, izračunava se pomoću jednadžbe (7-156):

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \bar{y})^2}{(N-1)}} \tag{7-156}$$

3. **Efektivna vrijednost**

Efektivna srednja vrijednost, $rms_y$, izračunava se pomoću jednadžbe (7-157):

$$rms_y = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} y_i^2} \tag{7-157}$$

4. ***t*-test**

Određuje se ako podaci prođu *t*–test pomoću sljedećih jednadžbi i tablice 7.8.:

(a) Za neupareni *t*-test, statistička vrijednost *t* i pripadajući broj stupnjeva slobode, *v*, izračunavaju se pomoću jednadžbi (7-158) i (7-159):

$$t = \frac{|\bar{y}_{ref} - \bar{y}|}{\sqrt{\frac{\sigma_{ref}^2}{N_{ref}} + \frac{\sigma_y^2}{N}}} \tag{7-158}$$

$$v = \frac{\left(\frac{\sigma_{ref}^2}{N_{ref}} + \frac{\sigma_y^2}{N}\right)^2}{\frac{(\sigma_{ref}^2/N_{ref})^2}{N_{ref}-1} + \frac{(\sigma_y^2/N)^2}{N-1}} \tag{7-159}$$

(b) Za upareni *t*-test, statistička vrijednost *t* i pripadajući broj stupnjeva slobode, *v*, izračunaju se pomoću jednadžbe (7-160), uz napomenu da su $\varepsilon_i$ pogreške (npr. razlike) između svakog para od $y_{refi}$ i $y_i$:

$$t = \frac{|\bar{\varepsilon}| \cdot \sqrt{N}}{\sigma_\varepsilon} \qquad v = N - 1 \tag{7-160}$$

(c) Tablica 7.8. upotrebljava se se za usporedbu vrijednosti *t* s $t_{crit}$ iz tablice u odnosu na broj stupnjeva slobode. Ako je *t* manje od $t_{crit}$, tada *t* prolazi *t*-test.

*Tablica 7.8.*

**Kritične *t* vrijednosti u odnosu na broj stupnjeva slobode, *v***

| *v* | Pouzdanost | |
|---|---|---|
| | 90 % | 95 % |
| 1 | 6,314 | 12,706 |
| 2 | 2,920 | 4,303 |
| 3 | 2,353 | 3,182 |

▼B

| *v* | Pouzdanost | |
|---|---|---|
| 4 | 2,132 | 2,776 |
| 5 | 2,015 | 2,571 |
| 6 | 1,943 | 2,447 |
| 7 | 1,895 | 2,365 |
| 8 | 1,860 | 2,306 |
| 9 | 1,833 | 2,262 |
| 10 | 1,812 | 2,228 |
| 11 | 1,796 | 2,201 |
| 12 | 1,782 | 2,179 |
| 13 | 1,771 | 2,160 |
| 14 | 1,761 | 2,145 |
| 15 | 1,753 | 2,131 |
| 16 | 1,746 | 2,120 |
| 18 | 1,734 | 2,101 |
| 20 | 1,725 | 2,086 |
| 22 | 1,717 | 2,074 |
| 24 | 1,711 | 2,064 |
| 26 | 1,706 | 2,056 |
| 28 | 1,701 | 2,048 |
| 30 | 1,697 | 2,042 |
| 35 | 1,690 | 2,030 |
| 40 | 1,684 | 2,021 |
| 50 | 1,676 | 2,009 |
| 70 | 1,667 | 1,994 |
| 100 | 1,660 | 1,984 |
| 1 000+ | 1,645 | 1,960 |

Za utvrđivanje vrijednosti koje ovdje nisu prikazane upotrebljava se linearna interpolacija.

5. ***F*-test**

Statistička vrijednost $F$ izračunava se pomoću jednadžbe (7-161):

$$F_y = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{\text{ref}}^2} \tag{7-161}$$

(a) Za $F$-test s 90-postotnom pouzdanošću upotrebljava se tablica 7.9. za usporedbu vrijednosti $F$ i $F_{\text{crit90}}$ navedenih u tablici u odnosu na ($N$–1) i ($N_{\text{ref}}$–1). Ako je vrijednost $F$ manja od $F_{\text{crit90}}$, tada $F$ prolazi $F$-test pri 90-postotnoj pouzdanosti.

(b) Za $F$-test s 95-postotnom pouzdanošću upotrebljava se tablica 7.10. za usporedbu vrijednosti $F$ i $F_{\text{crit95}}$ navedenih u tablici u odnosu na ($N$–1) i ($N_{\text{ref}}$–1). Ako je vrijednost $F$ manja od $F_{\text{crit95}}$, tada $F$ prolazi $F$-test pri 95-postotnoj pouzdanosti.

▼M2

*Tablica 7-9.*

**Kritične F vrijednosti, $F_{crit90}$, u odnosu na N – 1 i $N_{ref\ -\ 1}$ pri 90-postotnoj pouzdanosti**

| $N-1$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | 1000+ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $N_{ref}-1$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 39,86 | 49,50 | 53,59 | 55,83 | 57,24 | 58,20 | 58,90 | 59,43 | 59,85 | 60,19 | 60,70 | 61,22 | 61,74 | 62,00 | 62,26 | 62,52 | 62,79 | 63,06 | 63,32 |
| 2 | 8,526 | 9,000 | 9,162 | 9,243 | 9,293 | 9,326 | 9,349 | 9,367 | 9,381 | 9,392 | 9,408 | 9,425 | 9,441 | 9,450 | 9,458 | 9,466 | 9,475 | 9,483 | 9,491 |
| 3 | 5,538 | 5,462 | 5,391 | 5,343 | 5,309 | 5,285 | 5,266 | 5,252 | 5,240 | 5,230 | 5,216 | 5,200 | 5,184 | 5,176 | 5,168 | 5,160 | 5,151 | 5,143 | 5,134 |
| 4 | 4,545 | 4,325 | 4,191 | 4,107 | 4,051 | 4,010 | 3,979 | 3,955 | 3,936 | 3,920 | 3,896 | 3,870 | 3,844 | 3,831 | 3,817 | 3,804 | 3,790 | 3,775 | 3,761 |
| 5 | 4,060 | 3,780 | 3,619 | 3,520 | 3,453 | 3,405 | 3,368 | 3,339 | 3,316 | 3,297 | 3,268 | 3,238 | 3,207 | 3,191 | 3,174 | 3,157 | 3,140 | 3,123 | 3,105 |
| 6 | 3,776 | 3,463 | 3,289 | 3,181 | 3,108 | 3,055 | 3,014 | 2,983 | 2,958 | 2,937 | 2,905 | 2,871 | 2,836 | 2,818 | 2,800 | 2,781 | 2,762 | 2,742 | 2,722 |
| 7 | 3,589 | 3,257 | 3,074 | 2,961 | 2,883 | 2,827 | 2,785 | 2,752 | 2,725 | 2,703 | 2,668 | 2,632 | 2,595 | 2,575 | 2,555 | 2,535 | 2,514 | 2,493 | 2,471 |
| 8 | 3,458 | 3,113 | 2,924 | 2,806 | 2,726 | 2,668 | 2,624 | 2,589 | 2,561 | 2,538 | 2,502 | 2,464 | 2,425 | 2,404 | 2,383 | 2,361 | 2,339 | 2,316 | 2,293 |
| 9 | 3,360 | 3,006 | 2,813 | 2,693 | 2,611 | 2,551 | 2,505 | 2,469 | 2,440 | 2,416 | 2,379 | 2,340 | 2,298 | 2,277 | 2,255 | 2,232 | 2,208 | 2,184 | 2,159 |
| 10 | 3,285 | 2,924 | 2,728 | 2,605 | 2,522 | 2,461 | 2,414 | 2,377 | 2,347 | 2,323 | 2,284 | 2,244 | 2,201 | 2,178 | 2,155 | 2,132 | 2,107 | 2,082 | 2,055 |
| 11 | 3,225 | 2,860 | 2,660 | 2,536 | 2,451 | 2,389 | 2,342 | 2,304 | 2,274 | 2,248 | 2,209 | 2,167 | 2,123 | 2,100 | 2,076 | 2,052 | 2,026 | 2,000 | 1,972 |
| 12 | 3,177 | 2,807 | 2,606 | 2,480 | 2,394 | 2,331 | 2,283 | 2,245 | 2,214 | 2,188 | 2,147 | 2,105 | 2,060 | 2,036 | 2,011 | 1,986 | 1,960 | 1,932 | 1,904 |
| 13 | 3,136 | 2,763 | 2,560 | 2,434 | 2,347 | 2,283 | 2,234 | 2,195 | 2,164 | 2,138 | 2,097 | 2,053 | 2,007 | 1,983 | 1,958 | 1,931 | 1,904 | 1,876 | 1,846 |
| 14 | 3,102 | 2,726 | 2,522 | 2,395 | 2,307 | 2,243 | 2,193 | 2,154 | 2,122 | 2,095 | 2,054 | 2,010 | 1,962 | 1,938 | 1,912 | 1,885 | 1,857 | 1,828 | 1,797 |
| 15 | 3,073 | 2,695 | 2,490 | 2,361 | 2,273 | 2,208 | 2,158 | 2,119 | 2,086 | 2,059 | 2,017 | 1,972 | 1,924 | 1,899 | 1,873 | 1,845 | 1,817 | 1,787 | 1,755 |
| 16 | 3,048 | 2,668 | 2,462 | 2,333 | 2,244 | 2,178 | 2,128 | 2,088 | 2,055 | 2,028 | 1,985 | 1,940 | 1,891 | 1,866 | 1,839 | 1,811 | 1,782 | 1,751 | 1,718 |
| 17 | 3,026 | 2,645 | 2,437 | 2,308 | 2,218 | 2,152 | 2,102 | 2,061 | 2,028 | 2,001 | 1,958 | 1,912 | 1,862 | 1,836 | 1,809 | 1,781 | 1,751 | 1,719 | 1,686 |
| 18 | 3,007 | 2,624 | 2,416 | 2,286 | 2,196 | 2,130 | 2,079 | 2,038 | 2,005 | 1,977 | 1,933 | 1,887 | 1,837 | 1,810 | 1,783 | 1,754 | 1,723 | 1,691 | 1,657 |
| 19 | 2,990 | 2,606 | 2,397 | 2,266 | 2,176 | 2,109 | 2,058 | 2,017 | 1,984 | 1,956 | 1,912 | 1,865 | 1,814 | 1,787 | 1,759 | 1,730 | 1,699 | 1,666 | 1,631 |
| 20 | 2,975 | 2,589 | 2,380 | 2,249 | 2,158 | 2,091 | 2,040 | 1,999 | 1,965 | 1,937 | 1,892 | 1,845 | 1,794 | 1,767 | 1,738 | 1,708 | 1,677 | 1,643 | 1,607 |
| 21 | 2,961 | 2,575 | 2,365 | 2,233 | 2,142 | 2,075 | 2,023 | 1,982 | 1,948 | 1,920 | 1,875 | 1,827 | 1,776 | 1,748 | 1,719 | 1,689 | 1,657 | 1,623 | 1,586 |

▼M2

| $N-1$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | 1000+ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 2,949 | 2,561 | 2,351 | 2,219 | 2,128 | 2,061 | 2,008 | 1,967 | 1,933 | 1,904 | 1,859 | 1,811 | 1,759 | 1,731 | 1,702 | 1,671 | 1,639 | 1,604 | 1,567 |
| 23 | 2,937 | 2,549 | 2,339 | 2,207 | 2,115 | 2,047 | 1,995 | 1,953 | 1,919 | 1,890 | 1,845 | 1,796 | 1,744 | 1,716 | 1,686 | 1,655 | 1,622 | 1,587 | 1,549 |
| 24 | 2,927 | 2,538 | 2,327 | 2,195 | 2,103 | 2,035 | 1,983 | 1,941 | 1,906 | 1,877 | 1,832 | 1,783 | 1,730 | 1,702 | 1,672 | 1,641 | 1,607 | 1,571 | 1,533 |
| 25 | 2,918 | 2,528 | 2,317 | 2,184 | 2,092 | 2,024 | 1,971 | 1,929 | 1,895 | 1,866 | 1,820 | 1,771 | 1,718 | 1,689 | 1,659 | 1,627 | 1,593 | 1,557 | 1,518 |
| 26 | 2,909 | 2,519 | 2,307 | 2,174 | 2,082 | 2,014 | 1,961 | 1,919 | 1,884 | 1,855 | 1,809 | 1,760 | 1,706 | 1,677 | 1,647 | 1,615 | 1,581 | 1,544 | 1,504 |
| 27 | 2,901 | 2,511 | 2,299 | 2,165 | 2,073 | 2,005 | 1,952 | 1,909 | 1,874 | 1,845 | 1,799 | 1,749 | 1,695 | 1,666 | 1,636 | 1,603 | 1,569 | 1,531 | 1,491 |
| 28 | 2,894 | 2,503 | 2,291 | 2,157 | 2,064 | 1,996 | 1,943 | 1,900 | 1,865 | 1,836 | 1,790 | 1,740 | 1,685 | 1,656 | 1,625 | 1,593 | 1,558 | 1,520 | 1,478 |
| 29 | 2,887 | 2,495 | 2,283 | 2,149 | 2,057 | 1,988 | 1,935 | 1,892 | 1,857 | 1,827 | 1,781 | 1,731 | 1,676 | 1,647 | 1,616 | 1,583 | 1,547 | 1,509 | 1,467 |
| 30 | 2,881 | 2,489 | 2,276 | 2,142 | 2,049 | 1,980 | 1,927 | 1,884 | 1,849 | 1,819 | 1,773 | 1,722 | 1,667 | 1,638 | 1,606 | 1,573 | 1,538 | 1,499 | 1,456 |
| 40 | 2,835 | 2,440 | 2,226 | 2,091 | 1,997 | 1,927 | 1,873 | 1,829 | 1,793 | 1,763 | 1,715 | 1,662 | 1,605 | 1,574 | 1,541 | 1,506 | 1,467 | 1,425 | 1,377 |
| 60 | 2,791 | 2,393 | 2,177 | 2,041 | 1,946 | 1,875 | 1,819 | 1,775 | 1,738 | 1,707 | 1,657 | 1,603 | 1,543 | 1,511 | 1,476 | 1,437 | 1,395 | 1,348 | 1,291 |
| 120 | 2,748 | 2,347 | 2,130 | 1,992 | 1,896 | 1,824 | 1,767 | 1,722 | 1,684 | 1,652 | 1,601 | 1,545 | 1,482 | 1,447 | 1,409 | 1,368 | 1,320 | 1,265 | 1,193 |
| 1000+ | 2,706 | 2,303 | 2,084 | 1,945 | 1,847 | 1,774 | 1,717 | 1,670 | 1,632 | 1,599 | 1,546 | 1,487 | 1,421 | 1,383 | 1,342 | 1,295 | 1,240 | 1,169 | 1,000 |

*Tablica 7-10*

**Kritične F vrijednosti, $F_{crit95}$, u odnosu na N – 1 i $N_{ref\ -\ 1}$ pri 95-postotnoj pouzdanosti**

| $N-1$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | 1000+ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $N_{ref}-1$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 161,4 | 199,5 | 215,7 | 224,5 | 230,1 | 233,9 | 236,7 | 238,8 | 240,5 | 241,8 | 243,9 | 245,9 | 248,0 | 249,0 | 250,1 | 251,1 | 252,2 | 253,2 | 254,3 |
| 2 | 18,51 | 19,00 | 19,16 | 19,24 | 19,29 | 19,33 | 19,35 | 19,37 | 19,38 | 19,39 | 19,41 | 19,42 | 19,44 | 19,45 | 19,46 | 19,47 | 19,47 | 19,48 | 19,49 |
| 3 | 10,12 | 9,552 | 9,277 | 9,117 | 9,014 | 8,941 | 8,887 | 8,845 | 8,812 | 8,786 | 8,745 | 8,703 | 8,660 | 8,639 | 8,617 | 8,594 | 8,572 | 8,549 | 8,526 |
| 4 | 7,709 | 6,944 | 6,591 | 6,388 | 6,256 | 6,163 | 6,094 | 6,041 | 5,999 | 5,964 | 5,912 | 5,858 | 5,803 | 5,774 | 5,746 | 5,717 | 5,688 | 5,658 | 5,628 |
| 5 | 6,608 | 5,786 | 5,410 | 5,192 | 5,050 | 4,950 | 4,876 | 4,818 | 4,773 | 4,735 | 4,678 | 4,619 | 4,558 | 4,527 | 4,496 | 4,464 | 4,431 | 4,399 | 4,365 |
| 6 | 5,987 | 5,143 | 4,757 | 4,534 | 4,387 | 4,284 | 4,207 | 4,147 | 4,099 | 4,060 | 4,000 | 3,938 | 3,874 | 3,842 | 3,808 | 3,774 | 3,740 | 3,705 | 3,669 |

▼M2

| $N-1$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | 1000+ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 5,591 | 4,737 | 4,347 | 4,120 | 3,972 | 3,866 | 3,787 | 3,726 | 3,677 | 3,637 | 3,575 | 3,511 | 3,445 | 3,411 | 3,376 | 3,340 | 3,304 | 3,267 | 3,230 |
| 8 | 5,318 | 4,459 | 4,066 | 3,838 | 3,688 | 3,581 | 3,501 | 3,438 | 3,388 | 3,347 | 3,284 | 3,218 | 3,150 | 3,115 | 3,079 | 3,043 | 3,005 | 2,967 | 2,928 |
| 9 | 5,117 | 4,257 | 3,863 | 3,633 | 3,482 | 3,374 | 3,293 | 3,230 | 3,179 | 3,137 | 3,073 | 3,006 | 2,937 | 2,901 | 2,864 | 2,826 | 2,787 | 2,748 | 2,707 |
| 10 | 4,965 | 4,103 | 3,708 | 3,478 | 3,326 | 3,217 | 3,136 | 3,072 | 3,020 | 2,978 | 2,913 | 2,845 | 2,774 | 2,737 | 2,700 | 2,661 | 2,621 | 2,580 | 2,538 |
| 11 | 4,844 | 3,982 | 3,587 | 3,357 | 3,204 | 3,095 | 3,012 | 2,948 | 2,896 | 2,854 | 2,788 | 2,719 | 2,646 | 2,609 | 2,571 | 2,531 | 2,490 | 2,448 | 2,405 |
| 12 | 4,747 | 3,885 | 3,490 | 3,259 | 3,106 | 2,996 | 2,913 | 2,849 | 2,796 | 2,753 | 2,687 | 2,617 | 2,544 | 2,506 | 2,466 | 2,426 | 2,384 | 2,341 | 2,296 |
| 13 | 4,667 | 3,806 | 3,411 | 3,179 | 3,025 | 2,915 | 2,832 | 2,767 | 2,714 | 2,671 | 2,604 | 2,533 | 2,459 | 2,420 | 2,380 | 2,339 | 2,297 | 2,252 | 2,206 |
| 14 | 4,600 | 3,739 | 3,344 | 3,112 | 2,958 | 2,848 | 2,764 | 2,699 | 2,646 | 2,602 | 2,534 | 2,463 | 2,388 | 2,349 | 2,308 | 2,266 | 2,223 | 2,178 | 2,131 |
| 15 | 4,543 | 3,682 | 3,287 | 3,056 | 2,901 | 2,791 | 2,707 | 2,641 | 2,588 | 2,544 | 2,475 | 2,403 | 2,328 | 2,288 | 2,247 | 2,204 | 2,160 | 2,114 | 2,066 |
| 16 | 4,494 | 3,634 | 3,239 | 3,007 | 2,852 | 2,741 | 2,657 | 2,591 | 2,538 | 2,494 | 2,425 | 2,352 | 2,276 | 2,235 | 2,194 | 2,151 | 2,106 | 2,059 | 2,010 |
| 17 | 4,451 | 3,592 | 3,197 | 2,965 | 2,810 | 2,699 | 2,614 | 2,548 | 2,494 | 2,450 | 2,381 | 2,308 | 2,230 | 2,190 | 2,148 | 2,104 | 2,058 | 2,011 | 1,960 |
| 18 | 4,414 | 3,555 | 3,160 | 2,928 | 2,773 | 2,661 | 2,577 | 2,510 | 2,456 | 2,412 | 2,342 | 2,269 | 2,191 | 2,150 | 2,107 | 2,063 | 2,017 | 1,968 | 1,917 |
| 19 | 4,381 | 3,522 | 3,127 | 2,895 | 2,740 | 2,628 | 2,544 | 2,477 | 2,423 | 2,378 | 2,308 | 2,234 | 2,156 | 2,114 | 2,071 | 2,026 | 1,980 | 1,930 | 1,878 |
| 20 | 4,351 | 3,493 | 3,098 | 2,866 | 2,711 | 2,599 | 2,514 | 2,447 | 2,393 | 2,348 | 2,278 | 2,203 | 2,124 | 2,083 | 2,039 | 1,994 | 1,946 | 1,896 | 1,843 |
| 21 | 4,325 | 3,467 | 3,073 | 2,840 | 2,685 | 2,573 | 2,488 | 2,421 | 2,366 | 2,321 | 2,250 | 2,176 | 2,096 | 2,054 | 2,010 | 1,965 | 1,917 | 1,866 | 1,812 |
| 22 | 4,301 | 3,443 | 3,049 | 2,817 | 2,661 | 2,549 | 2,464 | 2,397 | 2,342 | 2,297 | 2,226 | 2,151 | 2,071 | 2,028 | 1,984 | 1,938 | 1,889 | 1,838 | 1,783 |
| 23 | 4,279 | 3,422 | 3,028 | 2,796 | 2,640 | 2,528 | 2,442 | 2,375 | 2,320 | 2,275 | 2,204 | 2,128 | 2,048 | 2,005 | 1,961 | 1,914 | 1,865 | 1,813 | 1,757 |
| 24 | 4,260 | 3,403 | 3,009 | 2,776 | 2,621 | 2,508 | 2,423 | 2,355 | 2,300 | 2,255 | 2,183 | 2,108 | 2,027 | 1,984 | 1,939 | 1,892 | 1,842 | 1,790 | 1,733 |
| 25 | 4,242 | 3,385 | 2,991 | 2,759 | 2,603 | 2,490 | 2,405 | 2,337 | 2,282 | 2,237 | 2,165 | 2,089 | 2,008 | 1,964 | 1,919 | 1,872 | 1,822 | 1,768 | 1,711 |
| 26 | 4,225 | 3,369 | 2,975 | 2,743 | 2,587 | 2,474 | 2,388 | 2,321 | 2,266 | 2,220 | 2,148 | 2,072 | 1,990 | 1,946 | 1,901 | 1,853 | 1,803 | 1,749 | 1,691 |
| 27 | 4,210 | 3,354 | 2,960 | 2,728 | 2,572 | 2,459 | 2,373 | 2,305 | 2,250 | 2,204 | 2,132 | 2,056 | 1,974 | 1,930 | 1,884 | 1,836 | 1,785 | 1,731 | 1,672 |
| 28 | 4,196 | 3,340 | 2,947 | 2,714 | 2,558 | 2,445 | 2,359 | 2,291 | 2,236 | 2,190 | 2,118 | 2,041 | 1,959 | 1,915 | 1,869 | 1,820 | 1,769 | 1,714 | 1,654 |
| 29 | 4,183 | 3,328 | 2,934 | 2,701 | 2,545 | 2,432 | 2,346 | 2,278 | 2,223 | 2,177 | 2,105 | 2,028 | 1,945 | 1,901 | 1,854 | 1,806 | 1,754 | 1,698 | 1,638 |

▼**M2**

| $N-1$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 24 | 30 | 40 | 60 | 120 | 1000+ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 4,171 | 3,316 | 2,922 | 2,690 | 2,534 | 2,421 | 2,334 | 2,266 | 2,211 | 2,165 | 2,092 | 2,015 | 1,932 | 1,887 | 1,841 | 1,792 | 1,740 | 1,684 | 1,622 |
| 40 | 4,085 | 3,232 | 2,839 | 2,606 | 2,450 | 2,336 | 2,249 | 2,180 | 2,124 | 2,077 | 2,004 | 1,925 | 1,839 | 1,793 | 1,744 | 1,693 | 1,637 | 1,577 | 1,509 |
| 60 | 4,001 | 3,150 | 2,758 | 2,525 | 2,368 | 2,254 | 2,167 | 2,097 | 2,040 | 1,993 | 1,917 | 1,836 | 1,748 | 1,700 | 1,649 | 1,594 | 1,534 | 1,467 | 1,389 |
| 120 | 3,920 | 3,072 | 2,680 | 2,447 | 2,290 | 2,175 | 2,087 | 2,016 | 1,959 | 1,911 | 1,834 | 1,751 | 1,659 | 1,608 | 1,554 | 1,495 | 1,429 | 1,352 | 1,254 |
| 1000+ | 3,842 | 2,996 | 2,605 | 2,372 | 2,214 | 2,099 | 2,010 | 1,938 | 1,880 | 1,831 | 1,752 | 1,666 | 1,571 | 1,517 | 1,459 | 1,394 | 1,318 | 1,221 | 1,000 |

▼B

6. **Nagib**

Nagib regresije najmanjih kvadrata, $a_{1y}$, izračunava se pomoću jednadžbe (7-162):

$$a_{1y} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \overline{y}) \cdot (y_{refi} - \overline{y}_{ref})}{\sum_{i=1}^{N}(y_{refi} - \overline{y}_{ref})^2} \quad (7\text{-}162)$$

7. **Odsječak**

Odsječak regresije najmanjih kvadrata, $a_{0y}$, izračunava se pomoću jednadžbe (7-163):

$$a_{0y} = \overline{y} - (a_{1y} \cdot \overline{y}_{ref}) \quad (7\text{-}163)$$

8. **Standardna procjena pogreške**

Standardna pogreška procjene, *SEE*, izračunava se pomoću jednadžbe (7-164):

$$SEE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left[y_i - a_{0y} - (a_{1y} \cdot y_{refi})\right]^2}{N - 2}} \quad (7\text{-}164)$$

9. **Koeficijent determinacije**

Koeficijent determinacije, $r^2$, izračunava se pomoću jednadžbe (7-165):

$$r_y^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}\left[y_i - a_{0y} - (a_{1y} \cdot y_{refi})\right]^2}{\sum_{i=1}^{N}[y_i - \overline{y}]^2} \quad (7\text{-}165)$$

▼B

*Dodatak 4.*

**MEĐUNARODNA FORMULA ZA NORMALNU VRIJEDNOST UBRZANJA SILE TEŽE IZ 1980.**

Ubrzanje Zemljine sile teže, $a_g$, varira ovisno o položaju, i izračunava se za odgovarajuću zemljopisnu širinu pomoću jednadžbe (7-166):

$$a_g = 9{,}7803267715\ [1 + 5{,}2790414 \times 10^{-3} \sin^2 \theta + 2{,}32718 \times 10^{-5} \sin^4 \theta + 1{,}262 \times 10^{-7} \sin^6 \theta + 7 \times 10^{-10} \sin^8 \theta] \quad (7\text{-}166)$$

pri čemu je:

$\theta$ = stupnjevi sjeverne ili južne zemljopisne širine

▼B

*Dodatak 5.*

**Izračun broja čestica**

1. **Određivanje broja čestica**

1.1. Usklađivanje vremena

Za sustave razrjeđivanja djelomičnog protoka vrijeme zadržavanja u sustavu za uzorkovanje i mjerenja broja čestica uzima se u obzir vremenskim usklađivanjem signala broja čestica s ispitnim ciklusom i masenim protokom ispušnog plina u skladu s postupkom iz točke 8.2.1.2. Priloga VI. Vrijeme transformacije sustava za uzorkovanje i mjerenja broja čestica određuje se u skladu s točkom 2.1.3.7. Dodatka 1. Prilogu VI.

1.2. Određivanje brojeva čestica za dinamičke (NRTC i LSI-NRTC) ispitne cikluse i RMC ispitivanja sustavom razrjeđivanja djelomičnog protoka

U slučaju kada se brojevi čestica uzorkuju primjenom sustava razrjeđivanja djelomičnog protoka u skladu sa specifikacijama utvrđenima u točki 9.2.3. Priloga VI., broj čestica emitiranih tijekom ispitnog ciklusa izračunava se primjenom jednadžbe (7-167):

$$N = \frac{m_{edf}}{1{,}293} \cdot k \cdot \overline{c}_s \cdot \overline{f}_r \cdot 10^6 \qquad (7\text{-}167)$$

pri čemu je:

$N$ broj čestica emitiranih tijekom ispitnog ciklusa [#/ispitivanje]

$m_{edf}$ masa istovjetnog razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa, određena pomoću jednadžbe (7-45) (točka 2.3.1.1.2.) [kg/ispitivanje]

$k$ faktor umjeravanja za korigiranje mjerenja brojača čestica do razine referentnog instrumenta ako se taj faktor ne primjenjuje interno u brojaču. Ako se faktor umjeravanja primjenjuje interno unutar brojača čestica, za $k$ u jednadžbi (7-167) upotrebljava se vrijednost 1.

$\overline{c_s}$ prosječna koncentracija čestica iz razrijeđenog ispušnog plina korigirana za standardne uvjete (273,2 K i 101,33 kPa), čestica po kubičnom centimetru

$\overline{f_r}$ redukcijski faktor srednje koncentracije čestica uređaja za uklanjanje hlapivih čestica specifičan za postavke razrjeđivanja koje se primjenjuju za ispitivanje

pri čemu je

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \qquad (7\text{-}168)$$

pri čemu je:

$c_{s,I}$ zasebno mjerenje koncentracije čestica u razrijeđenom ispušnom plinu iz brojača čestica, korigirano za poklapanje i za standardne uvjete (273,2 K i 101,33 kPa), čestica po kubičnom centimetru

$n$ broj mjerenja koncentracije čestica provedenih tijekom trajanja ispitivanja

▼B

1.3. Određivanje brojeva čestica za dinamičke (NRTC i LSI-NRTC) ispitne cikluse i RMC ispitivanja sustavom razrjeđivanja potpunog protoka

Ako se brojevi čestica uzorkuju primjenom sustava za razrjeđivanje potpunog protoka u skladu sa specifikacijama utvrđenima u točki 9.2.2. Priloga VI., broj čestica emitiranih tijekom ispitnog ciklusa izračunava se primjenom jednadžbe (7-169):

$$N = \frac{m_{edf}}{1{,}293} \cdot k \cdot \overline{c}_s \cdot \overline{f}_r \cdot 10^6 \quad (7\text{-}169)$$

pri čemu je:

$N$ broj čestica emitiranih tijekom ispitnog ciklusa [#/ispitivanje]

$m_{ed}$ ukupan protok razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa izračunan u skladu s bilo kojom od metoda opisanih u točkama 2.2.4.1. do 2.2.4.3. Priloga VII. [kg/ispitivanje]

$k$ umjerni faktor za korigiranje mjerenja brojača broja čestica na razinu referentnog instrumenta ako se taj faktor ne primjenjuje interno u brojaču. Ako se faktor umjeravanja primjenjuje interno unutar brojača čestica, za $k$ u jednadžbi (7-169) upotrebljava se vrijednost 1.

$\overline{c_s}$ prosječna korigirana koncentracija čestica iz razrijeđenog ispušnog plina korigirana za standardne uvjete (273,2 K i 101,33 kPa), čestica po kubičnom centimetru

$\overline{f_r}$ redukcijski faktor srednje koncentracije čestica uređaja za uklanjanje hlapivih čestica specifičan za postavke razrjeđivanja koje se primjenjuju za ispitivanje

pri čemu je

$$\overline{c} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7\text{-}170)$$

pri čemu je:

$c_{s,I}$ zasebno mjerenje koncentracije čestica u razrijeđenom ispušnom plinu iz brojača čestica, korigirano za poklapanje i za standardne uvjete (273,2 K i 101,33 kPa), čestica po kubičnom centimetru

$n$ broj mjerenja koncentracije čestica provedenih tijekom trajanja ispitivanja.

1.4. Određivanje brojeva čestica za NRSC s diskretnim načinima sustavom razrjeđivanja djelomičnog protoka

Ako se brojevi čestica uzorkuju primjenom sustava razrjeđivanja djelomičnog protoka u skladu sa specifikacijama utvrđenima u točki 9.2.3. Priloga VI., stopa emisija čestica tijekom svakog pojedinačnog diskretnog načina izračunava se pomoću jednadžbe (7-171) u kojoj se upotrebljavaju prosječne vrijednosti za način rada:

$$\dot{N} = \frac{q_{medf}}{1{,}293} \times k \times \overline{c}_s \times \overline{f}_r \times 10^6 \times 3\,600 \quad (7\text{-}171)$$

pri čemu je:

$\dot{N}$ stopa emisija čestica tijekom pojedinačnog diskretnog načina [#/h]

$q_{medf}$ ekvivalentni maseni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi tijekom pojedinačnog diskretnog načina, određen u skladu s jednadžbom (7-51) (točka 2.3.2.1.) [kg/s]

▼B

$k$ umjerni faktor za korigiranje mjerenja brojača broja čestica na razinu referentnog instrumenta ako se taj faktor ne primjenjuje interno u brojaču. Ako se faktor umjeravanja primjenjuje interno unutar brojača čestica, za $k$ u jednadžbi (7-171) upotrebljava se vrijednost 1.

$\overline{c_s}$ prosječna koncentracija čestica iz razrijeđenog ispušnog plina tijekom pojedinačnog diskretnog načina korigirana za standardne uvjete (273,2 K i 101,33 kPa), čestica po kubičnom centimetru,

$\overline{f_r}$ redukcijski faktor srednje koncentracije čestica uređaja za uklanjanje hlapivih čestica specifičan za postavke razrjeđivanja koje se primjenjuju za ispitivanje

pri čemu je

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7\text{-}172)$$

pri čemu je:

$c_{s,I}$ zasebno mjerenje koncentracije čestica u razrijeđenom ispušnom plinu iz brojača čestica, korigirano za poklapanje i za standardne uvjete (273,2 K i 101,33 kPa), čestica po kubičnom centimetru

$n$ broj mjerenja koncentracije čestica provedenih tijekom razdoblja uzorkovanja pojedinačnog diskretnog načina

1.5. Određivanje brojeva čestica za cikluse diskretnog načina sustavom razrjeđivanja potpunog protoka

Ako se brojevi čestica uzorkuju primjenom sustava razrjeđivanja potpunog protoka u skladu sa specifikacijama utvrđenima u točki 9.2.2. Priloga VI., stopa emisija čestica tijekom svakog pojedinačnog diskretnog načina izračunava se primjenom jednadžbe (7-173) u kojoj se upotrebljavaju prosječne vrijednosti za način rada:

$$\dot{N} = \frac{q_{mdew}}{1{,}293} \times k \times \overline{c}_s \times \overline{f}_r \times 10^6 \times 3\ 600 \quad (7\text{-}173)$$

pri čemu je:

$\dot{N}$ stopa emisija čestica tijekom pojedinačnog diskretnog načina [#/h]

$q_{mdew}$ ukupan maseni protok razrijeđenog ispušnog plina na vlažnoj osnovi tijekom pojedinačnog diskretnog načina [kg/s]

$k$ umjerni faktor za korigiranje mjerenja brojača broja čestica na razinu referentnog instrumenta ako se taj faktor ne primjenjuje interno u brojaču. Ako se faktor umjeravanja primjenjuje interno unutar brojača čestica, za $k$ u jednadžbi (7-173) upotrebljava se vrijednost 1.

