

42010X0831(01)

31.8.2010.

SLUŽBENI LIST EUROPSKE UNIJE

L 229/1

Samo izvorni tekstovi UN/ECE-a imaju pravni učinak prema međunarodnom pravu. Status i dan stupanja na snagu ovog Pravilnika treba provjeriti u zadnjem izdanju UN/ECE TRANS/WP.29/343, koji je dostupan na:
<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocstts.html>

Pravilnik br. 49 Gospodarske komisije Ujedinjenih naroda za Europu (UN/ECE) — Jedinstvene odredbe o mjerama koje treba poduzeti radi sprječavanja emisije plinovitih i čestičnih onečišćivača iz motora s kompresijskim paljenjem koji se koriste u vozilima te emisije plinovitih onečišćivača iz motora s vanjskim paljenjem koji koriste prirodni plin ili ukapljeni naftni plin za pogon vozila

Izmjene Pravilnika br. 49, objavljenog u *Službenom listu Europske Unije* br. L 103, 12.4.2008., str. 1.

Koje sadrže:

Dopuna br. 1.5. seriji izmjena - Datum stupanja na snagu: 17. ožujka 2010.

Dopuna br. 2.5. seriji izmjena - Datum stupanja na snagu: 19. kolovoza 2010.

Ispravak 1. Dopune br. 2. - Datum stupanja na snagu: 19. kolovoza 2010.

Izmjene sadržaja

Naslov Priloga 4.B zamjenjuje se sljedećim:

„Postupak ispitivanja za motore s kompresijskim paljenjem i motore s vanjskim paljenjem na prirodni plin ili tekući naftni plin koji uključuju globalno usklađenu certifikaciju motora teških radnih vozila (WHDC, globalna tehnička uredba (opći tehnički zahtjevi) br. 4).”

Naslov Priloga 9.B zamjenjuje se sljedećim:

„Tehnički zahtjevi za sustav ugrađene dijagnostike (OBD)”

Treba umetnuti novi Prilog 9.C:

„Prilog 9.C - Tehnički zahtjevi za procjenu radne učinkovitosti sustava ugrađene dijagnostike (OBD)

Dodatak 1. - Skupine sustava za praćenje”

Treba umetnuti novi Prilog 10.

„Prilog 10. - Tehnički zahtjevi izvanciklusnih (OCE) emisija”

Izmjene priloga

Treba zamijeniti postojeći Prilog 4.B novim Prilogom 4.B:

„PRILOG 4.B

Postupak ispitivanja za motore s kompresijskim paljenjem i motore s vanjskim paljenjem na prirodni plin (PP) ili ukapljeni naftni plin (UNP) koji uključuju globalno usklađenu certifikaciju motora teških radnih vozila (WHDC, globalna tehnička uredba (opći tehnički zahtjevi) br. 4.)

1. PRIMJENLJIVOST

Ovaj prilog trenutno nije primjenjiv u svrhu homologacije u skladu s ovim Pravilnikom. U budućnosti će se primjenjivati.

2. REZERVIRANO. ⁽¹⁾

3. DEFINICIJE, SIMBOLI I KRATICE

3.1. Definicije

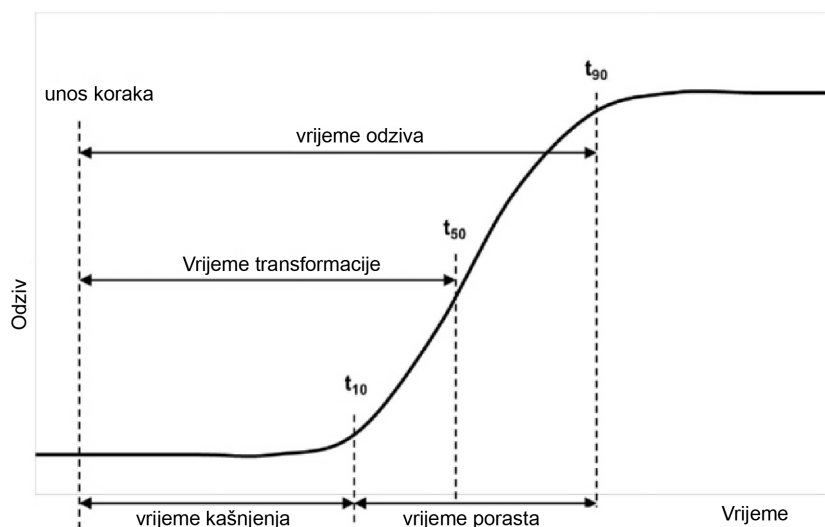
Za potrebe ovog Pravilnika,

- 3.1.1. „stalna regeneracija” znači proces regeneracije sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova koji se obavlja ili stalno ili barem jedanput u sklopu WHTC ispitivanja. Takav regeneracijski proces neće zahtijevati posebne postupke ispitivanja;
- 3.1.2. „vrijeme zaostajanja” znači razlika u vremenu između promjene komponente, koje se mjeri na referentnoj točki, i odgovora sustava od 10 posto od konačnog očitavanja (t_{10}) uz sondu za uzorkovanje definiranu kao referentna točka. Za plinovite komponente, to je vrijeme prijenosa mjerene komponente iz sonde za uzimanje uzorka do detektora;
- 3.1.3. „deNO_x sustav” znači sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova dizajniran da smanjuje emisiju dušikovih oksida (NO_x) (npr. postoje trenutno pasivni i aktivni katalizatori NO_x, Nox apsorberi i selektivni katalitički redukcijski (SCR) sustavi);
- 3.1.4. „dizelski motor” znači motor koji radi na principu kompresijskog paljenja;
- 3.1.5. „pomak” znači razliku između nultog odziva i odziva raspona uređaja za mjerenje prije i poslije ispitivanja emisije;
- 3.1.6. „obitelj motora” znači razvrstavanje motora od strane proizvođača, koji svojom konstrukcijom definiranom u stavku 5.2. ovog Priloga imaju slične značajke u odnosu na emisiju ispušnih plinova; svi članovi obitelji moraju biti u skladu s primjenjivim graničnim vrijednostima emisije;
- 3.1.7. „sustav motora” znači motor, sustav za kontrolu emisije i komunikacijsko sučelje (strojna oprema i poruke) između elektroničkih upravljačkih jedinica sustava motora (ECU) i bilo kojeg drugog elektropogona ili upravljačke jedinice vozila;
- 3.1.8. „tip motora” označava kategoriju motora koji se ne razlikuju u bitnim obilježjima motora;

⁽¹⁾ Numeriranje ovog Priloga u skladu je s numeriranjem općih tehničkih zahtjevima WHDC. Međutim, neki dijelovi općih tehničkih zahtjeva WHDC nisu potrebni u ovom Prilogu.

- 3.1.9. „sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova” znači katalizator (oksidacijski ili trostruki), čestični filtar, deNO_x sustav, kombinirani deNO_x čestični filtar i bilo koji drugi uređaj za smanjenje emisije koji se ugrađuje silazno od motora. Ova definicija isključuje vraćanje dijela ispušnih plinova (EGR) koje se smatra sastavnim dijelom motora;
- 3.1.10. „metoda razrjeđivanja punog protoka” označava postupak miješanja ukupnog protoka ispušnog plina sa sredstvom za razrjeđivanje prije odvajanja dijela razrijeđenog ispušnog plina za analizu.
- 3.1.11. „plinoviti onečišćivači” znače ugljični monoksid, ugljikovodike i/ili nemetanske ugljikovodike (uz pretpostavku omjera CH_{1,85} za dizel, CH_{2,525} za UNP i CH_{2,93} za PP te pretpostavku molekule CH₃O_{0,5} za dizelske motore na etanol) metan (uz pretpostavku omjera CH₄ za PP) i dušikove okside (izraženi u ekvivalentu dušikovog dioksida (NO₂));
- 3.1.12. „visoka brzina vrtnje (n_{hi})” označava najveću brzinu vrtnje pri kojoj se postiže 70 % od najveće proglašene snage motora;
- 3.1.13. „niska brzina vrtnje (n_{lo})” označava najnižu brzinu vrtnje motora pri kojoj se postiže 55 % od najveće proglašene snage motora;
- 3.1.14. „najveća snaga (P_{max})» označava najveću snagu u kW kao što je naveo proizvođač;
- 3.1.15. „brzina vrtnje pri najvećem okretnom momentu” označava brzinu motora pri kojoj se postiže najveći okretni moment motora, kao što je naveo proizvođač;
- 3.1.16. „normirani okretni moment” znači okretni moment motora u postocima normiran na najveći postojeći okretni moment za neku brzinu motora;
- 3.1.17. „zahtjev upravljača” znači ulazni signal upravljača motora u svrhu kontrole izlaznog signala motora. Upravljač može biti osoba (odnosno ručni), ili regulator (odnosno automatik) koji mehanički ili elektronički signaliziraju ulazni signal koji zahtijeva izlazni signal motora. Ulaz može doći od papučice ili signala za gas, poluge ili signala za kontrolu zaklopke, poluge ili signala za gorivo, poluge ili signala za brzinu, ili podešene točke ili signala regulatora;
- 3.1.18. „osnovni motor” označava motor odabran iz familije motora tako da njegove značajke emisije predstavljaju značajke familije motora;
- 3.1.19. „uređaj za naknadnu obradu čestica” označava sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova dizajniran da smanji emisiju čestičnih onečišćenja putem mehaničkog, aerodinamičkog, difuznog ili inercijskog razdvajanja;
- 3.1.20. „metoda razrjeđivanja djelomičnog protoka” označava postupak izdvajanja dijela iz ukupnog protoka ispušnog plina, a zatim miješanja s odgovarajućom količinom sredstva za razrjeđivanje prije filtra za uzorkovanje čestica;
- 3.1.21. „čestična materija (PM)” označava materijal skupljen na definiranom filtru nakon razrjeđivanja ispušnih tvari čistim pročišćenim sredstvom za razrjeđivanje na temperaturu između 315 K (42 °C) i 325 K (52 °C); to je prvenstveno ugljik, kondenzirani ugljikovodici i sulfati s pridruženom vodom;
- 3.1.22. „periodična regeneracija” znači regeneracijski proces sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova koji se odvija periodično u manje od 100 sati normalnog rada motora. Tijekom ciklusa gdje se regeneracija odvija, može doći do prekoračenja emisijskih standarda;
- 3.1.23. „periodičan ciklus ispitivanja u stabilnom stanju” označava ciklus ispitivanja s nizom načina ispitivanja motora u stabilnom stanju s definiranim kriterijima brzine i okretnog momenta u svakom načinu i definiranim periodima između tih načina (WHSC);

- 3.1.24. „nazivna brzina” označava maksimalnu brzinu vrtnje motora pod punim opterećenjem koju regulator dopušta, kako je odredio proizvođač u prodajnoj i servisnoj knjižici, ili, ako takav regulator ne postoji, brzina pri kojoj se dobiva maksimalna snaga motora, kako je odredio proizvođač u prodajnoj i servisnoj knjižici;
- 3.1.25. „vrijeme odziva” znači razliku u vremenu između brze promjene komponente koja se mjeri na referentnoj točki i odziva sustava od 90 % konačne očitane vrijednosti (t_{90}) uz sondu za uzorkovanje definiranu kao referentna točka, gdje je promjena mjerene komponente najmanje 60 posto mjerne skale (FS), i odvija se u manje od 0,1 sekunde. Vrijeme odziva sustava sastoji se od vremena zaostajanja do sustava i vremena podizanja sustava;
- 3.1.26. „vrijeme podizanja” znači vrijeme između 10 posto i 90 posto odziva konačnog očitavanja ($t_{90} - t_{10}$);
- 3.1.27. „odziv raspona” znači srednji odziv na plin za određivanje najvećeg otklona analizatora tijekom vremenskog razdoblja od 30 sekundi;
- 3.1.28. „posebne emisije” označavaju masovne emisije izražene u g/kWh;
- 3.1.29. „ciklus ispitivanja” znači slijed ispitnih točaka od kojih svaka ima definiranu brzinu vrtnje i okretni moment koje motor treba proći u ustaljenim uvjetima rada (WHSC ispitivanje) ili uvjetima prijelaznog režima rada (WHTC);
- 3.1.30. „vrijeme transformacije” znači razlika u vremenu između promjene komponente, koja se mjeri u referentnoj točki, i odgovora sustava od 50 posto od konačnog očitavanja (t_{50}) uz sondu za uzorkovanje definiranu kao referentna točka. Vrijeme transformacije koristi se za ujednačavanje signala različitih mjernih uređaja;
- 3.1.31. „prijelazni ciklus ispitivanja” označava ciklus ispitivanja s nizom normirane brzine i vrijednosti zakretanja koje se s vremenom relativno brzo mijenjaju (WHTC);
- 3.1.32. „vijek trajanja” označava relevantno razdoblje udaljenosti i/ili vremena tijekom kojeg se mora osigurati sukladnost s odgovarajućim granicama emisije plinova i čestica;
- 3.1.33. „multi odziv” označava srednji odziv na plin za namještanje nulte točke tijekom vremenskog razdoblja od 30 sekundi.



Slika 1.