$\overline{c_s}$ prosječna koncentracija čestica iz razrijeđenog ispušnog plina tijekom pojedinačnog diskretnog načina korigirana za standardne uvjete (273,2 K i 101,33 kPa), čestica po kubičnom centimetru

$\overline{f_r}$ redukcijski faktor srednje koncentracije čestica uređaja za uklanjanje hlapivih čestica specifičan za postavke razrjeđivanja koje se primjenjuju za ispitivanje

▼B

pri čemu je

$$\overline{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n} \quad (7\text{-}174)$$

pri čemu je:

$c_{s,I}$ zasebno mjerenje koncentracije čestica u razrijeđenom ispušnom plinu iz brojača čestica, korigirano za poklapanje i za standardne uvjete (273,2 K i 101,33 kPa), čestica po kubičnom centimetru,

$n$ broj mjerenja koncentracije čestica provedenih tijekom razdoblja uzorkovanja pojedinačnog diskretnog načina

2. **Rezultat ispitivanja**

2.1. Izračun specifičnih emisija za dinamičke (NRTC i LSI-NRTC) ispitne cikluse i RMC ispitivanja

Za svaki primjenjivi pojedinačni RMC, NRTC s toplim pokretanjem i NRTC s hladnim pokretanjem, specifične emisije u broju čestica/kWh izračunavaju se pomoću jednadžbe (7-175):

$$e = \frac{N}{W_{act}} \quad (7\text{-}175)$$

pri čemu je:

$N$ broj čestica emitiranih tijekom primjenjivog pojedinačnog RMC-a, NRTC-a s toplim pokretanjem ili NRTC-a s hladnim pokretanjem

$W_{act}$ stvarni ciklusni rad u skladu s točkom 7.8.3.4. Priloga VI [kWh]

Za RMC, u slučaju motora s neučestalom (periodičnom) regeneracijom ispušnih plinova (vidjeti točku 6.6.2. Priloga VI.) specifične emisije korigiraju se važećim multiplikativnim faktorom prilagodbe ili važećim aditivnim faktorom prilagodbe. Ako tijekom ispitivanja nije provedena neučestala regeneracija, primjenjuje se faktor prilagodbe na veću vrijednost ($k_{ru,m}$ ili $k_{ru,a}$). Ako je tijekom ispitivanja provedena neučestala regeneracija, primjenjuje se faktor prilagodbe na manju vrijednost ($k_{rd,m}$ ili $k_{rd,a}$).

Za RMC je jednako tako potrebno prilagoditi konačni rezultat važećim multiplikativnim ili aditivnim faktorom pogoršanja utvrđenima u skladu sa zahtjevima iz Priloga III.

2.1.1. Ponderirani prosjek rezultata NRTC ispitivanja

Za NRTC, konačni rezultat ispitivanja jest ponderirani prosjek ispitivanja s hladnim pokretanjem i toplim pokretanjem (uključujući i neučestalu regeneraciju, ako je potrebno) izračunan pomoću jednadžbe (7-176) ili (7-177):

(a) U slučaju multiplikativne prilagodbe regeneracije ili motora bez neučestale regeneracije sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova

$$e = k_r \left( \frac{(0{,}1 \times N_{cold}) + (0{,}9 \times N_{hot})}{(0{,}1 \times W_{act,cold}) + (0{,}9 \times W_{act,hot})} \right) \quad (7\text{-}176)$$

U slučaju aditivne prilagodbe regeneracije

$$e = k_r + \left( \frac{(0{,}1 \times N_{cold}) + (0{,}9 \times N_{hot})}{(0{,}1 \times W_{act,cold}) + (0{,}9 \times W_{act,hot})} \right) \quad (7\text{-}177)$$

▼B

pri čemu je:

$N_{cold}$ ukupan broj čestica emitiranih tijekom NRTC-a s hladnim pokretanjem

$N_{hot}$ ukupan broj čestica emitiranih tijekom NRTC-a s toplim pokretanjem

$W_{act,cold}$ stvarni ciklusni rad tijekom NRTC-a s hladnim pokretanjem u skladu s točkom 7.8.3.4. Priloga VI. [kWh]

$W_{act,\ hot}$ stvarni ciklusni rad tijekom NRTC-a s toplim pokretanjem u skladu s točkom 7.8.3.4. Priloga VI. [kWh]

$k_r$ prilagodba regeneracije, u skladu s točkom 6.6.2. Priloga VI. ili u slučaju motora bez neučestale regeneracije sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova $k_r = 1$

Ako tijekom ispitivanja nije provedena neučestala regeneracija, primjenjuje se faktor prilagodbe na veću vrijednost ($k_{ru,m}$ ili $k_{ru,a}$). Ako je tijekom ispitivanja provedena neučestala regeneracija, primjenjuje se faktor prilagodbe na manju vrijednost ($k_{rd,m}$ ili $k_{rd,a}$).

Rezultat, uključujući i faktor prilagodbe neučestale regeneracije ako je primjenjivo, jednako je tako potrebno prilagoditi važećim multiplikativnim ili aditivnim faktorom pogoršanja utvrđenima u skladu sa zahtjevima iz Priloga III.

2.2. Izračun specifičnih emisija za ispitivanja NRSC-a s diskretnim načinima

Specifične emisije $e$ [#/kWh] izračunavaju se pomoću jednadžbe (7-178):

$$e = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (\dot{N}_i \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \quad (7\text{-}178)$$

pri čemu je:

▼M2

$P_i$ snaga motora za način rada $i$ [kW] izračunana zbrajanjem izmjerene snage $P_{meas}$ [kW] i snage potrebne za pogon pomoćnih uređaja $P_{AUX}$ [kW], utvrđene u skladu s jednadžbom (6-8) iz Priloga VI. ($P_i = P_{meas} + P_{AUX}$)

▼B

$WF_i$ faktor ponderiranja za način rada $i$ [–]

$\dot{N}_i$ prosječni protok broja emisija u načinu rada $i$ [#/h] iz jednadžbe (7-171) ili (7-173) ovisno o metodi razrjeđivanja

U slučaju motora s neučestalom (periodičnom) regeneracijom sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova (vidjeti točku 6.6.2. Priloga VI.) specifične emisije potrebno je korigirati važećim multiplikativnim faktorom prilagodbe ili važećim aditivnim faktorom prilagodbe. Ako tijekom ispitivanja nije provedena neučestala regeneracija, primjenjuje se faktor prilagodbe na veću vrijednost ($k_{ru,m}$ ili $k_{ru,a}$). Ako je tijekom ispitivanja provedena neučestala regeneracija, primjenjuje se faktor prilagodbe na manju vrijednost ($k_{rd,m}$ ili $k_{rd,a}$). Kada su faktori prilagodbe određeni za svaki način rada, primjenjuju se za svaki način rada tijekom izračuna rezultata ponderirane emisije jednadžbom (7-178).

Rezultat, uključujući i faktor prilagodbe neučestale regeneracije ako je primjenjivo, jednako je tako potrebno prilagoditi važećim multiplikativnim ili aditivnim faktorom pogoršanja utvrđenima u skladu sa zahtjevima iz Priloga III.

▼B

2.3. Zaokruživanje konačnih rezultata

►M2 Konačne rezultate NRSC ispitivanja i ponderirane prosječne rezultate NRTC ispitivanja potrebno je zaokružiti u jednom koraku na tri decimalna mjesta u skladu s ASTM E 29–06B. ◄ Nije dopušteno zaokruživanje međurezultata na temelju kojih se izračunavaju konačne specifične efektivne emisije.

2.4. Određivanje broja čestica pozadine

2.4.1. Na zahtjev proizvođača motora može se uzorkovati broj čestica pozadinskih koncentracija u tunelu za razrjeđivanje, prije ili nakon ispitivanja, od točke iza filtara čestica i ugljikovodika u sustav mjerenja broja čestica radi utvrđivanja koncentracija pozadinskih čestica tunela.

2.4.2. Oduzimanje broja čestica pozadinskih koncentracija tunela nije dopušteno za homologaciju tipa, ali se može primijeniti na zahtjev proizvođača, uz prethodno odobrenje homologacijskog tijela, radi ispitivanja sukladnosti proizvodnje ako se može dokazati da je doprinos pozadine tunela značajan, što se zatim može oduzeti od vrijednosti izmjerenih u razrijeđenom ispušnom plinu.

▼B

*Dodatak 6.*

**Izračun emisija amonijaka**

1. **Izračun srednjih emisija za dinamičke (NRTC i LSI-NRTC) ispitne cikluse i RMC ispitivanja**

Srednja koncentracija $NH_3$ u ispušnom plinu tijekom ispitnog ciklusa $c_{NH3}$ [ppm] utvrđuje se integriranjem trenutačnih vrijednosti tijekom ciklusa. Primjenjuje se jednadžba (7-179):

$$c_{NH3} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{i=n} c_{NH3,i} \quad (7\text{-}179)$$

pri čemu je:

$c_{NH3,i}$ trenutačna koncentracija NH3 u ispušnom plinu [ppm]

n broj mjerenja

Za NRTC konačni se rezultat izračunava pomoću jednadžbe (7-180):

▼M2

$$c_{NH3} = (0{,}1 \times c_{NH3,cold}) + (0{,}9 \times c_{NH3,hot}) \quad (7\text{-}180)$$

▼B

pri čemu je:

$c_{NH3,cold}$ srednja koncentracija NH3 u NRTC-u s hladnim pokretanjem [ppm]

$c_{NH3,hot}$ srednja koncentracija NH3 u NRTC-u s toplim pokretanjem [ppm]

2. **Izračun srednjih koncentracija za NRSC s diskretnim načinima**

Srednja koncentracija $NH_3$ u ispušnom plinu tijekom ispitnog ciklusa $c_{NH3}$ [ppm] utvrđuje se mjerenjem srednje koncentracije za svaki način rada i ponderiranjem rezultata u skladu s faktorima ponderiranja koji se primjenjuju na ispitni ciklus. Primjenjuje se jednadžba (7-181):

$$c_{NH3} = \sum_{i=1}^{N_{mode}} \overline{c}_{NH3,i} \cdot WF_i \quad (7\text{-}181)$$

pri čemu je:

$\overline{c}_{NH3,i}$ srednja koncentracija NH3 u ispušnom plinu za način rada i [ppm]

$N_{mode}$ broj načina rada u ispitnom ciklusu

$WF_i$ faktor ponderiranja za način rada i [–]

▼B

*PRILOG VIII.*

**Zahtjevi u pogledu radnih sposobnosti i postupci ispitivanja za motore s dvojnim gorivom**

1. **Područje primjene**

Ovaj Prilog primjenjuje se na motore s dvojnim gorivom kako su definirani člankom 3. stavkom 18. Uredbe (EU) 2016/1628 pri istodobnom radu na tekuće i plinovito gorivo (način rada na dvojno gorivo).

Ovaj Prilog ne primjenjuje se na ispitivanja motora, uključujući motore s dvojnim gorivom, kada rade samo na tekuća ili samo na plinovita goriva (tj. kada GER iznosi 1 ili 0, ovisno o vrsti goriva). U tom slučaju vrijede isti zahtjevi kao za bilo koji motor koji radi na jedno gorivo.

Homologacija motora koji istodobno rade na kombinaciju više od jednog tekućeg goriva i jednog plinovitog goriva ili na jedno tekuće gorivo i više od jednog plinovitog goriva obavlja se u skladu s postupkom za nove tehnologije ili koncepte navedenim u članku 33. Uredbe (EU) 2016/1628.

2. **Definicije i kratice**

Za potrebe ovog Priloga primjenjuju se sljedeće definicije:

2.1. „GER” (omjer plina i energije) definiran je u članku 3. stavku 20. Uredbe (EU) 2016/1628 na temelju niže ogrjevne vrijednosti.

2.2. „$GER_{cycle}$” znači prosječni GER pri radu motora tijekom primjenjivog ciklusa ispitivanja motora;

2.3. „motor s dvojnim gorivom tipa 1A” znači jedno od sljedećeg:

(a) motor s dvojnim gorivom potkategorije NRE 19 ≤ kW ≤ 560 s najnižim prosječnim omjerom plina i energije od 90 % ($GER_{NRTC, hot} \geq 0{,}9$) u NRTC ispitnom ciklusu s toplim pokretanjem, koji u praznom hodu ne radi isključivo na tekuće gorivo te koji nema način rada na tekuće gorivo; ili

(b) motor s dvojnim gorivom bilo koje (pot)kategorije koja nije potkategorija NRE 19 ≤ kW ≤ 560 s najnižim prosječnim omjerom plina i energije od 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$) u NRSC-u, koji u praznom hodu ne radi isključivo na tekuće gorivo te koji nema način rada na tekuće gorivo;

2.4. „motor s dvojnim gorivom tipa 1B” znači jedno od sljedećeg:

(a) motor s dvojnim gorivom potkategorije NRE 19 ≤ kW ≤ 560 s najnižim prosječnim omjerom plina i energije od 90 % ($GER_{NRTC, hot} \geq 0{,}9$) u NRTC ispitnom ciklusu s toplim pokretanjem, koji u praznom hodu ne radi isključivo na tekuće gorivo u načinu rada na dvojno gorivo te koji ima način rada na tekuće gorivo; ili

(b) motor s dvojnim gorivom bilo koje (pot)kategorije koja nije potkategorija NRE 19 ≤ kW ≤ 560 s najnižim prosječnim omjerom plina i energije od 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$) u NRSC-u, koji u praznom hodu ne radi isključivo na tekuće gorivo u načinu rada na dvojno gorivo te koji ima način rada na tekuće gorivo;

▼B

2.5. „motor s dvojnim gorivom tipa 2A” znači jedno od sljedećeg:

(a) motor s dvojnim gorivom potkategorije NRE 19 ≤ kW ≤ 560 s prosječnim omjerom plina i energije između 10 % i 90 % ($0{,}1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0{,}9$) u NRTC ispitnom ciklusu s toplim pokretanjem i koji nema način rada na tekuće gorivo, ili s najnižim prosječnim omjerom plina i energije od 90 % ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$) u NRTC ispitnom ciklusu i koji nema način rada na tekuće gorivo, ali u praznom hodu radi isključivo na tekuće gorivo; ili

(b) motor s dvojnim gorivom bilo koje (pot)kategorije koja nije potkategorija NRE 19 ≤ kW ≤ 560 s prosječnim omjerom plina i energije između 10 % i 90 % ($0{,}1 < GER_{NRSC} < 0{,}9$) u NRSC-u i koji nema način rada na tekuće gorivo, ili s najnižim prosječnim omjerom plina i energije od 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$) u NRSC-u i koji nema način rada na tekuće gorivo, ali u praznom hodu radi isključivo na tekuće gorivo;

2.6. „motor s dvojnim gorivom tipa 2B” znači jedno od sljedećeg:

(a) motor s dvojnim gorivom potkategorije NRE 19 ≤ kW ≤ 560 s prosječnim omjerom plina i energije između 10 % i 90 % ($0{,}1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0{,}9$) u NRTC ispitnom ciklusu s toplim pokretanjem i koji ima način rada na tekuće gorivo, ili s najnižim prosječnim omjerom plina i energije od 90 % ($GER_{NRTC,\ hot} \geq 0{,}9$) u NRTC ispitnom ciklusu i koji ima način rada na tekuće gorivo, ali u praznom hodu može raditi isključivo na tekuće gorivo u načinu rada na dvojno gorivo; ili

(b) motor s dvojnim gorivom bilo koje (pot)kategorije koja nije potkategorija NRE 19 ≤ kW ≤ 560 s prosječnim omjerom plina i energije između 10 % i 90 % ($0{,}1 < GER_{NRSC} < 0{,}9$) u NRSC-u i koji nema način rada na tekuće gorivo, ili s najnižim prosječnim omjerom plina i energije od 90 % ($GER_{NRSC} \geq 0{,}9$) u NRSC-u i koji ima način rada na tekuće gorivo, ali u praznom hodu može raditi isključivo na tekuće gorivo u načinu rada na dvojno gorivo;

2.7. „motor s dvojnim gorivom tipa 3B” znači jedno od sljedećeg:

(a) motor s dvojnim gorivom potkategorije NRE 19 ≤ kW ≤ 560 s najvišim prosječnim omjerom plina i energije od 10 % ($GER_{NRTC,\ hot} \leq 0{,}1$) u NRTC ispitnom ciklusu s toplim pokretanjem i koji ima način rada na tekuće gorivo; ili

(b) motor s dvojnim gorivom bilo koje (pot)kategorije koja nije potkategorija NRE 19 ≤ kW ≤ 560 s prosječnim omjerom plina i energije od najviše 10 % ($GER_{NRSC} \leq 0{,}1$) i koji ima način rada na tekuće gorivo;

3. **Dodatni zahtjevi za homologaciju koji se odnose motore s dvojnim gorivom**

3.1. Motori s mogućnošću kontrole $GER_{cycle}$ koju prilagođava rukovatelj.

U slučaju da se za vrstu predmetnog motora vrijednost $GER_{cycle}$ može smanjiti s maksimalne vrijednosti primjenom komande kojom upravlja rukovatelj, minimalni $GER_{cycle}$ nije ograničen, ali motor mora ispunjavati granične vrijednosti emisija pri bilo kojoj vrijednosti $GER_{cycle}$ koju dopušta proizvođač.

▼B

4. **Opći zahtjevi**

4.1. Načini rada motorâ s dvojnim gorivom

4.1.1. Uvjeti koje mora ispuniti motor s dvojnim gorivom pri radu u načinu rada na tekuće gorivo

Motor s dvojnim gorivom može raditi u načinu rada na tekuće gorivo samo ako je za način rada na tekuće gorivo certificiran u skladu sa svim zahtjevima ove Uredbe u pogledu rada isključivo na utvrđeno tekuće gorivo.

Ako se motor s dvojnim gorivom razvije na temelju već certificiranog motora na tekuće gorivo, ponovna EU homologacija tipa potrebna je za način rada na tekuće gorivo.

4.1.2. Uvjeti koje mora ispuniti motor s dvojnim gorivom za rad u praznom hodu isključivo na tekuće gorivo

4.1.2.1. Motori s dvojnim gorivom tipa 1A ne smiju raditi u praznom hodu isključivo na tekuće gorivo, osim pod uvjetima definiranima u točki 4.1.3. za zagrijavanje i pokretanje.

4.1.2.2. Motori s dvojnim gorivom tipa 1B ne smiju raditi u praznom hodu isključivo na tekuće gorivo u načinu rada na dvojno gorivo.

4.1.2.3. Motori s dvojnim gorivom tipa 2A, 2B i 3B smiju raditi u praznom hodu isključivo na tekuće gorivo.

4.1.3. Uvjeti koje mora ispuniti motor s dvojnim gorivom tijekom zagrijavanja ili pokretanja samo na tekuće gorivo

4.1.3.1. Motor s dvojnim gorivom tipa 1B, 2B ili 3B može se zagrijavati ili pokretati upotrebom samo tekućeg goriva. Ako je strategija kontrole emisija tijekom zagrijavanja ili pokretanja u načinu rada na dvojno gorivo ista kao i odgovarajuća strategija kontrole emisija u načinu rada na tekuće gorivo, motor može raditi u načinu rada na dvojno gorivo tijekom zagrijavanja ili pokretanja. U slučaju neispunjavanja navedenog uvjeta motor se zagrijava ili pokreće upotrebom tekućeg goriva samo kada se nalazi u načinu rada na tekuće gorivo.

4.1.3.2. Motor s dvojnim gorivom tipa 1A ili 2A smije se zagrijavati ili pokretati upotrebom samo tekućeg goriva. Međutim, u tom slučaju ta se strategija proglašava AECS-om i moraju se ispuniti sljedeći dodatni zahtjevi:

4.1.3.2.1. strategija prestaje biti aktivna kada rashladna tekućina dosegne temperaturu od 343 K (70 °C) ili u roku od 15 minuta nakon aktivacije, ovisno o tome što nastupi prvo; i

4.1.3.2.2. servisni način rada aktivira se dok je strategija aktivna.

4.2. Servisni način rada

4.2.1. Uvjeti koje moraju ispuniti motori s dvojnim gorivom kako bi radili u servisnom načinu rada

Dok motor radi u servisnom načinu rada, podliježe ograničenju operabilnosti i privremeno je oslobođen obveze ispunjavanja zahtjeva povezanih s emisijama ispušnih plinova i kontrolom $NO_x$ opisanima u ovoj Uredbi.

▼B

4.2.2. Ograničenje operabilnosti u servisnom načinu rada

4.2.2.1. Zahtjevi za kategorije motora koje ne uključuju kategorije IWP, IWA, RLL i RLR

Ograničenje operabilnosti koje se primjenjuje na necestovne pokretne strojeve opremljene motorima s dvojnim gorivom – osim IWP, IWA, RLL i RLR – kada rade u servisnom načinu rada, jest ograničenje aktivirano „sustavom visoke razine prinude" navedeno u točki 5.4. Dodatka 1. Prilogu IV.

Kako bi se uzela u obzir sigurnosna pitanja i omogućila dijagnostika sa samostalnim oporavkom dopuštena je primjena funkcije isključivanja prinude u svrhu vraćanja pune snage motora, u skladu s točkom 5.5. Dodatka 1. Prilogu IV.

U ostalim se slučajevima ograničenje operabilnosti ne smije deaktivirati aktivacijom ili deaktivacijom sustava za upozoravanje i prinudu navedenih u Prilogu IV.

Aktivacijom i deaktivacijom servisnog načina rada ne aktiviraju se ni deaktiviraju sustavi za upozoravanje i prinudu navedeni u Prilogu IV.

4.2.2.2. Zahtjevi za kategorije motora IWP, IWA, RLL i RLR

Za kategorije motora IWP, IWA, RLL i RLR, kako bi se u obzir uzela sigurnosna pitanja, rad u servisnom načinu rada dopušta se bez ograničenja u pogledu zakretnog momenta ili brzine motora. U tom slučaju, kad god bi ograničenje operabilnosti bilo aktivno u skladu s točkom 4.2.2.3., računalni sustav ugrađen u vozilo bilježi, na način kojim se osigurava da se podaci ne mogu namjerno brisati, u neizbrisivu računalnu memoriju sve slučajeve rada motora dok je aktivan servisni način rada.

Nacionalna inspekcijska tijela moraju moći očitati navedene zapise upotrebom alata za skeniranje. ►**M2** Opis povezivanja i metoda čitanja za te zapise moraju se unijeti u opisnu mapu iz Dijela A Priloga I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656. ◄

4.2.2.3. Aktiviranje ograničenja operabilnosti

Ograničenje operabilnosti automatski se aktivira kad se aktivira servisni način rada.

U slučaju aktiviranja servisnog načina rada u skladu s točkom 4.2.3. zbog neispravnog sustava opskrbe plinom, ograničenje operabilnosti aktivira se u roku od 30 minuta rada nakon aktiviranja servisnog načina rada.

U slučaju aktiviranja servisnog načina rada zbog praznog spremnika plinovitog goriva ograničenje operabilnosti aktivira se čim se aktivira servisni način rada.

4.2.2.4. Deaktiviranje ograničenja operabilnosti

Ograničenje operabilnosti deaktivira se kada motor više nije u servisnom načinu rada.

4.2.3. Nedostupnost plinovitog goriva pri radu na dvojno gorivo

Kako bi se necestovnim pokretnim strojevima omogućilo kretanje do sigurnog mjesta za zaustavljanje, nakon detektiranja praznog spremnika plinovitog goriva ili neispravnog sustava opskrbe plinom:

(a) motori s dvojnim gorivom tipa 1A i 2A rade u servisnom načinu rada;

▼B

(b) motori s dvojnim gorivom tipa 1B, 2B i 3B rade u načinu rada na tekuće gorivo.

4.2.3.1. Nedostupnost plinovitog goriva – prazan spremnik plinovitog goriva

U slučaju praznog spremnika plinovitog goriva, čim sustav motora detektira da je spremnik prazan aktivira se servisni način rada ili, kako je prikladno u skladu s točkom 4.2.3., način rada na tekuće gorivo.

Kada dostupnost plina u spremniku ponovno dosegne razinu koja je opravdala aktiviranje sustava upozorenja o praznom spremniku u skladu s točkom 4.3.2., servisni način rada može se deaktivirati ili, prema potrebi, način rada na dvojno gorivo može se ponovno aktivirati.

4.2.3.2. Nedostupnost plinovitog goriva – neispravna opskrba plinom

U slučaju neispravne opskrbe plinom koja za posljedicu ima nedostupnost plinovitog goriva, aktivira se servisni način rada ili, kako je prikladno u skladu s točkom 4.2.3., način rada na tekuće gorivo, za vrijeme kada opskrba plinovitim gorivom nije dostupna.

Čim opskrba plinovitim gorivom postane dostupna, može se deaktivirati servisni način rada ili, prema potrebi, način rada na dvojno gorivo može se ponovno aktivirati.

4.3. Indikatori dvojnog goriva

4.3.1. Indikator načina rada na dvojno gorivo

Necestovni pokretni strojevi moraju imati vizualni indikator kojim vozača obavješćuju o načinu rada u kojem motor radi (način rada na dvojno gorivo, na dizelsko gorivo, ili servisni način rada).

Karakteristike i lokacija navedenog indikatora odluka su OEM-a te mogu biti dio već postojećeg sustava vizualnih indikatora.

Navedeni indikator može biti dopunjen prikaznikom poruke. Sustav koji se upotrebljava za prikazivanje poruka iz ove točke može biti isti kao i onaj koji se upotrebljava za dijagnostiku kontrole $NO_x$ ili za druge potrebe održavanja.

Vizualni element indikatora načina rada na dvojno gorivo ne može biti isti element koji se upotrebljava za dijagnostiku kontrole $NO_x$ ili za druge potrebe održavanja motora.

Sigurnosna upozorenja uvijek moraju imati prednost prikaza u odnosu na indikator načina rada.

4.3.1.1. Indikator načina rada na dvojno gorivo postavlja se na servisni način rada čim se aktivira servisni način rada (tj. prije stvarnog aktiviranja), a indikator ostaje upaljen dokle god je servisni način rada aktivan.

4.3.1.2. Indikator načina rada na dvojno gorivo postavlja se na najmanje jednu minutu na način rada na dvojno gorivo ili način rada na tekuće gorivo čim se način rada motora promijeni s načina rada na tekuće gorivo na način rada na dvojno gorivo ili obrnuto. Taj pokazatelj mora biti upaljen i u trajanju od najmanje jedne minute prilikom umetanja ključa ili na zahtjev proizvođača pri pokretanju motora. Pokazatelj se uključuje i na zahtjev rukovatelja.

▼B

4.3.2. Sustav upozorenja o praznom spremniku plinovitog goriva (sustav upozorenja o dvojnom gorivu)

Necestovni pokretni strojevi s motorom s dvojnim gorivom moraju biti opremljeni sustavom upozorenja o dvojnom gorivu koji rukovatelja upozorava da će se spremnik plinovitog goriva uskoro isprazniti.

Sustav upozorenja o dvojnom gorivu mora ostati aktivan sve dok se spremnik ponovno ne napuni do razine iznad točke aktivacije sustava upozorenja.

Sustav upozorenja o dvojnom gorivu mogu privremeno prekinuti drugi signali upozorenja koji šalju važne poruke koje se odnose na sigurnost.

Ne smije biti moguće isključiti sustav upozorenja o dvojnom gorivu s pomoću alata za skeniranje dokle god se ne popravi uzrok aktiviranja upozorenja.

4.3.2.1. Karakteristike sustava upozorenja o dvojnom gorivu

Sustav upozorenja o dvojnom gorivu sastoji se od sustava vizualnog upozorenja (ikona, piktogram itd.) koji bira proizvođač.

Prema izboru proizvođača sustav može uključivati i zvučnu komponentu. U tom slučaju dopušteno je da rukovatelj isključi predmetnu komponentu.

Vizualni element sustava upozorenja o dvojnom gorivu ne smije biti isti kao element koji se upotrebljava za dijagnostiku kontrole $NO_x$ ili za druge potrebe održavanja motora.

Nadalje, sustav upozorenja o dvojnom gorivu može prikazivati kratke poruke, uključujući poruke u kojima se jasno navodi preostala udaljenost ili vrijeme prije aktiviranja ograničenja operabilnosti.

Sustav koji se upotrebljava za prikazivanje upozorenja ili poruka navedenih u ovoj točki može biti isti kao i sustav koji se upotrebljava za prikazivanje upozorenja ili poruka povezanih s dijagnostikom kontrole $NO_x$ ili drugim potrebama održavanja motora.

Mogućnost kojom se rukovatelju omogućava da zatamni vizualne alarme koje prikazuje sustav upozorenja može biti ugrađena u necestovne pokretne strojeve namijenjene hitnim službama ili na necestovne pokretne strojeve konstruirane i proizvedene za oružane snage, civilnu zaštitu, vatrogasne službe i ostale službe odgovorne za održavanje javnog reda.

4.4. Preneseni zakretni moment

4.4.1. Preneseni zakretni moment kada motor s dvojnim gorivom radi u načinu rada na dvojno gorivo

Kada motor s dvojnim gorivom radi u načinu rada na dvojno gorivo:

(a) referentna očitana krivulja zakretnog momenta je krivulja dobivena kada je taj motor ispitan na ispitnom stolu u načinu rada na dvojno gorivo;

(b) zabilježeni stvarni zakretni momenti (prikazani zakretni moment i moment trenja) moraju biti rezultat izgaranja dvojnog goriva, a ne zakretni moment dobiven isključivo radom na tekuće gorivo.

▼B

4.4.2. Preneseni zakretni moment kada motor s dvojnim gorivom radi u načinu rada na tekuće gorivo

Kada motor s dvojnim gorivom radi u načinu rada na tekuće gorivo, referentna očitana krivulja zakretnog momenta je krivulja dobivena kada je taj motor ispitan na ispitnom stolu u načinu rada na tekuće gorivo.

4.5. Dodatni zahtjevi

4.5.1. Kada se upotrebljavaju za motor s dvojnim gorivom, strategije prilagođavanja, osim ispunjavanja zahtjeva iz Priloga IV., moraju biti usklađene sa sljedećim zahtjevima:

(a) motor uvijek ostaje tip motora s dvojnim gorivom (tj. tip 1A, 2B itd.) koji je prijavljen za EU homologaciju tipa; i i

▼M2

(b) u slučaju da je riječ o motoru tipa 2, dobivena razlika između najvišeg i najnižeg maksimalnog $GER_{cycle}$ unutar porodice nikad ne smije premašivati raspon iz točke 2.4.15. Priloga IX. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656, osim ako je dopušteno na temelju točke 3.1.

▼B

4.6. Homologacija je uvjetovana pružanjem OEM-u i krajnjem korisniku, ►M2 ——————— ◄ Prilogom XIV. i Prilogom XV., uputa za instalaciju i rad motora s dvojnim gorivom, uključujući servisni način rada naveden u točki 4.2. i sustav indikatora dvojnog goriva naveden u točki 4.3.

5. **Zahtjevi u pogledu radnog učinka**

5.1. Zahtjevi u pogledu radnog učinka, uključujući granične vrijednosti emisija, te zahtjevi u pogledu EU homologacije tipa koji se primjenjuju na motore s dvojnim gorivom identični su zahtjevima za bilo koji drugi motor koji pripada odgovarajućoj kategoriji motora kako je utvrđeno u ovoj Uredbi te u Uredbi (EU) 2016/1628, osim ako je u ovom Prilogu utvrđeno drugačije.

5.2. Granična vrijednost za ugljikovodike pri radu na dvojno gorivo određuje se primjenom prosječnog omjera plina i energije (GER) tijekom ciklusa ispitivanja kako je utvrđeno u Prilogu II. Uredbi (EU) 2016/1628.

5.3. Tehnički zahtjevi za strategije kontrole emisija, uključujući dokumentaciju potrebnu za njihovo dokazivanje, tehničke odredbe u svrhu onemogućavanja nedopuštenih zahvata i zabrana poremećajnih uređaja identični su zahtjevima za bilo koji drugi motor koji pripada odgovarajućoj kategoriji motora kako je utvrđeno u Prilogu IV.

5.4. Detaljni tehnički zahtjevi u pogledu područja povezanog s odgovarajućim NRSC ciklusom unutar kojeg postoji kontrola količine za koju se emisijama dopušta da prijeđu granične vrijednosti utvrđene u Prilogu II. Uredbi (EU) 2016/1628 identični su detaljnim tehničkim zahtjevima za svaki drugi motor odgovarajuće kategorije kako je utvrđeno u Prilogu IV.

6. **Zahtjevi za dokazivanje**

6.1. Zahtjevi za dokazivanje koji se primjenjuju na motore s dvojnim gorivom identični su zahtjevima u pogledu bilo kojeg drugog motora koji pripada odgovarajućoj kategoriji motora kako je utvrđeno u ovoj Uredbi te u Uredbi (EU) 2016/1628, osim kako je utvrđeno u dijelu 6.

▼B

6.2. Usklađenost s primjenjivim graničnim vrijednostima dokazuje se u načinu rada na dvojno gorivo.

6.3. U pogledu tipova motora s dvojnim gorivom koji imaju način rada na tekuće gorivo (tj. tipovi 1B, 2B, 3B), usklađenost s primjenjivim graničnim vrijednostima dodatno se dokazuje u načinu rada na tekuće gorivo.

6.4. Dodatni zahtjevi za dokazivanje u slučaju motora tipa 2

▼M2

6.4.1. Proizvođač podnosi homologacijskom tijelu dokaze kojima se dokazuje da raspon $GER_{cycle}$ svih članova porodice motora s dvojnim gorivom ostaje unutar raspona iz točke 2.4.15. Priloga IX. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656 ili, u slučaju motora kojima $GER_{cycle}$ može prilagoditi rukovatelj, da ispunjava zahtjeve navedene u točki 6.5. (na primjer, putem algoritama, funkcionalnih analiza, izračuna, simulacija, rezultata prethodnih ispitivanja itd.).

▼B

6.5. Dodatni zahtjevi za dokazivanje za motore u kojima $GER_{cycle}$ može prilagoditi rukovatelj

6.5.1. Usklađenost s primjenjivim graničnim vrijednostima dokazuje se pri minimalnoj i maksimalnoj vrijednosti $GER_{cycle}$ koju dopušta proizvođač.

6.6. Zahtjevi za dokazivanje trajnosti motora s dvojnim gorivom

6.6.1. Primjenjuju se odredbe Priloga III.

6.7. Dokazivanje indikatora dvojnog goriva, upozorenja i ograničenja operabilnosti

6.7.1. Kao dio zahtjeva za homologaciju u skladu s ovom Uredbom, proizvođač dokazuje rad indikatora dvojnog goriva te upozorenja i ograničenja operabilnosti u skladu s odredbama iz Dodatka 1.

▼M2

6.8. Dokumentacija dokazivanja

U izvješću o dokazivanju dokumentira se dokazivanje provedeno u skladu s točkama od 6.1. do 6.7.1. Izvješće:

(a) opisuje provedeno dokazivanje, uključujući primjenjivi ispitni ciklus;

(b) mora biti uvršteno u opisnu mapu iz Dijela A Priloga I. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

▼B

7. **Zahtjevi za osiguravanje ispravnog djelovanja mjera za kontrolu $NO_x$**

7.1. Prilog IV. (tehnički zahtjevi za mjere za kontrolu $NO_x$) primjenjuje se na motore s dvojnim gorivom, neovisno o tome nalaze li se u načinu rada na dvojno ili tekuće gorivo.