Definicije odziva sustava

3.2. Opći simboli

| Simbol | Mjerna jedinica | Termin |
|------------|---------------------------|---|
| a_1 | — | Nagib regresije |
| a_0 | — | y odsječak regresije |
| A/F_{st} | — | Stehiometrijski omjer zraka naprema gorivu |
| c | ppm/Vol % | Koncentracija |
| c_d | ppm/Vol % | Koncentracija na suhoj bazi |
| c_w | ppm/Vol % | Koncentracija na vlažnoj bazi |
| c_b | ppm/Vol % | Koncentracija pozadine |
| C_d | — | Koeficijent ispuštanja SSV-a |
| c_{gaz} | ppm/Vol % | Koncentracija na plinovitim komponentama |
| d | m | Promjer |
| d_v | m | Promjer otvora Venturijeve cijevi |
| D_0 | m ³ /s | Odsječak umjeravanja PDP |
| D | — | Faktor razrjeđivanja |
| Δt | s | Vremenski razmak |
| e_{gas} | g/kWh | Specifična emisija plinovitih komponenti |
| e_{PM} | g/kWh | Specifična emisija čestica |
| e_r | g/kWh | Specifična emisija tijekom regeneracije |
| e_w | g/kWh | Ponderirana specifična emisija |
| E_{CO_2} | posto | Prigušenje CO ₂ NO _x analizatora |
| E_E | posto | Učinkovitost etana |
| E_{H_2O} | posto | Prigušenje vodom NO _x analizatora |
| E_M | posto | Učinkovitost metana |
| E_{NO_x} | posto | Učinkovitost NO _x pretvarača |
| f | Hz | Frekvencija uzorkovanja podataka |
| f_a | — | Atmosferski faktor laboratorija |
| F_s | — | Stehiometrijski faktor |
| H_a | g/kg | Apsolutna vlaga usisnog zraka |
| H_d | g/kg | Apsolutna vlaga sredstva za razrjeđivanje |
| i | — | Donji indeks koji označava trenutačno mjerenje (npr. 1 Hz) |
| k_c | — | Faktor specifičan za ugljik |
| $k_{f,d}$ | m ³ /kg gorivo | Dodatni volumen izgaranja suhog ispušnog plina |
| $k_{f,w}$ | m ³ /kg gorivo | Dodatni volumen izgaranja mokrog ispušnog plina |
| $k_{h,D}$ | — | Korekcijski faktor zbog vlage za NO _x kod motora s kompresijskim paljenjem |
| $k_{h,G}$ | — | Korekcijski faktor zbog vlage za NO _x kod motora s vanjskim paljenjem |
| k_{ru} | — | Faktor za prilagodbu regeneracije prema gore |
| k_{rd} | — | Faktor za prilagodbu regeneracije prema dolje |
| $k_{w,a}$ | — | Korekcijski faktor za preračun suhog u vlažni zrak na usisu |
| $k_{w,d}$ | — | Korekcijski faktor za preračun suhog u vlažno sredstvo za razrjeđivanje |
| $k_{w,e}$ | — | Korekcijski faktor za preračun suhog u vlažni razrijeđeni ispušni plin |
| $k_{w,r}$ | — | Korekcijski faktor za preračun suhog u vlažni izvorni ispušni plin |

| Simbol | Mjerna jedinica | Termin |
|------------|-------------------|---|
| K_V | — | kalibracijska funkcija CFV-a |
| λ | — | Omjer prekomjernog zraka |
| m_b | mg | Masa uzorka čestica skupljena iz sredstva za razrjeđivanje |
| m_d | kg | Masa uzorka sredstva za razrjeđivanje koji je prošao kroz filtre za uzorkovanje čestica |
| m_{ed} | kg | Ukupna masa ispušnog razrijeđenog plina za vrijeme ciklusa |
| m_{edf} | kg | Masa istovjetnog razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa ispitivanja |
| m_{ew} | kg | Ukupna masa ispušnog plina za vrijeme ciklusa |
| m_{plin} | g | Masa plinovitih emisija tijekom ciklusa ispitivanja |
| m_f | mg | Masa filtra za uzorkovanje čestica |
| m_p | mg | Skupljena masa uzorka čestica |
| m_{pM} | g | Masa emisija čestica tijekom ciklusa ispitivanja |
| m_{se} | kg | Masa ispušnog uzorka tijekom ciklusa ispitivanja |
| m_{sed} | kg | Masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi tunelom za razrjeđivanje |
| m_{sep} | kg | Masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz filtre za prikupljanje čestica |
| m_{ssd} | kg | Masa sekundarnog sredstva za razrjeđivanje |
| M | Nm | Zakretni moment |
| M_a | g/mol | Molarna masa usisnog zraka |
| M_d | g/mol | Molarna masa sredstva za razrjeđivanje |
| M_e | g/mol | Molarna masa ispušnog plina |
| M_f | Nm | Okretni moment kojeg troše pomoćni uređaji/oprema koji će se postaviti |
| M_{gas} | g/mol | Molarna masa plinovitih komponenti |
| M_r | Nm | Okretni moment kojeg troše pomoćni uređaji/oprema koji će se ukloniti |
| n | — | Broj mjerenja |
| n_r | — | Broj mjerenja s regeneracijom |
| n | min ⁻¹ | Broj okretaja motora |
| n_{hi} | min ⁻¹ | Visoka brzina vrtnje motora |
| n_{lo} | min ⁻¹ | Niska brzina vrtnje motora |
| n_{pref} | min ⁻¹ | Poželjna brzina motora |
| n_p | r/s | Brzina vrtnje volumetrijske pumpe |
| p_a | kPa | Tlak pare zasićenog usisnog zraka motora |
| p_b | kPa | Ukupni tlak atmosfere |
| p_d | kPa | Tlak pare zasićenog sredstva za razrjeđivanje |
| P_f | kW | Snaga koju troše pomoćni uređaji/oprema koji će se postaviti |
| p_p | kPa | Apsolutni tlak |
| p_r | kW | Tlak vodene pare nakon hladne kupke |
| p_s | kPa | atmosferski tlak suhog zraka |
| P | kW | Snaga |

| Simbol | Mjerna jedinica | Termin |
|------------|----------------------|--|
| P_r | kW | Snaga koju troše pomoćni uređaji/oprema koji će se ukloniti |
| q_{mad} | kg/s | Maseni protok zraka na usisu na suhoj osnovi |
| q_{maw} | kg/s | Maseni protok zraka na usisu na vlažnoj osnovi |
| q_{mCe} | kg/s | Brzina protoka ugljika u nerazrijeđenom ispušnom plinu |
| q_{mCf} | kg/s | Brzina protoka ugljika u motor |
| q_{mCp} | kg/s | Brzina protoka ugljika u sustavu za razrjeđivanje s djelomičnim protokom |
| q_{mdew} | kg/s | Maseni protok razrijeđenog ispušnog plina na vlažnoj osnovi |
| q_{mdw} | kg/s | Maseni protok sredstva za razrjeđivanje na vlažnoj osnovi |
| q_{medf} | kg/s | Ekvivalent masenog protoka razrijeđenog ispušnog plina na vlažnoj osnovi |
| q_{mew} | kg/s | Maseni protok ispušnog plina na vlažnoj osnovi |
| q_{mex} | kg/s | Brzina protoka mase uzorka izvučenog iz tunela za razrjeđivanje |
| q_{mf} | kg/s | Maseni protok goriva |
| q_{mp} | kg/s | Protok uzorka ispušnog plina u sustav za razrjeđivanje s djelomičnim protokom |
| q_{vCVS} | m ³ /s | Obujamski protok CVS-a |
| q_{vs} | dm ³ /min | Brzina protoka sustava analizatora ispuha |
| q_{vt} | cm ³ /min | Protok pratećeg plina |
| r^2 | — | Koeficijent određivanja |
| r_d | — | Omjer razrjeđivanja |
| r_D | — | Omjer promjera SSV-a |
| r_h | — | Faktor odziva na ugljikovodike FID-a |
| r_m | — | Faktor odziva na metanol FID-a |
| r_p | — | Omjer tlaka SSV-a |
| r_s | — | Prosječni omjer uzoraka |
| ρ | kg/m ³ | Gustoća |
| ρ_e | kg/m ³ | Gustoća ispušnog plina |
| σ | — | Standardno odstupanje |
| s | — | Standardno odstupanje |
| T | K | Apsolutna temperatura |
| T_a | K | Apsolutna temperatura usisnog zraka |
| t | s | Vrijeme |
| t_{10} | s | Vrijeme između stupnjevanog ulaznog signala i 10 % konačnog očitavanja |
| t_{50} | s | Vrijeme između stupnjevanog ulaznog signala i 50 % konačnog očitavanja |
| t_{90} | s | Vrijeme između stupnjevanog ulaznog signala i 90 % konačnog očitavanja |
| u | — | Omjer gustoća (ili molarnih masa) sastavnica plinova i ispušnog plina, podijeljeno s 1 000 |
| V_0 | m ³ /r | Obujamski protok PDP-a po okretaju |
| V_s | dm ³ | Obujam sustava naprave za analizu ispuha |
| W_{act} | kWh | Stvarni rad ciklusa ispitivanja |
| W_{ref} | kWh | Referentni rad ciklusa ispitivanja |
| X_0 | m ³ /r | Funkcija umjeravanja PDP-a |

3.3. Simboli i kratice za sastav goriva

| | |
|---------------|--|
| w_{ALF} | Sadržaj ugljikovodika u gorivu, posto mase |
| w_{BET} | Sadržaj ugljika u gorivu, posto mase |
| w_{GAM} | Sadržaj sumpora u gorivu, posto mase |
| w_{DEL} | Sadržaj dušika u gorivu, posto mase |
| w_{EPS} | Sadržaj kisika u gorivu, posto mase |
| a | Molarni omjer ugljikovodika (H/C) |
| γ | Molarni omjer sumpora (S/C) |
| δ | Molarni omjer dušika (N/C) |
| ε | Molarni omjer kisika (O/C) |

odnosi se na gorivo $CH_aO_\varepsilon N_\delta S_\gamma$

3.4. Simboli i kratice za kemijske komponente

| | |
|----------|------------------------------------|
| C1: | Ugljikovodik, ekvivalent ugljiku 1 |
| CH_4 | Metan |
| C_2H_6 | Etan |
| C_3H_8 | Propan |
| CO | Ugljikov monoksid |
| CO_2 | Ugljikov dioksid |
| DOP | Dioktilftalat |
| HC | Ugljikovodici |
| H_2O | Voda |
| NMHC | Nemetanski ugljikovodici |
| NO_x | Dušikovi oksidi |
| NE | Dušikov oksid |
| NO_2 | Dušikov dioksid |
| PM | Materija čestica |

3.5. Kratice

| | |
|-----------|---|
| CFV | Venturijeva cijev s kritičnim protokom |
| CLD | Kemiluminescentni detektor |
| CVS | Neprestano uzorkovanje volumena |
| de NO_x | Sustav za naknadnu obradu NO_x |
| EGR | Recirkulacija ispušnog plina |
| FID | Plameni ionizacijski detektor |
| GC | Plinski kromatograf |
| HCLD | Grijani kemiluminescentni detektor |
| HFID | Grijani plameni ionizacijski detektor |
| UNP | Ukapljeni naftni plin |
| NDIR | Nedisperzivni infracrveni (analizator) |
| NG | Prirodni plin (engl.: NG – Natural gas) |

| | |
|------|--------------------------------|
| NMC | Filtar propustan samo za metan |
| PDP | Volumetrijska pumpa |
| % FS | % cjelokupnog mjernog raspona |
| PFS | Sistem djelomičnog protoka |
| SSV | Podzvučna Venturijeva cijev |
| VGT | Turbina promjenjive geometrije |

4. OPĆI ZAHTJEVI

Sustav motora konstruirat će se, sastaviti i ugraditi tako da omogući motoru, pri uobičajenom radu, usklađenost s odredbama ovog Priloga tijekom vijeka trajanja, kako je definirano u ovom Pravilniku, uključujući i situaciju kad je ugrađen u vozilo.

5. ZAHTJEVI UČINKOVITOSTI

5.1. Emisija plinovitih i krutih štetnih sastojaka

Emisija plinovitih i krutih štetnih sastojaka motora određuje se u WHTC i WHSC ciklusima ispitivanja, kao što je opisano u stavku 7. Sustavi mjerenja moraju zadovoljavati zahtjeve linearnosti iz stavka 9.2. i zahtjeve iz stavka 9.3. (mjerenje plinovitih emisija), stavka 9.4. (mjerenje čestica) i iz Dodatka 3.

Druge sustave ili analizatore nadležno tijelo za homologaciju može odobriti ako se pokaže da donose istovjetne rezultate u skladu sa stavkom 5.1.1.

5.1.1. Istovjetnost

Određivanje istovjetnosti sustava temeljit će se na studiji međuodnosa koja uključuje 7 parova uzoraka (ili više) iz sustava koji se razmatra i jednog od sustava iz ovog Priloga.

„Rezultati” se odnose na ponderiranu vrijednost emisije točno određenog ciklusa. Korelacijska ispitivanja obaviti će se u istom laboratoriju, s istom mjernom opremom, na istom motoru, a poželjno je da se ispitivanja provedu istodobno. Kriterij istovjetnosti srednjih vrijednosti para uzorka utvrdit će se statistikama *F*-ispitivanja i *t*-ispitivanja opisanim u Dodatku 4, stavku A.4.3., dobivenih u gore opisanoj ispitnoj komori i stanjima motora. Eliminirani kriteriji utvrditi će se u skladu s ISO 5725 i izbaciti će se iz baze podataka. Sustavi koji se koriste za korelacijsko ispitivanje podvrgavaju se odobrenju nadležnog tijela za homologaciju.

5.2. Obitelj motora

5.2.1. Opći podaci

Obitelj motora definirana je konstrukcijskim parametrima. Oni su zajednički svim motorima unutar obitelji. Proizvođač motora može odlučiti koji motori pripadaju obitelji motora, pod uvjetom da se poštuju kriteriji članstva navedeni u stavku 5.2.3. Obitelj motora treba odobriti nadležno tijelo za homologaciju. Proizvođač treba ustupiti nadležnom tijelu za homologaciju odgovarajuće podatke vezane za razine emisija članova obitelji motora.

5.2.2. Posebni slučajevi

U nekim slučajevima može doći do međusobnog djelovanja između parametara. To se također mora razmotriti kako bi se osiguralo da su samo motori sa sličnim značajkama emisija ispušnih plinova uključeni u istu obitelj motora. Te slučajeve identificira proizvođač te o njima obavješćuje nadležno tijelo za homologaciju. Oni će se zatim uzeti u obzir kao kriterij za izradu nove obitelji motora.

U slučaju uređaja ili značajki koje nisu navedene u stavku 5.2.3. te koje imaju jak utjecaj na razine emisija, tu opremu identificira proizvođač na temelju dobre inženjerske prakse te o njoj obavješćuje nadležno tijelo za homologaciju. Oni će se zatim uzeti u obzir kao kriterij za izradu nove obitelji motora.

Osim parametara navedenih u stavku 5.2.3., proizvođač može uvesti dodatne kriterije dopuštajući definiciju obitelji ograničene veličine. Ti parametri nisu nužno parametri koji imaju utjecaj na razinu emisija.

5.2.3. Parametri koji definiraju obitelj motora

5.2.3.1. Način rada

- (a) dvotaktni
- (b) četverotaktni
- (c) rotacijski motor
- (d) ostali

5.2.3.2. Konfiguracija cilindara

5.2.3.2.1. Položaj cilindara u bloku

- (a) V
- (b) linijski
- (c) radijalni
- (d) ostali (F, W itd.)

5.2.3.2.2. Relativni položaj cilindara

Motori s istim blokom mogu pripadati istoj obitelji sve dok su njihove dimenzije unutarnjeg promjera jednake.

5.2.3.3. Glavni rashladni medij

- (a) zrak
- (b) voda
- (c) ulje

5.2.3.4. Obujam pojedinog cilindra

5.2.3.4.1. Motor s jediničnim obujmom cilindra $\geq 0,75 \text{ dm}^3$

Da bi se smatralo da motori s jediničnim obujmom cilindra $\geq 0,75 \text{ dm}^3$ pripadaju istoj obitelji motora, širenje obujma pojedinog cilindra ne smije prijeći 15 % od najvećeg obujma pojedinog cilindra unutar obitelji.

5.2.3.4.2. Motor s jediničnim obujmom cilindra $< 0,75 \text{ dm}^3$

Da bi se smatralo da motori s jediničnim obujmom cilindra $< 0,75 \text{ dm}^3$ pripadaju istoj obitelji motora, širenje obujma pojedinog cilindra ne smije prijeći 30 % od najvećeg obujma pojedinog cilindra unutar obitelji.

5.2.3.4.3. Motor s drugim granicama jediničnog obujma cilindra

Može se smatrati da motori s obujmom pojedinog cilindra koji prelazi granice definirane u stavku 5.2.3.4.1. i 5.2.3.4.2. pripadaju istoj obitelji uz odobrenje nadležnog tijela za homologaciju. Odobrenje se treba temeljiti na tehničkim elementima (izračunima, simulacijama, eksperimentalnim rezultatima itd.) koji pokazuju da prekoračenje granica nema značajan utjecaj na ispušne emisije.

5.2.3.5. Način usisavanja zraka

- (a) prirodni usis
- (b) s nabijanjem zraka
- (c) s nabijanjem i hlađenjem nabijenog zraka

5.2.3.6. Vrsta goriva

- (a) dizel
- (b) prirodni plin (PP)
- (c) ukapljeni naftni plin (UNP)
- (d) etanol

5.2.3.7. Tip komore za izgaranje

- (a) otvorena komora
- (b) podijeljena komora
- (c) ostali tipovi

5.2.3.8. Vrsta paljenja

- (a) vanjsko paljenje
- (b) kompresijsko paljenje

5.2.3.9. Ventili i kanali

- (a) konfiguracija
- (b) broj ventila po cilindru

5.2.3.10. Vrsta dovoda goriva

- (a) vrsta dovoda tekućeg goriva
 - i. pumpa i (visokotlačna) linija te brizgaljka
 - ii. redna ili distribucijska pumpa
 - iii. pumpa jedinice ili brizgaljka jedinice
 - iv. izravno ubrizgavanje
 - v. karburator
 - vi. ostale

- (b) Vrsta dovoda plinovitog goriva
 - i. plinovito
 - ii. tekuće
 - iii. jedinice za miješanje
 - iv. ostale
- (c) ostali tipovi

5.2.3.11. Razni uređaji

- (a) recirkulacija ispušnog plina (EGR)
- (b) ubrizgavanje vode
- (c) ubrizgavanje zraka
- (d) ostali

5.2.3.12. Strategija elektroničke kontrole

Prisutnost ili nedostatak elektroničke upravljačke jedinice (ECU) motora smatra se osnovnim parametrom obitelji.

U slučaju elektronski upravljanih motora, proizvođač treba predstaviti tehničke elemente koji objašnjavaju grupiranje tih motora u istu obitelj, npr. razloge zašto se od tih motora očekuje da zadovoljavaju jednake zahtjeve emisije.

Ti elementi mogu biti izračuni, simulacije, procjene, opisi parametara ubrizgavanja, eksperimentalni rezultati itd.

Primjeri kontroliranih značajki su:

- (a) vrijeme
- (b) tlak ubrizgavanja
- (c) višestruka ubrizgavanja
- (d) tlak prednabijanja
- (e) VGT
- (f) EGR

5.2.3.13. Sustavi naknadne obrade ispušnih plinova

Funkcija i kombinacija sljedećih uređaja smatraju se kriterijima članstva za obitelj motora:

- (a) oksidacijski katalizator
- (b) trosmjerni katalizator
- (c) DeNO_x sustav sa selektivnim smanjenjem NO_x (dodavanje redukcijskog sredstva)
- (d) ostali DeNO_x sustavi

- (e) filter za čestice s pasivnom regeneracijom
- (f) filter za čestice s aktivnom regeneracijom
- (g) ostali filtri za čestice
- (h) ostali uređaji

Kada se motor certificira bez sustava za naknadnu obradu, bez obzira na to radi li se o osnovnom motoru ili članu obitelji, tada taj motor, kada je opremljen oksidacijskim katalizatorom, može biti uključen u istu obitelj motora, ako ne zahtijeva različite značajke goriva.

Ako zahtijeva specifične karakteristike goriva (npr. filtre za čestice koji zahtijevaju posebne aditive u gorivu kako bi se osigurao regeneracijski proces), odluka da se uključi u istu obitelj temelji se na tehničkim elementima koje dostavlja proizvođač. Ti elementi pokazuju da je očekivana razina emisije opremljenog motora u skladu s istom graničnom vrijednosti kao i pri neopremljenim motorima.

Kada se motor certificira sa sustavom za naknadnu obradu, bez obzira na to radi li se o osnovnom motoru ili članu obitelji, čiji je osnovni motor opremljen sustavom za naknadnu obradu, tada se taj motor bez sustava za naknadnu obradu ne smije dodati istoj obitelji motora.

5.2.4. Odabir matičnog motora

5.2.4.1. Motori s kompresijskim paljenjem

Jednom kad nadležno tijelo za homologaciju odobri obitelj motora, osnovni motor iz obitelji odabrat će se na temelju primarnog kriterija o najvećoj količini dovedenog goriva po jednom taktu, pri deklariranoj brzini vrtnje gdje se postiže najveći okretni moment. U slučaju da dva ili više motora imaju istu vrijednost primarnog kriterija, osnovni motor odabrat će se na temelju sekundarnog kriterija o najvećoj količini dovedenog goriva po jednom taktu, pri nazivnoj brzini vrtnje.

5.2.4.2. Motori s vanjskim izvorom paljenja

Jednom kad nadležno tijelo za homologaciju odobri obitelj motora, osnovni motor iz obitelji odabrat će se na temelju primarnog kriterija o najvećem obujmu. U slučaju da dva ili više motora imaju istu vrijednost primarnog kriterija, osnovni motor odabrat će se na temelju sekundarnog kriterija sljedećim redoslijedom:

- (a) najveća količina dovedenoga goriva po jednom taktu, pri brzini vrtnje deklarirane nazivne snage;
- (b) najveće pretpaljenje;
- (c) najniži stupanj EGR-a.

5.2.4.3. Primjedbe na izbor osnovnog motora

Nadležno tijelo za homologaciju može zaključiti da se emisija obitelji u najgorem slučaju može najbolje definirati testiranjem dodatnih motora. u tom slučaju, proizvođač motora treba dostaviti odgovarajuće informacije za određivanje koji će motori unutar obitelji imati najvišu razinu emisija.

Ako motori unutar obitelji sadrže neke druge značajke za koje bi se moglo smatrati da utječu na emisiju ispušnih plinova, te značajke identificirat će se i uzeti u obzir kod odabira osnovnog motora.

Ako motori unutar obitelji zadovoljavaju iste vrijednosti emisije tijekom različitih perioda vijeka trajanja, to će se uzeti u obzir kod odabira osnovnog motora.

6. UVJETI ISPITIVANJA

6.1. Laboratorijski uvjeti ispitivanja

Mjere se apsolutna temperatura (T_a) usisnog zraka motora iskazana u Kelvinima i suhi atmosferski tlak (p_s), iskazan u kPa, a parametar f_a određuje se u skladu sa sljedećim odredbama. U motorima s više cilindara koji imaju odvojene skupine ispušnih cijevi, kao što je slučaj konfiguracije „Vee” motora, uzet će se prosječna temperatura odvojenih skupina. Zabilježiti će se parametar f_a s rezultatima ispitivanja. Za bolju ponovljivost i reproduktivnost rezultata ispitivanja, parametar f_a mora biti takav da: $0,93 \leq f_a \leq 1,07$.

(a) Motori s kompresijskim paljenjem:

Mehanički prenabijeni motori s prirodnim usisavanjem:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right) \times \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,7} \quad (1)$$

Motori s turbo punjenjem s ili bez hlađenja usisnog zraka:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{0,7} \times \left(\frac{T_a}{298} \right)^{1,5} \quad (2)$$

(b) Motori s vanjskim izvorom paljenja:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{1,2} \times \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,6} \quad (3)$$

6.2. Motori s punjenjem rashladnog zraka

Temperaturu zraka punjenja treba zabilježiti i treba biti, pri nominalnoj brzini i punim opterećenjem, unutar ± 5 K od najveće temperature zraka punjenja koju određuje proizvođač. Temperatura rashladnog medija treba biti barem 293 K (20 °C).

Ako se koristi sustav ispitivanja u laboratoriju ili vanjski kompresor, temperaturu zraka punjenja treba podesiti unutar ± 5 K od najveće temperature zraka punjenja koju određuje proizvođač pri nominalnoj brzini i punim opterećenjem. Temperatura rashladnog sredstva i brzina protoka rashladnog sredstva u hladnjaku zraka punjenja u gore podešenoj točki ne mijenja se tijekom cijelog ciklusa ispitivanja, osim ako to ne dovede do neodgovarajućeg pretjeranog hlađenja zraka punjenja. Obujam hladnjaka zraka punjenja temelji se na dobroj tehničkoj praksi i reprezentativan je za ugradnju proizvodnih motora. Laboratorijski sustav bit će konstruiran tako da nakupljanje kondenzata svede na minimum. Sav nakupljeni kondenzat će se iscijediti te će se sve odvodne cijevi biti potpuno zatvorene prije ispitivanja emisija.

Ako proizvođač motora navede granične vrijednosti za pad tlaka u sustavu hlađenja stlačenog zraka, pad tlaka u sustavu hlađenja stlačenog zraka pri uvjetima motora koje je naveo proizvođač mora biti unutar graničnih vrijednosti koje je naveo proizvođač. Potrebno je mjeriti pad tlaka na odgovarajućim lokacijama koje je naznačio proizvođač.

6.3. Snaga motora

Osnova mjerenja određenih emisija je snaga motora i rad ciklusa kao što je definirano u stavicima 6.3.1. do 6.3.5.

6.3.1. Opća ugradnja motora

Motor će se ispitivati pomoćnim uređajima/opremom navedenom u Dodatku 7.

Ako pomoćni uređaji/oprema nisu pravilno ugrađeni, njihova snaga će se uzeti u obzir u skladu sa stavcima 6.3.2. do 6.3.5.

6.3.2. Pomoćna oprema koju je potrebno ugraditi za ispitivanje ispušnih plinova

Ako nije prikladno ugraditi pomoćne uređaje/opremu propisane Dodatkom 7. na ispitnom stolu, potrebno je odrediti snagu koju ti uređaji/oprema troše u cijelom području brzine vrtnje motora WHTC-a i ispitivanja brzine WHSC-a te ju oduzeti od izmjerene snage motora (referentne i stvarne).

6.3.3. Pomoćna oprema koju je potrebno ukloniti za ispitivanje

Ako nije moguće ukloniti pomoćne uređaje/opremu koje u skladu s Dodatkom 7. nije potrebno koristiti, snaga koju oni troše u cijelom području brzine vrtnje motora WHTC-a i ispitivanja brzine WHSC-a može se odrediti i dodati izmjerenoj snazi motora (referentnoj i stvarnoj). Ako je ta vrijednost veća od 3 % najveće snage pri ispitnoj brzini, isto će se predočiti tijelu za homologaciju.

6.3.4. Određivanje pomoćne snage

Snaga koju troše pomoćni uređaji/oprema određuje se samo ako

(a) pomoćni uređaji/oprema koji su potrebni na temelju Dodatka 7. nisu ugrađeni na motor;

i/ili

(b) pomoćni uređaji/oprema koji nisu potrebni na temelju Dodatka 7. ugrađeni su na motor

Proizvođač motora mora za cijelo radno područje ciklusa ispitivanja dostaviti vrijednosti pomoćne snage i metode mjerenja/izračuna za utvrđivanje pomoćne snage, a tijelo a homologaciju mora ih odobriti.

6.3.5. Ciklusni rad motora

Izračun referentnog i stvarnog ciklusnog rada (vidjeti stavke 7.4.8. i 7.8.6.) temeljit će se na snazi motora u skladu sa stavkom 6.3.1. U tom su slučaju P_f i P_r jednadžbe 4. nula, a P je jednako $P_{m,i}$.

Ako su pomoćni uređaji/oprema ugrađeni u skladu sa stavcima 6.3.2. i/ili 6.3.3., snaga koju oni troše koristit će se kako bi se ispravila svaka trenutačna vrijednost $P_{m,i}$ snage u ciklusu, kako slijedi:

$$P_i = P_{m,i} - P_{f,i} + P_{r,i} \quad (4)$$

gdje je:

$P_{m,i}$ mjerena snaga motora, kW

$P_{f,i}$ snaga koju troše pomoćni uređaji/oprema koji će se postaviti, kW

$P_{r,i}$ snaga koju troše pomoćni uređaji/oprema koji će se ukloniti, kW

6.4. Sustav dovoda zraka motora

Sustav dovoda zraka motora ili sustav za ispitivanje u laboratoriju koristi se za predstavljanje ograničenja dovoda zraka unutar ± 300 Pa od najveće vrijednosti koju određuje proizvođač za pročišćivač čistog zraka pri nominalnoj brzini i punom opterećenju. Statički diferencijalni tlak ograničenja mjerit će se na lokaciji koju naznači proizvođač.

6.5. Ispušni sustav motora

Ispušni sustav motora ili sustav za ispitivanje u laboratoriju koristi se za predstavljanje ispušnog protutlaka unutar ± 80 do 100 posto od najveće vrijednosti koju određuje proizvođač pri nominalnoj brzini i punom opterećenju. Ako je najveće ograničenje 5 kPa ili manje, podešena točka ne smije biti manja od 1,0 kPa od najveće vrijednosti. Ispušni sustav mora biti u skladu sa zahtjevima za uzorkovanje ispušnih plinova, kako je određeno u stavcima 9.3.10 i 9.3.11.