7.2. Dodatni zahtjevi za kontrolu $NO_x$ u slučaju motora s dvojnim gorivom tipa 1B, tipa 2B i tipa 3B

7.2.1. Zakretni moment za koji se smatra da se primjenjuje na visoku razinu prinude kako je definirano u točki 5.4. Dodatka 1. Prilogu IV. najniži je među zakretnim momentima dobivenima u načinu rada na tekuće gorivo te u načinu rada na dvojno gorivo.

7.2.2. Mogući utjecaj načina rada na otkrivanje neispravnosti ne smije se upotrebljavati kako bi se produljilo vrijeme do aktiviranja prinude.

▼B

7.2.3. U slučaju neispravnosti čije otkrivanje ne ovisi o načinu rada motora, mehanizmi navedeni u Dodatku 1. Prilogu IV. koji su povezani sa statusom DTC-a ne ovise o načinu rada motora (na primjer, ako je DTC dosegao potencijalni status u načinu rada na dvojno gorivo, bit će mu dodijeljen status potvrđeno i aktivno sljedeći put kad se kvar otkrije, čak i u načinu rada na tekuće gorivo).

7.2.4. U slučaju neispravnosti u kojima otkrivanje ovisi o načinu rada motora, DTC-ovi ne smiju dobivati status da su prethodno aktivirani ako su u načinu rada koji nije način rada u kojem su dobili status potvrđeno i aktivno.

7.2.5. Promjenom načina rada (s dvojnog goriva na tekuće gorivo ili obrnuto) ne zaustavljaju se ni resetiraju mehanizmi uvedeni kako bi se postigla usklađenost sa zahtjevima iz Priloga IV. (npr. brojači). Međutim, u slučaju kada jedan od navedenih mehanizama (na primjer sustav za dijagnostiku) ovisi o trenutnom načinu rada, brojač povezan s tim mehanizmom može se, na zahtjev proizvođača i nakon dobivanja odobrenja homologacijskog tijela:

(a) zaustaviti i prema potrebi zadržati na trenutačnoj vrijednosti kada se promijeni način rada;

(b) ponovno pokrenuti i prema potrebi nastaviti brojati od točke na kojoj je zaustavljen kad se način rada vrati na drugi način rada.

▼B

*Dodatak 1.*

**Indikator dvojnog goriva motora s dvojnim gorivom, sustav upozorenja, ograničenje operabilnosti – zahtjevi za dokazivanje**

1. **Indikatori dvojnog goriva**

1.1. Indikator dvojnog goriva

Sposobnost motora da uputi komandu za aktivaciju indikatora dvojnog goriva u načinu rada na dvojno gorivo dokazuje se pri EU homologaciji tipa.

1.2. Indikator načina rada na tekuće gorivo

U slučaju motora s dvojnim gorivom tipa 1B, tipa 2B ili tipa 3B sposobnost motora da uputi komandu za aktivaciju indikatora načina rada na tekuće gorivo u načinu rada na tekuće gorivo dokazuje se pri EU homologaciji tipa.

1.3. Indikator servisnog načina rada

Sposobnost motora da uputi komandu za aktivaciju indikatora servisnog načina rada u servisnom načinu rada dokazuje se pri EU homologaciji tipa.

1.3.1. Kada je vozilo opremljeno objema vrstama indikatora, dovoljno je provesti demonstraciju povezanu s indikatorom servisnog načina rada aktiviranjem sklopke za servisni način rada i homologacijskom tijelu podnijeti dokaze da se aktivacija događa kada sustav motora sam upućuje komandu za servisni način rada (na primjer primjenom algoritama, simulacija, dostavom rezultata tvorničkih ispitivanja itd.).

2. **Sustav upozoravanja**

Sposobnost vozila da uputi komandu za aktivaciju sustava upozoravanja u slučaju da je količina plinovitog goriva u spremniku plinovitog goriva ispod razine pri kojoj se upozorenje treba aktivirati dokazuje se pri EU homologaciji tipa. U tu svrhu može se simulirati stvarna količina plinovitog goriva.

3. **Ograničenje operabilnosti**

U slučaju motora s dvojnim gorivom tipa 1A ili tipa 2A sposobnost motora da uputi komandu za aktivaciju ograničenja operabilnosti nakon otkrivanja praznog spremnika plinovitog goriva i neispravnog sustava opskrbe plinom dokazuje se pri EU homologaciji tipa. U tu svrhu smije se simulirati prazan spremnik plinovitog goriva i neispravnu opskrbu plinom.

3.1. Dovoljno je demonstrirati uobičajen slučaj upotrebe odabran u dogovoru s homologacijskim tijelom te tom tijelu podnijeti dokaze kojima se dokazuje da se ograničenje operabilnosti događa u drugim mogućim slučajevima upotrebe (na primjer primjenom algoritama, simulacija, dostavom rezultata tvorničkih ispitivanja itd.).

▼B

*Dodatak 2.*

**Zahtjevi za postupak ispitivanja emisija za motore s dvojnim gorivom**

1. **Općenito**

U ovoj točki definiraju se dodatni zahtjevi i iznimke ovog Priloga kako bi se omogućilo ispitivanje emisija motora s dvojnim gorivom neovisno o tome je li riječ samo o emisijama ispušnih plinova ili emisijama iz kućišta koljenastog vratila koje su dodane emisijama ispušnih plinova u skladu s točkom 6.10. Priloga VI. U slučaju da nije naveden niti jedan dodatni zahtjev ili iznimka, zahtjevi iz ove Uredbe primjenjuju se na motore s dvojnim gorivom na isti način kako se primjenjuju na ostale homologirane tipove motora ili porodice motora u skladu s Uredbom (EU) 2016/1628.

Ispitivanje emisija iz motora s dvojnim gorivom komplicira činjenica da gorivo koje motor upotrebljava može biti potpuno tekuće gorivo ili kombinacija uglavnom plinovitog goriva uz malu količinu tekućeg goriva kao izvora paljenja. Omjer između goriva koja se upotrebljavaju u motoru s dvojnim gorivom može se također dinamično mijenjati ovisno o uvjetima rada motora. Posljedično, potrebne su posebne mjere opreza i ograničenja kako bi se omogućilo ispitivanje emisija iz tih motora.

2. **Uvjeti ispitivanja**

Primjenjuje se odjeljak 6. Priloga VI.

3. **Postupci ispitivanja**

Primjenjuje se odjeljak 7. Priloga VI.

4. **Postupci mjerenja**

Primjenjuje se odjeljak 8. Priloga VI., osim kako je utvrđeno u ovom Dodatku.

Postupak mjerenja razrjeđivanja punog protoka za motore s dvojnim gorivom prikazan je na slici 6.6. Priloga VI. (sustav CVS).

Tim postupkom mjerenja osigurava se da će razlika u sastavu goriva tijekom ispitivanja uglavnom utjecati na rezultate mjerenja ugljikovodika. ►M2 Ta se razlika kompenzira primjenom jedne od metoda opisanih u točki 7. ◄

Mjerenje nerazrijeđenih ispušnih plinova / djelomičnog protoka prikazano na slici 6.7. Priloga VI. može se primijeniti uz određene mjere opreza u pogledu načina utvrđivanja i izračunavanja masenog protoka ispušnih plinova.

5. **Oprema za mjerenje**

Primjenjuje se odjeljak 9. Priloga VI.

6. **Mjerenje broja emisijskih čestica**

Primjenjuje se se Dodatak 1. Prilogu VI.

7. **Izračun emisija**

Emisije se izračunavaju u skladu s Prilogom VII., osim kako je utvrđeno u ovom odjeljku. Dodatni zahtjevi navedeni u točki 7.1. primjenjuju se na izračun na temelju mase, a dodatni zahtjevi navedeni u točki 7.2. primjenjuju se na izračune temeljene na molarnom udjelu.

▼B

Za izračun emisija potrebno je znanje o sastavu goriva koja se upotrebljavaju. Kada plinovito gorivo ima certifikat kojim se potvrđuje svojstva goriva (npr. plin iz boca), prihvaća se upotreba sastava koji utvrđuje dobavljač. Kada sastav nije dostupan (npr. gorivo iz plinovoda), sastav goriva analizira se najkasnije prije i nakon provedbe ispitivanja emisija iz motora. Dopuštene su učestalije analize i rezultati upotrijebljeni u izračunu.

Ako se primjenjuje omjer plina i energije (GER), potrebno je da bude u skladu s definicijom iz članka 3. točke 2. Uredbe (EU) 2016/1628 i posebnim odredbama u pogledu ukupnih graničnih vrijednosti ugljikovodika (HC) za motore posve ili djelomično pogonjene plinom iz Priloga II. toj Uredbi. Prosječna vrijednost GER-a tijekom ciklusa izračunava se pomoću jedne od sljedećih metoda:

(a) za RMC NRSC i NRTC pri pokretanju toplog motora dijeljenjem zbroja GER-a sa svih mjernih točaka brojem mjernih točaka;

(b) za NRSC s diskretnim načinima rada množenjem prosječnog GER-a za svaki ispitni način rada s odgovarajućim faktorom ponderiranja za taj način rada, a zatim zbrajanjem rezultata svih tako dobivenih načina rada. Faktori ponderiranja uzimaju se iz Dodatka 1. Prilogu XVII. za primjenjivi ciklus.

7.1. Izračun emisija na temelju mase

Primjenjuje se odjeljak 2. Priloga VI., osim kako je utvrđeno u ovom odjeljku.

7.1.1. Korekcija za vlažno/suho stanje

7.1.1.1. Nerazrijeđeni ispušni plin

Za izračun korekcije za vlažno/suho stanje primjenjuju se jednadžbe (7-3) i (7-4) iz Priloga VII.

Parametri specifični za gorivo određuju se u skladu s točkom 7.1.5.

7.1.1.2. Razrijeđeni ispušni plin

Za izračun korekcije za vlažno/suho stanje primjenjuje se jednadžba (7-3) zajedno s jednadžbom (7-25) ili (7-26) iz Priloga VII.

Molarni omjer ugljikovodika α kombinacije dvaju goriva upotrebljava se pri izračunu korekcije za vlažno/suho stanje. Taj molarni omjer ugljikovodika izračunava se na temelju vrijednosti mjerenja potrošnje goriva obaju goriva u skladu s točkom 7.1.5.

7.1.2. Korekcija $NO_x$ za vlagu

Primjenjuje se korekcija $NO_x$ za vlagu za motore s kompresijskim paljenjem kako je navedeno u jednadžbi (7-9) Priloga VII.

7.1.3. Razrjeđivanje djelomičnog protoka (PFS) i mjerenje nerazrijeđenih ispušnih plinova

7.1.3.1. Određivanje masenog protoka ispušnih plinova

Maseni protok ispušnih plinova određuje se pomoću mjerača nerazrijeđenih ispušnih plinova kako je opisano u točki 9.4.5.3. Priloga VI.

▼B

Jednako tako, način mjerenja protoka zraka te omjera zraka i goriva u skladu s jednadžbama (7-17) do (7-19) Priloga VII. moguće je primijeniti samo ako su vrijednosti $\alpha$, $\gamma$, $\delta$ i $\varepsilon$ određene u skladu s točkom 7.1.5.3. Za određivanje omjera zraka i goriva nije dopuštena upotreba senzora cirkonijskog tipa.

U slučaju ispitivanja motora podložnog ispitnim ciklusima u stabilnom stanju, metodom mjerenja zraka i goriva u skladu s jednadžbom (7-15) iz Priloga VII. smije se odrediti samo maseni protok ispušnih plinova.

7.1.3.2. Određivanje plinovitih komponenti

Primjenjuje se točka 2.1. Priloga VII., osim kako je utvrđeno u ovom odjeljku.

Moguća razlika u sastavu goriva utjecat će na sve omjere molarnih komponenti i faktora $u_{gas}$ koji se primjenjuju pri izračunu emisija. Za određivanje omjerâ molarnih komponenti i faktorâ $u_{gas}$ primijenit će se jedan od sljedećih pristupa prema izboru proizvođača.

(a) Jednadžbe iz točke 2.1.5.2 ili 2.2.3. Priloga VII. primjenjuju se za izračun trenutačnih vrijednosti $u_{gas}$ upotrebom trenutačnih udjela tekućeg i plinovitog goriva (određenih na temelju mjerenja ili izračuna trenutačne potrošnje goriva) i trenutačnih omjera molarnih komponenti određenih u skladu s točkom 7.1.5.; ili

(b) kada se izračun na temelju mase iz odjeljka 2. Priloga VII. primjenjuje za određeni slučaj motora s dvojnim gorivom koji radi na dizelsko gorivo i plin, vrijednosti iz tablice mogu se upotrijebiti za vrijednosti omjera molarnih komponenti i $u_{gas}$. Te vrijednosti iz tablice primjenjuju se kako slijedi:

i. za motore koji rade u primjenjivom ciklusu ispitivanja uz prosječni omjer plina i energije od 90 % ili više (GER $\geq$ 0,9), potrebne vrijednosti jesu one za plinovito gorivo uzete iz tablica 7.1. ili 7.2. Priloga VII.

ii. za motore koji rade u primjenjivom ciklusu ispitivanja uz prosječni omjer plina i energije koji iznosi između 10 % i 90 % (0,1 < GER < 0,9) pretpostavlja se da potrebne vrijednosti predstavljaju vrijednosti za mješavinu 50 % plinovitog goriva i 50 % dizelskog goriva uzete iz tablica 8.1. i 8.2.

iii. za motore koji rade u primjenjivom ciklusu ispitivanja uz prosječni omjer plina i energije od 10 % ili manje (GER $\leq$ 0,1), potrebne vrijednosti jesu one za plinovito gorivo uzete iz tablica 7.1. ili 7.2. Priloga VII.

iv. za izračun emisija ugljikovodika vrijednost $u_{gas}$ plinovitog goriva upotrebljava se u svim slučajevima, neovisno o prosječnom omjeru plina i energije (GER).

▼B

*Tablica 8.1.*

**Omjeri molarnih komponenti za mješavine od 50 % plinovitog goriva i 50 % dizelskog goriva (% mase)**

| Plinovito gorivo | α | γ | δ | ε |
|---|---|---|---|---|
| $CH_4$ | 2,8681 | 0 | 0 | 00040 |
| $G_R$ | 2,7676 | 0 | 0 | 0,0040 |
| $G_{23}$ | 2,7986 | 0 | 0,0703 | 0,0043 |
| $G_{25}$ | 2,7377 | 0 | 0,1319 | 0,0045 |
| propan | 2,2633 | 0 | 0 | 0,0039 |
| butan | 2,1837 | 0 | 0 | 0,0038 |
| UNP | 2,1957 | 0 | 0 | 0,0038 |
| UNP gorivo A | 2,1740 | 0 | 0 | 0,0038 |
| UNP gorivo B | 2,2402 | 0 | 0 | 0,0039 |

7.1.3.2.1. Masa po ispitivanju emisije plinova

▼M2

U slučaju da su primijenjene jednadžbe za izračunavanje trenutačnih vrijednosti $u_{gas}$ u skladu sa stavkom 7.1.3.2.(a), tada se, pri izračunu mase za svako ispitivanje emisija plinova za dinamičke (NRTC i LSI-NRTC) ispitne cikluse i RMC, $u_{gas}$ uključuje u zbroj u jednadžbi (7-2) točke 2.1.2. Priloga VII. primjenom jednadžbe (8-1):

▼B

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot k_h \cdot k \cdot \sum_{i=1}^{N} (u_{gas,i} \cdot q_{mew,i} \cdot c_{gas,i}) \qquad (8\text{-}1)$$

pri čemu je:

$u_{gas,i}$ trenutačna vrijednost $u_{gas}$

Ostali elementi jednadžbe su oni navedeni u točki 2.1.2. Priloga VII.

*Tablica 8.2.*

**Vrijednosti *u gas* nerazrijeđenoga ispušnog plina i gustoće komponenti mješavine od 50 % plinovitog goriva i 50 % dizelskog goriva (masa u %)**

| Plinovito gorivo | Plin | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $r_e$ | $NO_x$ | CO | HC | $CO_2$ | $O_2$ | $CH_4$ |
| | | | | $r_{gas\ [kg/m^3]}$ | | | |
| | | 2,053 | 1,250 | ([a]) | 1,9636 | 1,4277 | 0,716 |
| | | | | $u_{gas}$ ([b]) | | | |
| SPP/UPP ([c]) | 1,2786 | 0,001606 | 0,000978 | 0,000528 ([d]) | 0,001536 | 0,001117 | 0,000560 |
| propan | 1,2869 | 0,001596 | 0,000972 | 0,000510 | 0,001527 | 0,001110 | 0,000556 |
| butan | 1,2883 | 0,001594 | 0,000971 | 0,000503 | 0,001525 | 0,001109 | 0,000556 |
| UNP ([e]) | 1,2881 | 0,001594 | 0,000971 | 0,000506 | 0,001525 | 0,001109 | 0,000556 |

([a]) ovisno o gorivu
([b]) pri $l$ = 2, suhi zrak, 273 K, 101,3 kPa
([c]) $u$ vrijednosti točne unutar 0,2 % za maseni sastav od: C = 58 – 76 %; C = 19 – 25 %; N = 0 – 14 % ($CH_4$, $G_{20}$, $G_{23}$ i $G_{25}$)
([d]) NMHC na temelju $CH_{2,93}$ (za ukupni HC upotrebljava se koeficijent $u_{gas}$ $CH_4$)
([e]) $u$ vrijednosti točne unutar 0,2 % za maseni sastav od: $C_3$ = 27 – 90 %; C4 = 10 – 73 % (UNP goriva A i B)

▼B

7.1.3.3. Određivanje čestica

Za određivanje emisija čestica s pomoću metode djelomičnog razrjeđivanja izračun se vrši primjenom jednadžbi navedenih u točki 2.3. Priloga VII.

▼M2

Zahtjevi iz točke 8.2.1.2. Priloga VI. primjenjuju se za kontroliranje omjera razrjeđivanja. Osobito, ako je kombinirano vrijeme transformacije za mjerenja protoka ispušnih plinova i sustava djelomičnog protoka veće od 0,3 s, tada se upotrebljava kontrolna skupina za predviđanje na temelju prethodno zabilježenog ispitnog ciklusa. U tom slučaju kombinirano vrijeme porasta iznosi $\leq$ 1 s, a kombinirano kašnjenje iznosi $\leq$ 10 s. Međutim, u slučaju izravnog mjerenja masenog protoka ispušnog plina pri određivanju masenog protoka ispušnih plinova upotrebljavaju se vrijednosti $\alpha$, $\gamma$, $\delta$ i $\varepsilon$, određene u skladu s točkom 7.1.5.3.

▼B

Provjera kvalitete u skladu s točkom 8.2.1.2. Priloga VI. provodi se za svako mjerenje.

7.1.3.4. Dodatni zahtjevi za mjerač mase protoka ispušnog plina

►M2 Mjerač protoka naveden u točkama 9.4.5.3. i 9.4.5.4. Priloga VI. ne smije biti osjetljiv na promjene u sastavu i gustoći ispušnog plina. ◄ Male pogreške pri mjerenju s pomoću Pitot-cijevi ili mjerenju protokom kroz prigušnicu (ekvivalentno kvadratnom korijenu gustoće ispušnog plina) mogu se zanemariti.

7.1.4. Mjerenje razrjeđivanja s punim protokom (CVS)

Primjenjuje se točka 2.2. Priloga VII., osim kako je utvrđeno u ovom odjeljku.

Moguća razlika u sastavu goriva uglavnom će utjecati na $u_{gas}$ vrijednost ugljikovodika iz tablice. Navedene jednadžbe primjenjuju se za izračun emisija ugljikovodika primjenom omjera molarnih komponenti određenih na temelju mjerenja potrošnje goriva obaju goriva u skladu s točkom 7.1.5.

▼M2

7.1.4.1. Određivanje koncentracija korigiranih za pozadinu

▼B

Kako bi se utvrdio stehiometrijski faktor, molarni omjer vodika $\alpha$ u gorivu izračunava se kao prosječni molarni omjer vodika u mješavini goriva tijekom ispitivanja u skladu s točkom 7.1.5.3.

Osim toga, moguće je upotrijebiti vrijednost $F_s$ plinovitog goriva u jednadžbi (7-28) Priloga VII.

7.1.5. Određivanje omjera molarnih komponenti

7.1.5.1. Općenito

Ovaj se odjeljak primjenjuje za izračun omjerâ molarnih komponenti kada je poznata mješavina goriva (točna metoda)

▼M2

7.1.5.2. Izračun komponenti mješavine goriva

Jednadžbe od (8-2) do (8-7) primjenjuju se za izračunavanje elemenata u mješavini goriva:

▼M2

$$q_{mf} = q_{mf1} + q_{mf2} \quad (8\text{-}2)$$

$$w_H = \frac{w_{H1} \times q_{mf1} + w_{H2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}3)$$

$$w_C = \frac{w_{C1} \times q_{mf1} + w_{C2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}4)$$

$$w_S = \frac{w_{S1} \times q_{mf1} + w_{S2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}5)$$

$$w_N = \frac{w_{N1} \times q_{mf1} + w_{N2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}6)$$

$$w_O = \frac{w_{O1} \times q_{mf1} + w_{O2} \times q_{mf2}}{q_{mf1} + q_{mf2}} \quad (8\text{-}7)$$

pri čemu je:

$q_{mf1}$ masa goriva 1 u protoku [kg/s]

$q_{mf2}$ masa goriva 2 u protoku [kg/s]

$w_H$ sadržaj vodika u gorivu [% mase]

$w_C$ sadržaj ugljika u gorivu [% mase]

$w_S$ sadržaj sumpora u gorivu [% mase]

$w_N$ sadržaj dušika u gorivu [% mase]

$w_O$ sadržaj kisika u gorivu [% mase]

7.1.5.3. Izračun molarnih omjera H, C, S, N i O u odnosu na C za mješavinu goriva

Izračun atomskih omjera (osobito omjer H/C α) nalazi se u Prilogu VII. primjenom jednadžbi od (8-8) do (8-11):

$$\alpha = 11{,}9164 \cdot \frac{w_H}{w_C} \quad (8\text{-}8)$$

$$\gamma = 0{,}37464 \cdot \frac{w_S}{w_C} \quad (8\text{-}9)$$

$$\delta = 0{,}85752 \cdot \frac{w_N}{w_C} \quad (8\text{-}10)$$

$$\varepsilon = 0{,}75072 \cdot \frac{w_O}{w_C} \quad (8\text{-}11)$$

pri čemu je:

$w_H$ sadržaj vodika u gorivu, maseni udio [g/g] ili [% mase]

$w_C$ sadržaj ugljika u gorivu, maseni udio [g/g] ili [% mase]

$w_S$ sadržaj sumpora u gorivu, maseni udio [g/g] ili [% mase]

$w_N$ sadržaj dušika u gorivu, maseni udio [g/g] ili [% mase]

$w_O$ sadržaj kisika u gorivu, maseni udio [g/g] ili [% mase]

α molarni omjer vodika (H/C)

γ molarni omjer sumpora (S/C)

δ molarni omjer dušika (N/C)

ε molarni omjer kisika (O/C)

odnosi se na gorivo čija je kemijska formula CH$\alpha$O$\varepsilon$N$\delta$S$\gamma$

▼B

7.2. Izračun emisija na temelju molarnih udjela

Primjenjuje se odjeljak 3. Priloga VII., osim kako je utvrđeno u ovom odjeljku.

7.2.1. Korekcija $NO_x$ za vlagu

Primjenjuje se jednadžba (7-102) iz Priloga VII. (korekcija za motore s kompresijskim paljenjem).

7.2.2. Određivanje masenog protoka ispušnih plinova kada se ne upotrebljava mjerač nerazrijeđenih ispušnih plinova

Primjenjuje se jednadžba (7-112) iz Priloga VII. (izračun brzine molarnog protoka na temelju ulaznog zraka). Može se primijeniti i jednadžba (7-113) iz Priloga VII. (izračun molarnog protoka na temelju masenog protoka goriva), ali samo ako se provodi ispitivanje NRSC.

7.2.3. Omjeri molarnih komponenti za određivanje plinovitih komponenti

Isti pristup primjenjuje se za određivanje omjerâ molarnih komponenti upotrebom trenutačnih udjela tekućeg i plinovitog goriva određenih na temelju mjerenja ili izračuna trenutačne potrošnje goriva. ►M2 Trenutačni omjeri molarnih komponenti uvrštavaju se u jednadžbe (7-88), (7-90) i (7-91) Priloga VII. za izračun neprekidne kemijske ravnoteže. ◄

Određivanje omjerâ provodi se u skladu s točkom 7.2.3.1. ili točkom 7.1.5.3.

Plinovita goriva, neovisno o tome jesu li mješavine ili dobivene iz plinovoda, mogu sadržavati znatne količine inertnih sastojaka kao što su $CO_2$ i $N_2$. Proizvođač uključuje navedene sastojke u izračune atomskih omjera opisane u točki 7.2.3.1. ili 7.1.5.3., kako je primjenjivo, ili isključuje inertne sastojke iz atomskih omjera i pridodaje ih parametrima kemijske ravnoteže ulaznog zraka $x_{O2int}$, $x_{CO2int}$, and $x_{H2Oint}$ iz točke 3.4.3. Priloga VII.

7.2.3.1. Određivanje omjera molarnih komponenti

Trenutačni omjeri molarnih komponenti broja atoma vodika, kisika, sumpora i dušika naprema atomima ugljika u mješovitom gorivu za motore s dvojnim gorivom mogu se izračunati upotrebom jednadžbi (8-12) to (8-15):

$$\alpha(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{H,liquid}}{M_H} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{H,gas}}{M_H}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_{\mathrm{C}} \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{H,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{H,gas})]}{M_{\mathrm{H}} \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}12)$$

$$\beta(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{O,liquid}}{M_O} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{O,gas}}{M_O}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_{\mathrm{C}} \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{O,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{O,gas})]}{M_{\mathrm{O}} \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}13)$$

$$\gamma(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{S,liquid}}{M_S} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{S,gas}}{M_S}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_{\mathrm{C}} \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{S,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{S,gas})]}{M_{\mathrm{S}} \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}14)$$

$$\delta(t) = \frac{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{N,liquid}}{M_N} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{N,gas}}{M_N}}{\frac{\dot{m}_{liquid}(t)\times w_{C,liquid}}{M_C} + \frac{\dot{m}_{gas}(t)\times w_{C,gas}}{M_C}} = \frac{M_{\mathrm{C}} \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{N,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{N,gas})]}{M_{\mathrm{N}} \times [(\dot{m}_{liquid}(t) \times w_{C,liquid}) + (\dot{m}_{gas}(t) \times w_{C,gas})]} \quad (8\text{-}15)$$

pri čemu je:

$w_{i,fuel}$ = maseni udio predmetnog elementa, C, H, O, S, ili N u tekućem ili plinovitom gorivu;

▼B

$\dot{m}_{liquid}$ $(t)$ = trenutačna brzina masenog protoka tekućeg goriva u vremenu t, [kg/hr];

$\dot{m}_{gas}$ $(t)$ = trenutačna brzina masenog protoka plinovitog goriva u vremenu t, [kg/hr];

▼M2

Ako se maseni protok ispušnih plinova izračunava na temelju brzine mješovitog goriva, tad se $w_c$ iz jednadžbe (7-113) iz Priloga VII. izračunava pomoću jednadžbe (8-16):

▼B

$$w_{C} = \frac{\dot{m}_{liquid} \times w_{C,liquid} + \dot{m}_{gas} \times w_{C,gas}}{\dot{m}_{liquid} + \dot{m}_{gas}} \quad (8\text{-}16)$$

pri čemu je:

$w_C$ = maseni udio ugljika u dizelskom ili plinovitom gorivu;

$\dot{m}_{liquid}$ = brzina masenog protoka tekućeg goriva, [kg/hr];

$\dot{m}_{gas}$ = brzina masenog protoka plinovitog goriva, [kg/hr];

7.3. Utvrđivanje $CO_2$

Primjenjuje se Prilog VII. osim ako se motor ispituje u dinamičkim (NRTC i LSI-NRTC) ispitnim ciklusima ili RMC-u uz uzorkovanje nerazrijeđenih ispušnih plinova.

7.3.1. Određivanje $CO_2$ pri ispitivanju u dinamičkim (NRTC i LSI-NRTC) ispitnim ciklusima ili RMC-u uz uzorkovanje nerazrijeđenih ispušnih plinova

Izračun emisija $CO_2$ dobivenih mjerenjem $CO_2$ u ispušnim plinovima u skladu s Prilogom VII. ne primjenjuje se. Umjesto toga primjenjuju se sljedeće odredbe:

Kao temelj za izračun prosječnih ispitnih koncentracija emisija $CO_2$ koristi se izmjerena prosječna potrošnja goriva u ispitivanju određena iz zbroja trenutačnih vrijednosti tijekom ciklusa.

Masa svakog potrošenog goriva služi izračunavanju, u skladu s odjeljkom 7.1.5., molarnog omjera vodika i masenih udjela mješavine goriva u ispitivanju.

Ukupna korigirana masa obaju goriva $m_{fuel,corr}$ [g/test] i masena emisija $CO_2$ iz goriva $m_{CO2,\ fuel}$ [g/test] određuje se pomoću jednadžbi (8-17) i (8-18).

$$m_{fuel,corr} = m_{fuel} - \left( m_{THC} + \frac{A_C + a \cdot A_H}{M_{CO}} x m_{CO} + \frac{W_{GAM} + W_{DEL} + W_{EPS}}{100} \cdot m_{fuel} \right) \quad (8\text{-}17)$$

$$m_{CO_2 fuel} = \frac{M_{CO_2}}{A_C + a + A_H} \cdot m_{fuel,corr} \quad (8\text{-}18)$$

pri čemu je:

$m_{fuel}$ = ukupna masa obaju goriva [g/test]

$m_{THC}$ = masa ukupnih emisija ugljikovodika u ispušnim plinovima [g/test]

$m_{CO}$ = masa ukupnih emisija ugljikova monoksida u ispušnim plinovima [g/test]

▼B

$w_{GAM}$ = sadržaj sumpora u gorivima [postotak mase]

$w_{DEL}$ = sadržaj dušika u gorivima [postotak mase]

$w_{EP}$ = sadržaj kisika u gorivima [postotak mase]

α = molarni omjer vodika u gorivima (H/C) [-]

$A_C$ = atomska masa ugljika: 12,011 [g/mol]

$A_H$ = atomska masa vodika: 1,0079 [g/mol]

$M_{CO}$ = molekularna masa ugljikova monoksida: 28,011 [g/mol]

$M_{CO2}$ = molekularna masa ugljikova dioksida: 44,01 [g/mol]

Emisija $CO_2$ koju uzrokuje urea $m_{CO2,urea}$ [g/test] izračunava se pomoću jednadžbe (8-19):

$$m_{CO_2,urea} = \frac{c_{urea}}{100} \times \frac{M_{CO2}}{M_{CO(NH_2)_2}} \times m_{urea} \quad (8\text{-}19)$$

pri čemu je:

$c_{urea}$ = koncentracija uree [postotak]

$m_{urea}$ = ukupna masena potrošnja uree [g/test]

$M_{CO(NH2)2}$ = molekularna masa uree: 60,056 [g/mol]

U tom se slučaju ukupna emisija $CO_2$ $m_{CO2}$ [g/test] izračunava pomoću jednadžbe (8-20):

$$m_{CO2} = m_{CO2,fuel} + m_{CO2,urea} \quad (8\text{-}20)$$

Ukupna emisija $CO_2$ izračunata pomoću jednadžbe (8-20) primjenjuje se za izračun specifičnih efektivnih emisija $CO_2$, $e_{CO2}$ [g/kWh] iz odjeljka 2.4.1.1. ili 3.8.1.1. Priloga VII. Gdje je primjenjivo, korekcija za $CO_2$ u ispušnim plinovima koji je proizišao iz $CO_2$ u plinovitom gorivu provodi se u skladu s Dodatkom 3. Prilogu IX.

▼B

*Dodatak 3.*

**Tipovi motora s dvojnim gorivom koji rade na prirodni plin / biometan ili UNP i tekuće gorivo – prikaz definicija i glavnih zahtjeva**

| Dvojno gorivo | $GER_{cycle}$ | Prazni hod na tekuće gorivo | Zagrijavanje na tekuće gorivo | Rad samo na tekuće gorivo | Rad bez plina | Napomene |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1A | $GER_{NRTC,\ hot} \geq 0,9$ ili $GER_{NRSC,} \geq 0,9$ | NIJE dopušteno | Dopušteno samo u servisnom načinu rada | Dopušteno samo u servisnom načinu rada | Servisni način rada | |
| 1B | $GER_{NRTC,\ hot} \geq 0,9$ ili $GER_{NRSC} \geq 0,9$ | Dopušteno samo u načinu rada na tekuće gorivo | Dopušteno samo u načinu rada na tekuće gorivo | Dopušteno samo u načinu rada na tekuće gorivo i u servisnom načinu rada | Način rada na tekuće gorivo | |
| 2A | $0,1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0,9$ ili $0,1 < GER_{NRSC} < 0,9$ | Dopušteno | Dopušteno samo u servisnom načinu rada | Dopušteno samo u servisnom načinu rada | Servisni način rada | $GER_{NRTC,\ hot} \geq 0,9$ ili $GER_{NRSC} \geq 0,9$ Dopušteno |
| 2B | $0,1 < GER_{NRTC,\ hot} < 0,9$ ili $0,1 < GER_{NRSC} < 0,9$ | Dopušteno | Dopušteno | Dopušteno | Način rada na tekuće gorivo | $GER_{NRTC,\ hot} \geq 0,9$ ili $GER_{NRSC} \geq 0,9$ dopušteno |
| 3A | Nije određeno niti je dopušteno | | | | | |
| 3B | $GER_{NRTC,\ hot} \leq 0,1$ ili $GER_{NRSC} \leq 0,1$ | Dopušteno | Dopušteno | Dopušteno | Način rada na tekuće gorivo | |

▼B

*PRILOG IX.*

**Referentna goriva**

1. **Tehnički podaci o gorivima za ispitivanje motora s kompresijskim paljenjem**

1.1. Tip: Dizel (necestovno plinsko ulje)

| Parametar | Jedinica | Granične vrijednosti (1) | | Metoda ispitivanja |
|---|---|---|---|---|
| | | najmanje | najviše | |
| Cetanski broj (2) | | 45 | 56,0 | EN-ISO 5165 |
| Gustoća pri 15 °C | $kg/m^3$ | 833 | 865 | EN-ISO 3675 |
| Destilacija: | | | | |
| 50 % | °C | 245 | — | EN-ISO 3405 |
| 95 % | °C | 345 | 350 | EN-ISO 3405 |
| — završno vrelište | °C | — | 370 | EN-ISO 3405 |
| Plamište | °C | 55 | — | EN 22719 |
| Točka filtrabilnosti (CFPP) | °C | — | – 5 | EN 116 |
| Viskoznost na 40 °C | $mm^2/s$ | 2,3 | 3,3 | EN-ISO 3104 |
| Policiklički aromatski ugljikovodici | % m/m | 2,0 | 6,0 | IP 391 |
| Udio sumpora (3) | mg/kg | — | 10 | ASTM D 5453 |
| Korozija bakra | | — | klasa 1 | EN-ISO 2160 |
| Ostatak ugljika po Conradsonu (10 % DR) | % m/m | — | 0,2 | EN-ISO 10370 |
| Udio pepela | % m/m | — | 0,01 | EN-ISO 6245 |
| Ukupno onečišćenje | mg/kg | — | 24 | EN 12662 |
| Udio vode | % m/m | — | 0,02 | EN-ISO 12937 |
| Kiselinski broj | mg KOH/g | — | 0,10 | ASTM D 974 |
| Oksidacijska stabilnost (3) | mg/ml | — | 0,025 | EN-ISO 12205 |
| Mazivost (promjer traga trošenja na HFRRu pri 60 °C) | µm | — | 400 | CEC F–06–A–96 |
| Oksidacijska stabilnost na 110 °C (3) | H | 20,0 | — | EN 15751 |
| Metil esteri masnih kiselina (FAME) | % vol. | — | 7,0 | EN 14078 |

(1) Vrijednosti navedene u specifikacijama su „stvarne vrijednosti". Pri uspostavljanju njihovih graničnih vrijednosti primijenjene su odredbe ISO 4259 „Naftni proizvodi – Određivanje i primjena podataka o preciznosti u odnosu na metode ispitivanja", a kod određivanja najmanje vrijednosti uzeta je u obzir najmanja razlika od 2R iznad nule; pri određivanju najveće i najmanje vrijednosti najmanja razlika je 4R (R = obnovljivost).
Neovisno o toj mjeri, potrebnoj iz tehničkih razloga, proizvođač goriva ipak mora nastojati postići vrijednost nula kad je određena maksimalna vrijednost 2R i srednju vrijednost u slučaju navođenja najmanjih i najvećih graničnih vrijednosti. Ukaže li se potreba da se razjasni zadovoljava li određeno gorivo zahtjeve specifikacija, primjenjuju se odredbe norme ISO 4259.

(2) Raspon za cetanski broj nije u skladu sa zahtijevanim minimalnim rasponom 4R. Ipak, u slučaju spora dobavljača goriva i korisnika goriva, za rješavanje takvih sporova mogu se upotrebljavati odredbe iz norme ISO 4259 pod uvjetom da se umjesto jednokratnih utvrđivanja radije provede dovoljan broj ponovljenih mjerenja kako bi se postigla potrebna točnost.

(3) Iako se oksidacijska stabilnost regulira, vjerojatno je da će rok uporabe biti ograničen. Potrebno je savjetovati se s dobavljačem o uvjetima skladištenja i roku uporabe.

▼B

1.2. Tip: Etanol za motore s kompresijskim paljenjem (ED95) ([1])

| Parametar | Jedinica | Granične vrijednosti ([2]) | | Ispitna metoda ([3]) |
|---|---|---|---|---|
| | | najmanje | najviše | |
| Ukupno alkohola (etanol uključujući udio viših zasićenih alkohola) | % m/m | 92,4 | | EN 15721 |
| Ostali viši zasićeni mono-alkoholi ($C_3$-$C_5$) | % m/m | | 2,0 | EN 15721 |
| Metanol | % m/m | | 0,3 | EN 15721 |
| Gustoća pri 15 °C | kg/m$^3$ | 793,0 | 815,0 | EN ISO 12185 |
| Kiselost, izračunata kao octena kiselina | % m/m | | 0,0025 | EN 15491 |
| Izgled | | Svijetao i bistar | | |
| Plamište | °C | 10 | | EN 3679 |
| Suhi ostatak | mg/kg | | 15 | EN 15691 |
| Udio vode | % m/m | | 6,5 | EN 15489 ([4])<br>EN-ISO 12937<br>EN15692 |
| Aldehidi, izračunani kao acetaldehid | % m/m | | 0,0050 | ISO 1388-4 |
| Esteri, izračunani kao etil acetat | % m/m | | 0,1 | ASTM D1617 |
| Udio sumpora | mg/kg | | 10,0 | EN 15485<br>EN 15486 |
| Sulfati | mg/kg | | 4,0 | EN 15492 |
| Onečišćenje česticama | mg/kg | | 24 | EN 12662 |
| Fosfor | mg/l | | 0,20 | EN 15487 |
| Udio anorganskog klorida | mg/kg | | 1,0 | EN 15484 ili EN 15492 |
| Bakar | mg/kg | | 0,100 | EN 15488 |
| Električna vodljivost | µS/cm | | 2,50 | DIN 51627-4 ili prEN 15938 |

*Napomene:*

([1]) Aditivi, poput tvari za poboljšanje cetanskog broja koje je specificirao proizvođač motora, mogu se dodavati gorivu etanolu ako nema poznatih negativnih sekundarnih učinaka. Ako su ti uvjeti zadovoljeni, dopuštena najveća količina je 10 % m/m.

([2]) Vrijednosti navedene u specifikacijama su „stvarne vrijednosti". Prilikom uspostavljanja njihovih graničnih vrijednosti primijenjeni su uvjeti norme ISO 4259 *Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test* (Naftni proizvodi — Određivanje i primjena podataka o preciznosti u odnosu na metode ispitivanja), a u određivanju najmanje vrijednosti, u obzir je uzeta najmanja razlika od 2R iznad nule. pri utvrđivanju najveće i najmanje vrijednosti najmanja razlika je 4R (R = obnovljivost). Neovisno o toj mjeri, potrebnoj iz tehničkih razloga, proizvođač goriva ipak mora nastojati postići vrijednost nula kad je određena maksimalna vrijednost 2R i srednju vrijednost u slučaju navođenja najmanjih i najvećih graničnih vrijednosti. Ukaže li se potreba da se razjasni zadovoljava li određeno gorivo zahtjeve specifikacija, primjenjuju se odredbe norme ISO 4259.

([3]) Istovrijedne metode EN/ISO bit će donesene kada budu izdane za gore navedene značajke.

([4]) Ukaže li se potreba da se razjasni zadovoljava li određeno gorivo zahtjeve specifikacija, primjenjuju se odredbe norme EN 15489.

▼B

2. **Tehnički podaci o gorivima za ispitivanje motora s paljenjem električnom iskrom**

2.1. Tip: benzin (E10)

| Parametar | Jedinica | Granične vrijednosti ([1]) | | Ispitna metoda ([2]) |
|---|---|---|---|---|
| | | najmanje | najviše | |
| Ispitni oktanski broj, RON | | 91,0 | 98,0 | EN ISO 5164: 2005 ([3]) |
| Motorni oktanski broj, MON | | 83,0 | 89,0 | EN ISO 5163: 2005 ([3]) |
| Gustoća pri 15 °C | kg/m$^3$ | 743 | 756 | EN ISO 3675<br>EN ISO 12185 |
| Tlak para | kPa | 45,0 | 60,0 | EN ISO 13016-1 (DVPE) |
| Udio vode | | | najviše 0,05 % vol.<br>izgled pri – 7 °C: bistro i svijetlo | EN 12937 |
| Destilacija: | | | | |
| — ispareno na 70 °C | % vol. | 18,0 | 46,0 | EN-ISO 3405 |
| — ispareno na 100 °C | % vol. | 46,0 | 62,0 | EN-ISO 3405 |
| — ispareno na 150 °C | % vol. | 75,0 | 94,0 | EN-ISO 3405 |
| — završno vrelište | °C | 170 | 210 | EN-ISO 3405 |
| Ostatak | % vol. | — | 2,0 | EN-ISO 3405 |
| Analiza ugljikovodika: | | | | |
| — olefini | % vol. | 3,0 | 18,0 | EN 14517<br>EN 15553 |
| — aromati | % vol. | 19,5 | 35,0 | EN 14517<br>EN 15553 |
| — benzen | % vol. | — | 1,0 | EN 12177<br>EN 238, EN 14517 |
| — zasićeni spojevi | % vol. | Izvijestiti | | EN 14517<br>EN 15553 |
| Omjer ugljik/vodik | | Izvijestiti | | |
| Omjer ugljik/kisik | | Izvijestiti | | |
| Indukcijsko vrijeme ([4]) | minute | 480 | | EN-ISO 7536 |
| Udio kisika ([5]) | % m/m | 3,3 ([8]) | 3,7 | EN 1601<br>EN 13132<br>EN 14517 |
| Prisutna smola | mg/ml | — | 0,04 | EN-ISO 6246 |

▼B

| Parametar | Jedinica | Granične vrijednosti (1) | | Ispitna metoda (2) |
|---|---|---|---|---|
| | | najmanje | najviše | |
| Udio sumpora (6) | mg/kg | — | 10 | EN ISO 20846<br>EN ISO 20884 |
| Korozija bakra na (3h na 50 °C) | ocjena | — | razred 1. | EN-ISO 2160 |
| Udio olova | mg/l | — | 5 | EN 237 |
| Udio fosfora (7) | mg/l | — | 1,3 | ASTM D 3231 |
| Etanol (4) | % vol. | 9,0 (8) | 10,2 (8) | EN 22854 |

*Napomene:*

(1) Vrijednosti navedene u specifikacijama su „stvarne vrijednosti". Prilikom uspostavljanja njihovih graničnih vrijednosti primijenjeni su uvjeti norme ISO 4259 *Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test* (Naftni proizvodi — Određivanje i primjena podataka o preciznosti u odnosu na metode ispitivanja), a u određivanju najmanje vrijednosti, u obzir je uzeta najmanja razlika od 2R iznad nule. pri utvrđivanju najveće i najmanje vrijednosti najmanja razlika je 4R (R = obnovljivost). Neovisno o toj mjeri, potrebnoj iz tehničkih razloga, proizvođač goriva ipak mora nastojati postići vrijednost nula kad je određena maksimalna vrijednost 2R i srednju vrijednost u slučaju navođenja najmanjih i najvećih graničnih vrijednosti. Ukaže li se potreba da se razjasni zadovoljava li određeno gorivo zahtjeve specifikacija, primjenjuju se odredbe norme ISO 4259.

(2) Istovrijedne metode EN/ISO bit će donesene kada budu izdane za gore navedene značajke.

(3) Korekcijski faktor 0,2 za MON i RON oduzima se pri izračunu konačnog rezultata u skladu s normom EN 228:2008.

(4) Gorivo može sadržavati oksidacijske inhibitore i metalne deaktivatore koji se uobičajeno rabe za stabilizaciju rafinerijskih benzinskih strujanja, ali se deterdžentski/raspršivi aditivi te ulja za otapanje ne dodaju.

(5) Etanol koji ispunjava specifikaciju EN 15376 jedini je oksigenat koji se namjerno dodaje referentnom gorivu.

(6) Stvarni sadržaj sumpora u gorivu koje se upotrebljava za ispitivanje Tipa 1 navodi se u izvješću.

(7) Ovom se referentnom gorivu ne smiju namjerno dodavati sastojci koji sadržavaju fosfor, željezo, mangan ili olovo.

(8) Prema izboru proizvođača udio etanola i odgovarajući udio kisika mogu biti nula za motore kategorije SMB. U tom slučaju sva ispitivanja porodice motora ili vrste motora, ako ne postoji porodica, provode se upotrebom benzina bez udjela etanola.

2.2. Tip: Etanol (E85)

| Parametar | Jedinica | Granične vrijednosti (1) | | Ispitna metoda |
|---|---|---|---|---|
| | | najmanje | najviše | |
| Ispitni oktanski broj, RON | | 95,0 | — | EN ISO 5164 |
| Motorni oktanski broj, MON | | 85,0 | — | EN ISO 5163 |
| Gustoća pri 15 °C | kg/m$^3$ | Izvijestiti | | ISO 3675 |
| Tlak pare | kPa | 40,0 | 60,0 | EN ISO 13016-1 (DVPE) |
| Udio sumpora (2) | mg/kg | — | 10 | EN 15485 ili EN 15486 |
| Oksidacijska stabilnost | minute | 360 | | EN ISO 7536 |
| Udio prisutne smole (isprane u otapalu) | mg/100 ml | — | 5 | EN-ISO 6246 |
| Izgled<br>Utvrđuje se na temperaturi okoline ili na 15 °C, ovisno o tome koja je veća | | bistar i svijetao, bez vidljivih lebdećih ili nataloženih onečišćujućih tvari | | Vizualni pregled |

▼B

| Parametar | Jedinica | Granične vrijednosti ([1]) | | Ispitna metoda |
|---|---|---|---|---|
| | | najmanje | najviše | |
| Etanol i viši alkoholi ([3]) | % vol. | 83 | 85 | EN 1601<br>EN 13132<br>EN 14517<br>E DIN 51627-3 |
| Viši alkoholi ($C_3$-$C_8$) | % vol. | — | 2,0 | E DIN 51627-3 |
| Metanol | % vol. | | 1,00 | E DIN 51627-3 |
| Benzin ([4]) | % vol. | Bilanca | | EN 228 |
| Fosfor | mg/l | 0,20 ([5]) | | EN 15487 |
| Udio vode | % vol. | | 0,300 | EN 15489 ili EN 15692 |
| Udio anorganskog klorida | mg/l | | 1 | EN 15492 |
| pHe | | 6,5 | 9,0 | EN 15490 |
| Korozija bakrene pločice (3h na 50°C) | Ocjena | razred 1. | | EN ISO 2160 |
| Kiselost (kao octena kiselina $CH_3COOH$) | % m/m<br>(mg/l) | — | 0,0050<br>(40) | EN 15491 |
| Električna vodljivost | µS/cm | 1,5 | | DIN 51627-4 ili EN 15938 |
| Omjer ugljik/vodik | | Izvijestiti | | |
| Omjer ugljik/kisik | | Izvijestiti | | |

*Napomene:*

([1]) Vrijednosti navedene u specifikacijama su „stvarne vrijednosti". Prilikom uspostavljanja njihovih graničnih vrijednosti primijenjeni su uvjeti norme ISO 4259 *Petroleum products — Determination and application of precision data in relation to methods of test* (Naftni proizvodi — Određivanje i primjena podataka o preciznosti u odnosu na metode ispitivanja), a u određivanju najmanje vrijednosti, u obzir je uzeta najmanja razlika od 2R iznad nule. pri utvrđivanju najveće i najmanje vrijednosti najmanja razlika je 4R (R = obnovljivost). Neovisno o toj mjeri, potrebnoj iz tehničkih razloga, proizvođač goriva ipak mora nastojati postići vrijednost nula kad je određena maksimalna vrijednost 2R i srednju vrijednost u slučaju navođenja najmanjih i najvećih graničnih vrijednosti. Ukaže li se potreba da se razjasni zadovoljava li određeno gorivo zahtjeve specifikacija, primjenjuju se odredbe norme ISO 4259.

([2]) Stvarni sadržaj sumpora u gorivu koje se upotrebljava za ispitivanje emisija navodi se u izvješću.

([3]) Etanol koji ispunjava specifikaciju EN 15376 jedini je oksigenat koji se namjerno dodaje referentnom gorivu.

([4]) Udio bezolovnog benzina može se odrediti kao 100 minus zbroj udjela vode, alkohola, MTBE-a i ETBE-a.

([5]) Ovom se referentnom gorivu ne smiju namjerno dodavati sastojci koji sadržavaju fosfor, željezo, mangan ili olovo.

3. **Tehnički podaci o plinovitim gorivima za motore na jedno gorivo i motore s dvojnim gorivom**

3.1. Tip: UNP

| Parametar | Jedinica | gorivo A | gorivo B | Ispitna metoda |
|---|---|---|---|---|
| Sastav: | | | | EN 27941 |
| Udio $C_3$ | % vol. | 30 ± 2 | 85 ± 2 | |
| Udio $C_4$ | % vol. | Bilanca ([1]) | Bilanca ([1]) | |
| $< C_3$, $> C_4$ | % vol. | Najviše 2 | Najviše 2 | |

▼B

| Parametar | Jedinica | gorivo A | gorivo B | Ispitna metoda |
|---|---|---|---|---|
| Olefini | % vol. | Najviše 12 | Najviše 15 | |
| Ostatak isparavanja | mg/kg | Najviše 50 | Najviše 50 | EN 15470 |
| Udio vode na 0 °C | | nema | nema | EN 15469 |
| Ukupni udio sumpora, uključujući odorant | mg/kg | Najviše 10 | Najviše 10 | EN 24260, ASTM D 3246, ASTM 6667 |
| Vodikov sulfid | | Nema | Nema | EN ISO 8819 |
| Korozija bakrene pločice (1h na 40 °C) | Ocjena | razred 1. | razred 1. | ISO 6251 (2) |
| Miris | | karakterističan | karakterističan | |
| Motorni oktanski broj (3) | | Najmanje 89,0 | Najmanje 89,0 | EN 589 Prilog B |

*Napomene:*

(1) Bilanca se računa na sljedeći način: bilanca = 100 – $C_3$ – <$C_3$ – >$C_4$.
(2) Ovom se metodom možda neće točno utvrditi prisutnost korozivnih materijala ako uzorak sadržava inhibitore korozije ili druga kemijska sredstva koja umanjuju korozivno djelovanje uzorka na bakrenu traku. Zato je zabranjeno dodavanje takvih spojeva samo radi davanja prednosti ispitnoj metodi.
(3) Na zahtjev proizvođača motora za provedbu ispitivanja homologacije tipa moguće je upotrijebiti veći MON.

3.2. Tip: Prirodni plin/biometan

3.2.1. Specifikacije za referentna goriva s ujednačenim svojstvima (npr. iz zatvorenog spremnika)

Osim referentnih goriva utvrđenih u ovoj točki, mogu se upotrijebiti ekvivalentna goriva iz točke 3.2.2.

| Karakteristike | Jedinice | Osnova | Granične vrijednosti | | Ispitna metoda |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | najmanje | najviše | |
| **Referentno gorivo $G_R$** | | | | | |
| Sastav: | | | | | |
| metan | | 87 | 84 | 89 | |
| Etan | | 13 | 11 | 15 | |
| Bilanca (1) | % mol | — | — | 1 | ISO 6974 |
| Udio sumpora | $mg/m^3$ (2) | — | | 10 | ISO 6326-5 |

*Napomene:*
(1) Inertni plinovi +$C_{2+}$
(2) Vrijednost se utvrđuje pri standardnim uvjetima 293,2 K (20 °C) i 101,3 kPa.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Referentno gorivo $G_{23}$** | | | | | |
| Sastav: | | | | | |
| metan | | 92,5 | 91,5 | 93,5 | |
| Bilanca(1) | % mol | — | — | 1 | ISO 6974 |
| $N_2$ | % mol | 7,5 | 6,5 | 8,5 | |

▼B

| Karakteristike | Jedinice | Osnova | Granične vrijednosti | | Ispitna metoda |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | najmanje | najviše | |
| Udio sumpora | $mg/m^3$ (2) | — | — | 10 | ISO 6326-5 |

*Napomene:*
(1) Inertni plinovi (različiti od $N_2$) + $C_2$+ $C_{2+}$
(2) Vrijednost se utvrđuje pri 293,2 K (20 °C) i 101,3 kPa.

**Referentno gorivo $G_{25}$**

| Sastav: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| metan | % mol | 86 | 84 | 88 | |
| Bilanca(1) | % mol | — | — | 1 | ISO 6974 |
| $N_2$ | % mol | 14 | 12 | 16 | |
| Udio sumpora | $mg/m^3$ (2) | — | — | 10 | ISO 6326-5 |

*Napomene:*
(1) Inertni plinovi (različiti od $N_2$) + $C_2$+ $C_{2+}$
(2) Vrijednost se utvrđuje pri 293,2 K (20 °C) i 101,3 kPa.

**Referentno gorivo $G_{20}$**

| Sastav: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| metan | % mol | 100 | 99 | 100 | ISO 6974 |
| Bilanca (1) | % mol | — | — | 1 | ISO 6974 |
| $N_2$ | % mol | | | | ISO 6974 |
| Udio sumpora | $mg/m^3$ (2) | — | — | 10 | ISO 6326-5 |
| Wobbeov indeks (neto) | $MJ/m^3$ (3) | 48,2 | 47,2 | 49,2 | |

(1) Inertni plinovi (različiti od $N_2$) + $C_2$+ $C_2$+.
(2) Vrijednost se utvrđuje pri 293,2 K (20 °C) i 101,3 kPa.
(3) Vrijednost se utvrđuje pri 273,2 K (0 °C) i 101,3 kPa.

3.2.2. Specifikacija za referentno gorivo iz plinovoda s primjesom drugih plinova sa svojstvima plina određenima terenskim mjerenjem

Osim referentnih goriva iz ove točke, mogu se upotrijebiti ekvivalentna referentna goriva iz točke 3.2.1.

3.2.2.1. Osnova za svaki referentni plin iz plinovoda ($G_R$, $G_{20}$, …) jest plin dobiven iz komunalne mreže za distribuciju plina, pomiješan, ako je to potrebno za zadovoljavanje odgovarajuće specifikacije lambda-pomaka ($S_\lambda$) iz tablice 9.1., s jednim ili više sljedećih komercijalno (1) dostupnih plinova:

(a) ugljikova dioksida,

(b) etana,

(c) metana,

(d) dušika,

(e) propana.

(1) U tu svrhu nije potrebna primjena plina za kalibraciju

▼B

3.2.2.2. Vrijednost $S_\lambda$ dobivene mješavine koja se sastoji od plina iz plinovoda i s njim pomiješanih plinova mora biti unutar raspona navedenog u tablici 9.1. za određeno referentno gorivo.

*Tablica 9.1.*

**Potrebni raspon $S_\lambda$ za svako referentno gorivo**

| Referentno gorivo | Najmanji $S_\lambda$ | Najveći $S_\lambda$ |
|---|---|---|
| $G_R$ ([1]) | 0,87 | 0,95 |
| $G_{20}$ | 0,97 | 1,03 |
| $G_{23}$ | 1,05 | 1,10 |
| $G_{25}$ | 1,12 | 1,20 |

([1]) Nije potrebno ispitivanje motora s mješavinom plina s metanskim brojem (MN) manjim od 70. Ako bi potrebni raspon $S_\lambda$ za $G_R$ rezultirao metanskim brojem manjim od 70, vrijednost $S_\lambda$ za $G_R$ moguće je prema potrebi prilagoditi dok vrijednost MN ne dostigne najmanje 70.

3.2.2.3. Izvješće o ispitivanju motora za svako ispitivanje uključuje sljedeće:

(a) mješavine plin(ov)a odabrane s popisa u točki 3.2.2.1,

(b) vrijednost $S_\lambda$ dobivene mješavine goriva,

(c) metanski broj (MN) dobivene mješavine goriva.

3.2.2.4. Zahtjevi iz dodataka 1. i 2. moraju se ispuniti u odnosu na određivanje svojstava plina iz plinovoda i drugih plinova u mješavini, određivanje vrijednosti $S_\lambda$ i MN za dobivenu mješavinu plinova te verifikaciju je li smjesa bila jednaka tijekom ispitivanja.

3.2.2.5. Ako jedan ili više izvora plina (plin iz plinovoda ili smjesa plin(ov)a) sadržava $CO_2$ u većoj količini od de-minimus, izračun specifičnih emisija $CO_2$ iz Priloga VII. korigira se u skladu s Dodatkom 3.

▼B

*Dodatak 1.*

**Dodatni zahtjevi za provedbu ispitivanja emisija upotrebom plinovitog referentnog goriva koje se sastoji od plina iz plinovoda s dodatkom ostalih plinova**

1. **Način analize plina i mjerenja protoka plina**

1.1. U svrhu ovog Dodatka sastav plina određuje se prema potrebi na temelju analize plina upotrebom plinske kromatografije u skladu s normom EN ISO 6974 ili druge tehnike kojom se postiže najmanje slična razina točnosti i ponovljivosti.

1.2. U svrhu ovog Dodatka potrebna mjerenja protoka plina izvode se upotrebom mjerača masenog protoka.

2. **Analiza i brzina protoka dolaznog plina iz komunalne mreže**

2.1. Sastav plina iz komunalne mreže analizira se prije sustava za miješanje dodataka.

2.2. Mjeri se brzina protoka plina iz komunalne mreže koji ulazi u sustav za miješanje dodataka.

3. **Analiza i brzina protoka dodatka**

3.1. Kada je za dodatak dostupan primjenjiv certifikat o analizi (na primjer koji izdaje dobavljač plina), može se upotrijebiti kao izvor za sastav tog dodatka. U tom je slučaju analiza sastava tog dodatka na lokaciji dopuštena, ali nije neophodna.

3.2. Ako za dodatak nije dostupan primjenjiv certifikat o analizi, analizira se sastav predmetnog dodatka.

3.3. Mjeri se brzina protoka svakog dodatka koji se dodaje sustavu za miješanje dodataka.

4. **Analiza mješavine plina**

4.1. Analiza sastava plina dodanog u motor nakon napuštanja sustava za miješanje dodataka dopušta se kao dopuna ili kao alternativa analizi potrebnoj u skladu s točkama 2.1. i 3.1., ali ne zahtijeva se.

5. **Izračun $S_\lambda$ i MN mješavine plina**

5.1. Rezultati analize plina u skladu s točkom 2.1., 3.1. ili 3.2. te, gdje je primjenjivo, točkom 4.1., u kombinaciji s brzinom protoka mase plina izmjerenom u skladu s točkama 2.2. i 3.3., upotrebljavaju se za izračun metanskog broja u skladu s normom EN16726:2015. Isti skup podataka upotrebljava se za izračun $S_\lambda$ u skladu s postupkom iz Dodatka 2.

6. **Kontrola i verifikacija mješavine plina tijekom ispitivanja**

6.1. Kontrola i verifikacija mješavine plina tijekom ispitivanja izvodi se primjenom sustava kontrole s otvorenom ili zatvorenom petljom.

6.2. Sustav kontrole mješavine s otvorenom petljom

6.2.1. U ovom slučaju analiza plina, mjerenja protoka i izračuni utvrđeni u točkama 1., 2., 3. i 4. izvode se prije ispitivanja emisija.

6.2.2. Određuje se omjer plina iz komunalne mreže i dodat(a)ka kako bi se osiguralo da je $S_\lambda$ unutar dopuštenog raspona za predmetno referentno gorivo iz tablice 9.1.

▼B

6.2.3. Nakon određivanja predmetnih omjera, ti se omjeri moraju održavati tijekom ispitivanja emisija. Dopuštene su prilagodbe pojedinih brzina protoka kako bi se održali ti omjeri.

6.2.4. Nakon dovršetka ispitivanja emisija ponavlja se analiza sastava plina, mjerenja protoka i izračuni utvrđeni u točkama 2., 3., 4. i 5. Kako bi se ispitivanje smatralo valjanim, vrijednost $S_\lambda$ mora ostati unutar određenog raspona za predmetno referentno gorivo iz tablice 9.1.

6.3. Sustav kontrole mješavine sa zatvorenom petljom

6.3.1. U ovom slučaju analiza sastava plina, mjerenja protoka i izračuni utvrđeni u točkama 2., 3., 4. i 5. izvode se u intervalima prije ispitivanja emisija. Intervali se odabiru uzimajući u obzir sposobnost u pogledu učestalosti mjerenja plinskog kromatografa i odgovarajućeg sustava za izračunavanje.

6.3.2. Rezultati periodičnih mjerenja i izračuna upotrebljavaju se za prilagođavanje omjera plina iz komunalne mreže i dodataka kako bi se vrijednost $S_\lambda$ održala unutar raspona utvrđenog u tablici 9.1. za predmetno referentno gorivo. Učestalost prilagodbi ne smije premašivati učestalost mjerenja.

6.3.3. Kako bi se ispitivanje smatralo valjanim, vrijednost $S_\lambda$ mora u najmanje 90 % točaka mjerenja biti u rasponu utvrđenom u tablici 9.1. za predmetno referentno gorivo.

▼B

*Dodatak 2.*

**Izračunavanje faktora λ-pomaka ($S_\lambda$)**

1. **Izračun**

Faktor λ-pomaka ($S_\lambda$) ([1]) izračunava se pomoću jednadžbe (9-1):

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert\%}}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} \quad (9\text{-}1)$$

pri čemu je:

$S_\lambda$ = faktor λ-pomaka;

inertni % = volumni % inertnih plinova u gorivu (tj. $N_2$, $CO_2$, He itd.);

$O^*_2$ = volumni % izvornog kisika u gorivu,

n i m = odnose se na prosječni udio $C_nH_m$ koji predstavlja ugljikovodike u gorivu, tj.:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + 3 \times \left[\frac{C_3\%}{100} + 4 \times \left[\frac{C_4\%}{100} + 5 \times \left[\frac{C_5\%}{100} + ..\right]\right]\right]}{\frac{1-\text{diluent\%}}{100}} \quad (9\text{-}2)$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100} + \ldots 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100} + ..\right]\right]}{\frac{1-\text{diluent\%}}{100}} \quad (9\text{-}3)$$

pri čemu je:

$CH_4$ = volumni % metana u gorivu,

$C_2$ = volumni % svih $C_2$ ugljikovodika (npr.: $C_2H_6$, $C_2H_4$, itd.) u gorivu,

$C_3$ = volumni % svih $C_3$ ugljikovodika (npr.: $C_3H_8$, $C_3H_6$, itd.) u gorivu,

$C_4$ = volumni % svih $C_4$ ugljikovodika (npr.: $C_4H_{10}$, $C_4H_8$, itd.) u gorivu,

$C_5$ = volumni % svih $C_5$ ugljikovodika (npr.: $C_5H_{12}$, $C_5H_{10}$, itd.) u gorivu,

razrjeđivač = volumni % plinova za razrjeđivanje u gorivu (tj.: $O_2$*, $N_2$, $CO_2$, He, itd.).

2. **Primjeri izračunavanja faktora λ-pomaka $S_\lambda$:**

Primjer 1.: $G_{25}$: $CH_4$ = 86 %, $N_2$ = 14 % (volumena)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1-\text{diluent\%}}{100}} = \frac{1 \times 0{,}86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0{,}86}{0{,}86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + ..}{\frac{1-\text{diluent\%}}{100}} = \frac{4 \times 0{,}86}{0{,}86} = 4$$

([1]) Stehiometrijski omjer zraka i goriva kod automobilskih goriva – SAE J1829, lipanj 1987. John B. Heywood, Internal combustion engine fundamentals, McGraw-Hill, 1988. poglavlje 3.4. „Combustion stoichiometry" (str. 68. – 72.).

▼B

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{inert\%}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{14}{100}\right) \times \left(1 + \frac{4}{4}\right)} = 1{,}16$$

Primjer 2.: $G_R$: $CH_4$ = 87 %, $C_2H_6$ = 13 % (volumena)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - diluent\%}{100}} = \frac{1 \times 0{,}87 + 2 \times 0{,}13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1{,}13}{} = 1{,}13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - diluent\%}{100}} = \frac{4 \times 0{,}87 + 6 \times 0{,}13}{1} = 4{,}26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{inert\%}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1{,}13 + \frac{4{,}26}{4}\right)} = 0{,}911$$

Primjer 3.: SAD: $CH_4$ = 89 %, $C_2H_6$ = 4,5 %, $C_3H_8$ = 2,3 %, $C_6H_{14}$ = 0,2 %, $O_2$ = 0,6 %, $N_2$ = 4 %

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100}\right] + ..}{\frac{1 - diluent\%}{100}} = \frac{1 \times 0{,}89 + 2 \times 0{,}045 + 3 \times 0{,}023 + 4 \times 0{,}002}{1 - \frac{0{,}64 + 4}{100}} = 1{,}11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100}\right] + 2 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100}\right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100}\right] + .. + 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100}\right]}{\frac{1 - diluent\%}{100}} = \frac{4 \times 0{,}89 + 4 \times 0{,}045 + 8 \times 0{,}023 + 14 \times 0{,}002}{1 - \frac{0{,}6 + 4}{100}} = 4{,}24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{inert\%}{100}\right)\left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100}\right) \times \left(1{,}11 + \frac{4{,}24}{4}\right) - \frac{0{,}6}{100}} = 0{,}96$$

Kao alternativa prethodnoj jednadžbi, $S_\lambda$ se može izračunati na temelju omjera stehiometrijske potrebe čistog metana za zrakom i stehiometrijske potrebe za zrakom mješavine goriva koja dolazi u motor, kako je navedeno u nastavku.

Lambda-faktor pomaka ($S_\lambda$) izražava potrebu za kisikom bilo koje mješavine goriva u odnosu na potrebu za kisikom čistog metana. Potreba za kisikom znači količina kisika potrebna da oksidira metan u stehiometrijskom odnosu reagenasa do produkata potpunog izgaranja (tj. ugljikov dioksid i voda).

Za izgaranje čistog metana reakcija je sljedeća (9-4):

$$1 \cdot CH_4 + 2 \cdot O_2 \rightarrow 1 \cdot CO_2 + 2 \cdot H_2O \qquad (9\text{-}4)$$

U ovom slučaju omjer molekula u stehiometrijskom odnosu reagenasa iznosi 2:

$$\frac{n_{O_2}}{n_{CH_4}} = 2$$

pri čemu je:

$n_{O2}$ = broj molekula kisika

$n_{CH4}$ = broj molekula metana

▼B

Potreba čistog metana za kisikom stoga je:

$n_{O2}$ = 2 · $n_{CH4}$ s referentnom vrijednošću [$n_{CH4}$] = 1 kmol

▼M2

Vrijednost $S_\lambda$ moguće je utvrditi na temelju omjera stehiometrijskog odnosa kisika i metana i stehiometrijskog odnosa kisika i mješavine goriva koji dolaze u motor, kako je navedeno u jednadžbi (9-5):

▼B

$$S_\lambda = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{n_{CH4}}\right)}{\left(\frac{n_{O2}}{n_{blend}}\right)} = \frac{2}{(n_{O2})_{\text{blend}}} \quad (9\text{-}5)$$

pri čemu je:

$n_{blend}$ = broj molekula u mješavini goriva

$(n_{O2})_{blend}$ = odnos molekula u stehiometrijskom sastavu kisika i mješavine goriva koji dolaze u motor

Zrak sadržava 21 % kisika, stoga se stehiometrijska potreba za zrakom $L_{st}$ bilo kojeg goriva izračunava pomoću jednadžbe (9-6):

$$L_{st,fuel} = \frac{n_{O2,fuel}}{0{,}21} \quad (9\text{-}6)$$

pri čemu je:

$L_{st,fuel}$ = stehiometrijska potreba goriva za zrakom

$n_{O2fuel}$ = stehiometrijska potreba goriva za kisikom

Posljedično, vrijednost $S_\lambda$ jednako se tako može odrediti na temelju omjera stehiometrijskog odnosa zraka i metana i stehiometrijskog odnosa zraka i mješavine goriva u motoru, tj. omjera stehiometrijske potrebe metana za zrakom i stehiometrijske potrebe za zrakom mješavine goriva koja dolazi u motor, kako je navedeno u jednadžbi (9-7):

$$S_\lambda = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{n_{CH4}}\right)/0{,}21}{\left(\frac{n_{O2}}{n_{blend}}\right)/0{,}21} = \frac{\left(\frac{n_{O2}}{0{,}21}\right)_{CH_4}}{\left(\frac{n_{O2}}{0{,}21}\right)_{blend}} = \frac{L_{st,CH_4}}{L_{st,blend}} \quad (9\text{-}7)$$

Stoga se bilo koji izračun u kojem se navodi stehiometrijska potreba za zrakom može upotrijebiti za izražavanje faktora lambda-pomaka.