6.6. Motor sa sustavom naknadne obrade ispušnih plinova

Ako motor ima sustav naknadne obrade ispušnih plinova, ispušna cijev mora imati isti promjer kao što se može naći u uporabi ili kao što propisuje proizvođač za barem četiri promjera cijevi uzvodno od odjeljka za ekspanziju koji sadrži uređaj za naknadnu obradu. Udaljenost od prirubnice ispušne grane ili izlaza turbopunjača do sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova jednaka je kao u konfiguraciji vozila ili je unutar proizvođačevih specifikacija udaljenosti. Ispušni protutlak ili ograničenje slijedi iste kriterije kao i gore, a može biti podešen pomoću ventila. Pri uređajima za naknadnu obradu promjenjivog ograničenja, najveće ograničenje za ispuh definira se u uvjetima za naknadnu obradu (stupanj sagorijevanja taloga/starenja i regeneracije/opterećenja) koje navede proizvođač. Ako je najveće ograničenje 5 kPa ili manje, podešena točka ne smije biti manja od 1,0 kPa od najveće vrijednosti. Spremnik za naknadnu obradu može se ukloniti tijekom probnih ispitivanja i tijekom mapiranja motora te zamijeniti s istovjetnim spremnikom koji ima podršku neaktivnog katalizatora.

Emisije izmjerene u ciklusu ispitivanja predstavljaju emisije na terenu. U slučaju motora opremljenog sustavom za naknadnu obradu ispušnih plinova koji zahtijeva konzumaciju reagensa, reagens koji se rabi za sva ispitivanja određuje proizvođač.

Motori opremljeni sustavima za naknadnu obradu ispušnih plinova s neprestanom regeneracijom ne zahtijevaju posebni postupak ispitivanja, ali je potrebno prikazati postupak regeneracije u skladu sa stavkom 6.6.1.

Za motore opremljene sustavom za naknadnu obradu ispušnih plinova koji se regeneriraju periodički, kao što je opisano u stavku 6.6.2., rezultati emisije prilagodit će se kako bi objasnili regeneracijske događaje. Pritom prosječna emisija ovisi o učestalosti regeneracije u smislu frakcije ispitivanja tijekom kojih se regeneracija događa.

6.6.1. Neprestana regeneracija

Emisije će se mjeriti na sustavu naknadne obrade ispušnih plinova koji je stabiliziran kako bi rezultirao ponovljenim emisijama. Regeneracijski proces događa se barem jednom tijekom WHTC ispitivanja pokretanja vrućeg motora, a proizvođač određuje normalne uvjete pod kojima se regeneracija događa (teret čađe, temperatura, ispušni protutlak itd.).

Kako bi se pokazalo da je regeneracijski proces neprestan, provest će se barem tri WHTC ispitivanja pokretanja vrućeg motora. Motor je za potrebe takvog pokazivanja potrebno zagrijati u skladu sa stavkom 7.4.1., progrijati u skladu sa stavkom 7.6.3. te obaviti prvo WHTC ispitivanje pokretanja vrućeg motora. Sljedeća ispitivanja pokretanja vrućeg motora izvodit će se nakon progrijavanja u skladu sa stavkom 7.6.3. Tijekom ispitivanja, bilježiti će se temperature i tlakovi ispušnih plinova (temperatura prije i nakon sustava naknadne obrade, ispušni protutlak itd.).

Ako se uvjeti koje je odredio proizvođač jave tijekom ispitivanja a rezultati tri (ili više) WHTC ispitivanja pokretanja vrućeg motora ne odstupaju za više od $\pm 25\%$ ili $0,005\text{ g/kWh}$, što god je veće, smatrat će se da je sustav za naknadnu obradu tipa sustava za naknadnu obradu s neprestanom regeneracijom, te će se primjenjivati opće odredbe ispitivanja iz stavka 7.6. (WHTC) i stavka 7.7. (WHSC).

Ako sustav naknadne obrade ispušnih plinova ima sigurnosni način koji se prebacuje na mod periodične regeneracije, on će se provjeriti prema stavku 6.6.2. Za taj specifičan slučaj, primjenjive granice emisije mogu se prekoračiti i neće biti ponderirane.

6.6.2. Periodična regeneracija

Za sustav naknadne obrade ispušnih plinova koji se temelji na postupku periodične regeneracije, emisije se mjere na barem tri WHTC ispitivanja pokretanja vrućeg motora, jednom tijekom i dvaput van regeneracije na stabiliziranom sustavu naknadne obrade, a rezultati se ponderiraju u skladu s jednadžbom 5.

Regeneracijski proces događa se barem jednom tijekom WHTC ispitivanja vrućeg pokretanja motora. Motor može biti opremljen prekidačem koji može omogućiti ili dopustiti regeneracijski proces pod uvjetom da ta radnja nema učinka na originalnu kalibraciju motora.

Proizvođač navodi uobičajene uvjete parametra u kojima se javlja postupak regeneracije (opterećenje čađe, temperaturu, protutlak ispuha itd.) i njegovo trajanje. Proizvođač mora navesti i učestalost regeneracije u smislu broja ispitivanja tijekom kojih dolazi do regeneracije u odnosu na broj ispitivanja bez regeneracije. Točan postupak utvrđivanja takve učestalosti temelji se na podacima o upotrebi i upotrebi dobre tehničke prakse te će isto biti odobreno od strane tijela za homologaciju ili tijela za certifikaciju.

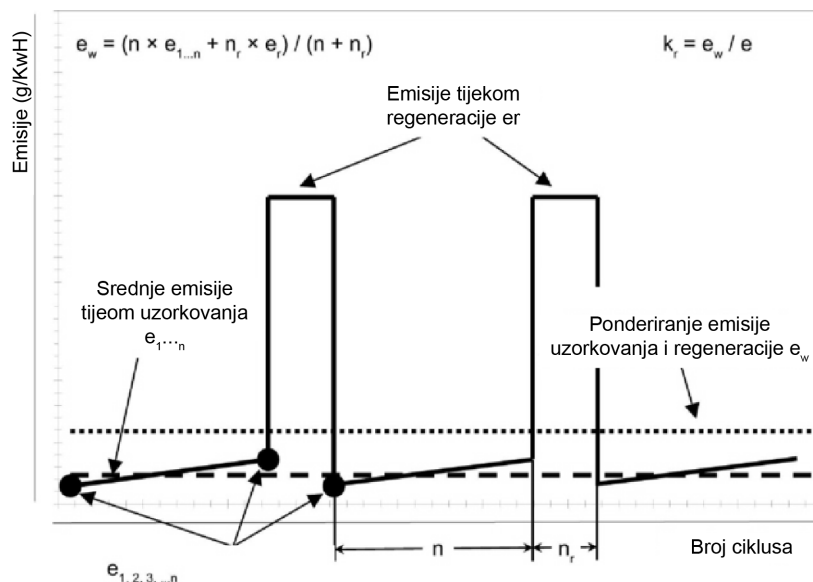
Proizvođač daje sustav naknadne regeneracije koji je napunjen kako bi postigao regeneraciju tijekom WHTC ispitivanja. Motor je za potrebe takvog ispitivanja potrebno zagrijati u skladu sa stavkom 7.4.1., progrijati u skladu sa stavkom 7.6.3. te obaviti WHTC ispitivanje pokretanja vrućeg motora. Do regeneracije ne smije doći za vrijeme zagrijavanja motora.

Prosječne posebne emisije između regeneracijskih faza određuju se iz aritmetičke sredine nekoliko približno jednako udaljenih WHTC ispitivanja pokretanja vrućeg motora (g/kWh). Provest će se najmanje jedno WHTC ispitivanje pokretanja vrućeg motora što je moguće prije regeneracijskog ispitivanja i jedan WHTC odmah nakon regeneracijskog ispitivanja. Kao drugo rješenje, proizvođač može dati podatke kojima će pokazati stalnost emisija ($\pm 25\%$ ili $0,005\text{ g/kWh}$, što god da je veće) između faza regeneracije. U tom slučaju mogu se koristiti emisije od samo jednog WHTC ispitivanja pokretanja vrućeg motora.

Tijekom regeneracijskog ispitivanja, bilježiti će se svi potrebni podaci za otkrivanje regeneracije (emisije CO ili NO_x , temperatura prije i nakon sustava naknadne obrade, ispušni protutlak itd.).

Tijekom regeneracijskog ispitivanja, primjenjive granice emisije mogu se prekoračiti.

Postupak ispitivanja je shematski prikazan na slici 2.



Slika 2.

Shema periodične regeneracije

Emisije pokretanja vrućeg motora ponderiraju se kako slijedi:

$$e_w = \frac{n \times \bar{e} + n_r \times \bar{e}_r}{n + n_r} \quad (5)$$

gdje je:

n broj WHTC ispitivanja pokretanja vrućeg motora bez regeneracije

n_r broj WHTC ispitivanja pokretanja vrućeg motora s regeneracijom (najmanje jedno testiranje)

\bar{e} prosječna posebna emisija bez regeneracije, g/kWh

\bar{e}_r prosječna posebna emisija s regeneracijom, g/kWh

Za utvrđivanje \bar{e}_r primjenjuju se sljedeće odredbe:

- Ako je za regeneraciju potrebno više od jednog WHTC ispitivanja pokretanja vrućeg motora, izvodit će se uzastopna potpuna WHTC ispitivanja pokretanja vrućeg motora te će se nastaviti mjeriti emisije bez progrijavanja i gašenja motora, sve dok regeneracija ne završi te će se računati srednja vrijednost WHTC ispitivanja pokretanja vrućeg motora.
- Ako regeneracija završi tijekom bilo kojeg WHTC ispitivanja pokretanja vrućeg motora, ispitivanje će se nastaviti za cijelu duljinu.

Moguće je u dogovoru s tijelom nadležnim za homologaciju primijeniti ili multiplikativne (c) ili dodatne (d) faktore prilagodbe regeneracije, u skladu s dobrom tehničkom analizom.

- (c) Multiplikativni faktori prilagodbe računaju se na sljedeći način:

$$k_{r,u} = \frac{e_w}{e} \text{ (prema gore)} \quad (6)$$

$$k_{r,d} = \frac{e_w}{e_r} \text{ (prema dolje)} \quad (6.a)$$

- (d) Dodatni faktori prilagodbe računaju se na sljedeći način:

$$k_{r,u} = e_w - e \text{ (prema gore)} \quad (7)$$

$$k_{r,d} = e_w - e_r \text{ (prema dolje)} \quad (8)$$

U slučaju izračuna posebnih emisija iz stavka 8.6.3., faktori prilagodbe regeneracije primjenjivat će se na sljedeći način:

- (e) za ispitivanje bez regeneracije, $k_{r,u}$ će se pomnožiti s ili pak pribrojiti posebnoj emisiji e u jednadžbama 69 ili 70;
- (e) za ispitivanje s regeneracijom, $k_{r,d}$ će se pomnožiti s ili pak oduzeti od posebne emisije e u jednadžbama 69 ili 70.

Faktori za prilagodbu regeneracije se na zahtjev proizvođača

- (g) mogu proširiti na druge članove iste porodice motora;
- (h) mogu proširiti na ostale porodice motora koristeći isti sustav naknadne obrade uz prethodno odobrenje nadležnog tijela za homologaciju koje se temelji na tehničkim dokazima koje dostavlja proizvođač, a koji potvrđuju da su emisije slične.

6.7. Rashladni sustav

Rabi se rashladni sustav motora kapaciteta dovoljnog za održavanje motora pri uobičajenim radnim temperaturama koje propisuje proizvođač.

6.8. Ulje za podmazivanje

Ulje za podmazivanje odredit će proizvođač i bit će reprezentativno ulje za podmazivanje dostupno na tržištu; specifikacije ulja za podmazivanje koje se koristi u ispitivanju zabilježiti će se i predstaviti s rezultatima ispitivanja.

6.9. Specifikacije referentnog goriva

Referentno gorivo navedeno je u Dodatku 2. ovom Prilogu za motore s kompresijskim paljenjem te u prilogima 6. i 7. za motore na komprimirani prirodni plin i ukapljeni naftni plin.

Temperatura goriva mora biti u skladu s proizvođačevim preporukama.

6.10. Emisije iz kućišta koljenaste osovine

U atmosferu okoline se ne smiju ispuštati emisije iz kućišta koljenaste osovine, osim pri sljedećim iznimkama: motori opremljeni turbopunjačima, crpkama, puhalima ili superpunjačima za usis zraka mogu ispuštati emisije iz kućišta koljenaste osovine u atmosferu okoline ako se te emisije dodaju emisijama ispušnih plinova (fizički ili matematički) tijekom svih ispitivanja emisija. Proizvođači koji koriste ovu iznimku moraju podesiti motore tako da sve emisije iz kućišta koljenaste osovine mogu biti usmjerene u sustav za uzorkovanje emisija.

Za potrebe ovog stavka, emisije iz kućišta koljenaste osovine koje se usmjeravaju u ispuh iznad naknadne obrade ispušnih plinova tijekom cijelog rada ne smatraju se kao da se ispuštaju izravno u atmosferu okoline.

Otvorene emisije iz kućišta koljenaste osovine usmjeravaju se u ispušni sustav za mjerenje emisija kako slijedi:

- (a) Materijali cijevi moraju imati glatke stjenke, provoditi struju i ne smiju reagirati s emisijama iz kućišta koljenaste osovine. Cijev mora biti što je moguće kraća.
- (b) Broj koljena u cijevima kućišta koljenaste osovine u laboratoriju mora biti što je manji mogući, a polumjer bilo kojeg neizbježnog koljena mora biti što je veći mogući.
- (c) Cijevi kućišta koljenaste osovine u laboratoriju moraju biti grijane, moraju imati tanke stjenke ili imati izolaciju te moraju udovoljavati zahtjevima koje je naveo proizvođač za protutlak kućišta koljenaste osovine.
- (d) Cijevi kućišta koljenaste osovine spajaju se s nerazrijeđenim ispušnim plinovima ispod bilo kojeg sustava naknadne obrade, ispod bilo kakvog ugrađenog ograničenja ispuha, i dovoljno iznad bilo kakvih sondi za uzorkovanje kako bi osigurali potpuno miješanje s ispušnim plinovima motora prije uzorkovanja. Ispušna cijev kućišta koljenaste osovine proteže se u slobodni protok ispušnih plinova kako bi se izbjegao bilo kakav utjecaj graničnog sloja i potakne miješanje. Izlaz cijevi kućišta koljenaste osovine može biti usmjeren u bilo kojem smjeru u odnosu na protok nerazrijeđenih ispušnih plinova.