▼B

*Dodatak 3.*

**Korekcija za udio $CO_2$ u ispušnom plinu koji potječe od $CO_2$ otopljenog u plinovitom gorivu**

1. **Trenutačna brzina masenog protoka $CO_2$ u toku plinovitog goriva**

1.1. Sastav plina i tok plina određuju se u skladu sa zahtjevima iz odjeljaka 1. do 4. Dodatka 1.

1.2. Trenutačna brzina masenog protoka $CO_2$ u toku plinovitog goriva kojim se motor opskrbljuje izračunava se u skladu s jednadžbom (9-8).

$$\dot{m}_{CO2i} = (M_{CO2}/M_{stream}) \cdot x_{CO2i} \cdot \dot{m}_{streami} \quad (9\text{-}8)$$

pri čemu je:

$\dot{m}_{CO2i}$ = trenutačna brzina masenog protoka $CO_2$ u toku plinovitog goriva [g/s]

$\dot{m}_{streami,}$ = trenutačna brzina masenog protoka toka plina [g/s]

$x_{CO2i}$ = molarni udio $CO_2$ u toku plina [-]

$M_{CO2}$ = molarna masa $CO_2$ [g/mol]

$M_{stream}$ = molarna masa toka plina [g/mol]

$M_{stream}$ izračunava se na temelju svih izmjerenih sastojaka (1., 2., …, n) u skladu s jednadžbom (9-9).

$$M_{stream} = x_1 \cdot M_1 + x_2 \cdot M_2 + \ldots + x_n \cdot M_n \quad (9\text{-}9)$$

pri čemu je:

$X_{1,\ 2,\ \ldots n}$ = molarni udio svakog izmjerenog sastojka u toku plina ($CH_4$, $CO_2$, …) [-]

$M_{1,\ 2,\ \ldots n}$ = molarna masa svakog izmjerenog sastojka u toku plina [g/mol]

1.3. Kako bi se odredila ukupna brzina masenog protoka $CO_2$ u plinovitom gorivu koje ulazi u motor, izračun prema jednadžbi (9-8) izvodi se za svaki pojedinačni tok plina koji sadržava $CO_2$ koji ulazi u sustav za miješanje plina i za svaki pridruženi tok plina ili se izvodi za smjesu plina koji odlazi iz sustava za miješanje i ulazi u motor u skladu s jednadžbom (9-10):

$$\dot{m}_{CO2i,\ fuel} = \dot{m}_{CO2i,\ a} + \dot{m}_{CO2i,\ b} + \ldots + \dot{m}_{CO2i,\ n} \quad (9\text{-}10)$$

pri čemu je:

$\dot{m}_{CO2i,\ fuel}$ = trenutačni kombinirani maseni protok $CO_2$ koji potječe od $CO_2$ u plinovitom gorivu koje ulazi u motor [g/s]

$\dot{m}_{CO2i,\ a,\ b,\ \ldots,\ n}$ = trenutačni maseni protok $CO_2$ koji potječe od $CO_2$ u svakom pojediinačnom toku plina a, b, …, n [g/s]

▼B

2. **Izračun specifičnih emisija $CO_2$ za dinamičke (NRTC i LSI-NRTC) ispitne cikluse i RMC**

2.1. Ukupna masa $CO_2$ iz $CO_2$ u gorivu $m_{CO2,\ fuel}$ [g/test] za svako ispitivanje emisija izračunava se zbrajanjem trenutačne brzine masenog protoka $CO_2$ u plinovitom gorivu koje ulazi u motor$_{,\ fuel}$ [g/s] tijekom ciklusa ispitivanja u skladu s jednadžbom (9-11):

$$m_{\ CO2,fuel} = \frac{1}{f} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{m}_{CO2,fuel} \tag{9-11}$$

pri čemu je:

$f$ = brzina uzorkovanja podataka (Hz)

N = broj mjerenja [-]

2.2. Ukupna masa emisije $CO_2$ $m_{CO2}$ [g/test] koja se u jednadžbi (7-61), (7-63), (7-128) ili (7-130) Priloga VII. upotrebljava za izračun rezultata $e_{CO2}$ [g/kWh] specifičnih emisija u tim se jednadžbama zamjenjuje korigiranom vrijednošću $m_{CO2,\ corr}$ [g/test] dobivenom na temelju jednadžbe (9-12).

$$m_{CO2,\ corr} = m_{CO2} - m_{CO2,\ fuel} \tag{9-12}$$

3. **Izračun specifičnih emisija $CO_2$ za NRSC s diskretnim načinima rada**

3.1. Prosječni maseni protok emisija $CO_2$ iz $CO_2$ u gorivu po satu $q_{mCO2,\ fuel}$ ili$_{fuel}$ [g/h] izračunava se za svaki pojedinačni ispitni način rada iz mjerenja trenutačne brzine masenog protoka $CO_2$ $_{fuel}$ [g/s] iz jednadžbe (9-10) provedenih tijekom razdoblja uzorkovanja pojedinog ispitnog načina pomoću jednadžbe (9-13):

$$q_{\ mCO2,fuel} = \dot{m}_{CO2,fuel} = \frac{1}{3\ 600 \cdot N} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{m}_{CO2,fuel} \tag{9-13}$$

pri čemu je:

N = broj mjerenja provedenih tijekom ispitnog načina rada [–]

3.2. Prosječna brzina masenog protoka emisije $CO_2$ $q_{mCO2}$ ili $\dot{m}_{CO2}$ [g/h] za svaki pojedinačni ispitni način rada u jednadžbama (7-64) ili (7-131) Priloga VII. za svrhu izračuna rezultata $e_{CO2}$ [g/kWh] specifičnih emisija u tim se jednadžbama zamjenjuje korigiranom vrijednošću $q_{mCO2,\ corr}$ ili $\dot{m}_{CO2,\ corr}$ [g/h] za svaki pojedinačni ispitni način dobiven na temelju jednadžbe (9-14) ili (9-15).

$$q_{mCO2,\ corr} = q_{mCO2} - q_{mCO2,\ fuel} \tag{9-14}$$

$$\dot{m}_{CO2,\ corr} = \dot{m}_{CO2} - \dot{m}_{CO2,\ fuel} \tag{9-15}$$

▼B

*PRILOG X.*

**Detaljne tehničke specifikacije i uvjeti za isporuku motora odvojeno od njegova sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova**

1. Do odvojene isporuke kako je navedena u članku 34. stavku 3. Uredbe (EU) 2016/1628 dolazi kada su proizvođač i OEM koji ugrađuje motor zasebni pravni subjekti, a proizvođač motora taj motor isporučuje odvojeno i to s različite lokacije ili u različito vrijeme od sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova.

2. **U tom slučaju proizvođač:**

2.1. je u svakom trenutku odgovoran za stavljanje na tržište motora i osiguravanje da je motor u skladu s homologiranim tipom;

2.2. naručuje sve dijelove koji se zasebno otpremaju prije otpremanja motora OEM-u odvojeno od njegova sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova;

2.3. OEM-u dostavlja upute za ugradnju motora, uključujući sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova te identifikacijske oznake dijelova koji se otpremaju zasebno i sve podatke koji su potrebni za osiguravanje ispravnog rada motora sastavljenog u skladu s homologiranim tipom motora ili porodicom motora.

2.4. vodi evidenciju:

(1) o uputama danim OEM-u;

(2) o popisu svih dijelova koji su otpremljeni zasebno;

(3) o evidencijama koje je vratio OEM u kojima se potvrđuje da su dostavljeni motori usklađeni kao što je propisano u odjeljku 3.;

2.4.1. čuva tu evidenciju najmanje deset godina;

2.4.2. na zahtjev evidenciju čini dostupnom homologacijskom tijelu, Europskoj komisiji ili tijelima za nadzor tržišta.

2.5. osigurava da se osim propisanih oznaka koje se zahtijevaju člankom 32. Uredbe (EU) 2016/1628 na motoru bez sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova nalaze privremene oznake kako je navedeno u članku 33. stavku 1. te Uredbe i u skladu s odredbama o administrativnim zahtjevima iz Priloga III. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

2.6. osigurava da dijelovi koji se otpremaju zasebno od motora nose identifikacijsku oznaku (primjerice brojeve dijelova).

2.7. osigurava da prijelazni motor (uključujući i sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova) ima datum proizvodnje raniji od datuma propisanog za stavljanje na tržište motorâ navedenih u Prilogu III. Uredbi (EU) 2016/1628, kako je propisano u članku 3. stavku 7., članku 3. stavku 30. i članku 3. stavku 32. te Uredbe.

2.7.1. evidencija iz točke 2.4. mora uključivati dokaze da je sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova koji je dio prijelaznog motora proizveden prije navedenog datuma u slučaju da datum proizvodnje nije jasan iz oznake na sustavu za naknadnu obradu ispušnih plinova.

▼B

3. **OEM:**

3.1. potvrđuje proizvođaču da je motor usklađen s homologiranim tipom motora ili porodicom motora u skladu s dobivenim uputama te da su provedene sve potrebne provjere kako bi se osigurao ispravan rad sastavljenog motora u skladu s homologiranim tipom motora.

3.2. U slučaju kada proizvođač redovito opskrbljuje OEM-a motorima, potvrda propisana u točki 3.1. može se slati redovito u intervalima koji dogovore dvije strane, ali ne duljima od godine dana.

▼B

*PRILOG XI.*

**Detaljne tehničke specifikacije i uvjeti za privremeno stavljanje na tržište za potrebe terenskog ispitivanja**

Sljedeći uvjeti primjenjuju se u slučaju privremenog stavljanja motora na tržište za potrebe terenskog ispitivanja u skladu s člankom 34. stavkom 4. Uredbe (EU) 2016/1628:

1. Proizvođač mora ostati vlasnik motora do dovršetka postupka iz točke 5. Time se ne isključuje financijski dogovor s OEM-om ili krajnjim korisnicima koji sudjeluju u ispitnom postupku.

2. Prije stavljanja motora na tržište proizvođač obavještava homologacijsko tijelo države članice i u toj obavijesti navodi svoj naziv ili zaštitni znak, jedinstveni identifikacijski broj motora, datum proizvodnje motora, sve relevantne informacije o vrijednosti emisija motora i OEM-u ili krajnjim korisnicima koji sudjeluju u ispitnom postupku.

3. Motor se dostavlja zajedno s izjavom o sukladnosti proizvođača u skladu sa zahtjevima iz Priloga II. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656; na izjavi o sukladnosti navodi se, izričito, da je to motor za terenska ispitivanja privremeno stavljen na tržište u skladu s člankom 34. stavkom 4. Uredbe (EU) 2016/1628.

4. Motor mora imati propisane oznake određene u Prilogu III. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656;

5. Nakon završetka potrebnih ispitivanja i u svakom slučaju nakon 24 mjeseca od stavljanja motora na tržište proizvođač osigurava da je motor povučen iz uporabe u Europskoj uniji ili da je u skladu sa zahtjevima iz Uredbe (EU) 2016/1628. Proizvođač o tome obavješćuje homologacijsko tijelo.

6. Neovisno o točki 5., proizvođač može od tog homologacijskog tijela zatražiti produženje trajanja ispitivanja za 24 dodatna mjeseca, uz odgovarajuće obrazloženje zahtjeva za produženje.

6.1. Homologacijsko tijelo može dopustiti produženje ako se ono smatra opravdanim. U tom slučaju:

(1) proizvođač izdaje novu izjava o sukladnosti za dodatno razdoblje i

(2) odredbe iz točke 5. primjenjuju se do kraja odobrenog produženja ili u svakom slučaju 48 mjeseci nakon stavljanja motora na tržište.

▼B

*PRILOG XII.*

**Detaljne tehničke specifikacije i uvjeti za motore za posebne namjene**

Sljedeći uvjeti primjenjuju se u slučaju stavljanja na tržište motora koji su u skladu s graničnim vrijednostima emisija plinovitih i krutih onečišćujućih tvari za motore za posebne namjene iz Priloga VI. Uredbi (EU) 2016/1628:

1. Prije stavljanja na tržište motora proizvođač mora poduzeti razumne mjere opreza kako bi se osiguralo da će se motor ugraditi u necestovni pokretni stroj za posebnu namjenu koji će se koristiti isključivo u potencijalno eksplozivnim atmosferama u skladu s člankom 34. stavkom 5. te Uredbe, ili za spuštanje i dizanje brodica za spašavanje kojima upravlja nacionalna služba za spašavanje u skladu s člankom 34. stavkom 6. te Uredbe.

2. Za potrebe točke 1. pisana izjava OEM-a ili gospodarskog subjekta koji prima motor kojom se potvrđuje da će se taj motor ugraditi u necestovni pokretni stroj koji će se upotrebljavati isključivo za tu posebnu namjenu smatra se razumnom mjerom.

3. Proizvođač je obvezan:

   (1) čuvati pisanu izjavu iz točke 2. najmanje 10 godina i

   (2) na zahtjev je staviti na raspolaganje homologacijskom tijelu, Europskoj komisiji ili tijelima za nadzor tržišta.

4. Motor se dostavlja zajedno s izjavom o sukladnosti proizvođača u skladu sa zahtjevima iz Priloga II. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656; na izjavi o sukladnosti navodi se, izričito, da je to motor za posebne namjene stavljen na tržište u skladu s uvjetima iz članka 34. stavka 5. ili članka 34. stavka 6. Uredbe (EU) 2016/1628.

5. Motor mora imati propisane oznake određene u Prilogu III. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

▼B

*PRILOG XIII.*

**Prihvaćanje jednakovrijednih homologacija motora**

1. Za porodice motora ili motore kategorije NRE sljedeće homologacije tipa i, kada je primjenljivo, odgovarajuće propisane oznake priznaju se kao jednakovrijedne EU homologaciji tipa i propisanim oznakama u skladu s Uredbom (EU) 2016/1628:

▼M2

(1) dodijeljene EU homologacije tipa na temelju Uredbe (EZ) br. 595/2009 Europskog parlamenta i Vijeća ([1]) i njezinih provedbenih mjera, ako je tehnička služba potvrdila da je tip motora u skladu sa:

▼B

(a) zahtjevima iz Dodatka 2. Prilogu IV., ako je motor isključivo namijenjen uporabi umjesto motora stupnja V. kategorijâ IWP i IWA, u skladu s člankom 4. stavkom 1. točkom 1. podtočkom (b) Uredbe (EU) 2016/1628, ili

(b) ako motor nije obuhvaćen stavkom (a), zahtjevima iz Dodatka 1. Prilogu IV.

▼M3

(2) homologacije tipa u skladu s nizom izmjena 06 Pravilnika UNECE-a br. 49 ([2]), ako tehnička služba utvrdi da je tip motora u skladu sa:

(a) zahtjevima iz Dodatka 2. Prilogu IV., ako je motor isključivo namijenjen uporabi umjesto motora stupnja V. kategorijâ IWP i IWA, u skladu s člankom 4. stavkom 1. točkom 1. podtočkom (b) Uredbe (EU) 2016/1628, ili

(b) ako motor nije obuhvaćen stavkom (a), zahtjevima iz Dodatka 1. Prilogu IV.

i ako homologacijsko tijelo potvrdi da proizvođač ispunjava obveze utvrđene u članku 19. Uredbe (EU) 2016/1628.

(3) homologacije tipa u skladu s nizom izmjena 05 Pravilnika UNECE-a br. 96 ([3]) porodica motora ili tipova motora kategorije NRE, kako su utvrđeni u tablici I-1 Priloga I. Uredbi (EU) 2016/1628, ako homologacijsko tijelo potvrdi da proizvođač ispunjava obveze utvrđene u članku 19. Uredbe (EU) 2016/1628.

2. Za porodice motora ili tipove motora kategorije NRG, NRSh, NRS, SMB i ATS, homologacije u skladu s nizom izmjena 05 Pravilnika UNECE-a br. 96, motora koji odgovaraju kategorijama motora iz tablica I-2, I-3 i I-4 te

([1]) Uredba (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 o pristupu informacijama za popravak i održavanje vozila i izmjenama Uredbe (EZ) br. 715/2007 i Direktive 2007/46/EZ i stavljanju izvan snage direktiva 80/1269/EEZ, 2005/55/EZ i 2005/78/EZ (SL L 188, 18.7.2009., str. 1.).

([2]) Pravilnik br. 49 Gospodarske komisije Ujedinjenih naroda za Europu (UNECE) – Jedinstvene odredbe o mjerama koje treba poduzeti za smanjenje emisija plinovitih i krutih onečišćujućih tvari iz motora s kompresijskim paljenjem i iz motora s vanjskim izvorom paljenjem namijenjenih za upotrebu u vozilima (SL L 171, 24.6.2013., str. 1.).

([3]) Pravilnik br. 96 Gospodarske komisije Ujedinjenih naroda za Europu (UNECE) – Ujednačene odredbe u vezi s homologacijom motora koji se ugrađuju u poljoprivredne i šumarske traktore te u necestovne pokretne strojeve, s obzirom na emisije onečišćivača iz motora (SL L 107, 17.4.2019., str. 1.).

▼M3

tablica I-9 i I-10 iz Priloga I. Uredbi (EU) 2016/1628 i, ako je primjenjivo, odgovarajuće propisane oznake, priznaju se kao jednakovrijedne EU homologacijama tipa dodijeljenima u skladu s Uredbom (EU) 2016/1628, i propisanim oznakama u skladu s tom uredbom, ako homologacijsko tijelo potvrdi da proizvođač ispunjava obveze utvrđene u članku 19. Uredbe (EU) 2016/1628.

3. Za motore s posebnom namjenom (SPE) iz područja primjene članka 34. stavaka 5. i 6. Uredbe (EU) 2016/1628, kategorije NRE referentne snage od najmanje 19 kW i najviše 560 kW, homologacije tipa stupnja IIIA sukladne sa serijama izmjena 02 ([1]), 03 ([2]) ili 04 ([3]) Pravilnika UNECE-a br. 96 obitelji motora ili tipova motora kategorije NRE, kako su navedeni u tablici VI-1 priloga VI. Uredbi (EU) 2016/1628 i, ako je primjenjivo, odgovarajuće propisane oznake, priznaju se kao jednakovrijedne EU homologacijama tipa dodijeljenima u skladu s tom uredbom i propisanim oznakama koje se zahtijevaju u skladu s tom uredbom.

3.1. Dodatni zahtjevi:

Motori koji se temelje na homologaciji tipa koja je prihvaćena kao jednakovrijedna EU homologaciji tipa u skladu s točkom 3. moraju ispunjavati zahtjeve iz Priloga XII. Delegiranoj uredbi (EU) 2017/654.

4. Za sljedeće stupnjeve emisija homologacije na temelju Pravilnika UNECE-a porodica motora ili tipova motora iz kategorija koje su navedene u nastavku i, ako je primjenjivo, pripadajuće propisane oznake, smatraju se jednakovrijednima s EU homologacijama tipa dodijeljenima na temelju Direktive 97/68/EZ i propisanim oznakama koje se zahtijevaju u skladu s tom direktivom, u skladu s prijelaznim odredbama iz članka 58. Uredbe (EU) 2016/1628.

(1) Stupanj IV.: homologacije motora iz kategorija Q i R iz članka 9. Direktive 97/68/EZ u skladu s nizom izmjena 04 Pravilnika UNECE-a br. 96;

(2) Stupanj III.B.: homologacije motora iz kategorija L, M, N i P iz članka 9. Direktive 97/68/EZ u skladu s nizom izmjena 03 ili 04 Pravilnika UNECE-a br. 96;

(3) Stupanj III.A.: homologacije motora iz kategorija H, I, J i K iz članka 9. Direktive 97/68/EZ u skladu s nizom izmjena 02, 03 ili 04 Pravilnika UNECE-a br. 96;

(4) Stupanj II.: homologacije motora iz kategorija D, E, F i G iz članka 9. Direktive 97/68/EZ u skladu s nizom izmjena 01 ([4]), 02, 03 ili 04 Pravilnika UNECE-a br. 96;

(5) Stupanj I.: homologacije motora iz kategorija A, B i C iz članka 9. Direktive 97/68/EZ u skladu s nizom izmjena 00 ([5]) Pravilnika UNECE-a br. 96.

4.1. Dodatni zahtjevi

Motori koji se temelje na homologaciji tipa koja je prihvaćena kao jednakovrijedna EU homologaciji tipa u skladu s točkom 4. dostavljaju se zajedno s izjavom o sukladnosti i dodatnim informacijama u propisanoj oznaci u skladu s člankom 31. i člankom 32. stavkom 2. Uredbe (EU) 2016/1628 te prilozima II. i II. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656.

([1]) Niz izmjena 02 nije objavljen u SL-u.
([2]) Niz izmjena 03 nije objavljen u SL-u.
([3]) Pravilnik br. 96 Gospodarske komisije Ujedinjenih naroda za Europu (UNECE) – Ujednačene odredbe u vezi s homologacijom motora s kompresijskim paljenjem (C.I.) koji se ugrađuju u poljoprivredne i šumarske traktore te u necestovne pokretne strojeve, s obzirom na emisije onečišćivača iz motora (SL L 88, 22.3.2014., str. 1.).
([4]) Niz izmjena 01 nije objavljen u SL-u.
([5]) Niz izmjena 00 nije objavljen u SL-u.

▼B

*PRILOG XIV.*

**Pojedinosti relevantnih informacija i uputa za OEM-ove**

1. U skladu s člankom 43. stavkom 2. Uredbe (EU) 2016/1628, proizvođač stavlja na raspolaganje OEM-ovima sve relevantne informacije i upute potrebne kako bi se osiguralo da je motor usklađen s homologiranim tipom motora kada je ugrađen u necestovni pokretni stroj. Upute se u tu svrhu moraju jasno označiti OEM-u.

2. Upute se mogu osigurati u papirnatom ili u uobičajenom elektroničkom obliku.

3. U slučaju kada se OEM-u dostavlja više motora za koje su potrebne iste upute, potrebno je dostaviti samo jedan primjerak uputa.

4. Informacije i upute OEM-u moraju uključivati barem:

(1) upute za ugradnju kako bi se postigle vrijednosti emisija za taj tip motora, uključujući sustav za kontrolu emisija, koje se moraju poštovati kako bi se osigurao ispravan rad sustava za kontrolu emisija;

(2) opis svih posebnih uvjeta ili ograničenja koji se odnose na ugradnju ili upotrebu motora kao što je naznačeno u certifikatu o EU homologaciji tipa kako je utvrđen u Prilogu IV. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656;

(3) izjavu u kojoj se navodi da se pri ugradnji motora taj motor neće permanentno ograničiti da isključivo radi u rasponu snage koji odgovara (pod)kategoriji za koju su granične vrijednosti emisija plinovitih i krutih onečišćujućih tvari strože nego za (pod)kategoriju kojoj taj motor pripada;

(4) za porodice motora na koje se primjenjuje Prilog V., gornje i donje granične vrijednosti primjenjivog područja kontrole i izjavu u kojoj se navodi da se pri ugradnji motora taj motor ne smije ograničiti da isključivo radi na brzini i točkama opterećenja izvan kontrolnog područja za krivulju zakretnog momenta koja odgovara tom motoru.

(5) ako je primjenjivo, konstrukcijske zahtjeve za sastavne dijelove koje je dostavio OEM koji nisu dio motora, ali su potrebni kako bi se osiguralo da je, kad je ugrađen, motor u skladu s homologiranim tipom motora;

(6) ako je primjenjivo, zahtjeve za konstrukciju spremnika za pohranu reagensa, uključujući zaštitu od smrzavanja, nadzor razine reagensa i sredstva za uzimanje uzoraka reagensa.

(7) ako je primjenjivo, podatke o mogućoj ugradnji negrijanog sustava reagensa;

(8) ako je primjenjivo, izjavu u kojoj se navodi da je motor namijenjen isključivo za ugradnju u strojeve za čišćenje snijega;

(9) ako je primjenjivo, oznaku u kojoj se navodi da OEM osigurava sustav za upozoravanje u skladu s Dodacima 1. do 4. Prilogu IV.;

(10) ako je primjenjivo, podatke o sučelju između motora i necestovnog pokretnog stroja za sustav upozoravanja rukovatelja iz točke 9.;

▼B

(11) ako je primjenjivo, podatke o sučelju između motora i necestovnog pokretnog stroja za sustav prinude rukovatelja iz odjeljka 5. Dodatka 1. Prilogu IV.;

(12) ako je primjenjivo, informacije o načinima privremenog onemogućavanja prinude rukovatelja kako je određeno u točki 5.2.1. Dodatka 1. Prilogu IV.;

(13) ako je primjenjivo, informacije o funkciji isključivanja prinude kako je određeno u točki 5.5. Dodatka 1. Prilogu IV.;

(14) u slučaju motora s dvojnim gorivom:

(a) izjavu u kojoj se navodi da OEM osigurava pokazivač načina rada na dvojno gorivo kako je opisan u točki 4.3.1. Priloga VIII.,

(b) izjavu u kojoj se navodi da OEM osigurava sustav upozorenja na način rada na dvojno gorivo kako je opisan u točki 4.3.2. Priloga VIII.,

(c) podatke o sučelju između motora i necestovnog pokretnog stroja za sustav indikatora i upozoravanja rukovatelja iz stavka 14. točaka (a) i (b);

(15) U slučaju motora promjenjive brzine vrtnje kategorije IWP koji je homologiran za uporabu za jednu ili više namjena na unutarnjim plovnim putovima kako je izneseno u točki 1.1.1.2. Priloga IX. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656, podatke o svakoj (pod)kategoriji i načinu rada (brzini rada) za koju je motor homologiran i na koje može biti podešen kada je ugrađen;

(16) U slučaju motora stalne brzine sa sposobnošću alternativnih brzina kako je opisan u odjeljku 1.1.2.3. Priloga IX. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656:

(a) izjavu u kojoj se navodi da se ugradnjom motora osigurava:

i. da se motor zaustavlja prije postavljanja regulatora stalne brzine na alternativnu brzinu i

ii. da se regulator stalne brzine postavlja samo na one alternativne brzine koje dopušta proizvođač motora;

(b) podatke o svakoj (pod)kategoriji i načinu rada (brzini) za koju je motor homologiran i na koju se može podesiti kada je ugrađen;

(17) Ako motor ima mogućnost praznog hoda za pokretanje i gašenje, kako je dopušteno člankom 3. stavkom 18. Uredbe (EU) 2016/1628, izjavu u kojoj se navodi da se ugradnjom motora osigurava da se funkcija stalne brzine na regulatoru uključuje prije povećavanja opterećenja motora s postavke „bez opterećenja”.

5. U skladu s člankom 43. stavkom 3. Uredbe (EU) 2016/1628, proizvođač stavlja na raspolaganje OEM-ovima sve informacije i potrebne upute koje OEM mora osigurati krajnjim korisnicima u skladu s Prilogom XV.

▼B

6. U skladu s člankom 43. stavkom 4. Uredbe (EU) 2016/1628, proizvođač stavlja na raspolaganje proizvođaču originalne opreme podatke o vrijednostima emisija ugljikova dioksida (CO2) u g/kWh koji su utvrđeni tijekom postupka EU homologacije tipa i zabilježeni u certifikatu o EU homologaciji tipa. OEM tu vrijednost stavlja na raspolaganje krajnjim korisnicima zajedno sa sljedećom izjavom:„*Ova izmjerena vrijednost $CO_2$ rezultat je ispitivanja tijekom određenog ispitnog ciklusa u laboratorijskim uvjetima te ne podrazumijeva nikakvo implicitno ili izričito jamstvo o sposobnosti određenog motora.*”

▼B

*PRILOG XV.*

**Pojedinosti relevantnih informacija i uputa za krajnje korisnike**

1. OEM osigurava krajnjim korisnicima sve informacije i potrebne upute za pravilan rad motora kako bi održali emisije plinovitih i krutih tvari iz motora unutar graničnih vrijednosti za homologirani tip ili porodicu motora. Upute za tu svrhu moraju se jasno označiti za krajnjeg korisnika.

2. Upute krajnjem korisniku moraju biti:

2.1. napisane jasnim netehničkim jezikom uz upotrebu istih izraza kao u uputama za krajnje korisnike necestovnih pokretnih strojeva;

2.2. stavljene na raspolaganje u papirnatom ili u uobičajenom elektroničkom obliku.

2.3. dio uputa za krajnje korisnike necestovnih pokretnih strojeva ili kao zasebni dokument;

2.3.1. kada se dostavljaju kao zaseban dokument u odnosu na upute za krajnje korisnike necestovnih pokretnih strojeva, dostavljaju se u istom obliku;

3. Informacije i upute krajnjim korisnicima moraju uključivati barem:

(1) opis svih posebnih uvjeta ili ograničenja koji se odnose na upotrebu motora kao što je naznačeno u certifikatu o EU homologaciji tipa kako je utvrđen u Prilogu IV. Provedbenoj uredbi (EU) 2017/656;

(2) izjavu u kojoj se navodi da se motorom, uključujući pripadajući sustav za kontrolu emisija, mora rukovati, upotrebljavati ga i održavati u skladu s uputama stavljenima na raspolaganje krajnjim korisnicima kako bi se održale vrijednosti emisija za taj tip motora u skladu s primjenjivim zahtjevima za kategoriju motora kojoj taj motor pripada;

(3) izjavu u kojoj se navodi da je zabranjeno neovlašteno manipuliranje ili zlouporaba sustava za kontrolu emisija motora, posebno u smislu deaktivacije ili neodržavanja sustava za povrat ispušnih plinova (EGR) ili sustava za doziranje reagensa.

(4) izjavu u kojoj se navodi da je potrebno brzo djelovati kako bi se ispravio neispravan rad, uporaba ili održavanje sustava za kontrolu emisija u skladu s korektivnim mjerama naznačenima u upozorenjima u točkama 5. i 6.

(5) detaljna objašnjenja mogućih neispravnosti sustava za kontrolu emisija prouzročenih neispravnim radom, uporabom ili održavanjem ugrađenog motora, uz pripadajuće signale upozorenja i odgovarajuće korektivne mjere;

(6) detaljna objašnjenja moguće nepravilne uporabe necestovnih pokretnih strojeva koja bi prouzročila neispravnosti u sustavu za kontrolu emisija motora, uz pripadajuće signale upozorenja i odgovarajuće korektivne mjere;

(7) ako je primjenjivo, podatke o mogućoj uporabi negrijanog spremnika reagensa i sustava za njihovo doziranje;

▼B

(8) ako je primjenjivo, izjavu u kojoj se navodi da je motor namijenjen isključivo za upotrebu u strojevima za čišćenje snijega;

(9) za necestovne pokretne strojeve sa sustavom upozoravanja rukovatelja, kako je utvrđeno u odjeljku 4. Dodatka 1. Prilogu IV. (kategorija: NRE, NRG, IWP, IWA ili RLR) i/ili odjeljku 4. Dodatka 4. Prilogu IV. (kategorija: NRE, NRG, IWP, IWA ili RLR) ili odjeljku 3. Dodatka 3. Prilogu IV. (kategorija RLL), izjavu u kojoj se navodi da će sustav za upozoravanje signalizirati rukovatelju u slučaju da sustav za kontrolu emisija ne radi ispravno;

(10) za necestovne pokretne strojeve sa sustavom za prinudu kako je definiran u odjeljku 5. Dodatka 1. Prilogu IV. (kategorija NRE, NRG), izjavu u kojoj se navodi da će zanemarivanje signala za upozoravanje rukovatelja dovesti do aktiviranja sustava za prinudu rukovatelja, što će za rezultat imati praktično onemogućavanje rada necestovnog pokretnog stroja;

(11) za necestovne pokretne strojeve koji imaju funkciju isključivanja prinude u svrhu vraćanja pune snage motora kako je određeno u točki 5.5. Dodatka 1. Prilogu IV., podatke o radu te funkcije;

(12) kada je primjenjivo, objašnjenja kako radi sustav za upozoravanje i prinudu rukovatelja naznačen u točkama 9., 10. i 11., uključujući posljedice, u pogledu radnih sposobnosti i bilježenja kvarova, zanemarivanja sustava za upozoravanje, nedopunjavanja reagensa ako se reagens primjenjuje, ili neotklanjanja problema.

(13) ako ugrađeni računalni sustav bilježi podatke o nedovoljnom doziranju reagenasa ili nedovoljnoj kvaliteti reagenasa u skladu s točkom 4.1. Dodatka 2. Prilogu IV. (kategorija: IWP, IWA, RLR), izjavu u kojoj se navodi da će nacionalna inspekcijska tijela moći očitati te podatke uređajem za skeniranje;

(14) za necestovne pokretne strojeve na kojima se može blokirati sustav za prinudu rukovatelja kako je definirano u točki 5.2.1. Dodatka 1. Prilogu IV., informacije o radu te funkcije i izjavu u kojoj se navodi da se ta funkcija aktivira samo u slučaju opasnosti, da se svaka aktivacija bilježi u ugrađenom računalnom sustavu i da će nacionalna inspekcijska tijela moći očitati te podatke uređajem za skeniranje;

(15) podatke o specifikaciji(specifikacijama) goriva potrebnog za održavanje učinkovitosti sustava za kontrolu emisija u skladu sa zahtjevima Priloga I., a dosljedno specifikacijama navedenima u homologaciji tipa motora uključujući, gdje je primjenjivo, upućivanje na odgovarajući standard EU-a ili međunarodni standard, a posebno:

▼M2

(a) ako motor treba raditi unutar Unije na dizel ili plinsko ulje koje nije predviđeno za uporabu u cestovnom prometu, u uputama je potrebno navesti da se upotrebljava gorivo s udjelom sumpora koji ne prelazi 10 mg/kg (20 mg/kg na mjestu konačne distribucije), s cetanskim brojem koji nije manji od 45 i udjelom FAME-a koji ne prelazi 8 % vol.

▼B

(b) ako su druga goriva, mješavine goriva ili emulzije goriva kompatibilna za uporabu u tom motoru, u skladu s izjavom proizvođača i navedena u certifikatu o EU homologaciji, ta se goriva navode;

▼B

(16) podatke o specifikacijama ulja za podmazivanje potrebnog za održavanje učinkovitosti sustava za kontrolu emisija;

(17) ako je za sustav za kontrolu emisija potreban reagens, karakteristike tog reagensa, uključujući vrstu reagensa, informacije o koncentraciji kada je reagens u mješavini, uvjete radne temperature i reference na međunarodne standarde za sastav i kvalitetu, u skladu sa specifikacijama navedenima u EU homologaciji tipa motora;

(18) ako je primjenjivo, upute u kojima se navodi kako rukovatelj ponovno puni potrošne reagense između uobičajenih intervala održavanja. U tim se uputama mora navesti kako bi rukovatelj trebao dopunjavati spremnik za pohranu reagensa te očekivanu učestalost ponovnog punjenja, ovisno o uporabi necestovnih pokretnih strojeva.

(19) izjavu u kojoj se navodi da je, kako bi se održavao učinak motora u pogledu emisija, neophodno upotrebljavati i dopunjavati reagens u skladu sa specifikacijama iz točaka (17) i (18).

(20) raspored potrebnog održavanja povezanog s emisijama uključujući sve predviđene zamjene ključnih sastavnih dijelova povezanih s emisijama

(21) kad je riječ o motorima s dvojnim gorivom:

(a) ako je primjenjivo, informacije o indikatorima dvojnog goriva navedene u odjeljku 4.3. Priloga VIII.,

(b) ako za motor s dvojnim gorivom postoje ograničenja operabilnosti u servisnom načinu rada kako je određeno u točki 4.2.2.1. Priloga VIII. (isključujući kategorije: IWP, IWA, RLL i RLR), izjavu u kojoj se navodi da će aktivacija servisnog načina rada za rezultat imati praktično onemogućavanje rada necestovnog pokretnog stroja,

(c) ako je dostupna funkcija isključivanja prinude u svrhu vraćanja pune snage motora, potrebno je priložiti informacije o radu te funkcije,

(d) ako motor s dvojnim gorivom radi u servisnom načinu rada u skladu s točkom 4.2.2.2. Priloga VIII. (kategorije: IWP, IWA, RLL i RLR), izjavu u kojoj se navodi da će se aktivacija servisnog načina rada zabilježiti u ugrađenom računalnom sustavu te da nacionalna inspekcijska tijela mogu očitati te zapise upotrebom alata za skeniranje.

4. U skladu s člankom 43. stavkom 4. Uredbe (EU) 2016/1628, OEM stavlja na raspolaganje krajnjem korisniku podatke o vrijednostima emisija ugljikova dioksida (CO2) u g/kWh koji su utvrđeni tijekom postupka EU homologacije tipa i zabilježeni u certifikatu o EU homologaciji tipa, zajedno sa sljedećom izjavom: „*Ova izmjerena vrijednost $CO_2$ rezultat je ispitivanja tijekom određenog ispitnog ciklusa u laboratorijskim uvjetima te ne podrazumijeva nikakvo implicitno ili izričito jamstvo o sposobnosti određenog motora.*”

▼B

*PRILOG XVI.*

**Standardi sposobnosti i ocjenjivanje tehničkih službi**

1. **Opći zahtjevi**

Tehničke službe moraju dokazati odgovarajuće vještine, specifično tehničko znanje i iskustvo u posebnim područjima nadležnosti obuhvaćenima Uredbom (EU) 2016/1628 i njezinim delegiranim i provedbenim aktima donesenima u skladu s tom Uredbom.

2. **Standardi koje tehničke službe moraju poštovati**

2.1. Tehničke službe različitih kategorija utvrđene u članku 45. Uredbe (EU) 2016/1628 moraju ispunjavati standarde navedene u Dodatku 1. Prilogu V. Direktivi 2007/46/EZ Europskog parlamenta i Vijeća ([1]) koji su bitni za aktivnosti koje provode.

2.2. Upućivanje na članak 41. Direktive 2007/46/EZ u tom Dodatku tumači se kao upućivanje na članak 45. Uredbe (EU) 2016/1628.

2.3. Upućivanje na Prilog IV. Direktivi 2007/46/EZ u tom Dodatku tumači se kao upućivanje na Uredbu (EU) 2016/1628 i delegirane akte donesene u skladu s tom Uredbom.

3. **Postupak za ocjenjivanje tehničkih službi**

3.1. Sukladnost tehničkih službi sa zahtjevima Uredbe (EU) 2016/1628 i delegiranim i provedbenim aktima donesenima u skladu s tom Uredbom ocjenjuje se u skladu s postupkom utvrđenim u Dodatku 2. Prilogu V. Direktivi 2007/46/EZ.

3.2. Upućivanja na članak 42. Direktive 2007/46/EZ u Dodatku 2. Priloga V. Direktivi 2007/46/EZ tumače se kao upućivanja na članak 48. Uredbe (EU) 2016/1628.

([1]) Direktiva 2007/46/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 5. rujna 2007. o uspostavi okvira za homologaciju motornih vozila i njihovih prikolica te sustava, sastavnih dijelova i zasebnih tehničkih jedinica namijenjenih za takva vozila (SL L 263, 9.10.2007., str. 1.).

▼B

*PRILOG XVII.*

**Karakteristike stacionarnih i dinamičkih ispitnih ciklusa**

1. Tablice ispitnih načina rada i faktora ponderiranja za NRSC s diskretnim načinima rada iznesene su u Dodatku 1.

2. Tablice ispitnih načina rada i faktora ponderiranja za RMC iznesene su u Dodatku 2.

3. Tablice programa dinamometra za motor za dinamičke ispitne cikluse (NRTC i LSI-NRTC) iznesene su u Dodatku 3.

▼B

*Dodatak 1.*

**Stacionarni NRSC s diskretnim načinima rada**

**Ispitni ciklusi tipa C**

**Tablica ispitnih načina rada ciklusa C1 i faktora ponderiranja**

| Broj načina rada | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Brzina (a) | 100 % | | | | Srednja | | | Prazni hod |
| Zakretni moment (b) (%) | 100 | 75 | 50 | 10 | 100 | 75 | 50 | 0 |
| Faktor ponderiranja | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,15 |

(a) Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
(b) Postotak zakretnog momenta je u odnosu na maksimalni zakretni moment pri zahtijevanoj brzini motora.

**Tablica ispitnih načina rada ciklusa C2 i faktora ponderiranja**

| Broj načina rada | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Brzina (a) | 100 % | Srednja | | | | | Prazni hod |
| Zakretni moment (b) (%) | 25 | 100 | 75 | 50 | 25 | 10 | 0 |
| Faktor ponderiranja | 0,06 | 0,02 | 0,05 | 0,32 | 0,30 | 0,10 | 0,15 |

(a) Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
(b) Postotak zakretnog momenta je u odnosu na maksimalni zakretni moment pri zahtijevanoj brzini motora.

**Ispitni ciklusi tipa D**

**Tablica ispitnih načina rada ciklusa D2 i faktora ponderiranja**

| Broj načina rada (ciklus D2) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Brzina (a) | 100 % | | | | |
| Zakretni moment (b) (%) | 100 | 75 | 50 | 25 | 10 |
| Faktor ponderiranja | 0,05 | 0,25 | 0,3 | 0,3 | 0,1 |

(a) Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
(b) Postotak zakretnog momenta je u odnosu na zakretni moment pri nazivnoj neto snazi prema deklaraciji proizvođača.

**Ispitni ciklus tipa E**

**Tablica ispitnih načina rada ciklusa tipa E i faktora ponderiranja**

| Broj načina rada (ciklus E2) | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Brzina (a) | 100 % | | | | Srednja | | | | | |
| Zakretni moment (b) (%) | 100 | 75 | 50 | 25 | | | | | | |
| Faktor ponderiranja | 0,2 | 0,5 | 0,15 | 0,15 | | | | | | |

▼B

| Broj načina rada (ciklus E3) | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Brzina ([a]) (%) | 100 | 91 | 80 | 63 |
| Snaga ([c]) (%) | 100 | 75 | 50 | 25 |
| Faktor ponderiranja | 0,2 | 0,5 | 0,15 | 0,15 |

([a]) Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
([b]) Postotak zakretnog momenta je u odnosu na zakretni moment pri nazivnoj neto snazi prema deklaraciji proizvođača pri zadanoj brzini vrtnje motora.
([c]) Postotak snage je u odnosu na najveću nazivnu snagu pri 100-postotnoj brzini.

**Ispitni ciklus tipa F**

**Tablica ispitnih načina rada ciklusa tipa F i faktora ponderiranja**

| Broj načina rada | 1 | 2 ([d]) | 3 |
|---|---|---|---|
| Brzina ([a]) | 100 % | Srednja | Prazni hod |
| Snaga (%) | 100 ([c]) | 50 ([c]) | 5 ([b]) |
| Faktor ponderiranja | 0,15 | 0,25 | 0,6 |

([a]) Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
([b]) Postotak snage u ovome načinu rada je u odnosu na snagu u načinu rada 1.
([c]) Postotak snage u ovome načinu rada je u odnosu na najveću neto snagu pri zahtijevanoj brzini motora.
([d]) Kod motora u kojima se primjenjuje sustav s diskretnim komandama (tj. komande sa stupnjevanjem), način rada 2 definiran je kao rad u stupnju koji je najbliži načinu rada 2 ili 35 % nazivne snage.

**Ispitni ciklus tipa G**

**Tablica ispitnih načina rada ciklusa tipa G i faktora ponderiranja**

| Broj načina rada (ciklus G1) | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Brzina ([a]) | 100 % | | | | | Srednja | | | | | Prazni hod |
| Zakretni moment ([b]) % | | | | | | 100 | 75 | 50 | 25 | 10 | 0 |
| Faktor ponderiranja | | | | | | 0,09 | 0,20 | 0,29 | 0,30 | 0,07 | 0,05 |
| Broj načina rada (ciklus G2) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | 6 |
| Brzina ([a]) | 100 % | | | | | Srednja | | | | | Prazni hod |
| Zakretni moment ([b]) % | 100 | 75 | 50 | 25 | 10 | | | | | | 0 |
| Faktor ponderiranja | 0,09 | 0,20 | 0,29 | 0,30 | 0,07 | | | | | | 0,05 |
| Broj načina rada (ciklus G3) | 1 | | | | | | | | | | 2 |
| Brzina ([a]) | 100 % | | | | | Srednja | | | | | Prazni hod |
| Zakretni moment ([b]) % | 100 | | | | | | | | | | 0 |
| Faktor ponderiranja | 0,85 | | | | | | | | | | 0,15 |

([a]) Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
([b]) Postotak zakretnog momenta je u odnosu na maksimalni zakretni moment pri zahtijevanoj brzini motora.

▼B

**Ispitni ciklus tipa H**

**Tablica ispitnih načina rada ciklusa tipa H i faktora ponderiranja**

| Broj načina rada | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Brzina ([a]) (%) | 100 | 85 | 75 | 65 | Prazni hod |
| Zakretni moment ([b]) (%) | 100 | 51 | 33 | 19 | 0 |
| Faktor ponderiranja | 0,12 | 0,27 | 0,25 | 0,31 | 0,05 |

([a]) Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
([b]) Postotak zakretnog momenta je u odnosu na maksimalni zakretni moment pri zahtijevanoj brzini motora.

▼B

*Dodatak 2.*

**Stacionarni modalni ciklusi s prijelazima (RMC)**

**Ispitni ciklus tipa C**

**Tablica ispitnih načina rada RMC-C1**

| RMC način rada | Vrijeme u načinu rada (sekunde) | Brzina motora [a] [c] | Zakretni moment (%) [b] [c] |
|---|---|---|---|
| 1a Stabilno stanje | 126 | Prazni hod | 0 |
| 1b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 2a Stabilno stanje | 159 | Srednja | 100 |
| 2b U prijelazu | 20 | Srednja | Linearni prijelaz |
| 3a Stabilno stanje | 160 | Srednja | 50 |
| 3b U prijelazu | 20 | Srednja | Linearni prijelaz |
| 4a Stabilno stanje | 162 | Srednja | 75 |
| 4b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 5a Stabilno stanje | 246 | 100 % | 100 |
| 5b U prijelazu | 20 | 100 % | Linearni prijelaz |
| 6a Stabilno stanje | 164 | 100 % | 10 |
| 6b U prijelazu | 20 | 100 % | Linearni prijelaz |
| 7a Stabilno stanje | 248 | 100 % | 75 |
| 7b U prijelazu | 20 | 100 % | Linearni prijelaz |
| 8a Stabilno stanje | 247 | 100 % | 50 |
| 8b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 9 Stabilno stanje | 128 | Prazni hod | 0 |

[a] Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
[b] Postotak zakretnog momenta je u odnosu na maksimalni zakretni moment pri zahtijevanoj brzini motora.
[c] Prijelaz iz jednog načina rada u drugi unutar prijelazne faze od 20 sekundi. Tijekom prijelazne faze naložiti linearnu progresiju s postavke zakretnog momenta u trenutnom načinu rada na postavku zakretnog momenta sljedećeg načina rada te istovremeno naložiti sličnu linearnu progresiju brzine motora, ako se mijenja postavka brzine.

**Tablica ispitnih načina rada RMC-C2**

| RMC broj načina rada | Vrijeme u načinu rada (sekunde) | Brzina motora [a] [c] | Zakretni moment (%) [b] [c] |
|---|---|---|---|
| 1a Stabilno stanje | 119 | Prazni hod | 0 |
| 1b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 2a Stabilno stanje | 29 | Srednja | 100 |

▼B

| RMC<br>broj načina rada | Vrijeme u načinu rada (sekunde) | Brzina motora [a] [c] | Zakretni moment (%) [b] [c] |
|---|---|---|---|
| 2b U prijelazu | 20 | Srednja | Linearni prijelaz |
| 3a Stabilno stanje | 150 | Srednja | 10 |
| 3b U prijelazu | 20 | Srednja | Linearni prijelaz |
| 4a Stabilno stanje | 80 | Srednja | 75 |
| 4b U prijelazu | 20 | Srednja | Linearni prijelaz |
| 5a Stabilno stanje | 513 | Srednja | 25 |
| 5b U prijelazu | 20 | Srednja | Linearni prijelaz |
| 6a Stabilno stanje | 549 | Srednja | 50 |
| 6b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 7a Stabilno stanje | 96 | 100 % | 25 |
| 7b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 8 Stabilno stanje | 124 | Prazni hod | 0 |

([a]) Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
([b]) Postotak zakretnog momenta je u odnosu na maksimalni zakretni moment pri zahtijevanoj brzini motora.
([c]) Prijelaz iz jednog načina rada u drugi unutar prijelazne faze od 20 sekundi. Tijekom prijelazne faze, naložiti linearnu progresiju s postavke zakretnog momenta u trenutnom načinu rada na postavku zakretnog momenta sljedećeg načina rada te istovremeno naložiti sličnu linearnu progresiju brzine motora, ako se mijenja postavka brzine.

**Ispitni ciklusi tipa D**

**Tablica ispitnih načina rada RMC-D2**

| RMC<br>način rada | Vrijeme u načinu rada (sekunde) | Brzina motora (%) [a] | Zakretni moment (%) [b] [c] |
|---|---|---|---|
| 1a Stabilno stanje | 53 | 100 | 100 |
| 1b U prijelazu | 20 | 100 | Linearni prijelaz |
| 2a Stabilno stanje | 101 | 100 | 10 |
| 2b U prijelazu | 20 | 100 | Linearni prijelaz |
| 3a Stabilno stanje | 277 | 100 | 75 |
| 3b U prijelazu | 20 | 100 | Linearni prijelaz |
| 4a Stabilno stanje | 339 | 100 | 25 |
| 4b U prijelazu | 20 | 100 | Linearni prijelaz |
| 5 Stabilno stanje | 350 | 100 | 50 |

([a]) Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
([b]) Postotak zakretnog momenta je u odnosu na zakretni moment pri nazivnoj neto snazi prema deklaraciji proizvođača.
([c]) Prijelaz iz jednog načina rada u drugi unutar prijelazne faze od 20 sekundi. Tijekom prijelazne faze naložiti linearnu progresiju s postavke zakretnog momenta u trenutnom načinu rada na postavku zakretnog momenta sljedećeg načina rada.

▼B

**Ispitni ciklus tipa E**

**Tablica ispitnih načina rada RMC-E2**

| RMC broj načina rada | Vrijeme u načinu rada (sekunde) | Brzina motora (%) [a] | Zakretni moment (%) [b] [c] |
|---|---|---|---|
| 1a Stabilno stanje | 229 | 100 | 100 |
| 1b U prijelazu | 20 | 100 | Linearni prijelaz |
| 2a Stabilno stanje | 166 | 100 | 25 |
| 2b U prijelazu | 20 | 100 | Linearni prijelaz |
| 3a Stabilno stanje | 570 | 100 | 75 |
| 3b U prijelazu | 20 | 100 | Linearni prijelaz |
| 4 Stabilno stanje | 175 | 100 | 50 |

[a] Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
[b] Postotak zakretnog momenta je u odnosu na maksimalni zakretni moment pri nazivnoj neto snazi prema deklaraciji proizvođača pri zadanoj brzini vrtnje motora.
[c] Prijelaz iz jednog načina rada u drugi unutar prijelazne faze od 20 sekundi. Tijekom prijelazne faze naložiti linearnu progresiju s postavke zakretnog momenta u trenutnom načinu rada na postavku zakretnog momenta sljedećeg načina rada.

**Tablica ispitnih načina rada RMC-E3**

| RMC broj načina rada | Vrijeme u načinu rada (sekunde) | Brzina motora (%) [a] [c] | Snaga (%) [b] [c] |
|---|---|---|---|
| 1a Stabilno stanje | 229 | 100 | 100 |
| 1b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 2a Stabilno stanje | 166 | 63 | 25 |
| 2b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 3a Stabilno stanje | 570 | 91 | 75 |
| 3b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 4 Stabilno stanje | 175 | 80 | 50 |

[a] Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
[b] Postotak snage je u odnosu na najveću nazivnu neto snagu pri 100-postotnoj brzini.
[c] Prijelaz iz jednog načina rada u drugi unutar prijelazne faze od 20 sekundi. Tijekom prijelazne faze, naložiti linearnu progresiju s postavke zakretnog momenta u trenutnom načinu rada na postavku zakretnog momenta sljedećeg načina rada te istovremeno naložiti sličnu linearnu progresiju brzine motora.

**Ispitni ciklus tipa F**

**Tablica ispitnih načina rada RMC-F**

| RMC broj načina rada | Vrijeme u načinu rada (sekunde) | Brzina motora [a] [e] | Snaga (%) [e] |
|---|---|---|---|
| 1a Stabilno stanje | 350 | Prazni hod | 5 [b] |
| 1b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 2a Stabilno stanje [d] | 280 | Srednja | 50 [c] |

▼B

| RMC<br>broj načina rada | Vrijeme u načinu rada (sekunde) | Brzina motora [a] [c] | Snaga (%) [c] |
|---|---|---|---|
| 2b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 3a Stabilno stanje | 160 | 100 % | 100 [c] |
| 3b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 4 Stabilno stanje | 350 | Prazni hod | 5 [c] |

[a] Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
[b] Postotak snage u ovome načinu rada je u odnosu na neto snagu u načinu rada 3a.
[c] Postotak snage u ovome načinu rada je u odnosu na najveću neto snagu pri zahtijevanoj brzini motora.
[d] Kod motora u kojima se primjenjuje sustav s diskretnim komandama (tj. komande sa stupnjevanjem), način rada 2a definiran je kao rad u stupnju koji je najbliži načinu rada 2a ili 35 % nazivne snage.
[e] Prijelaz iz jednog načina rada u drugi unutar prijelazne faze od 20 sekundi. Tijekom prijelazne faze naložiti linearnu progresiju s postavke zakretnog momenta u trenutnom načinu rada na postavku zakretnog momenta sljedećeg načina rada te istovremeno narediti sličnu linearnu progresiju brzine motora, ako se mijenja postavka brzine.

**Ispitni ciklusi tipa G**

**Tablica ispitnih načina rada RMC-G1**

| RMC<br>način rada | Vrijeme u načinu rada (sekunde) | Brzina motora [a] [c] | Zakretni moment (%) [b] [c] |
|---|---|---|---|
| 1a Stabilno stanje | 41 | Prazni hod | 0 |
| 1b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 2a Stabilno stanje | 135 | Srednja | 100 |
| 2b U prijelazu | 20 | Srednja | Linearni prijelaz |
| 3a Stabilno stanje | 112 | Srednja | 10 |
| 3b U prijelazu | 20 | Srednja | Linearni prijelaz |
| 4a Stabilno stanje | 337 | Srednja | 75 |
| 4b U prijelazu | 20 | Srednja | Linearni prijelaz |
| 5a Stabilno stanje | 518 | Srednja | 25 |
| 5b U prijelazu | 20 | Srednja | Linearni prijelaz |
| 6a Stabilno stanje | 494 | Srednja | 50 |
| 6b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 7 Stabilno stanje | 43 | Prazni hod | 0 |

[a] Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
[b] Postotak zakretnog momenta je u odnosu na maksimalni zakretni moment pri zahtijevanoj brzini motora.
[c] Prijelaz iz jednog načina rada u drugi unutar prijelazne faze od 20 sekundi. Tijekom prijelazne faze, naložiti linearnu progresiju s postavke zakretnog momenta u trenutnom načinu rada na postavku zakretnog momenta sljedećeg načina rada te istovremeno naložiti sličnu linearnu progresiju brzine motora, ako se mijenja postavka brzine

▼B

**Tablica ispitnih načina rada RMC-G2**

| RMC način rada | Vrijeme u načinu rada (sekunde) | Brzina motora [a] [c] | Zakretni moment (%) [b] [c] |
|---|---|---|---|
| 1a Stabilno stanje | 41 | Prazni hod | 0 |
| 1b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 2a Stabilno stanje | 135 | 100 % | 100 |
| 2b U prijelazu | 20 | 100 % | Linearni prijelaz |
| 3a Stabilno stanje | 112 | 100 % | 10 |
| 3b U prijelazu | 20 | 100 % | Linearni prijelaz |
| 4a Stabilno stanje | 337 | 100 % | 75 |
| 4b U prijelazu | 20 | 100 % | Linearni prijelaz |
| 5a Stabilno stanje | 518 | 100 % | 25 |
| 5b U prijelazu | 20 | 100 % | Linearni prijelaz |
| 6a Stabilno stanje | 494 | 100 % | 50 |
| 6b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 7 Stabilno stanje | 43 | Prazni hod | 0 |

[a] Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
[b] Postotak zakretnog momenta je u odnosu na maksimalni zakretni moment pri zahtijevanoj brzini motora.
[c] Prijelaz iz jednog načina rada u drugi unutar prijelazne faze od 20 sekundi. Tijekom prijelazne faze, naložiti linearnu progresiju s postavke zakretnog momenta u trenutnom načinu rada na postavku zakretnog momenta sljedećeg načina rada te istovremeno naložiti sličnu linearnu progresiju brzine motora, ako se mijenja postavka brzine.

**Ispitni ciklus tipa H**

**Tablica ispitnih načina rada RMC-H**

| RMC broj načina rada | Vrijeme u načinu rada (sekunde) | Brzina motora [a] [c] | Zakretni moment (%) [b] [c] |
|---|---|---|---|
| 1a Stabilno stanje | 27 | Prazni hod | 0 |
| 1b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 2a Stabilno stanje | 121 | 100 % | 100 |
| 2b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 3a Stabilno stanje | 347 | 65 % | 19 |
| 3b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 4a Stabilno stanje | 305 | 85 % | 51 |
| 4b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 5a Stabilno stanje | 272 | 75 % | 33 |
| 5b U prijelazu | 20 | Linearni prijelaz | Linearni prijelaz |
| 6 Stabilno stanje | 28 | Prazni hod | 0 |

[a] Vidjeti odjeljke 5.2.5., 7.6. i 7.7. Priloga VI. radi određivanja zahtijevanih ispitnih brzina.
[b] Postotak zakretnog momenta je u odnosu na maksimalni zakretni moment pri zahtijevanoj brzini motora.
[c] Prijelaz iz jednog načina rada u drugi unutar prijelazne faze od 20 sekundi. Tijekom prijelazne faze, naložiti linearnu progresiju s postavke zakretnog momenta u trenutnom načinu rada na postavku zakretnog momenta sljedećeg načina rada te istovremeno naložiti sličnu linearnu progresiju brzine motora, ako se mijenja postavka brzine.