7. POSTUPCI ISPITIVANJA

7.1. Načela mjerenja emisija

U svrhu mjerenja posebnih emisija motor treba raditi tijekom ciklusa ispitivanja navedenih u stavcima 7.2.1. i 7.2.2. Mjerenje posebnih emisija zahtijeva utvrđivanje mase sastojaka ispušnih plinova i odgovarajućeg ciklusnog rada motora. Sastojci se utvrđuju metodama uzorkovanja opisanim u stavcima 7.1.1. i 7.1.2.

7.1.1. Nprekidno uzorkovanje

Pri nprekidnim uzorkovanjima, koncentracija sastojka se nprekidno mjeri u nerazrijeđenim ili razrijeđenim ispušnim plinovima. Ta se koncentracija množi sa stopom nprekidnog protoka (nerazrijeđenih ili razrijeđenih) ispušnih plinova motora na mjestu uzorkovanja emisija kako bi se utvrdila stopa masenog protoka tog sastojka. Emisija sastojka se nprekidno zbraja tijekom ciklusa ispitivanja. Taj zbroj je ukupna masa emitiranog sastojka.

7.1.2. Uzorkovanje serije

Pri uzorkovanju serije, uzorak nerazrijeđenog ili razrijeđenog ispušnog plina nprekidno se izdvaja i pohranjuje za kasnije mjerenje. Izdvojeni uzorak mora biti proporcionalan stopi protoka nerazrijeđenog ili razrijeđenog ispušnog plina. Primjeri uzorkovanja serije su prikupljanje razrijeđenih plinovitih sastojaka u vreću i prikupljanje materije čestica na filtru. Uzorkovane koncentracije serije množe se ukupnom masom ispušnog plina ili masenim protokom (nerazrijeđenog ili razrijeđenog plina) iz kojeg je ta serija izdvojena tijekom ciklusa ispitivanja. Dobiveni je rezultat ukupna masa ili ukupni maseni protok emitiranog sastojka. Za izračun koncentracije čestične materije, čestična materija koja se taloži na filtar iz proporcionalno izdvojenih ispušnih plinova dijeli se količinom filtriranog ispušnog plina.

7.1.3. Postupci mjerenja

Ovaj se prilog primjenjuje na postupke mjerenja koji su funkcionalno jednaki. Oba postupka mogu se koristiti i za WHTC i za WHSC cikluse ispitivanja:

- (a) plinovite komponente kontinuirano se uzorkuju u sirovom ispušnom plinu, a čestice se određuju koristeći sustav razrjeđivanja djelomičnog protoka;
- (b) plinovite komponente i čestice određuju se koristeći sustav razrjeđivanja punog protoka (CVS sustav);

Dopuštena je bilo koja kombinacija dva načela (npr. sirovo plinovito mjerenje i mjerenje čestica punog protoka).

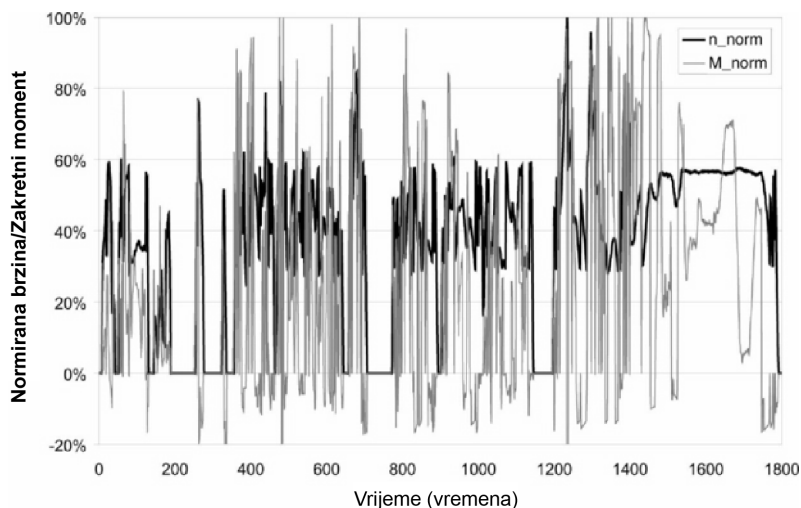
7.2. Ciklusi ispitivanja

7.2.1. Prijelazni ciklus ispitivanja WHTC

Prijelazni ciklus ispitivanja WHTC naveden je u Dodatku 1. kao sekundni niz normirane brzine i vrijednosti okretnog momenta. Kako bi se izvelo ispitivanje na ispitnoj ćeliji motora, normirane vrijednosti pretvorit će se u stvarne vrijednosti za pojedini motor koji se ispituje na temelju krivulje mapiranja motora. Pretvorba se još zove i denormalizacija, a ciklus ispitivanja je tako razvijen kao i referentni ciklus motora koji se treba testirati. S tom referentnom brzinom i vrijednostima zakretanja, ciklus se pokreće na ispitnoj ćeliji, a bilježe se vrijednosti stvarne brzine, zakretnog momenta i snage. Kako bi se testiranje ocijenilo, provest će se analiza regresije između referentne i stvarne brzine, vrijednosti zakretnog momenta i snage nakon završetka ispitivanja.

Za izračun emisija specifičnih za kočenje, izračunan će se rad stvarnog ciklusa integriranjem stvarne snage motora tijekom ciklusa. Za ocjenjivanje ciklusa, stvarni rad ciklusa mora biti unutar propisanih granica rada referentnog ciklusa.

Za plinovite onečišćujuće tvari može se rabiti neprekidno uzorkovanje (nerazrijeđeni ili razrijeđeni ispušni plin) ili uzorkovanje serije/razrijeđeni ispušni plin). Uzorak čestica razrjeđuje se kondicioniranim sredstvom za razrjeđivanje (kao npr. zrakom okoline) te se skuplja na jedan odgovarajući filter. WHTC je shematski prikazan na slici 3.



Slika 3.

WHTC ciklus ispitivanja

7.2.2. Ciklus ispitivanja WHSC podivljalog stabilnog stanja

Ciklus ispitivanja WHSC podivljalog stabilnog stanja sastoji se od više modova normirane brzine i opterećenja koje je potrebno pretvoriti u referentne vrijednosti za pojedini motor koji se ispituje na temelju krivulje mapiranja motora. Motor radi propisano vrijeme u svakom načinu, pri čemu se brzina motora i opterećenje mijenja linearno unutar 20 ± 1 sekunda. Kako bi se testiranje ocijenilo, provest će se analiza regresije između referentne i stvarne brzine, vrijednosti zakretnog momenta i snage nakon završetka ispitivanja.

Tijekom ciklusa ispitivanja utvrđuje se koncentracija svake plinovite onečišćujuće tvari, protoka ispušnih plinova i izlaz snage. Plinoviti štetni sastojci mogu se bilježiti neprestano ili uzorkovati u vreću za uzorkovanje. Uzorak čestica razrjeđuje se kondicioniranim sredstvom za razrjeđivanje (npr. zrakom okoline). Uzima se jedan uzorak iz cijelog postupka ispitivanja te se skuplja na jedan odgo-varajući filter.

Za izračun emisija specifičnih za kočenje, izračunan će se rad stvarnog ciklusa integriranjem stvarne snage motora tijekom ciklusa.

WHSC je prikazan u tablici 1. Osim za mod 1., početak svakog moda definira se kao početak perioda između tog i prethodnog moda.

Tablica 1.

WHSC ciklus ispitivanja

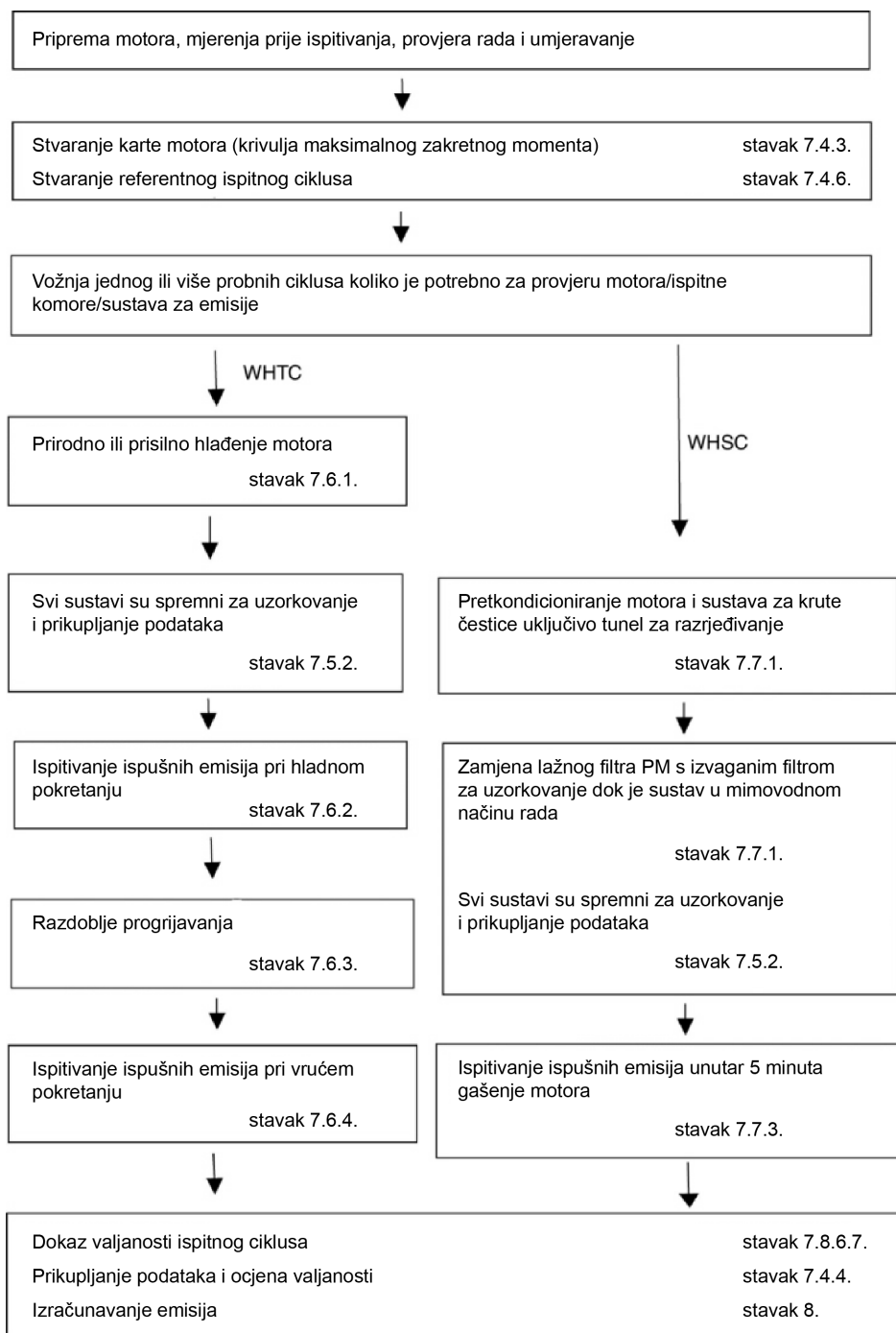
| Način | Normirana brzina (%) | Normirani okretni moment (%) | Duljina/duljine moda uključujući 20 s perioda između modova |
|-------|----------------------|------------------------------|---|
| 1. | 0 | 0 | 210 |
| 2. | 55 | 100 | 50 |
| 3. | 55 | 25 | 250 |
| 4. | 55 | 70 | 75 |
| 5. | 35 | 100 | 50 |
| 6. | 25 | 25 | 200 |
| 7. | 45 | 70 | 75 |
| 8. | 45 | 25 | 150 |
| 9. | 55 | 50 | 125 |
| 10. | 75 | 100 | 50 |
| 11. | 35 | 50 | 200 |
| 12. | 35 | 25 | 250 |
| 13. | 0 | 0 | 210 |
| Zbroj | | | 1 895 |

7.3. Opći slijed ispitivanja

Sljedeći dijagram toka određuje opće smjernice koje treba slijediti tijekom ispitivanja. Pojedini svakog koraka opisani su u relevantnim stavcima. Odstupanja od smjernica dopuštena su gdje je to prikladno, ali određeni zahtjevi relevantnih stavaka obvezni su.

Za WHTC, postupak ispitivanja sastoji se od testiranja pokretanja hladnog motora koje slijedi prirodno ili prisilno hlađenje motora, razdoblje progrijavanja i testiranje pokretanja vrućeg motora.

Za WHSC, postupak ispitivanja sastoji se od testiranja pokretanja vrućeg motora koje slijedi prethodno kondicioniranje motora u WHSC načinu 9.



7.4. Mapiranje motora i referentni ciklus

Mjerenja motora prije ispitivanja, provjere značajki motora prije ispitivanja i kalibracije sustava prije ispitivanja napraviti će se prije postupka mapiranja motora u skladu s općim slijedom prikazanim u stavku 7.3.

Kao podloga za stvaranje referentnog ciklusa WHTC i WHSC, motor se tijekom rada pri punom opterećenju mapira kako bi se odredile krivulje brzine naprema najvećem okretnom momentu te brzine naprema najvećoj snazi. Krivulja mapiranja koristi se za denormalizaciju brzine motora (stavak 7.4.6.) i okretnog momenta motora (stavak 7.4.7.).

7.4.1. Zagrijavanje motora

Motor se zagrijava na između 75 % i 100 % njegove najveće snage u skladu s preporukom proizvođača i dobrom tehničkom praksom. Prema kraju zagrijavanja, motor mora raditi najmanje dvije minute ili dok termostat motora nadzire temperaturu motora, kako bi se stabilizirale temperatura rashladnog sredstva motora i ulja za podmazivanje i kako bi bile unutar ± 2 % svojih srednjih vrijednosti.

7.4.2. Određivanje mapiranog raspona brzine

Najmanja i najveća brzina mapiranja definirana je kako slijedi:

Najmanja brzina vrtnje karakterističnog dijagrama = brzina praznog hoda

Najveća brzina vrtnje karakterističnog dijagrama = $n_{hi} \times 1,02$ ili brzina pri kojoj zakretni moment punog opterećenja padne na nulu, što god je manje.