▼B

*Dodatak 3.*

2.4.2.1. **Dinamički (NRTC i LSI-NRTC) ispitni ciklusi**

**Program dinamometra za motor u NRTC ispitivanju**

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) | Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) | Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 37 | 33 | 42 | 73 | 62 | 24 |
| 2 | 0 | 0 | 38 | 57 | 46 | 74 | 64 | 8 |
| 3 | 0 | 0 | 39 | 44 | 33 | 75 | 58 | 44 |
| 4 | 0 | 0 | 40 | 31 | 0 | 76 | 65 | 10 |
| 5 | 0 | 0 | 41 | 22 | 27 | 77 | 65 | 12 |
| 6 | 0 | 0 | 42 | 33 | 43 | 78 | 68 | 23 |
| 7 | 0 | 0 | 43 | 80 | 49 | 79 | 69 | 30 |
| 8 | 0 | 0 | 44 | 105 | 47 | 80 | 71 | 30 |
| 9 | 0 | 0 | 45 | 98 | 70 | 81 | 74 | 15 |
| 10 | 0 | 0 | 46 | 104 | 36 | 82 | 71 | 23 |
| 11 | 0 | 0 | 47 | 104 | 65 | 83 | 73 | 20 |
| 12 | 0 | 0 | 48 | 96 | 71 | 84 | 73 | 21 |
| 13 | 0 | 0 | 49 | 101 | 62 | 85 | 73 | 19 |
| 14 | 0 | 0 | 50 | 102 | 51 | 86 | 70 | 33 |
| 15 | 0 | 0 | 51 | 102 | 50 | 87 | 70 | 34 |
| 16 | 0 | 0 | 52 | 102 | 46 | 88 | 65 | 47 |
| 17 | 0 | 0 | 53 | 102 | 41 | 89 | 66 | 47 |
| 18 | 0 | 0 | 54 | 102 | 31 | 90 | 64 | 53 |
| 19 | 0 | 0 | 55 | 89 | 2 | 91 | 65 | 45 |
| 20 | 0 | 0 | 56 | 82 | 0 | 92 | 66 | 38 |
| 21 | 0 | 0 | 57 | 47 | 1 | 93 | 67 | 49 |
| 22 | 0 | 0 | 58 | 23 | 1 | 94 | 69 | 39 |
| 23 | 0 | 0 | 59 | 1 | 3 | 95 | 69 | 39 |
| 24 | 1 | 3 | 60 | 1 | 8 | 96 | 66 | 42 |
| 25 | 1 | 3 | 61 | 1 | 3 | 97 | 71 | 29 |
| 26 | 1 | 3 | 62 | 1 | 5 | 98 | 75 | 29 |
| 27 | 1 | 3 | 63 | 1 | 6 | 99 | 72 | 23 |
| 28 | 1 | 3 | 64 | 1 | 4 | 100 | 74 | 22 |
| 29 | 1 | 3 | 65 | 1 | 4 | 101 | 75 | 24 |
| 30 | 1 | 6 | 66 | 0 | 6 | 102 | 73 | 30 |
| 31 | 1 | 6 | 67 | 1 | 4 | 103 | 74 | 24 |
| 32 | 2 | 1 | 68 | 9 | 21 | 104 | 77 | 6 |
| 33 | 4 | 13 | 69 | 25 | 56 | 105 | 76 | 12 |
| 34 | 7 | 18 | 70 | 64 | 26 | 106 | 74 | 39 |
| 35 | 9 | 21 | 71 | 60 | 31 | 107 | 72 | 30 |
| 36 | 17 | 20 | 72 | 63 | 20 | 108 | 75 | 22 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 109 | 78 | 64 |
| 110 | 102 | 34 |
| 111 | 103 | 28 |
| 112 | 103 | 28 |
| 113 | 103 | 19 |
| 114 | 103 | 32 |
| 115 | 104 | 25 |
| 116 | 103 | 38 |
| 117 | 103 | 39 |
| 118 | 103 | 34 |
| 119 | 102 | 44 |
| 120 | 103 | 38 |
| 121 | 102 | 43 |
| 122 | 103 | 34 |
| 123 | 102 | 41 |
| 124 | 103 | 44 |
| 125 | 103 | 37 |
| 126 | 103 | 27 |
| 127 | 104 | 13 |
| 128 | 104 | 30 |
| 129 | 104 | 19 |
| 130 | 103 | 28 |
| 131 | 104 | 40 |
| 132 | 104 | 32 |
| 133 | 101 | 63 |
| 134 | 102 | 54 |
| 135 | 102 | 52 |
| 136 | 102 | 51 |
| 137 | 103 | 40 |
| 138 | 104 | 34 |
| 139 | 102 | 36 |
| 140 | 104 | 44 |
| 141 | 103 | 44 |
| 142 | 104 | 33 |
| 143 | 102 | 27 |
| 144 | 103 | 26 |
| 145 | 79 | 53 |
| 146 | 51 | 37 |
| 147 | 24 | 23 |
| 148 | 13 | 33 |
| 149 | 19 | 55 |
| 150 | 45 | 30 |
| 151 | 34 | 7 |
| 152 | 14 | 4 |
| 153 | 8 | 16 |
| 154 | 15 | 6 |
| 155 | 39 | 47 |
| 156 | 39 | 4 |
| 157 | 35 | 26 |
| 158 | 27 | 38 |
| 159 | 43 | 40 |
| 160 | 14 | 23 |
| 161 | 10 | 10 |
| 162 | 15 | 33 |
| 163 | 35 | 72 |
| 164 | 60 | 39 |
| 165 | 55 | 31 |
| 166 | 47 | 30 |
| 167 | 16 | 7 |
| 168 | 0 | 6 |
| 169 | 0 | 8 |
| 170 | 0 | 8 |
| 171 | 0 | 2 |
| 172 | 2 | 17 |
| 173 | 10 | 28 |
| 174 | 28 | 31 |
| 175 | 33 | 30 |
| 176 | 36 | 0 |
| 177 | 19 | 10 |
| 178 | 1 | 18 |
| 179 | 0 | 16 |
| 180 | 1 | 3 |
| 181 | 1 | 4 |
| 182 | 1 | 5 |
| 183 | 1 | 6 |
| 184 | 1 | 5 |
| 185 | 1 | 3 |
| 186 | 1 | 4 |
| 187 | 1 | 4 |
| 188 | 1 | 6 |
| 189 | 8 | 18 |
| 190 | 20 | 51 |
| 191 | 49 | 19 |
| 192 | 41 | 13 |
| 193 | 31 | 16 |
| 194 | 28 | 21 |
| 195 | 21 | 17 |
| 196 | 31 | 21 |
| 197 | 21 | 8 |
| 198 | 0 | 14 |
| 199 | 0 | 12 |
| 200 | 3 | 8 |
| 201 | 3 | 22 |
| 202 | 12 | 20 |
| 203 | 14 | 20 |
| 204 | 16 | 17 |
| 205 | 20 | 18 |
| 206 | 27 | 34 |
| 207 | 32 | 33 |
| 208 | 41 | 31 |
| 209 | 43 | 31 |
| 210 | 37 | 33 |
| 211 | 26 | 18 |
| 212 | 18 | 29 |
| 213 | 14 | 51 |
| 214 | 13 | 11 |
| 215 | 12 | 9 |
| 216 | 15 | 33 |
| 217 | 20 | 25 |
| 218 | 25 | 17 |
| 219 | 31 | 29 |
| 220 | 36 | 66 |
| 221 | 66 | 40 |
| 222 | 50 | 13 |
| 223 | 16 | 24 |
| 224 | 26 | 50 |
| 225 | 64 | 23 |
| 226 | 81 | 20 |
| 227 | 83 | 11 |
| 228 | 79 | 23 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 229 | 76 | 31 |
| 230 | 68 | 24 |
| 231 | 59 | 33 |
| 232 | 59 | 3 |
| 233 | 25 | 7 |
| 234 | 21 | 10 |
| 235 | 20 | 19 |
| 236 | 4 | 10 |
| 237 | 5 | 7 |
| 238 | 4 | 5 |
| 239 | 4 | 6 |
| 240 | 4 | 6 |
| 241 | 4 | 5 |
| 242 | 7 | 5 |
| 243 | 16 | 28 |
| 244 | 28 | 25 |
| 245 | 52 | 53 |
| 246 | 50 | 8 |
| 247 | 26 | 40 |
| 248 | 48 | 29 |
| 249 | 54 | 39 |
| 250 | 60 | 42 |
| 251 | 48 | 18 |
| 252 | 54 | 51 |
| 253 | 88 | 90 |
| 254 | 103 | 84 |
| 255 | 103 | 85 |
| 256 | 102 | 84 |
| 257 | 58 | 66 |
| 258 | 64 | 97 |
| 259 | 56 | 80 |
| 260 | 51 | 67 |
| 261 | 52 | 96 |
| 262 | 63 | 62 |
| 263 | 71 | 6 |
| 264 | 33 | 16 |
| 265 | 47 | 45 |
| 266 | 43 | 56 |
| 267 | 42 | 27 |
| 268 | 42 | 64 |
| 269 | 75 | 74 |
| 270 | 68 | 96 |
| 271 | 86 | 61 |
| 272 | 66 | 0 |
| 273 | 37 | 0 |
| 274 | 45 | 37 |
| 275 | 68 | 96 |
| 276 | 80 | 97 |
| 277 | 92 | 96 |
| 278 | 90 | 97 |
| 279 | 82 | 96 |
| 280 | 94 | 81 |
| 281 | 90 | 85 |
| 282 | 96 | 65 |
| 283 | 70 | 96 |
| 284 | 55 | 95 |
| 285 | 70 | 96 |
| 286 | 79 | 96 |
| 287 | 81 | 71 |
| 288 | 71 | 60 |
| 289 | 92 | 65 |
| 290 | 82 | 63 |
| 291 | 61 | 47 |
| 292 | 52 | 37 |
| 293 | 24 | 0 |
| 294 | 20 | 7 |
| 295 | 39 | 48 |
| 296 | 39 | 54 |
| 297 | 63 | 58 |
| 298 | 53 | 31 |
| 299 | 51 | 24 |
| 300 | 48 | 40 |
| 301 | 39 | 0 |
| 302 | 35 | 18 |
| 303 | 36 | 16 |
| 304 | 29 | 17 |
| 305 | 28 | 21 |
| 306 | 31 | 15 |
| 307 | 31 | 10 |
| 308 | 43 | 19 |
| 309 | 49 | 63 |
| 310 | 78 | 61 |
| 311 | 78 | 46 |
| 312 | 66 | 65 |
| 313 | 78 | 97 |
| 314 | 84 | 63 |
| 315 | 57 | 26 |
| 316 | 36 | 22 |
| 317 | 20 | 34 |
| 318 | 19 | 8 |
| 319 | 9 | 10 |
| 320 | 5 | 5 |
| 321 | 7 | 11 |
| 322 | 15 | 15 |
| 323 | 12 | 9 |
| 324 | 13 | 27 |
| 325 | 15 | 28 |
| 326 | 16 | 28 |
| 327 | 16 | 31 |
| 328 | 15 | 20 |
| 329 | 17 | 0 |
| 330 | 20 | 34 |
| 331 | 21 | 25 |
| 332 | 20 | 0 |
| 333 | 23 | 25 |
| 334 | 30 | 58 |
| 335 | 63 | 96 |
| 336 | 83 | 60 |
| 337 | 61 | 0 |
| 338 | 26 | 0 |
| 339 | 29 | 44 |
| 340 | 68 | 97 |
| 341 | 80 | 97 |
| 342 | 88 | 97 |
| 343 | 99 | 88 |
| 344 | 102 | 86 |
| 345 | 100 | 82 |
| 346 | 74 | 79 |
| 347 | 57 | 79 |
| 348 | 76 | 97 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 349 | 84 | 97 |
| 350 | 86 | 97 |
| 351 | 81 | 98 |
| 352 | 83 | 83 |
| 353 | 65 | 96 |
| 354 | 93 | 72 |
| 355 | 63 | 60 |
| 356 | 72 | 49 |
| 357 | 56 | 27 |
| 358 | 29 | 0 |
| 359 | 18 | 13 |
| 360 | 25 | 11 |
| 361 | 28 | 24 |
| 362 | 34 | 53 |
| 363 | 65 | 83 |
| 364 | 80 | 44 |
| 365 | 77 | 46 |
| 366 | 76 | 50 |
| 367 | 45 | 52 |
| 368 | 61 | 98 |
| 369 | 61 | 69 |
| 370 | 63 | 49 |
| 371 | 32 | 0 |
| 372 | 10 | 8 |
| 373 | 17 | 7 |
| 374 | 16 | 13 |
| 375 | 11 | 6 |
| 376 | 9 | 5 |
| 377 | 9 | 12 |
| 378 | 12 | 46 |
| 379 | 15 | 30 |
| 380 | 26 | 28 |
| 381 | 13 | 9 |
| 382 | 16 | 21 |
| 383 | 24 | 4 |
| 384 | 36 | 43 |
| 385 | 65 | 85 |
| 386 | 78 | 66 |
| 387 | 63 | 39 |
| 388 | 32 | 34 |
| 389 | 46 | 55 |
| 390 | 47 | 42 |
| 391 | 42 | 39 |
| 392 | 27 | 0 |
| 393 | 14 | 5 |
| 394 | 14 | 14 |
| 395 | 24 | 54 |
| 396 | 60 | 90 |
| 397 | 53 | 66 |
| 398 | 70 | 48 |
| 399 | 77 | 93 |
| 400 | 79 | 67 |
| 401 | 46 | 65 |
| 402 | 69 | 98 |
| 403 | 80 | 97 |
| 404 | 74 | 97 |
| 405 | 75 | 98 |
| 406 | 56 | 61 |
| 407 | 42 | 0 |
| 408 | 36 | 32 |
| 409 | 34 | 43 |
| 410 | 68 | 83 |
| 411 | 102 | 48 |
| 412 | 62 | 0 |
| 413 | 41 | 39 |
| 414 | 71 | 86 |
| 415 | 91 | 52 |
| 416 | 89 | 55 |
| 417 | 89 | 56 |
| 418 | 88 | 58 |
| 419 | 78 | 69 |
| 420 | 98 | 39 |
| 421 | 64 | 61 |
| 422 | 90 | 34 |
| 423 | 88 | 38 |
| 424 | 97 | 62 |
| 425 | 100 | 53 |
| 426 | 81 | 58 |
| 427 | 74 | 51 |
| 428 | 76 | 57 |
| 429 | 76 | 72 |
| 430 | 85 | 72 |
| 431 | 84 | 60 |
| 432 | 83 | 72 |
| 433 | 83 | 72 |
| 434 | 86 | 72 |
| 435 | 89 | 72 |
| 436 | 86 | 72 |
| 437 | 87 | 72 |
| 438 | 88 | 72 |
| 439 | 88 | 71 |
| 440 | 87 | 72 |
| 441 | 85 | 71 |
| 442 | 88 | 72 |
| 443 | 88 | 72 |
| 444 | 84 | 72 |
| 445 | 83 | 73 |
| 446 | 77 | 73 |
| 447 | 74 | 73 |
| 448 | 76 | 72 |
| 449 | 46 | 77 |
| 450 | 78 | 62 |
| 451 | 79 | 35 |
| 452 | 82 | 38 |
| 453 | 81 | 41 |
| 454 | 79 | 37 |
| 455 | 78 | 35 |
| 456 | 78 | 38 |
| 457 | 78 | 46 |
| 458 | 75 | 49 |
| 459 | 73 | 50 |
| 460 | 79 | 58 |
| 461 | 79 | 71 |
| 462 | 83 | 44 |
| 463 | 53 | 48 |
| 464 | 40 | 48 |
| 465 | 51 | 75 |
| 466 | 75 | 72 |
| 467 | 89 | 67 |
| 468 | 93 | 60 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 469 | 89 | 73 |
| 470 | 86 | 73 |
| 471 | 81 | 73 |
| 472 | 78 | 73 |
| 473 | 78 | 73 |
| 474 | 76 | 73 |
| 475 | 79 | 73 |
| 476 | 82 | 73 |
| 477 | 86 | 73 |
| 478 | 88 | 72 |
| 479 | 92 | 71 |
| 480 | 97 | 54 |
| 481 | 73 | 43 |
| 482 | 36 | 64 |
| 483 | 63 | 31 |
| 484 | 78 | 1 |
| 485 | 69 | 27 |
| 486 | 67 | 28 |
| 487 | 72 | 9 |
| 488 | 71 | 9 |
| 489 | 78 | 36 |
| 490 | 81 | 56 |
| 491 | 75 | 53 |
| 492 | 60 | 45 |
| 493 | 50 | 37 |
| 494 | 66 | 41 |
| 495 | 51 | 61 |
| 496 | 68 | 47 |
| 497 | 29 | 42 |
| 498 | 24 | 73 |
| 499 | 64 | 71 |
| 500 | 90 | 71 |
| 501 | 100 | 61 |
| 502 | 94 | 73 |
| 503 | 84 | 73 |
| 504 | 79 | 73 |
| 505 | 75 | 72 |
| 506 | 78 | 73 |
| 507 | 80 | 73 |
| 508 | 81 | 73 |
| 509 | 81 | 73 |
| 510 | 83 | 73 |
| 511 | 85 | 73 |
| 512 | 84 | 73 |
| 513 | 85 | 73 |
| 514 | 86 | 73 |
| 515 | 85 | 73 |
| 516 | 85 | 73 |
| 517 | 85 | 72 |
| 518 | 85 | 73 |
| 519 | 83 | 73 |
| 520 | 79 | 73 |
| 521 | 78 | 73 |
| 522 | 81 | 73 |
| 523 | 82 | 72 |
| 524 | 94 | 56 |
| 525 | 66 | 48 |
| 526 | 35 | 71 |
| 527 | 51 | 44 |
| 528 | 60 | 23 |
| 529 | 64 | 10 |
| 530 | 63 | 14 |
| 531 | 70 | 37 |
| 532 | 76 | 45 |
| 533 | 78 | 18 |
| 534 | 76 | 51 |
| 535 | 75 | 33 |
| 536 | 81 | 17 |
| 537 | 76 | 45 |
| 538 | 76 | 30 |
| 539 | 80 | 14 |
| 540 | 71 | 18 |
| 541 | 71 | 14 |
| 542 | 71 | 11 |
| 543 | 65 | 2 |
| 544 | 31 | 26 |
| 545 | 24 | 72 |
| 546 | 64 | 70 |
| 547 | 77 | 62 |
| 548 | 80 | 68 |
| 549 | 83 | 53 |
| 550 | 83 | 50 |
| 551 | 83 | 50 |
| 552 | 85 | 43 |
| 553 | 86 | 45 |
| 554 | 89 | 35 |
| 555 | 82 | 61 |
| 556 | 87 | 50 |
| 557 | 85 | 55 |
| 558 | 89 | 49 |
| 559 | 87 | 70 |
| 560 | 91 | 39 |
| 561 | 72 | 3 |
| 562 | 43 | 25 |
| 563 | 30 | 60 |
| 564 | 40 | 45 |
| 565 | 37 | 32 |
| 566 | 37 | 32 |
| 567 | 43 | 70 |
| 568 | 70 | 54 |
| 569 | 77 | 47 |
| 570 | 79 | 66 |
| 571 | 85 | 53 |
| 572 | 83 | 57 |
| 573 | 86 | 52 |
| 574 | 85 | 51 |
| 575 | 70 | 39 |
| 576 | 50 | 5 |
| 577 | 38 | 36 |
| 578 | 30 | 71 |
| 579 | 75 | 53 |
| 580 | 84 | 40 |
| 581 | 85 | 42 |
| 582 | 86 | 49 |
| 583 | 86 | 57 |
| 584 | 89 | 68 |
| 585 | 99 | 61 |
| 586 | 77 | 29 |
| 587 | 81 | 72 |
| 588 | 89 | 69 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 589 | 49 | 56 |
| 590 | 79 | 70 |
| 591 | 104 | 59 |
| 592 | 103 | 54 |
| 593 | 102 | 56 |
| 594 | 102 | 56 |
| 595 | 103 | 61 |
| 596 | 102 | 64 |
| 597 | 103 | 60 |
| 598 | 93 | 72 |
| 599 | 86 | 73 |
| 600 | 76 | 73 |
| 601 | 59 | 49 |
| 602 | 46 | 22 |
| 603 | 40 | 65 |
| 604 | 72 | 31 |
| 605 | 72 | 27 |
| 606 | 67 | 44 |
| 607 | 68 | 37 |
| 608 | 67 | 42 |
| 609 | 68 | 50 |
| 610 | 77 | 43 |
| 611 | 58 | 4 |
| 612 | 22 | 37 |
| 613 | 57 | 69 |
| 614 | 68 | 38 |
| 615 | 73 | 2 |
| 616 | 40 | 14 |
| 617 | 42 | 38 |
| 618 | 64 | 69 |
| 619 | 64 | 74 |
| 620 | 67 | 73 |
| 621 | 65 | 73 |
| 622 | 68 | 73 |
| 623 | 65 | 49 |
| 624 | 81 | 0 |
| 625 | 37 | 25 |
| 626 | 24 | 69 |
| 627 | 68 | 71 |
| 628 | 70 | 71 |
| 629 | 76 | 70 |
| 630 | 71 | 72 |
| 631 | 73 | 69 |
| 632 | 76 | 70 |
| 633 | 77 | 72 |
| 634 | 77 | 72 |
| 635 | 77 | 72 |
| 636 | 77 | 70 |
| 637 | 76 | 71 |
| 638 | 76 | 71 |
| 639 | 77 | 71 |
| 640 | 77 | 71 |
| 641 | 78 | 70 |
| 642 | 77 | 70 |
| 643 | 77 | 71 |
| 644 | 79 | 72 |
| 645 | 78 | 70 |
| 646 | 80 | 70 |
| 647 | 82 | 71 |
| 648 | 84 | 71 |
| 649 | 83 | 71 |
| 650 | 83 | 73 |
| 651 | 81 | 70 |
| 652 | 80 | 71 |
| 653 | 78 | 71 |
| 654 | 76 | 70 |
| 655 | 76 | 70 |
| 656 | 76 | 71 |
| 657 | 79 | 71 |
| 658 | 78 | 71 |
| 659 | 81 | 70 |
| 660 | 83 | 72 |
| 661 | 84 | 71 |
| 662 | 86 | 71 |
| 663 | 87 | 71 |
| 664 | 92 | 72 |
| 665 | 91 | 72 |
| 666 | 90 | 71 |
| 667 | 90 | 71 |
| 668 | 91 | 71 |
| 669 | 90 | 70 |
| 670 | 90 | 72 |
| 671 | 91 | 71 |
| 672 | 90 | 71 |
| 673 | 90 | 71 |
| 674 | 92 | 72 |
| 675 | 93 | 69 |
| 676 | 90 | 70 |
| 677 | 93 | 72 |
| 678 | 91 | 70 |
| 679 | 89 | 71 |
| 680 | 91 | 71 |
| 681 | 90 | 71 |
| 682 | 90 | 71 |
| 683 | 92 | 71 |
| 684 | 91 | 71 |
| 685 | 93 | 71 |
| 686 | 93 | 68 |
| 687 | 98 | 68 |
| 688 | 98 | 67 |
| 689 | 100 | 69 |
| 690 | 99 | 68 |
| 691 | 100 | 71 |
| 692 | 99 | 68 |
| 693 | 100 | 69 |
| 694 | 102 | 72 |
| 695 | 101 | 69 |
| 696 | 100 | 69 |
| 697 | 102 | 71 |
| 698 | 102 | 71 |
| 699 | 102 | 69 |
| 700 | 102 | 71 |
| 701 | 102 | 68 |
| 702 | 100 | 69 |
| 703 | 102 | 70 |
| 704 | 102 | 68 |
| 705 | 102 | 70 |
| 706 | 102 | 72 |
| 707 | 102 | 68 |
| 708 | 102 | 69 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 709 | 100 | 68 |
| 710 | 102 | 71 |
| 711 | 101 | 64 |
| 712 | 102 | 69 |
| 713 | 102 | 69 |
| 714 | 101 | 69 |
| 715 | 102 | 64 |
| 716 | 102 | 69 |
| 717 | 102 | 68 |
| 718 | 102 | 70 |
| 719 | 102 | 69 |
| 720 | 102 | 70 |
| 721 | 102 | 70 |
| 722 | 102 | 62 |
| 723 | 104 | 38 |
| 724 | 104 | 15 |
| 725 | 102 | 24 |
| 726 | 102 | 45 |
| 727 | 102 | 47 |
| 728 | 104 | 40 |
| 729 | 101 | 52 |
| 730 | 103 | 32 |
| 731 | 102 | 50 |
| 732 | 103 | 30 |
| 733 | 103 | 44 |
| 734 | 102 | 40 |
| 735 | 103 | 43 |
| 736 | 103 | 41 |
| 737 | 102 | 46 |
| 738 | 103 | 39 |
| 739 | 102 | 41 |
| 740 | 103 | 41 |
| 741 | 102 | 38 |
| 742 | 103 | 39 |
| 743 | 102 | 46 |
| 744 | 104 | 46 |
| 745 | 103 | 49 |
| 746 | 102 | 45 |
| 747 | 103 | 42 |
| 748 | 103 | 46 |
| 749 | 103 | 38 |
| 750 | 102 | 48 |
| 751 | 103 | 35 |
| 752 | 102 | 48 |
| 753 | 103 | 49 |
| 754 | 102 | 48 |
| 755 | 102 | 46 |
| 756 | 103 | 47 |
| 757 | 102 | 49 |
| 758 | 102 | 42 |
| 759 | 102 | 52 |
| 760 | 102 | 57 |
| 761 | 102 | 55 |
| 762 | 102 | 61 |
| 763 | 102 | 61 |
| 764 | 102 | 58 |
| 765 | 103 | 58 |
| 766 | 102 | 59 |
| 767 | 102 | 54 |
| 768 | 102 | 63 |
| 769 | 102 | 61 |
| 770 | 103 | 55 |
| 771 | 102 | 60 |
| 772 | 102 | 72 |
| 773 | 103 | 56 |
| 774 | 102 | 55 |
| 775 | 102 | 67 |
| 776 | 103 | 56 |
| 777 | 84 | 42 |
| 778 | 48 | 7 |
| 779 | 48 | 6 |
| 780 | 48 | 6 |
| 781 | 48 | 7 |
| 782 | 48 | 6 |
| 783 | 48 | 7 |
| 784 | 67 | 21 |
| 785 | 105 | 59 |
| 786 | 105 | 96 |
| 787 | 105 | 74 |
| 788 | 105 | 66 |
| 789 | 105 | 62 |
| 790 | 105 | 66 |
| 791 | 89 | 41 |
| 792 | 52 | 5 |
| 793 | 48 | 5 |
| 794 | 48 | 7 |
| 795 | 48 | 5 |
| 796 | 48 | 6 |
| 797 | 48 | 4 |
| 798 | 52 | 6 |
| 799 | 51 | 5 |
| 800 | 51 | 6 |
| 801 | 51 | 6 |
| 802 | 52 | 5 |
| 803 | 52 | 5 |
| 804 | 57 | 44 |
| 805 | 98 | 90 |
| 806 | 105 | 94 |
| 807 | 105 | 100 |
| 808 | 105 | 98 |
| 809 | 105 | 95 |
| 810 | 105 | 96 |
| 811 | 105 | 92 |
| 812 | 104 | 97 |
| 813 | 100 | 85 |
| 814 | 94 | 74 |
| 815 | 87 | 62 |
| 816 | 81 | 50 |
| 817 | 81 | 46 |
| 818 | 80 | 39 |
| 819 | 80 | 32 |
| 820 | 81 | 28 |
| 821 | 80 | 26 |
| 822 | 80 | 23 |
| 823 | 80 | 23 |
| 824 | 80 | 20 |
| 825 | 81 | 19 |
| 826 | 80 | 18 |
| 827 | 81 | 17 |
| 828 | 80 | 20 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 829 | 81 | 24 |
| 830 | 81 | 21 |
| 831 | 80 | 26 |
| 832 | 80 | 24 |
| 833 | 80 | 23 |
| 834 | 80 | 22 |
| 835 | 81 | 21 |
| 836 | 81 | 24 |
| 837 | 81 | 24 |
| 838 | 81 | 22 |
| 839 | 81 | 22 |
| 840 | 81 | 21 |
| 841 | 81 | 31 |
| 842 | 81 | 27 |
| 843 | 80 | 26 |
| 844 | 80 | 26 |
| 845 | 81 | 25 |
| 846 | 80 | 21 |
| 847 | 81 | 20 |
| 848 | 83 | 21 |
| 849 | 83 | 15 |
| 850 | 83 | 12 |
| 851 | 83 | 9 |
| 852 | 83 | 8 |
| 853 | 83 | 7 |
| 854 | 83 | 6 |
| 855 | 83 | 6 |
| 856 | 83 | 6 |
| 857 | 83 | 6 |
| 858 | 83 | 6 |
| 859 | 76 | 5 |
| 860 | 49 | 8 |
| 861 | 51 | 7 |
| 862 | 51 | 20 |
| 863 | 78 | 52 |
| 864 | 80 | 38 |
| 865 | 81 | 33 |
| 866 | 83 | 29 |
| 867 | 83 | 22 |
| 868 | 83 | 16 |
| 869 | 83 | 12 |
| 870 | 83 | 9 |
| 871 | 83 | 8 |
| 872 | 83 | 7 |
| 873 | 83 | 6 |
| 874 | 83 | 6 |
| 875 | 83 | 6 |
| 876 | 83 | 6 |
| 877 | 83 | 6 |
| 878 | 59 | 4 |
| 879 | 50 | 5 |
| 880 | 51 | 5 |
| 881 | 51 | 5 |
| 882 | 51 | 5 |
| 883 | 50 | 5 |
| 884 | 50 | 5 |
| 885 | 50 | 5 |
| 886 | 50 | 5 |
| 887 | 50 | 5 |
| 888 | 51 | 5 |
| 889 | 51 | 5 |
| 890 | 51 | 5 |
| 891 | 63 | 50 |
| 892 | 81 | 34 |
| 893 | 81 | 25 |
| 894 | 81 | 29 |
| 895 | 81 | 23 |
| 896 | 80 | 24 |
| 897 | 81 | 24 |
| 898 | 81 | 28 |
| 899 | 81 | 27 |
| 900 | 81 | 22 |
| 901 | 81 | 19 |
| 902 | 81 | 17 |
| 903 | 81 | 17 |
| 904 | 81 | 17 |
| 905 | 81 | 15 |
| 906 | 80 | 15 |
| 907 | 80 | 28 |
| 908 | 81 | 22 |
| 909 | 81 | 24 |
| 910 | 81 | 19 |
| 911 | 81 | 21 |
| 912 | 81 | 20 |
| 913 | 83 | 26 |
| 914 | 80 | 63 |
| 915 | 80 | 59 |
| 916 | 83 | 100 |
| 917 | 81 | 73 |
| 918 | 83 | 53 |
| 919 | 80 | 76 |
| 920 | 81 | 61 |
| 921 | 80 | 50 |
| 922 | 81 | 37 |
| 923 | 82 | 49 |
| 924 | 83 | 37 |
| 925 | 83 | 25 |
| 926 | 83 | 17 |
| 927 | 83 | 13 |
| 928 | 83 | 10 |
| 929 | 83 | 8 |
| 930 | 83 | 7 |
| 931 | 83 | 7 |
| 932 | 83 | 6 |
| 933 | 83 | 6 |
| 934 | 83 | 6 |
| 935 | 71 | 5 |
| 936 | 49 | 24 |
| 937 | 69 | 64 |
| 938 | 81 | 50 |
| 939 | 81 | 43 |
| 940 | 81 | 42 |
| 941 | 81 | 31 |
| 942 | 81 | 30 |
| 943 | 81 | 35 |
| 944 | 81 | 28 |
| 945 | 81 | 27 |
| 946 | 80 | 27 |
| 947 | 81 | 31 |
| 948 | 81 | 41 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 949 | 81 | 41 |
| 950 | 81 | 37 |
| 951 | 81 | 43 |
| 952 | 81 | 34 |
| 953 | 81 | 31 |
| 954 | 81 | 26 |
| 955 | 81 | 23 |
| 956 | 81 | 27 |
| 957 | 81 | 38 |
| 958 | 81 | 40 |
| 959 | 81 | 39 |
| 960 | 81 | 27 |
| 961 | 81 | 33 |
| 962 | 80 | 28 |
| 963 | 81 | 34 |
| 964 | 83 | 72 |
| 965 | 81 | 49 |
| 966 | 81 | 51 |
| 967 | 80 | 55 |
| 968 | 81 | 48 |
| 969 | 81 | 36 |
| 970 | 81 | 39 |
| 971 | 81 | 38 |
| 972 | 80 | 41 |
| 973 | 81 | 30 |
| 974 | 81 | 23 |
| 975 | 81 | 19 |
| 976 | 81 | 25 |
| 977 | 81 | 29 |
| 978 | 83 | 47 |
| 979 | 81 | 90 |
| 980 | 81 | 75 |
| 981 | 80 | 60 |
| 982 | 81 | 48 |
| 983 | 81 | 41 |
| 984 | 81 | 30 |
| 985 | 80 | 24 |
| 986 | 81 | 20 |
| 987 | 81 | 21 |
| 988 | 81 | 29 |
| 989 | 81 | 29 |
| 990 | 81 | 27 |
| 991 | 81 | 23 |
| 992 | 81 | 25 |
| 993 | 81 | 26 |
| 994 | 81 | 22 |
| 995 | 81 | 20 |
| 996 | 81 | 17 |
| 997 | 81 | 23 |
| 998 | 83 | 65 |
| 999 | 81 | 54 |
| 1000 | 81 | 50 |
| 1001 | 81 | 41 |
| 1002 | 81 | 35 |
| 1003 | 81 | 37 |
| 1004 | 81 | 29 |
| 1005 | 81 | 28 |
| 1006 | 81 | 24 |
| 1007 | 81 | 19 |
| 1008 | 81 | 16 |
| 1009 | 80 | 16 |
| 1010 | 83 | 23 |
| 1011 | 83 | 17 |
| 1012 | 83 | 13 |
| 1013 | 83 | 27 |
| 1014 | 81 | 58 |
| 1015 | 81 | 60 |
| 1016 | 81 | 46 |
| 1017 | 80 | 41 |
| 1018 | 80 | 36 |
| 1019 | 81 | 26 |
| 1020 | 86 | 18 |
| 1021 | 82 | 35 |
| 1022 | 79 | 53 |
| 1023 | 82 | 30 |
| 1024 | 83 | 29 |
| 1025 | 83 | 32 |
| 1026 | 83 | 28 |
| 1027 | 76 | 60 |
| 1028 | 79 | 51 |
| 1029 | 86 | 26 |
| 1030 | 82 | 34 |
| 1031 | 84 | 25 |
| 1032 | 86 | 23 |
| 1033 | 85 | 22 |
| 1034 | 83 | 26 |
| 1035 | 83 | 25 |
| 1036 | 83 | 37 |
| 1037 | 84 | 14 |
| 1038 | 83 | 39 |
| 1039 | 76 | 70 |
| 1040 | 78 | 81 |
| 1041 | 75 | 71 |
| 1042 | 86 | 47 |
| 1043 | 83 | 35 |
| 1044 | 81 | 43 |
| 1045 | 81 | 41 |
| 1046 | 79 | 46 |
| 1047 | 80 | 44 |
| 1048 | 84 | 20 |
| 1049 | 79 | 31 |
| 1050 | 87 | 29 |
| 1051 | 82 | 49 |
| 1052 | 84 | 21 |
| 1053 | 82 | 56 |
| 1054 | 81 | 30 |
| 1055 | 85 | 21 |
| 1056 | 86 | 16 |
| 1057 | 79 | 52 |
| 1058 | 78 | 60 |
| 1059 | 74 | 55 |
| 1060 | 78 | 84 |
| 1061 | 80 | 54 |
| 1062 | 80 | 35 |
| 1063 | 82 | 24 |
| 1064 | 83 | 43 |
| 1065 | 79 | 49 |
| 1066 | 83 | 50 |
| 1067 | 86 | 12 |
| 1068 | 64 | 14 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 1069 | 24 | 14 |
| 1070 | 49 | 21 |
| 1071 | 77 | 48 |
| 1072 | 103 | 11 |
| 1073 | 98 | 48 |
| 1074 | 101 | 34 |
| 1075 | 99 | 39 |
| 1076 | 103 | 11 |
| 1077 | 103 | 19 |
| 1078 | 103 | 7 |
| 1079 | 103 | 13 |
| 1080 | 103 | 10 |
| 1081 | 102 | 13 |
| 1082 | 101 | 29 |
| 1083 | 102 | 25 |
| 1084 | 102 | 20 |
| 1085 | 96 | 60 |
| 1086 | 99 | 38 |
| 1087 | 102 | 24 |
| 1088 | 100 | 31 |
| 1089 | 100 | 28 |
| 1090 | 98 | 3 |
| 1091 | 102 | 26 |
| 1092 | 95 | 64 |
| 1093 | 102 | 23 |
| 1094 | 102 | 25 |
| 1095 | 98 | 42 |
| 1096 | 93 | 68 |
| 1097 | 101 | 25 |
| 1098 | 95 | 64 |
| 1099 | 101 | 35 |
| 1100 | 94 | 59 |
| 1101 | 97 | 37 |
| 1102 | 97 | 60 |
| 1103 | 93 | 98 |
| 1104 | 98 | 53 |
| 1105 | 103 | 13 |
| 1106 | 103 | 11 |
| 1107 | 103 | 11 |
| 1108 | 103 | 13 |
| 1109 | 103 | 10 |
| 1110 | 103 | 10 |
| 1111 | 103 | 11 |
| 1112 | 103 | 10 |
| 1113 | 103 | 10 |
| 1114 | 102 | 18 |
| 1115 | 102 | 31 |
| 1116 | 101 | 24 |
| 1117 | 102 | 19 |
| 1118 | 103 | 10 |
| 1119 | 102 | 12 |
| 1120 | 99 | 56 |
| 1121 | 96 | 59 |
| 1122 | 74 | 28 |
| 1123 | 66 | 62 |
| 1124 | 74 | 29 |
| 1125 | 64 | 74 |
| 1126 | 69 | 40 |
| 1127 | 76 | 2 |
| 1128 | 72 | 29 |
| 1129 | 66 | 65 |
| 1130 | 54 | 69 |
| 1131 | 69 | 56 |
| 1132 | 69 | 40 |
| 1133 | 73 | 54 |
| 1134 | 63 | 92 |
| 1135 | 61 | 67 |
| 1136 | 72 | 42 |
| 1137 | 78 | 2 |
| 1138 | 76 | 34 |
| 1139 | 67 | 80 |
| 1140 | 70 | 67 |
| 1141 | 53 | 70 |
| 1142 | 72 | 65 |
| 1143 | 60 | 57 |
| 1144 | 74 | 29 |
| 1145 | 69 | 31 |
| 1146 | 76 | 1 |
| 1147 | 74 | 22 |
| 1148 | 72 | 52 |
| 1149 | 62 | 96 |
| 1150 | 54 | 72 |
| 1151 | 72 | 28 |
| 1152 | 72 | 35 |
| 1153 | 64 | 68 |
| 1154 | 74 | 27 |
| 1155 | 76 | 14 |
| 1156 | 69 | 38 |
| 1157 | 66 | 59 |
| 1158 | 64 | 99 |
| 1159 | 51 | 86 |
| 1160 | 70 | 53 |
| 1161 | 72 | 36 |
| 1162 | 71 | 47 |
| 1163 | 70 | 42 |
| 1164 | 67 | 34 |
| 1165 | 74 | 2 |
| 1166 | 75 | 21 |
| 1167 | 74 | 15 |
| 1168 | 75 | 13 |
| 1169 | 76 | 10 |
| 1170 | 75 | 13 |
| 1171 | 75 | 10 |
| 1172 | 75 | 7 |
| 1173 | 75 | 13 |
| 1174 | 76 | 8 |
| 1175 | 76 | 7 |
| 1176 | 67 | 45 |
| 1177 | 75 | 13 |
| 1178 | 75 | 12 |
| 1179 | 73 | 21 |
| 1180 | 68 | 46 |
| 1181 | 74 | 8 |
| 1182 | 76 | 11 |
| 1183 | 76 | 14 |
| 1184 | 74 | 11 |
| 1185 | 74 | 18 |
| 1186 | 73 | 22 |
| 1187 | 74 | 20 |
| 1188 | 74 | 19 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 1189 | 70 | 22 |
| 1190 | 71 | 23 |
| 1191 | 73 | 19 |
| 1192 | 73 | 19 |
| 1193 | 72 | 20 |
| 1194 | 64 | 60 |
| 1195 | 70 | 39 |
| 1196 | 66 | 56 |
| 1197 | 68 | 64 |
| 1198 | 30 | 68 |
| 1199 | 70 | 38 |
| 1200 | 66 | 47 |
| 1201 | 76 | 14 |
| 1202 | 74 | 18 |
| 1203 | 69 | 46 |
| 1204 | 68 | 62 |
| 1205 | 68 | 62 |
| 1206 | 68 | 62 |
| 1207 | 68 | 62 |
| 1208 | 68 | 62 |
| 1209 | 68 | 62 |
| 1210 | 54 | 50 |
| 1211 | 41 | 37 |
| 1212 | 27 | 25 |
| 1213 | 14 | 12 |
| 1214 | 0 | 0 |
| 1215 | 0 | 0 |
| 1216 | 0 | 0 |
| 1217 | 0 | 0 |
| 1218 | 0 | 0 |
| 1219 | 0 | 0 |
| 1220 | 0 | 0 |
| 1221 | 0 | 0 |
| 1222 | 0 | 0 |
| 1223 | 0 | 0 |
| 1224 | 0 | 0 |
| 1225 | 0 | 0 |
| 1226 | 0 | 0 |
| 1227 | 0 | 0 |
| 1228 | 0 | 0 |
| 1229 | 0 | 0 |
| 1230 | 0 | 0 |
| 1231 | 0 | 0 |
| 1232 | 0 | 0 |
| 1233 | 0 | 0 |
| 1234 | 0 | 0 |
| 1235 | 0 | 0 |
| 1236 | 0 | 0 |
| 1237 | 0 | 0 |
| 1238 | 0 | 0 |

**Program dinamometra za motor u NRTC-LSI ispitivanju**

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 8 |
| 10 | 6 | 54 |
| 11 | 8 | 61 |
| 12 | 34 | 59 |
| 13 | 22 | 46 |
| 14 | 5 | 51 |
| 15 | 18 | 51 |
| 16 | 31 | 50 |
| 17 | 30 | 56 |
| 18 | 31 | 49 |
| 19 | 25 | 66 |
| 20 | 58 | 55 |
| 21 | 43 | 31 |
| 22 | 16 | 45 |
| 23 | 24 | 38 |
| 24 | 24 | 27 |
| 25 | 30 | 33 |
| 26 | 45 | 65 |
| 27 | 50 | 49 |
| 28 | 23 | 42 |
| 29 | 13 | 42 |
| 30 | 9 | 45 |
| 31 | 23 | 30 |
| 32 | 37 | 45 |
| 33 | 44 | 50 |
| 34 | 49 | 52 |
| 35 | 55 | 49 |
| 36 | 61 | 46 |
| 37 | 66 | 38 |
| 38 | 42 | 33 |
| 39 | 17 | 41 |
| 40 | 17 | 37 |
| 41 | 7 | 50 |
| 42 | 20 | 32 |
| 43 | 5 | 55 |
| 44 | 30 | 42 |
| 45 | 44 | 53 |
| 46 | 45 | 56 |
| 47 | 41 | 52 |
| 48 | 24 | 41 |
| 49 | 15 | 40 |
| 50 | 11 | 44 |
| 51 | 32 | 31 |
| 52 | 38 | 54 |
| 53 | 38 | 47 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 54 | 9 | 55 |
| 55 | 10 | 50 |
| 56 | 33 | 55 |
| 57 | 48 | 56 |
| 58 | 49 | 47 |
| 59 | 33 | 44 |
| 60 | 52 | 43 |
| 61 | 55 | 43 |
| 62 | 59 | 38 |
| 63 | 44 | 28 |
| 64 | 24 | 37 |
| 65 | 12 | 44 |
| 66 | 9 | 47 |
| 67 | 12 | 52 |
| 68 | 34 | 21 |
| 69 | 29 | 44 |
| 70 | 44 | 54 |
| 71 | 54 | 62 |
| 72 | 62 | 57 |
| 73 | 72 | 56 |
| 74 | 88 | 71 |
| 75 | 100 | 69 |
| 76 | 100 | 34 |
| 77 | 100 | 42 |
| 78 | 100 | 54 |
| 79 | 100 | 58 |
| 80 | 100 | 38 |
| 81 | 83 | 17 |
| 82 | 61 | 15 |
| 83 | 43 | 22 |
| 84 | 24 | 35 |
| 85 | 16 | 39 |
| 86 | 15 | 45 |
| 87 | 32 | 34 |
| 88 | 14 | 42 |
| 89 | 8 | 48 |
| 90 | 5 | 51 |
| 91 | 10 | 41 |
| 92 | 12 | 37 |
| 93 | 4 | 47 |
| 94 | 3 | 49 |
| 95 | 3 | 50 |
| 96 | 4 | 49 |
| 97 | 4 | 48 |
| 98 | 8 | 43 |
| 99 | 2 | 51 |
| 100 | 5 | 46 |
| 101 | 8 | 41 |
| 102 | 4 | 47 |
| 103 | 3 | 49 |
| 104 | 6 | 45 |
| 105 | 3 | 48 |
| 106 | 10 | 42 |
| 107 | 18 | 27 |
| 108 | 3 | 50 |
| 109 | 11 | 41 |
| 110 | 34 | 29 |
| 111 | 51 | 57 |
| 112 | 67 | 63 |
| 113 | 61 | 32 |
| 114 | 44 | 31 |
| 115 | 48 | 54 |
| 116 | 69 | 65 |
| 117 | 85 | 65 |
| 118 | 81 | 29 |
| 119 | 74 | 21 |
| 120 | 62 | 23 |
| 121 | 76 | 58 |
| 122 | 96 | 75 |
| 123 | 100 | 77 |
| 124 | 100 | 27 |
| 125 | 100 | 79 |
| 126 | 100 | 79 |
| 127 | 100 | 81 |
| 128 | 100 | 57 |
| 129 | 99 | 52 |
| 130 | 81 | 35 |
| 131 | 69 | 29 |
| 132 | 47 | 22 |
| 133 | 34 | 28 |
| 134 | 27 | 37 |
| 135 | 83 | 60 |
| 136 | 100 | 74 |
| 137 | 100 | 7 |
| 138 | 100 | 2 |
| 139 | 70 | 18 |
| 140 | 23 | 39 |
| 141 | 5 | 54 |
| 142 | 11 | 40 |
| 143 | 11 | 34 |
| 144 | 11 | 41 |
| 145 | 19 | 25 |
| 146 | 16 | 32 |
| 147 | 20 | 31 |
| 148 | 21 | 38 |
| 149 | 21 | 42 |
| 150 | 9 | 51 |
| 151 | 4 | 49 |
| 152 | 2 | 51 |
| 153 | 1 | 58 |
| 154 | 21 | 57 |
| 155 | 29 | 47 |
| 156 | 33 | 45 |
| 157 | 16 | 49 |
| 158 | 38 | 45 |
| 159 | 37 | 43 |
| 160 | 35 | 42 |
| 161 | 39 | 43 |
| 162 | 51 | 49 |
| 163 | 59 | 55 |
| 164 | 65 | 54 |
| 165 | 76 | 62 |
| 166 | 84 | 59 |
| 167 | 83 | 29 |
| 168 | 67 | 35 |
| 169 | 84 | 54 |
| 170 | 90 | 58 |
| 171 | 93 | 43 |
| 172 | 90 | 29 |
| 173 | 66 | 19 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 174 | 52 | 16 |
| 175 | 49 | 17 |
| 176 | 56 | 38 |
| 177 | 73 | 71 |
| 178 | 86 | 80 |
| 179 | 96 | 75 |
| 180 | 89 | 27 |
| 181 | 66 | 17 |
| 182 | 50 | 18 |
| 183 | 36 | 25 |
| 184 | 36 | 24 |
| 185 | 38 | 40 |
| 186 | 40 | 50 |
| 187 | 27 | 48 |
| 188 | 19 | 48 |
| 189 | 23 | 50 |
| 190 | 19 | 45 |
| 191 | 6 | 51 |
| 192 | 24 | 48 |
| 193 | 49 | 67 |
| 194 | 47 | 49 |
| 195 | 22 | 44 |
| 196 | 25 | 40 |
| 197 | 38 | 54 |
| 198 | 43 | 55 |
| 199 | 40 | 52 |
| 200 | 14 | 49 |
| 201 | 11 | 45 |
| 202 | 7 | 48 |
| 203 | 26 | 41 |
| 204 | 41 | 59 |
| 205 | 53 | 60 |
| 206 | 44 | 54 |
| 207 | 22 | 40 |
| 208 | 24 | 41 |
| 209 | 32 | 53 |
| 210 | 44 | 74 |
| 211 | 57 | 25 |
| 212 | 22 | 49 |
| 213 | 29 | 45 |
| 214 | 19 | 37 |
| 215 | 14 | 43 |
| 216 | 36 | 40 |
| 217 | 43 | 63 |
| 218 | 42 | 49 |
| 219 | 15 | 50 |
| 220 | 19 | 44 |
| 221 | 47 | 59 |
| 222 | 67 | 80 |
| 223 | 76 | 74 |
| 224 | 87 | 66 |
| 225 | 98 | 61 |
| 226 | 100 | 38 |
| 227 | 97 | 27 |
| 228 | 100 | 53 |
| 229 | 100 | 72 |
| 230 | 100 | 49 |
| 231 | 100 | 4 |
| 232 | 100 | 13 |
| 233 | 87 | 15 |
| 234 | 53 | 26 |
| 235 | 33 | 27 |
| 236 | 39 | 19 |
| 237 | 51 | 33 |
| 238 | 67 | 54 |
| 239 | 83 | 60 |
| 240 | 95 | 52 |
| 241 | 100 | 50 |
| 242 | 100 | 36 |
| 243 | 100 | 25 |
| 244 | 85 | 16 |
| 245 | 62 | 16 |
| 246 | 40 | 26 |
| 247 | 56 | 39 |
| 248 | 81 | 75 |
| 249 | 98 | 86 |
| 250 | 100 | 76 |
| 251 | 100 | 51 |
| 252 | 100 | 78 |
| 253 | 100 | 83 |
| 254 | 100 | 100 |
| 255 | 100 | 66 |
| 256 | 100 | 85 |
| 257 | 100 | 72 |
| 258 | 100 | 45 |
| 259 | 98 | 58 |
| 260 | 60 | 30 |
| 261 | 43 | 32 |
| 262 | 71 | 36 |
| 263 | 44 | 32 |
| 264 | 24 | 38 |
| 265 | 42 | 17 |
| 266 | 22 | 51 |
| 267 | 13 | 53 |
| 268 | 23 | 45 |
| 269 | 29 | 50 |
| 270 | 28 | 42 |
| 271 | 21 | 55 |
| 272 | 34 | 57 |
| 273 | 44 | 47 |
| 274 | 19 | 46 |
| 275 | 13 | 44 |
| 276 | 25 | 36 |
| 277 | 43 | 51 |
| 278 | 55 | 73 |
| 279 | 68 | 72 |
| 280 | 76 | 63 |
| 281 | 80 | 45 |
| 282 | 83 | 40 |
| 283 | 78 | 26 |
| 284 | 60 | 20 |
| 285 | 47 | 19 |
| 286 | 52 | 25 |
| 287 | 36 | 30 |
| 288 | 40 | 26 |
| 289 | 45 | 34 |
| 290 | 47 | 35 |
| 291 | 42 | 28 |
| 292 | 46 | 38 |
| 293 | 48 | 44 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 294 | 68 | 61 |
| 295 | 70 | 47 |
| 296 | 48 | 28 |
| 297 | 42 | 22 |
| 298 | 31 | 29 |
| 299 | 22 | 35 |
| 300 | 28 | 28 |
| 301 | 46 | 46 |
| 302 | 62 | 69 |
| 303 | 76 | 81 |
| 304 | 88 | 85 |
| 305 | 98 | 81 |
| 306 | 100 | 74 |
| 307 | 100 | 13 |
| 308 | 100 | 11 |
| 309 | 100 | 17 |
| 310 | 99 | 3 |
| 311 | 80 | 7 |
| 312 | 62 | 11 |
| 313 | 63 | 11 |
| 314 | 64 | 16 |
| 315 | 69 | 43 |
| 316 | 81 | 67 |
| 317 | 93 | 74 |
| 318 | 100 | 72 |
| 319 | 94 | 27 |
| 320 | 73 | 15 |
| 321 | 40 | 33 |
| 322 | 40 | 52 |
| 323 | 50 | 50 |
| 324 | 11 | 53 |
| 325 | 12 | 45 |
| 326 | 5 | 50 |
| 327 | 1 | 55 |
| 328 | 7 | 55 |
| 329 | 62 | 60 |
| 330 | 80 | 28 |
| 331 | 23 | 37 |
| 332 | 39 | 58 |
| 333 | 47 | 24 |
| 334 | 59 | 51 |
| 335 | 58 | 68 |
| 336 | 36 | 52 |
| 337 | 18 | 42 |
| 338 | 36 | 52 |
| 339 | 59 | 73 |
| 340 | 72 | 85 |
| 341 | 85 | 92 |
| 342 | 99 | 90 |
| 343 | 100 | 72 |
| 344 | 100 | 18 |
| 345 | 100 | 76 |
| 346 | 100 | 64 |
| 347 | 100 | 87 |
| 348 | 100 | 97 |
| 349 | 100 | 84 |
| 350 | 100 | 100 |
| 351 | 100 | 91 |
| 352 | 100 | 83 |
| 353 | 100 | 93 |
| 354 | 100 | 100 |
| 355 | 94 | 43 |
| 356 | 72 | 10 |
| 357 | 77 | 3 |
| 358 | 48 | 2 |
| 359 | 29 | 5 |
| 360 | 59 | 19 |
| 361 | 63 | 5 |
| 362 | 35 | 2 |
| 363 | 24 | 3 |
| 364 | 28 | 2 |
| 365 | 36 | 16 |
| 366 | 54 | 23 |
| 367 | 60 | 10 |
| 368 | 33 | 1 |
| 369 | 23 | 0 |
| 370 | 16 | 0 |
| 371 | 11 | 0 |
| 372 | 20 | 0 |
| 373 | 25 | 2 |
| 374 | 40 | 3 |
| 375 | 33 | 4 |
| 376 | 34 | 5 |
| 377 | 46 | 7 |
| 378 | 57 | 10 |
| 379 | 66 | 11 |
| 380 | 75 | 14 |
| 381 | 79 | 11 |
| 382 | 80 | 16 |
| 383 | 92 | 21 |
| 384 | 99 | 16 |
| 385 | 83 | 2 |
| 386 | 71 | 2 |
| 387 | 69 | 4 |
| 388 | 67 | 4 |
| 389 | 74 | 16 |
| 390 | 86 | 25 |
| 391 | 97 | 28 |
| 392 | 100 | 15 |
| 393 | 83 | 2 |
| 394 | 62 | 4 |
| 395 | 40 | 6 |
| 396 | 49 | 10 |
| 397 | 36 | 5 |
| 398 | 27 | 4 |
| 399 | 29 | 3 |
| 400 | 22 | 2 |
| 401 | 13 | 3 |
| 402 | 37 | 36 |
| 403 | 90 | 26 |
| 404 | 41 | 2 |
| 405 | 25 | 2 |
| 406 | 29 | 2 |
| 407 | 38 | 7 |
| 408 | 50 | 13 |
| 409 | 55 | 10 |
| 410 | 29 | 3 |
| 411 | 24 | 7 |
| 412 | 51 | 16 |
| 413 | 62 | 15 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 414 | 72 | 35 |
| 415 | 91 | 74 |
| 416 | 100 | 73 |
| 417 | 100 | 8 |
| 418 | 98 | 11 |
| 419 | 100 | 59 |
| 420 | 100 | 98 |
| 421 | 100 | 99 |
| 422 | 100 | 75 |
| 423 | 100 | 95 |
| 424 | 100 | 100 |
| 425 | 100 | 97 |
| 426 | 100 | 90 |
| 427 | 100 | 86 |
| 428 | 100 | 82 |
| 429 | 97 | 43 |
| 430 | 70 | 16 |
| 431 | 50 | 20 |
| 432 | 42 | 33 |
| 433 | 89 | 64 |
| 434 | 89 | 77 |
| 435 | 99 | 95 |
| 436 | 100 | 41 |
| 437 | 77 | 12 |
| 438 | 29 | 37 |
| 439 | 16 | 41 |
| 440 | 16 | 38 |
| 441 | 15 | 36 |
| 442 | 18 | 44 |
| 443 | 4 | 55 |
| 444 | 24 | 26 |
| 445 | 26 | 35 |
| 446 | 15 | 45 |
| 447 | 21 | 39 |
| 448 | 29 | 52 |
| 449 | 26 | 46 |
| 450 | 27 | 50 |
| 451 | 13 | 43 |
| 452 | 25 | 36 |
| 453 | 37 | 57 |

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 454 | 29 | 46 |
| 455 | 17 | 39 |
| 456 | 13 | 41 |
| 457 | 19 | 38 |
| 458 | 28 | 35 |
| 459 | 8 | 51 |
| 460 | 14 | 36 |
| 461 | 17 | 47 |
| 462 | 34 | 39 |
| 463 | 34 | 57 |
| 464 | 11 | 70 |
| 465 | 13 | 51 |
| 466 | 13 | 68 |
| 467 | 38 | 44 |
| 468 | 53 | 67 |
| 469 | 29 | 69 |
| 470 | 19 | 65 |
| 471 | 52 | 45 |
| 472 | 61 | 79 |
| 473 | 29 | 70 |
| 474 | 15 | 53 |
| 475 | 15 | 60 |
| 476 | 52 | 40 |
| 477 | 50 | 61 |
| 478 | 13 | 74 |
| 479 | 46 | 51 |
| 480 | 60 | 73 |
| 481 | 33 | 84 |
| 482 | 31 | 63 |
| 483 | 41 | 42 |
| 484 | 26 | 69 |
| 485 | 23 | 65 |
| 486 | 48 | 49 |
| 487 | 28 | 57 |
| 488 | 16 | 67 |
| 489 | 39 | 48 |
| 490 | 47 | 73 |
| 491 | 35 | 87 |
| 492 | 26 | 73 |
| 493 | 30 | 61 |

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 494 | 34 | 49 |
| 495 | 35 | 66 |
| 496 | 56 | 47 |
| 497 | 49 | 64 |
| 498 | 59 | 64 |
| 499 | 42 | 69 |
| 500 | 6 | 77 |
| 501 | 5 | 59 |
| 502 | 17 | 59 |
| 503 | 45 | 53 |
| 504 | 21 | 62 |
| 505 | 31 | 60 |
| 506 | 53 | 68 |
| 507 | 48 | 79 |
| 508 | 45 | 61 |
| 509 | 51 | 47 |
| 510 | 41 | 48 |
| 511 | 26 | 58 |
| 512 | 21 | 62 |
| 513 | 50 | 52 |
| 514 | 39 | 65 |
| 515 | 23 | 65 |
| 516 | 42 | 62 |
| 517 | 57 | 80 |
| 518 | 66 | 81 |
| 519 | 64 | 62 |
| 520 | 45 | 42 |
| 521 | 33 | 42 |
| 522 | 27 | 57 |
| 523 | 31 | 59 |
| 524 | 41 | 53 |
| 525 | 45 | 72 |
| 526 | 48 | 73 |
| 527 | 46 | 90 |
| 528 | 56 | 76 |
| 529 | 64 | 76 |
| 530 | 69 | 64 |
| 531 | 72 | 59 |
| 532 | 73 | 58 |
| 533 | 71 | 56 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 534 | 66 | 48 |
| 535 | 61 | 50 |
| 536 | 55 | 56 |
| 537 | 52 | 52 |
| 538 | 54 | 49 |
| 539 | 61 | 50 |
| 540 | 64 | 54 |
| 541 | 67 | 54 |
| 542 | 68 | 52 |
| 543 | 60 | 53 |
| 544 | 52 | 50 |
| 545 | 45 | 49 |
| 546 | 38 | 45 |
| 547 | 32 | 45 |
| 548 | 26 | 53 |
| 549 | 23 | 56 |
| 550 | 30 | 49 |
| 551 | 33 | 55 |
| 552 | 35 | 59 |
| 553 | 33 | 65 |
| 554 | 30 | 67 |
| 555 | 28 | 59 |
| 556 | 25 | 58 |
| 557 | 23 | 56 |
| 558 | 22 | 57 |
| 559 | 19 | 63 |
| 560 | 14 | 63 |
| 561 | 31 | 61 |
| 562 | 35 | 62 |
| 563 | 21 | 80 |
| 564 | 28 | 65 |
| 565 | 7 | 74 |
| 566 | 23 | 54 |
| 567 | 38 | 54 |
| 568 | 14 | 78 |
| 569 | 38 | 58 |
| 570 | 52 | 75 |
| 571 | 59 | 81 |
| 572 | 66 | 69 |
| 573 | 54 | 44 |
| 574 | 48 | 34 |
| 575 | 44 | 33 |
| 576 | 40 | 40 |
| 577 | 28 | 58 |
| 578 | 27 | 63 |
| 579 | 35 | 45 |
| 580 | 20 | 66 |
| 581 | 15 | 60 |
| 582 | 10 | 52 |
| 583 | 22 | 56 |
| 584 | 30 | 62 |
| 585 | 21 | 67 |
| 586 | 29 | 53 |
| 587 | 41 | 56 |
| 588 | 15 | 67 |
| 589 | 24 | 56 |
| 590 | 42 | 69 |
| 591 | 39 | 83 |
| 592 | 40 | 73 |
| 593 | 35 | 67 |
| 594 | 32 | 61 |
| 595 | 30 | 65 |
| 596 | 30 | 72 |
| 597 | 48 | 51 |
| 598 | 66 | 58 |
| 599 | 62 | 71 |
| 600 | 36 | 63 |
| 601 | 17 | 59 |
| 602 | 16 | 50 |
| 603 | 16 | 62 |
| 604 | 34 | 48 |
| 605 | 51 | 66 |
| 606 | 35 | 74 |
| 607 | 15 | 56 |
| 608 | 19 | 54 |
| 609 | 43 | 65 |
| 610 | 52 | 80 |
| 611 | 52 | 83 |
| 612 | 49 | 57 |
| 613 | 48 | 46 |
| 614 | 37 | 36 |
| 615 | 25 | 44 |
| 616 | 14 | 53 |
| 617 | 13 | 64 |
| 618 | 23 | 56 |
| 619 | 21 | 63 |
| 620 | 18 | 67 |
| 621 | 20 | 54 |
| 622 | 16 | 67 |
| 623 | 26 | 56 |
| 624 | 41 | 65 |
| 625 | 28 | 62 |
| 626 | 19 | 60 |
| 627 | 33 | 56 |
| 628 | 37 | 70 |
| 629 | 24 | 79 |
| 630 | 28 | 57 |
| 631 | 40 | 57 |
| 632 | 40 | 58 |
| 633 | 28 | 44 |
| 634 | 25 | 41 |
| 635 | 29 | 53 |
| 636 | 31 | 55 |
| 637 | 26 | 64 |
| 638 | 20 | 50 |
| 639 | 16 | 53 |
| 640 | 11 | 54 |
| 641 | 13 | 53 |
| 642 | 23 | 50 |
| 643 | 32 | 59 |
| 644 | 36 | 63 |
| 645 | 33 | 59 |
| 646 | 24 | 52 |
| 647 | 20 | 52 |
| 648 | 22 | 55 |
| 649 | 30 | 53 |
| 650 | 37 | 59 |
| 651 | 41 | 58 |
| 652 | 36 | 54 |
| 653 | 29 | 49 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 654 | 24 | 53 |
| 655 | 14 | 57 |
| 656 | 10 | 54 |
| 657 | 9 | 55 |
| 658 | 10 | 57 |
| 659 | 13 | 55 |
| 660 | 15 | 64 |
| 661 | 31 | 57 |
| 662 | 19 | 69 |
| 663 | 14 | 59 |
| 664 | 33 | 57 |
| 665 | 41 | 65 |
| 666 | 39 | 64 |
| 667 | 39 | 59 |
| 668 | 39 | 51 |
| 669 | 28 | 41 |
| 670 | 19 | 49 |
| 671 | 27 | 54 |
| 672 | 37 | 63 |
| 673 | 32 | 74 |
| 674 | 16 | 70 |
| 675 | 12 | 67 |
| 676 | 13 | 60 |
| 677 | 17 | 56 |
| 678 | 15 | 62 |
| 679 | 25 | 47 |
| 680 | 27 | 64 |
| 681 | 14 | 71 |
| 682 | 5 | 65 |
| 683 | 6 | 57 |
| 684 | 6 | 57 |
| 685 | 15 | 52 |
| 686 | 22 | 61 |
| 687 | 14 | 77 |
| 688 | 12 | 67 |
| 689 | 12 | 62 |
| 690 | 14 | 59 |
| 691 | 15 | 58 |
| 692 | 18 | 55 |
| 693 | 22 | 53 |
| 694 | 19 | 69 |
| 695 | 14 | 67 |
| 696 | 9 | 63 |
| 697 | 8 | 56 |
| 698 | 17 | 49 |
| 699 | 25 | 55 |
| 700 | 14 | 70 |
| 701 | 12 | 60 |
| 702 | 22 | 57 |
| 703 | 27 | 67 |
| 704 | 29 | 68 |
| 705 | 34 | 62 |
| 706 | 35 | 61 |
| 707 | 28 | 78 |
| 708 | 11 | 71 |
| 709 | 4 | 58 |
| 710 | 5 | 58 |
| 711 | 10 | 56 |
| 712 | 20 | 63 |
| 713 | 13 | 76 |
| 714 | 11 | 65 |
| 715 | 9 | 60 |
| 716 | 7 | 55 |
| 717 | 8 | 53 |
| 718 | 10 | 60 |
| 719 | 28 | 53 |
| 720 | 12 | 73 |
| 721 | 4 | 64 |
| 722 | 4 | 61 |
| 723 | 4 | 61 |
| 724 | 10 | 56 |
| 725 | 8 | 61 |
| 726 | 20 | 56 |
| 727 | 32 | 62 |
| 728 | 33 | 66 |
| 729 | 34 | 73 |
| 730 | 31 | 61 |
| 731 | 33 | 55 |
| 732 | 33 | 60 |
| 733 | 31 | 59 |
| 734 | 29 | 58 |
| 735 | 31 | 53 |
| 736 | 33 | 51 |
| 737 | 33 | 48 |
| 738 | 27 | 44 |
| 739 | 21 | 52 |
| 740 | 13 | 57 |
| 741 | 12 | 56 |
| 742 | 10 | 64 |
| 743 | 22 | 47 |
| 744 | 15 | 74 |
| 745 | 8 | 66 |
| 746 | 34 | 47 |
| 747 | 18 | 71 |
| 748 | 9 | 57 |
| 749 | 11 | 55 |
| 750 | 12 | 57 |
| 751 | 10 | 61 |
| 752 | 16 | 53 |
| 753 | 12 | 75 |
| 754 | 6 | 70 |
| 755 | 12 | 55 |
| 756 | 24 | 50 |
| 757 | 28 | 60 |
| 758 | 28 | 64 |
| 759 | 23 | 60 |
| 760 | 20 | 56 |
| 761 | 26 | 50 |
| 762 | 28 | 55 |
| 763 | 18 | 56 |
| 764 | 15 | 52 |
| 765 | 11 | 59 |
| 766 | 16 | 59 |
| 767 | 34 | 54 |
| 768 | 16 | 82 |
| 769 | 15 | 64 |
| 770 | 36 | 53 |
| 771 | 45 | 64 |
| 772 | 41 | 59 |
| 773 | 34 | 50 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 774 | 27 | 45 |
| 775 | 22 | 52 |
| 776 | 18 | 55 |
| 777 | 26 | 54 |
| 778 | 39 | 62 |
| 779 | 37 | 71 |
| 780 | 32 | 58 |
| 781 | 24 | 48 |
| 782 | 14 | 59 |
| 783 | 7 | 59 |
| 784 | 7 | 55 |
| 785 | 18 | 49 |
| 786 | 40 | 62 |
| 787 | 44 | 73 |
| 788 | 41 | 68 |
| 789 | 35 | 48 |
| 790 | 29 | 54 |
| 791 | 22 | 69 |
| 792 | 46 | 53 |
| 793 | 59 | 71 |
| 794 | 69 | 68 |
| 795 | 75 | 47 |
| 796 | 62 | 32 |
| 797 | 48 | 35 |
| 798 | 27 | 59 |
| 799 | 13 | 58 |
| 800 | 14 | 54 |
| 801 | 21 | 53 |
| 802 | 23 | 56 |
| 803 | 23 | 57 |
| 804 | 23 | 65 |
| 805 | 13 | 65 |
| 806 | 9 | 64 |
| 807 | 27 | 56 |
| 808 | 26 | 78 |
| 809 | 40 | 61 |
| 810 | 35 | 76 |
| 811 | 28 | 66 |
| 812 | 23 | 57 |
| 813 | 16 | 50 |
| 814 | 11 | 53 |
| 815 | 9 | 57 |
| 816 | 9 | 62 |
| 817 | 27 | 57 |
| 818 | 42 | 69 |
| 819 | 47 | 75 |
| 820 | 53 | 67 |
| 821 | 61 | 62 |
| 822 | 63 | 53 |
| 823 | 60 | 54 |
| 824 | 56 | 44 |
| 825 | 49 | 39 |
| 826 | 39 | 35 |
| 827 | 30 | 34 |
| 828 | 33 | 46 |
| 829 | 44 | 56 |
| 830 | 50 | 56 |
| 831 | 44 | 52 |
| 832 | 38 | 46 |
| 833 | 33 | 44 |
| 834 | 29 | 45 |
| 835 | 24 | 46 |
| 836 | 18 | 52 |
| 837 | 9 | 55 |
| 838 | 10 | 54 |
| 839 | 20 | 53 |
| 840 | 27 | 58 |
| 841 | 29 | 59 |
| 842 | 30 | 62 |
| 843 | 30 | 65 |
| 844 | 27 | 66 |
| 845 | 32 | 58 |
| 846 | 40 | 56 |
| 847 | 41 | 57 |
| 848 | 18 | 73 |
| 849 | 15 | 55 |
| 850 | 18 | 50 |
| 851 | 17 | 52 |
| 852 | 20 | 49 |
| 853 | 16 | 62 |
| 854 | 4 | 67 |
| 855 | 2 | 64 |
| 856 | 7 | 54 |
| 857 | 10 | 50 |
| 858 | 9 | 57 |
| 859 | 5 | 62 |
| 860 | 12 | 51 |
| 861 | 14 | 65 |
| 862 | 9 | 64 |
| 863 | 31 | 50 |
| 864 | 30 | 78 |
| 865 | 21 | 65 |
| 866 | 14 | 51 |
| 867 | 10 | 55 |
| 868 | 6 | 59 |
| 869 | 7 | 59 |
| 870 | 19 | 54 |
| 871 | 23 | 61 |
| 872 | 24 | 62 |
| 873 | 34 | 61 |
| 874 | 51 | 67 |
| 875 | 60 | 66 |
| 876 | 58 | 55 |
| 877 | 60 | 52 |
| 878 | 64 | 55 |
| 879 | 68 | 51 |
| 880 | 63 | 54 |
| 881 | 64 | 50 |
| 882 | 68 | 58 |
| 883 | 73 | 47 |
| 884 | 63 | 40 |
| 885 | 50 | 38 |
| 886 | 29 | 61 |
| 887 | 14 | 61 |
| 888 | 14 | 53 |
| 889 | 42 | 6 |
| 890 | 58 | 6 |
| 891 | 58 | 6 |
| 892 | 77 | 39 |
| 893 | 93 | 56 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 894 | 93 | 44 |
| 895 | 93 | 37 |
| 896 | 93 | 31 |
| 897 | 93 | 25 |
| 898 | 93 | 26 |
| 899 | 93 | 27 |
| 900 | 93 | 25 |
| 901 | 93 | 21 |
| 902 | 93 | 22 |
| 903 | 93 | 24 |
| 904 | 93 | 23 |
| 905 | 93 | 27 |
| 906 | 93 | 34 |
| 907 | 93 | 32 |
| 908 | 93 | 26 |
| 909 | 93 | 31 |
| 910 | 93 | 34 |
| 911 | 93 | 31 |
| 912 | 93 | 33 |
| 913 | 93 | 36 |
| 914 | 93 | 37 |
| 915 | 93 | 34 |
| 916 | 93 | 30 |
| 917 | 93 | 32 |
| 918 | 93 | 35 |
| 919 | 93 | 35 |
| 920 | 93 | 32 |
| 921 | 93 | 28 |
| 922 | 93 | 23 |
| 923 | 94 | 18 |
| 924 | 95 | 18 |
| 925 | 96 | 17 |
| 926 | 95 | 13 |
| 927 | 96 | 10 |
| 928 | 95 | 9 |
| 929 | 95 | 7 |
| 930 | 95 | 7 |
| 931 | 96 | 7 |
| 932 | 96 | 6 |
| 933 | 96 | 6 |
| 934 | 95 | 6 |
| 935 | 90 | 6 |
| 936 | 69 | 43 |
| 937 | 76 | 62 |
| 938 | 93 | 47 |
| 939 | 93 | 39 |
| 940 | 93 | 35 |
| 941 | 93 | 34 |
| 942 | 93 | 36 |
| 943 | 93 | 39 |
| 944 | 93 | 34 |
| 945 | 93 | 26 |
| 946 | 93 | 23 |
| 947 | 93 | 24 |
| 948 | 93 | 24 |
| 949 | 93 | 22 |
| 950 | 93 | 19 |
| 951 | 93 | 17 |
| 952 | 93 | 19 |
| 953 | 93 | 22 |
| 954 | 93 | 24 |
| 955 | 93 | 23 |
| 956 | 93 | 20 |
| 957 | 93 | 20 |
| 958 | 94 | 19 |
| 959 | 95 | 19 |
| 960 | 95 | 17 |
| 961 | 96 | 13 |
| 962 | 95 | 10 |
| 963 | 96 | 9 |
| 964 | 95 | 7 |
| 965 | 95 | 7 |
| 966 | 95 | 7 |
| 967 | 95 | 6 |
| 968 | 96 | 6 |
| 969 | 96 | 6 |
| 970 | 89 | 6 |
| 971 | 68 | 6 |
| 972 | 57 | 6 |
| 973 | 66 | 32 |
| 974 | 84 | 52 |
| 975 | 93 | 46 |
| 976 | 93 | 42 |
| 977 | 93 | 36 |
| 978 | 93 | 28 |
| 979 | 93 | 23 |
| 980 | 93 | 19 |
| 981 | 93 | 16 |
| 982 | 93 | 15 |
| 983 | 93 | 16 |
| 984 | 93 | 15 |
| 985 | 93 | 14 |
| 986 | 93 | 15 |
| 987 | 93 | 16 |
| 988 | 94 | 15 |
| 989 | 93 | 32 |
| 990 | 93 | 45 |
| 991 | 93 | 43 |
| 992 | 93 | 37 |
| 993 | 93 | 29 |
| 994 | 93 | 23 |
| 995 | 93 | 20 |
| 996 | 93 | 18 |
| 997 | 93 | 16 |
| 998 | 93 | 17 |
| 999 | 93 | 16 |
| 1000 | 93 | 15 |
| 1001 | 93 | 15 |
| 1002 | 93 | 15 |
| 1003 | 93 | 14 |
| 1004 | 93 | 15 |
| 1005 | 93 | 15 |
| 1006 | 93 | 14 |
| 1007 | 93 | 13 |
| 1008 | 93 | 14 |
| 1009 | 93 | 14 |
| 1010 | 93 | 15 |
| 1011 | 93 | 16 |
| 1012 | 93 | 17 |
| 1013 | 93 | 20 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 1014 | 93 | 22 |
| 1015 | 93 | 20 |
| 1016 | 93 | 19 |
| 1017 | 93 | 20 |
| 1018 | 93 | 19 |
| 1019 | 93 | 19 |
| 1020 | 93 | 20 |
| 1021 | 93 | 32 |
| 1022 | 93 | 37 |
| 1023 | 93 | 28 |
| 1024 | 93 | 26 |
| 1025 | 93 | 24 |
| 1026 | 93 | 22 |
| 1027 | 93 | 22 |
| 1028 | 93 | 21 |
| 1029 | 93 | 20 |
| 1030 | 93 | 20 |
| 1031 | 93 | 20 |
| 1032 | 93 | 20 |
| 1033 | 93 | 19 |
| 1034 | 93 | 18 |
| 1035 | 93 | 20 |
| 1036 | 93 | 20 |
| 1037 | 93 | 20 |
| 1038 | 93 | 20 |
| 1039 | 93 | 19 |
| 1040 | 93 | 18 |
| 1041 | 93 | 18 |
| 1042 | 93 | 17 |
| 1043 | 93 | 16 |
| 1044 | 93 | 16 |
| 1045 | 93 | 15 |
| 1046 | 93 | 16 |
| 1047 | 93 | 18 |
| 1048 | 93 | 37 |
| 1049 | 93 | 48 |
| 1050 | 93 | 38 |
| 1051 | 93 | 31 |
| 1052 | 93 | 26 |
| 1053 | 93 | 21 |
| 1054 | 93 | 18 |
| 1055 | 93 | 16 |
| 1056 | 93 | 17 |
| 1057 | 93 | 18 |
| 1058 | 93 | 19 |
| 1059 | 93 | 21 |
| 1060 | 93 | 20 |
| 1061 | 93 | 18 |
| 1062 | 93 | 17 |
| 1063 | 93 | 17 |
| 1064 | 93 | 18 |
| 1065 | 93 | 18 |
| 1066 | 93 | 18 |
| 1067 | 93 | 19 |
| 1068 | 93 | 18 |
| 1069 | 93 | 18 |
| 1070 | 93 | 20 |
| 1071 | 93 | 23 |
| 1072 | 93 | 25 |
| 1073 | 93 | 25 |
| 1074 | 93 | 24 |
| 1075 | 93 | 24 |
| 1076 | 93 | 22 |
| 1077 | 93 | 22 |
| 1078 | 93 | 22 |
| 1079 | 93 | 19 |
| 1080 | 93 | 16 |
| 1081 | 95 | 17 |
| 1082 | 95 | 37 |
| 1083 | 93 | 43 |
| 1084 | 93 | 32 |
| 1085 | 93 | 27 |
| 1086 | 93 | 26 |
| 1087 | 93 | 24 |
| 1088 | 93 | 22 |
| 1089 | 93 | 22 |
| 1090 | 93 | 22 |
| 1091 | 93 | 23 |
| 1092 | 93 | 22 |
| 1093 | 93 | 22 |
| 1094 | 93 | 23 |
| 1095 | 93 | 23 |
| 1096 | 93 | 23 |
| 1097 | 93 | 22 |
| 1098 | 93 | 23 |
| 1099 | 93 | 23 |
| 1100 | 93 | 23 |
| 1101 | 93 | 25 |
| 1102 | 93 | 27 |
| 1103 | 93 | 26 |
| 1104 | 93 | 25 |
| 1105 | 93 | 27 |
| 1106 | 93 | 27 |
| 1107 | 93 | 27 |
| 1108 | 93 | 24 |
| 1109 | 93 | 20 |
| 1110 | 93 | 18 |
| 1111 | 93 | 17 |
| 1112 | 93 | 17 |
| 1113 | 93 | 18 |
| 1114 | 93 | 18 |
| 1115 | 93 | 18 |
| 1116 | 93 | 19 |
| 1117 | 93 | 22 |
| 1118 | 93 | 22 |
| 1119 | 93 | 19 |
| 1120 | 93 | 17 |
| 1121 | 93 | 17 |
| 1122 | 93 | 18 |
| 1123 | 93 | 18 |
| 1124 | 93 | 19 |
| 1125 | 93 | 19 |
| 1126 | 93 | 20 |
| 1127 | 93 | 19 |
| 1128 | 93 | 20 |
| 1129 | 93 | 25 |
| 1130 | 93 | 30 |
| 1131 | 93 | 31 |
| 1132 | 93 | 26 |
| 1133 | 93 | 21 |

▼B

| Vrijeme (s) | Normalizirana brzina vrtnje (%) | Normalizirani zakretni moment (%) |
|---|---|---|
| 1134 | 93 | 18 |
| 1135 | 93 | 20 |
| 1136 | 93 | 25 |
| 1137 | 93 | 24 |
| 1138 | 93 | 21 |
| 1139 | 93 | 21 |
| 1140 | 93 | 22 |
| 1141 | 93 | 22 |
| 1142 | 93 | 28 |
| 1143 | 93 | 29 |
| 1144 | 93 | 23 |
| 1145 | 93 | 21 |
| 1146 | 93 | 18 |
| 1147 | 93 | 16 |
| 1148 | 93 | 16 |
| 1149 | 93 | 16 |
| 1150 | 93 | 17 |
| 1151 | 93 | 17 |
| 1152 | 93 | 17 |
| 1153 | 93 | 17 |
| 1154 | 93 | 23 |
| 1155 | 93 | 26 |
| 1156 | 93 | 22 |
| 1157 | 93 | 18 |
| 1158 | 93 | 16 |
| 1159 | 93 | 16 |
| 1160 | 93 | 17 |
| 1161 | 93 | 19 |
| 1162 | 93 | 18 |
| 1163 | 93 | 16 |
| 1164 | 93 | 19 |
| 1165 | 93 | 22 |
| 1166 | 93 | 25 |
| 1167 | 93 | 29 |
| 1168 | 93 | 27 |
| 1169 | 93 | 22 |
| 1170 | 93 | 18 |
| 1171 | 93 | 16 |
| 1172 | 93 | 19 |
| 1173 | 93 | 19 |
| 1174 | 93 | 17 |
| 1175 | 93 | 17 |
| 1176 | 93 | 17 |
| 1177 | 93 | 16 |
| 1178 | 93 | 16 |
| 1179 | 93 | 15 |
| 1180 | 93 | 16 |
| 1181 | 93 | 15 |
| 1182 | 93 | 17 |
| 1183 | 93 | 21 |
| 1184 | 93 | 30 |
| 1185 | 93 | 53 |
| 1186 | 93 | 54 |
| 1187 | 93 | 38 |
| 1188 | 93 | 30 |
| 1189 | 93 | 24 |
| 1190 | 93 | 20 |
| 1191 | 95 | 20 |
| 1192 | 96 | 18 |
| 1193 | 96 | 15 |
| 1194 | 96 | 11 |
| 1195 | 95 | 9 |
| 1196 | 95 | 8 |
| 1197 | 96 | 7 |
| 1198 | 94 | 33 |
| 1199 | 93 | 46 |
| 1200 | 93 | 37 |
| 1201 | 16 | 8 |
| 1202 | 0 | 0 |
| 1203 | 0 | 0 |
| 1204 | 0 | 0 |
| 1205 | 0 | 0 |
| 1206 | 0 | 0 |
| 1207 | 0 | 0 |
| 1208 | 0 | 0 |
| 1209 | 0 | 0 |