7.4.3. Krivulja mapiranja motora

Kada se motor stabilizira u skladu sa stavkom 7.4.1., mapiranje motora obavlja se prema sljedećem postupku.

- (a) Motor se rasterećuje i radi u brzini praznog hoda.
- (b) Motor radi uz najveći zahtjev upravljača pri najmanjoj brzini mapiranja.
- (c) Brzina motora se povećava prosječnom brzinom od $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$ od najmanje do najveće brzine mapiranja, ili takvom stalnom brzinom pri kojoj je potrebno 4 do 6 minuta za prijelaz od najmanje do najveće brzine mapiranja. Brzina motora i točke zakretnog momenta bilježe se pri brzini uzorkovanja od barem jedne točke u sekundi.

Pri odabiru opcije (b) u stavku 7.4.7. za utvrđivanje negativnog referentnog okretnog momenta, krivulja mapiranja može izravno nastaviti s najmanjim zahtjevom upravljača od najveće do najmanje brzine mapiranja.

7.4.4. Alternativno mapiranje

Ako proizvođač smatra da su gornje tehnike mapiranja nesigurne ili nereprezentativne za bilo koji motor, mogu se koristiti alternativne tehnike mapiranja. Te alternativne tehnike moraju zadovoljavati svrhu specificiranih postupaka određivanja karakterističnog dijagrama kako bi se odredio najveći mogući okretni moment pri svim brzinama vrtnje postignutima tijekom ciklusa ispitivanja. Odstupanja od tehnika mapiranja određenih u ovom stavku iz sigurnosnih razloga ili reprezentativnosti odobrava nadležno tijelo za homologaciju uz objašnjenje za njihovu uporabu. Međutim, ni u kojem slučaju krivulja zakretnog momenta neće se pokrenuti padajućom brzinom motora za motore s upravljanjem ili turbo punjenjem.

7.4.5. Kopije testova

Motor se ne treba mapirati prije svakog ciklusa ispitivanja. Motor se treba ponovno mapirati prije ciklusa ispitivanja ako:

- (a) je prošlo nerazumno puno vremena od prošlog mapiranja, po tehničkoj procjeni; ili
- (b) su napravljene fizičke promjene ili ponovne kalibracije motora koje mogu imati utjecaja na karakteristike motora.

7.4.6. Denormalizacija brzine motora

Za stvaranje referentnih ciklusa, potrebno je denormalizirati normirane brzine iz Dodatka 1. (WHTC) i tablice 1. (WHSC) uz pomoć sljedeće jednadžbe:

$$n_{\text{ref}} = n_{\text{norm}} \times (0,45 \times n_{\text{lo}} + 0,45 \times n_{\text{pref}} + 0,1 \times n_{\text{hi}} - n_{\text{idle}}) \times 2,0327 + n_{\text{idle}} \quad (9)$$

Za utvrđivanje n_{pref} integral najvećeg okretnog momenta računa se od n_{idle} do n_{95h} iz krivulje mapiranja motora, u skladu sa stavkom 7.4.3.

Brzine motora iz slika 4. i 5. definirane su kako slijedi:

n_{lo} najmanja brzina gdje je snaga 55 % od najveće snage

n_{pref} je brzina motora pri čemu je integral najvećeg mapiranog okretnog momenta 51 % ukupnog integrala između n_{idle} i n_{95h}

n_{hi} je najveća brzina pri kojoj je snaga 70 % najveće snage

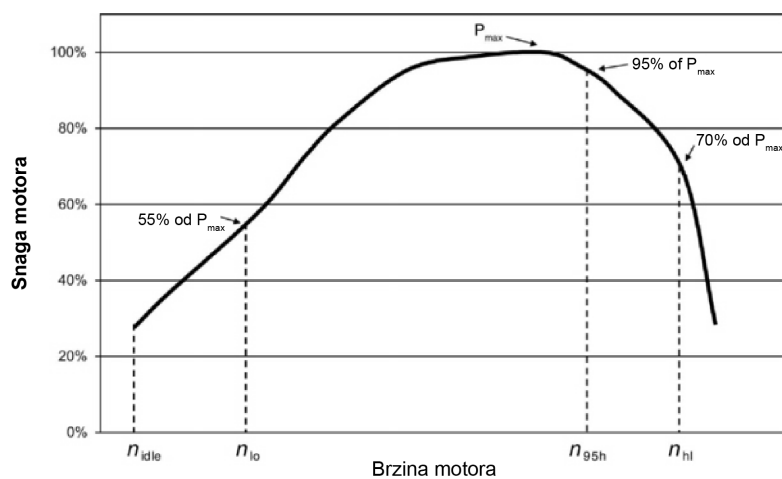
n_{idle} je brzina praznog hoda

n_{95h} je najveća brzina pri kojoj je snaga 95 % najveće snage

Za motore (većinom motore s vanjskim paljenjem) sa strmom krivuljom pada regulatora, kod kojih zatvaranje dovoda goriva ne dopušta rad motora do n_{hi} sau n_{95h} , primjenjuju se sljedeće odredbe:

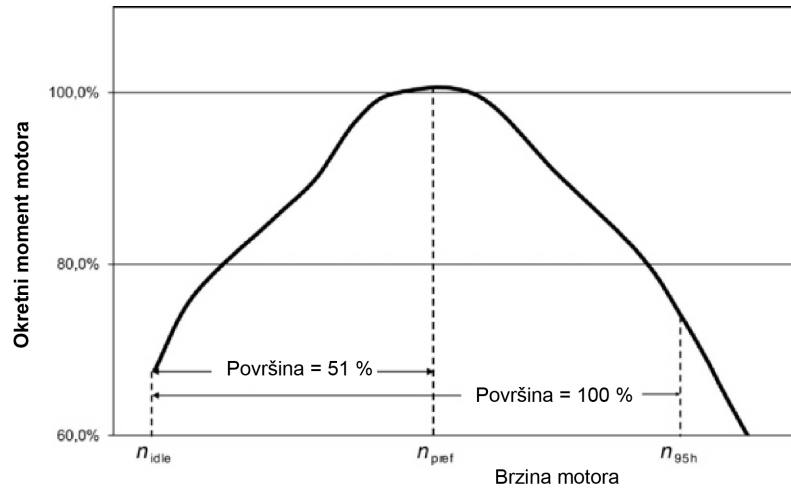
n_{hi} u jednadžbi 9 je zamijenjeno s $n_{\text{Pmax}} \times 1,02$

n_{95h} je zamijenjena s $n_{\text{Pmax}} \times 1,02$



Slika 4.

Definicija brzina ispitivanja



Slika 5.

Definicija n_{pref}

7.4.7. Denormalizacija okretnog momenta motora

Vrijednosti okretnog momenta u rasporedu dinamometra motora iz Dodatka 1. (WHTC) i iz tablice 1. (WHSC) normaliziraju se na najveći zakretni moment pri odgovarajućoj brzini. Za stvaranje referentnih ciklusa, potrebno je denormalizirati vrijednosti okretnog momenta za svaku referentnu brzinu kako su iste utvrđene stavkom 7.4.6., uz pomoć krivulje mapiranja sukladno stavku 7.4.3., kako slijedi:

$$M_{\text{ref},i} = \frac{M_{\text{norm},i}}{100} \times M_{\text{max},i} + M_{f,i} - M_{r,i} \quad (10)$$

gdje je:

$M_{\text{norm},i}$ normirani okretni moment, %

$M_{\text{max},i}$ najveći okretni moment iz krivulje mapiranja, Nm

$M_{f,i}$ okretni moment koji troše pomoćni uređaji/oprema koje treba ugraditi, Nm

$M_{r,i}$ okretni moment koji troše pomoćni uređaji/oprema koje treba ukloniti, Nm

Ako su pomoćni uređaji/oprema ugrađeni u skladu sa stavkom 6.3.1. i Dodatkom 7., M_f i M_r jednaki su nuli.

Negativne vrijednosti okretnog momenta radnih točaka motora (m u Dodatku 1.) moraju, za potrebe stvaranja referentnog ciklusa, poprimiti referentne vrijednosti određene na jedan od sljedećih načina:

- negativnih 40 % od raspoloživog pozitivnog okretnog momenta pri pripadajućoj točki brzine;
- mapiranje negativnog okretnog momenta koji je potreban za pogon motora od najmanje do najveće brzine mapiranja;
- određivanje negativnog okretnog momenta koji je potreban za pogon motora u praznom hodu i u n_{hi} i linearna interpolacija između tih dviju točaka.

7.4.8. Izračun referentnog ciklusnog rada

Referentni rad ciklusa određuje se tijekom ciklusa ispitivanja sinkronim izračunom trenutačnih vrijednosti snage motora iz referentne brzine i referentnog okretnog momenta, u skladu sa stavcima 7.4.6. i 7.4.7. Trenutačne vrijednosti snage motora integriraju se tijekom ciklusa ispitivanja kako bi se izračunao referentni rad ciklusa W_{ref} (kWh). Ako pomoćni uređaji/oprema nisu ugrađeni u skladu sa stavkom 6.3.1., trenutačne vrijednosti snage će se ispraviti uz pomoć jednadžbe (4) iz stavka 6.3.5.

Ista metodologija koristi se za integriranje referentne i stvarne snage motora. Ako treba odrediti vrijednosti između susjednih referentnih ili susjednih izmjerenih vrijednosti, koristi se linearna interpolacija. Pri integriranju rada stvarnog ciklusa, bilo koje negativne vrijednosti zakretnog momenta podešavaju se na nulu i uključuju. Ako se integracija provodi na frekvenciji manjoj od 5 Hz, i ako se, tijekom određenog vremenskog razdoblja, vrijednost okretnog momenta promijeni iz pozitivne u negativnu ili iz negativne u pozitivnu, izračunava se negativni dio i podešava na nulu. Pozitivni dio uključuje se u integriranu vrijednost.

7.5. Postupci prije ispitivanja

7.5.1. Postavljanje opreme za mjerenje

Instrumenti i sonde za uzorkovanje postavljaju se kako je propisano. Ispušna se cijev spaja na sustav za razrjeđivanje potpunog protoka, ako se koristi.

7.5.2. Priprema mjerne opreme za uzorkovanje

Potrebno je poduzeti sljedeće korake prije početka uzorkovanja emisija:

- (a) Provjera curenja obavlja se unutar razdoblja od 8 sati prije uzorkovanja emisija u skladu sa stavkom 9.3.4.
- (b) Pri uzorkovanju serije, spaja se čisti medij za pohranu, npr. ispražnjene vreće.
- (c) Svi mjerni uređaji pokreću se u skladu s uputama proizvođača uređaja i dobrom tehničkom procjenom.
- (d) Pokreću se sustavi za razrjeđivanje, crpke za uzorke, ventilatori i sustav za prikupljanje podataka.
- (e) Stope protoka uzorka prilagođavaju se na željene razine, uz pomoć obilaznog protoka.
- (f) Izmjenjivači topline u sustavu za uzorkovanje moraju se prije ispitivanja zagrijati ili rashladiti kako bi bili unutar raspona svojih radnih temperatura.
- (g) Zagrijanim ili rashlađenim sastavnim dijelovima kao primjerice cijevima za uzorkovanje, filterima, uređajima za hlađenje, i crpkama mora se omogućiti da se stabiliziraju na svojim radnim temperaturama.
- (h) Protok sustava za razrjeđivanje ispušnih plinova mora se uključiti najmanje 10 minuta prije sljedećeg ispitivanja.
- (i) Bilo kakvi elektronički integrirani uređaji moraju se prije početka bilo kojeg ispitnog intervala namjestiti ili ponovno namjestiti na nulu.

7.5.3. Provjera analizatora plina

Odabiru se rasponi analizatora plina. Dopuštena je upotreba analizatora emisija s automatskim ili ručnim prebacivanjem raspona. Raspon analizatora emisija se tijekom ciklusa ispitivanja ne smije prebacivati. Pritom se tijekom ispitnog ciklusa ne smiju prebacivati pojačanja analognog(-ih) radnog(-ih) pojačala analizatora.

Nulti odziv i odziv raspona utvrđuju se za sve analizatore uz pomoć plinova koji se mogu pronaći u međunarodnim standardima a zadovoljavaju zahtjeve iz stavka 9.3.3. Raspon analizatora plamenoionizacijskog detektora (FID-a) utvrđuje se na temelju broja ugljika 1 (C1).

7.5.4. Priprema filtra za uzorkovanje čestica

Najmanje jedan sat prije ispitivanja filter se treba staviti u Petrijevu zdjelicu, koja je zaštićena od prašine i omogućava izmjenu zraka te je postavljena u komoru za ponderiranje zbog stabilizacije. Filter se na kraju razdoblja stabilizacije važe i bilježi se tara masa. Filter se tada sprema u zatvorenu petrijevu zdjelicu ili zapečaćeni držač filtra sve dok ne bude potreban za ispitivanje. Filter se treba iskoristiti unutar osam sati od njegovog uklanjanja iz komore za ponderiranje.

7.5.5. Prilagođavanje sustava za razrjeđivanje

Ukupni protok razrijeđenog ispušnog plina u sustavu za razrjeđivanje potpunog protoka ili protok razrijeđenog ispušnog plina kroz sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka podešava se kako bi uklonio kondenzaciju vode u sustavu i kako bi postigao temperaturu površine filtra između 315 K (42 °C) i 325 K (52 °C).

7.5.6. Pokretanje sustava za uzorkovanje čestica

Sustav za uzorkovanje čestica pokreće se i njime se upravlja obilazno. Pozadinska razina čestica u sredstvu za razrjeđivanje može se odrediti uzorkovanjem sredstva za razrjeđivanje prije ulaza ispušnog plina u tunel za razrjeđivanje. Mjerenje se može izvesti prije ili nakon ispitivanja. Ako se mjerenje provede na početku i na kraju ciklusa, može se napraviti prosjek vrijednosti. Ako se za pozadinsko mjerenje koristi drugačiji sustav za uzorkovanje, mjerenje se izvodi paralelno s pokusnim radom.

7.6. Rad WHTC ciklusa

7.6.1. Hlađenje motora

Može se primijeniti prirodan ili prisilan postupak hlađenja. Za prisilno hlađenje koristi se dobra tehnička procjena za namještanje sustava za slanje hladnog zraka preko motora, za slanje hladnog ulja kroz sustav podmazivanja motora, za uklanjanje topline iz hladnjaka preko sustava hlađenja motora i za uklanjanje topline iz sustava naknadne obrade ispušnih plinova. U slučaju prisilnog hlađenja sustava naknadne obrade, rashladni zrak se ne primjenjuje dok se sustav naknadne obrade ne ohladi ispod temperature uključivanja katalizatora. Bilo koji postupak hlađenja koji dovodi do nereprezentativnih emisija nije dopušten.

7.6.2. Ispitivanje pokretanja hladnog motora

Ispitivanje pokretanja hladnog motora započinje kada su temperature maziva motora, rashladne tekućine i sustava naknadne obrade sve između 293 i 303 K (20 i 30 °C). Motor se pokreće primjenom jedne od sljedećih metoda:

- (a) motor se pokreće kao što je preporučeno u priručniku vlasnika koristeći elektropokretač i odgovarajuće napunjen akumulator ili prikladno napajanje; ili
- (b) motor se pokreće uporabom dinamometra. Motor radi unutar $\pm 25\%$ od svoje tipične pogonske brzine u uporabi. Pogonjenje se zaustavlja unutar 1 sekunde od pokretanja motora. Ako se motor ne pokrene nakon 15 sekundi pogonjenja, pogonjenje se zaustavlja i određuje se razlog neuspješnog pokretanja, osim ako priručnik vlasnika ili servisni priručnik opisuje duže vrijeme pogonjenja kao normalno.

7.6.3. Razdoblje progrijavanja

Odmah po završetku ispitivanja pokretanja hladnog motora, motor se treba kondicionirati za ispitivanje pokretanja vrućeg motora uz korištenje razdoblja progrijavanja od 10 ± 1 minute.

7.6.4. Testiranje pokretanja vrućeg motora

Motor se pokreće na kraju razdoblja progrijavanja, kao što je definirano u stavku 7.6.3., primjenom metoda pokretanja iz stavka 7.6.2.

7.6.5. Slijed ispitivanja

Slijed ispitivanja i za ispitivanje pokretanja hladnog motora i za ispitivanje pokretanja vrućeg motora započinje pokretanjem motora. Nakon što je motor u radu, pokreće se kontrola ciklusa kako bi rad motora odgovarao prvoj potrebnoj vrijednosti ciklusa.

WHTC se izvodi u skladu s referentnim ciklusom kao što je određeno u stavku 7.4. Postavne komandne vrijednosti brzine motora i okretnog momenta izdaju se pri 5 Hz (10 Hz se preporučuje) ili više. Potrebne vrijednosti izračunavaju se linearnom interpolacijom između 1 Hz potrebnih vrijednosti referentnog ciklusa. Stvarna brzina motora i okretni moment bilježe se barem jedanput svake sekunde tijekom ciklusa ispitivanja (1 Hz), a signali mogu biti elektronički filtrirani.

7.6.6. Prikupljanje podataka koji utječu na emisije

Na početku slijeda ispitivanja, pokreće se oprema za mjerenje, istodobno:

- (a) počinje prikupljanje ili analiziranje sredstva za razrjeđivanje, ako se koristi sustav za razrjeđivanje potpunog protoka;
- (b) počinje skupljanje ili analiziranje sirovog ili razrijeđenog ispušnog plina, ovisno o metodi koja se koristi;
- (c) počinje mjerenje količine razrijeđenog ispušnog plina te potrebnih temperatura i tlakova;
- (d) počinje bilježenje brzine masivnog protoka ispušnog plina, ako se koristi analiza sirovog ispušnog plina;
- (e) počinje bilježenje povratnih podataka o brzini i zakretnom momentu dinamometra.

Ako se koristi mjerenje sirovih ispušnih plinova, koncentracije emisija ((NM)HC, CO i NO_x) i brzina masovnog protoka ispušnih plinova mjeri se neprestano i sprema uz barem 2 Hz u računalni sustav. Svi ostali podaci mogu se bilježiti brzinom uzorkovanja od barem 1 Hz. Za analogne analizatore bilježi se odziv, a podaci za umjeravanje mogu se primijeniti kad jesu ili nisu umreženi tijekom procjene podataka.

Ako se koristi sustav za razrjeđivanje potpunog protoka, HC i NO_x mjere se neprestano u tunelu za razrjeđivanje uz frekvenciju od barem 2 Hz. Prosječne koncentracije se određuju integriranjem signala analizatora tijekom ciklusa ispitivanja. Vrijeme odziva sustava ne smije biti veće od 20 s, i treba biti usklađeno sa CVS fluktuacijama protoka i vremenom uzorkovanja/odmacima ciklusa ispitivanja, ako je potrebno. CO, CO₂ i NMHC mogu se odrediti integriranjem stalnih signala mjerenja ili analiziranjem koncentracija u vreći za uzorkovanje, skupljenih tijekom ciklusa. Koncentracije plinovitih štetnih spojeva u sredstvu za razrjeđivanje određuju se prije točke na kojoj ispušni plinovi ulaze u tunel za razrjeđivanje integracijom ili skupljanjem u pozadinsku vreću. Svi ostali parametri koje treba mjeriti mjere se barem jednom u sekundi (1 Hz).

7.6.7. Uzorkovanje čestica

Na početku slijeda ispitivanja, sustav za uzorkovanje čestica prebacuje se s obilaznog na skupljanje čestica.

Ako se koristi sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka, kontrolira(ju) se sisaljka(-e) za uzorkovanje tako da brzina protoka kroz sondu za uzorkovanje čestica ili prijenosnu cijev ostane proporcionalna brzini masovnog protoka ispušnih plinova kao što je određeno u skladu sa stavkom 9.4.6.1.

Ako se koristi sustav za razrjeđivanje potpunog protoka, prilagođava(ju) se sisaljka(-e) za uzorkovanje tako da brzina protoka kroz sondu za uzorkovanje čestica ili prijenosnu cijev ostane na vrijednosti unutar $\pm 2,5$ % od podešene brzine protoka. Ako se kompenzacija protoka koristi (tj. razmjerna kontrola toka uzorka), mora se pokazati da se omjer protoka glavnog tunela naprama protoku uzorka čestica ne mijenja za više od $\pm 2,5$ % od njegove postavljene vrijednosti (osim za prvih 10 sekundi uzorkovanja). Bilježi se prosječna temperatura i tlak u plinomjeru (plinomjerima) ili protok na ulazu u mjerni uređaj. Ako se podešena brzina protoka ne može održati tijekom cijelog ciklusa unutar $\pm 2,5$ % zbog prevelikog opterećenja čestica na filtru, ispitivanje se treba poništiti. Ispitivanje se treba ponoviti koristeći nižu brzinu protoka uzorka.

7.6.8. Zastoj u radu motora i nepravilnosti opreme

Ako motor stane bilo gdje tijekom testiranja pokretanja hladnog motora, ispitivanje se poništava. Motor se pretkondicionira i ponovno pokreće u skladu sa zahtjevima iz stavka 7.6.2., a ispitivanje se ponavlja.

Ako motor stane bilo gdje tijekom testiranja pokretanja hladnog motora, ispitivanje se poništava. Motor se treba progrijati u skladu sa stavkom 7.6.3., a ispitivanje pokretanja vrućeg motora ponoviti. U tom slučaju, ne treba se ponoviti testiranje pokretanja hladnog motora.

Ako dođe do nepravilnosti u bilo kojoj od potrebne opreme za ispitivanje tijekom ciklusa ispitivanja, ispitivanje se poništava i ponavlja u skladu s gornjim odredbama.

7.7. Rad WHSC ciklusa

7.7.1. Pretkondicioniranje sustava za razrjeđivanje i motora

Sustav za razrjeđivanje i motor se pokreću i zagrijavaju u skladu sa stavkom 7.4.1. Nakon zagrijavanja, motor i sustav za uzorkovanje pretkondicioniraju se radom motora u modu 9. (vidjeti stavak 7.2.2., tablicu 1.) najmanje 10 minuta dok istodobno radi sustav za razrjeđivanje. Mogu se skupiti pokusni uzorci emisija čestica. Ti probni filtri ne trebaju biti stabilizirani ili ponderirani i mogu se baciti. Brzine protoka podešavaju se približnim brzinama protoka odabranim za ispitivanje. Motor se mora ugasisi nakon pretkondicioniranja.

7.7.2. Pokretanje motora

5 ± 1 minuta nakon završetka pretkondicioniranja u modu 9. kao što je opisano u stavku 7.7.1., motor se pokreće prema proizvođačevoj preporuci o postupku pokretanja u priručniku vlasnika, koristeći elektropokretač ili dinamometar u skladu sa stavkom 7.6.2.

7.7.3. Slijed ispitivanja

Slijed ispitivanja započinje nakon što je motor već u radu i unutar jedne minute pošto je rad motora pod kontrolom te odgovara prvom modu ciklusa (prazni hod).

WHSC se izvodi prema redoslijedu modova ispitivanja navedenih u tablici 1. iz stavka 7.2.2.

7.7.4. Prikupljanje podataka koji utječu na emisije

Na početku slijeda ispitivanja, pokreće se oprema za mjerenje, istodobno:

- (a) počinje prikupljanje ili analiziranje sredstva za razrjeđivanje, ako se koristi sustav za razrjeđivanje potpunog protoka;
- (b) počinje skupljanje ili analiziranje sirovog ili razrijeđenog ispušnog plina, ovisno o metodi koja se koristi;
- (c) počinje mjerenje količine razrijeđenog ispušnog plina te potrebnih temperatura i tlakova;
- (d) počinje bilježenje brzine masivnog protoka ispušnog plina, ako se koristi analiza sirovog ispušnog plina;
- (e) počinje bilježenje povratnih podataka o brzini i zakretnom momentu dinamometra.

Ako se koristi mjerenje sirovih ispušnih plinova, koncentracije emisija ((NM)HC, CO i NO_x) i brzina masovnog protoka ispušnih plinova mjeri se neprestano i sprema uz najmanje 2 Hz u računalni sustav. Svi ostali podaci mogu se bilježiti brzinom uzorkovanja od najmanje 1 Hz. Za analogne analizatore bilježi se odziv, a podaci za umjeravanje mogu se primijeniti kad jesu ili nisu umreženi tijekom procjene podataka.

Ako se koristi sustav za razrjeđivanje potpunog protoka, HC i NO_x mjere se neprestano u tunelu za razrjeđivanje uz frekvenciju od barem 2 Hz. Prosječne se koncentracije određuju integriranjem signala analizatora tijekom ciklusa ispitivanja. Vrijeme odziva sustava ne smije biti veće od 20 s, i treba biti usklađeno sa CVS fluktuacijama protoka i vremenom uzorkovanja/odmacima ciklusa ispitivanja, ako je potrebno. CO, CO₂ i NMHC mogu se odrediti integriranjem stalnih signala mjerenja ili analiziranjem koncentracija u vreći za uzorkovanje, skupljenih tijekom ciklusa. Koncentracije plinovitih štetnih spojeva u sredstvu za razrjeđivanje određuju se prije točke na kojoj ispušni plinovi ulaze u tunel za razrjeđivanje integracijom ili skupljanjem u pozadinsku vreću. Svi ostali parametri koje treba mjeriti mjere se najmanje jedanput u sekundi (1 Hz).

7.7.5. Uzorkovanje čestica

Na početku slijeda ispitivanja, sustav za uzorkovanje čestica prebacuje se s obilaznog na skupljanje čestica. Ako se koristi sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka, kontrolira(ju) se sisaljka(-e) za uzorkovanje tako da brzina protoka kroz sondu za uzorkovanje čestica ili prijenosnu cijev ostane proporcionalna brzini masovnog protoka ispušnih plinova kao što je određeno u skladu sa stavkom 9.4.6.1.

Ako se koristi sustav za razrjeđivanje potpunog protoka, prilagođava(ju) se sisaljka(-e) za uzorkovanje tako da brzina protoka kroz sondu za uzorkovanje čestica ili prijenosnu cijev ostane na vrijednosti unutar $\pm 2,5$ % od podešene brzine protoka. Ako se kompenzacija protoka koristi (tj. razmjerna kontrola toka uzorka), mora se pokazati da se omjer protoka glavnog tunela naprama protoku uzorka čestica ne mijenja za više od $\pm 2,5$ % od njegove postavljene vrijednosti (osim za prvih 10 sekundi uzorkovanja). Bilježi se prosječna temperatura i tlak u plinomjeru(-ima) ili protok na ulazu u mjerni uređaj. Ako se podešena brzina protoka ne može održati tijekom cijelog ciklusa unutar $\pm 2,5$ % zbog prevelikog opterećenja čestica na filteru, ispitivanje se treba poništiti. Ispitivanje se treba ponoviti koristeći nižu brzinu protoka uzorka.

7.7.6. Zastoj u radu motora i nepravilnosti opreme

Ako motor stane bilo gdje tijekom ciklusa, ispitivanje se poništava. Motor se pretkondicionira u skladu sa zahtjevima iz stavka 7.7.1. i ponovno pokreće u skladu sa zahtjevima iz stavka 7.7.2., a ispitivanje se ponavlja.

Ako dođe do nepravilnosti u bilo kojoj od potrebne opreme za ispitivanje tijekom ciklusa ispitivanja, ispitivanje se poništava i ponavlja u skladu s gornjim odredbama.

7.8. Postupci nakon ispitivanja

7.8.1. Radnje nakon ispitivanja

Po završetku ispitivanja, zaustavlja se mjerenje brzine masovnog protoka ispušnih plinova, obujma razrijeđenih ispušnih plinova, protoka plina u vreće za skupljanje i sisaljka za uzorkovanje čestica. Za integrirani sustav analizatora uzorkovanje se nastavlja dok ne isteknu vremena odziva sustava.

7.8.2. Provjera proporcionalnog uzorkovanja

Za bilo koji proporcionalni uzorak serije, npr. uzorak vreće ili uzorak čestične materije, potrebno je provjeriti je li proporcionalno uzorkovanje održavano u skladu sa stavcima 7.6.7. i 7.7.5. Bilo koji uzorak koji ne zadovoljava zahtjeve bit će poništen.

7.8.3. Kondicioniranje i vaganje čestične materije

Čestični filtar polaže se u pokrivene ili zapečaćene spremnike ili će se držači filtara zatvoriti kako bi se filtre uzoraka zaštitilo od kontaminacije iz okoline. Nakon što se tako zaštitio, filtar će se vratiti u komoru za vaganje. Filtar se kondicionira najmanje 1 sat, a nakon toga se važe u skladu sa stavkom 9.4.5. Bilježi se bruto-masa filtra.

7.8.4. Provjera pomaka

Čim bude praktično, ali unutar 30 minuta od kraja ciklusa ispitivanja ili tijekom razdoblja progrijavanja, utvrđuju se nulti odziv i odziv raspona korištenih područja plinovitog analizatora. Za potrebe ovog stavka ispitni ciklus se definira na sljedeći način:

- (a) za WHTC: kompletni slijed hladno - progrijavanje - vruće;
- (b) za WHTC ispitivanje pokretanja vrućeg motora (stavak 6.6.): slijed progrijavanje - vruće;
- (c) za WHTC ispitivanje pokretanja vrućeg motora s višestrukom regeneracijom (stavak 6.6.): ukupni broj ispitivanja pokretanja vrućeg motora;
- (d) za WHSC: ispitni ciklus.

Na pomak analizatora primjenjuju se sljedeće odredbe:

- (a) nulti odziv i odziv raspona prije ispitivanja te nulti odziv i odziv raspona nakon ispitivanja mogu se izravno umetnuti u jednadžbu 66. iz stavka 8.6.1. bez utvrđivanja pomaka;
- (b) ako je razlika u pomaku između rezultata prije ispitivanja i rezultata poslije ispitivanja manja od 1 % mjernog raspona, izmjerene koncentracije se mogu koristiti neispravljene ili se mogu ispraviti za pomak u skladu sa stavkom 8.6.1.;
- (c) ako je razlika u pomaku između rezultata prije ispitivanja i rezultata poslije ispitivanja jednaka ili veća od 1 % mjernog raspona, ispitivanje se poništava ili se izmjerene koncentracije ispravljaju za pomak u skladu sa stavkom 8.6.1.

7.8.5. Analiza uzorkovanja plinovitih emisija u vrećama

Čim bude praktično, potrebno je izvršiti sljedeće:

- (a) uzorci plinovitih emisija u vrećama moraju se analizirati unutar 30 minuta nakon završetka ispitivanja pokretanja vrućeg motora ili tijekom razdoblja progrijavanja za ispitivanje pokretanja hladnog motora;
- (b) pozadinski uzorci se analiziraju unutar 60 minuta od završetka ispitivanja pokretanja vrućeg motora.

7.8.6. Vrednovanje rada ciklusa

Prije izračuna stvarnog ciklusnog rada izostavljaju se bilo koje točke zabilježene tijekom pokretanja motora. Stvarni rad ciklusa određuje se tijekom ciklusa ispitivanja sinkronom upotrebom vrijednosti stvarne brzine i stvarnog okretnog momenta kako bi se izračunale trenutačne vrijednosti snage motora. Trenutačne vrijednosti snage motora integriraju se tijekom ciklusa ispitivanja kako bi se izračunao stvarni rad ciklusa W_{act} (kWh). Ako pomoćni uređaji/oprema nisu ugrađeni u skladu sa stavkom 6.3.1., trenutačne vrijednosti snage ispravit će se uz pomoć jednadžbe (4) iz. stavka 6.3.5.

Metodologija opisana u stavku 7.4.8. koristi se i za integriranje stvarne snage motora.

Stvarni rad ciklusa W_{act} koristi se za usporedbu s radom referentnog ciklusa W_{ref} i za izračun emisija specifičnih za kočenje (vidjeti stavak 8.6.3.).

W_{act} je između 85 % i 105 % od W_{ref} .

7.8.7. Statistika vrednovanja ciklusa ispitivanja

Provode se linearne regresije stvarnih vrijednosti (n_{act} , M_{act} , P_{act}) na referentnim vrijednostima (n_{ref} , M_{ref} , P_{ref}) i za WHTC i za WHSC.

Kako bi se smanjio efekt pomicanja vremenskog odmaka između vrijednosti stvarnog i referentnog ciklusa, ukupna brzina motora i stvarni niz signala okretnog momenta može se ubrzati ili odgoditi uzimajući u obzir referentnu brzinu i niz okretnog momenta. Ako se stvarni signali pomaknu, brzina i zakretni moment moraju se pomaknuti za isti iznos u istom smjeru.

Koristi se metoda najmanjih kvadrata pri čemu najpogodnija jednadžba ima oblik:

$$y = a_1 x + a_0 \quad (11)$$

gdje je:

y stvarna vrijednost brzine (min^{-1}), okretnog momenta (Nm) ili snage (kW)

a_1 nagib linije regresije

x referentna vrijednost brzine (min^{-1}), okretnog momenta (Nm) ili snage (kW)

a_0 prekidanje linije regresije na osi y

Standardna pogreška procjene vrijednosti y na x te koeficijenta određivanja (r^2) izračunava se za svaku regresijsku liniju.

Preporuka je da se ova analiza izvede na 1 Hz. Da bi se ispitivanje smatralo valjanim, moraju se zadovoljiti kriteriji iz tablice 2. (WHTC) ili tablice 3. (WHSC).

Tablica 2.

Dopuštena odstupanja linije regresije za WHTC

| | Brzina | Zakretni moment | Snaga |
|---|--|--|---|
| Standardna pogreška procjene vrijednosti y na x | max. 5 % maksimalne brzine ispitivanja | max. 10 % maksimalnog okretnog momenta motora | max. 10 % maksimalne snage motora |
| Nagib linije regresije, a_1 | 0,95 do 1,03 | 0,83 – 1,03 | 0,89 – 1,03 |
| Koeficijent određivanja, r^2 | minimum 0,970 | minimum 0,850 | minimum 0,910 |
| y odsječak linije regresije, a_0 | max. 10 % brzine praznog hoda | ± 20 Nm ili ± 2 % najvećeg okretnog momenta, koja god vrijednost je veća | ± 4 kW ili ± 2 % najveće snage, koja god vrijednost je veća |

Tablica 3.

Dopuštena odstupanja linije regresije za WHSC

| | Brzina | Zakretni moment | Snaga |
|---|---|--|---|
| Standardna pogreška procjene vrijednosti y na x | maks. 1 % maksimalne brzine ispitivanja | maks. 2 % maksimalnog okretnog momenta motora | maks. 2 % maksimalne snage motora |
| Nagib linije regresije, a_1 | 0,99 do 1,01 | 0,98 – 1,02 | 0,98 – 1,02 |
| Koeficijent određivanja, r^2 | minimum 0,990 | minimum 0,950 | minimum 0,950 |
| y odsječak linije regresije, a_0 | maks. 1 % maksimalne brzine ispitivanja | ± 20 Nm ili ± 2 % najvećeg okretnog momenta, koja god vrijednost je veća | ± 4 kW ili ± 2 % najveće snage, koja god vrijednost je veća |

Samo za potrebe regresije je prije izračuna regresije dopušteno ispuštanje točaka gdje je isto navedeno u tablici 4. Međutim, te točke ne smiju se ispuštati prilikom izračuna ciklusnog rada i emisija. Ispuštanje točaka može se primijeniti na cijeli ili određeni dio ciklusa.

Tablica 4.

Dopušteno ispuštanje točaka iz analize regresije

| Događaj | Uvjeti | Dopušteno ispuštanje točaka |
|--|---|-----------------------------|
| Najmanji zahtjev upravljača (točka praznog hoda) | $n_{ref} = 0 \%$ i $M_{ref} = 0 \%$ i $M_{act} > (M_{ref} - 0,02 M_{max. \text{mapirani okretni moment}})$ i $M_{act} < (M_{ref} + 0,02 M_{max. \text{mapirani okretni moment}})$ | brzina i snaga |
| Najveći zahtjev upravljača (točka rada motora) | $M_{ref} < 0 \%$ | snaga i okretni moment |

| Događaj | Uvjeti | Dopušteno ispuštanje točaka |
|-----------------------------|--|---------------------------------------|
| Najmanji zahtjev upravljača | $n_{act} \leq 1,02 n_{ref}$ i $M_{act} > M_{ref}$ ili $n_{act} > n_{ref}$ i $M_{act} \leq M_{ref}'$ ili $n_{act} > n_{ref}$ i $M_{ref} < M_{act} \leq (M_{ref} + 0,02 M_{max. \text{ mapirani okretni moment}})$ | snaga i ili okretni moment ili brzina |
| Najveći zahtjev upravljača | $n_{act} < n_{ref}$ i $M_{act} \geq M_{ref}$ ili $n_{act} \geq 0,98 n_{ref}$ i $M_{act} < M_{ref}$ ili $n_{act} < 0,98 n_{ref}$ i $M_{ref} > M_{act} \geq (M_{ref} - 0,02 M_{max. \text{ mapirani okretni moment}})$ | snaga i ili okretni moment ili brzina |

8. IZRAČUN EMISIJA

Konačni rezultati ispitivanja zaokružuju se u jednom koraku na broj mjesta desno od decimalne točke navedenom u primjenjivom standardu emisije plus jedna dodatna značajna brojka, u skladu s ASTM standardom E 29-06B. Nije dopušteno zaokruživati trenutačnih vrijednosti koje vode do konačnog rezultata emisije specifične za kočenje.

Primjeri postupaka računanja dani su u Dodatku 6.

Izračun emisija na molarnoj osnovi, u skladu s Prilogom 7. općih tehničkih zahtjeva br. [xx] u vezi s protokolom ispitivanja emisije ispušnih plinova za necestovne pokretne strojeve (NRMM), dopušten je ako je isto prethodno odobrilo tijelo nadležno za homologaciju.

8.1. Suhi/mokri ispravak

Ako se emisije mjere na suhoj osnovi, izmjerena koncentracija pretvara se u mokru osnovu prema sljedećoj jednadžbi:

$$c_w = k_w \cdot c_d \quad (12)$$

gdje je:

c_d suha koncentracija u ppm ili % volumena

k_w suhi/mokri faktor ispravka ($k_{w,a}$, $k_{w,e}$, ili $k_{w,d}$, ovisno o tome koja se jednadžba koristi)

8.1.1. Sirovi ispušni plin

$$k_{w,a} = \left(1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_{f,w} \times 1000} \right) \times 1,008 \quad (13)$$

ili

$$k_{w,a} = \left(1 - \frac{1,2442 \times H_a + 111,19 \times w_{ALF} \times \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}}}{773,4 + 1,2442 \times H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \times k_{f,w} \times 1000} \right) / \left(1 - \frac{p_r}{p_b} \right) \quad (14)$$

il

$$k_{w,a} = \left(\frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (c_{CO_2} + c_{CO})} - k_{w1} \right) \times 1,008 \quad (15)$$

s

$$k_{f,w} = 0,055594 \times w_{ALF} + 0,0080021 \times w_{DEL} + 0,0070046 \times w_{EPS} \quad (16)$$

i

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)} \quad (17)$$

gdje je:

H_a vlažnost ulaznog zraka, g vode na kg suhog zraka

w_{ALF} sadržaj vodika u gorivu, % mase

q_{mfi} trenutačna brzina masovnog protoka goriva, kg/s

$q_{mad,i}$ trenutačna brzina masovnog protoka ulaznog zraka, kg/s

p_r tlak vodene pare nakon hlade kupke, kPa

p_b ukupni atmosferski tlak, kPa

w_{DEL} sadržaj dušika u gorivu, % mase

w_{EPS} sadržaj kisika u gorivu, % mase

α molarni omjer vodika u gorivu

c_{CO_2} suha koncentracija CO_2 , %

c_{CO} suha CO koncentracija, %

Jednadžbe (13) i (14) su u načelu jednake pri čemu je faktor 1,008 u jednadžbama (13) i (15) približna vrijednost za precizniji nazivnik u jednadžbi (14).

8.1.2. Razrijeđeni ispušni plin

$$k_{w,e} = \left[\left(1 - \frac{\alpha \times c_{CO_2w}}{200} \right) - k_{w2} \right] \times 1,008 \quad (18)$$

ili

$$k_{w,e} = \left[\left(\frac{1 - k_{w2}}{1 + \frac{\alpha \times c_{CO_2d}}{200}} \right) \right] \times 1,008 \quad (19)$$

s

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \frac{1}{D} \right]}{1000 + \left\{ 1,608 \times \left[H_d \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) + H_a \times \left(\frac{1}{D} \right) \right] \right\}} \quad (20)$$

gdje je:

- a molarni omjer vodika u gorivu
- $c_{\text{CO}_2\text{w}}$ mokra koncentracija CO_2 , %
- $c_{\text{CO}_2\text{d}}$ suha koncentracija CO_2 , %
- H_d vlažnost sredstva za razrjeđivanje, g vode na kg suhog zraka
- H_a vlažnost ulaznog zraka, g vode na kg suhog zraka
- D faktor razrjeđivanja (vidjeti stavak 8.5.2.3.2.)

8.1.3. Sredstvo za razrjeđivanje

$$k_{\text{w,d}} = (1 - k_{\text{w3}}) \times 1,008 \quad (21)$$

s

$$k_{\text{w3}} = \frac{1,608 \times H_d}{1000 + (1,608 \times H_d)} \quad (22)$$

gdje je:

- H_d vlažnost sredstva za razrjeđivanje, g vode na kg suhog zraka

8.2. Ispravak NO_x za vlažnost

Budući da emisija NO_x ovisi o uvjetima okolnog zraka, koncentracija NO_x ispravlja se za vlažnost faktorima iz stavaka 8.2.1. i 8.2.2. Vlažnost ulaznog zraka H_a može se dobiti iz mjerenja relativne vlažnosti, mjerenja rosišta, mjerenja tlaka pare ili mjerenja suhog/mokrog termometra koristeći opće prihvaćene jednadžbe.

8.2.1. Motori s kompresijskim paljenjem

$$k_{\text{h,D}} = \frac{15,698 \times H_a}{1000} + 0,832 \quad (23)$$

gdje je:

- H_a vlažnost ulaznog zraka, g vode na kg suhog zraka

8.2.2. Motori s vanjskim izvorom paljenja

$$k_{\text{h,G}} = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \quad (24)$$

gdje je:

- H_a vlažnost ulaznog zraka, g vode na kg suhog zraka

8.3. Ispravak uzgona filtra krutih čestica

Masa filtra za uzorkovanje ispravlja se zbog svog uzgona u zraku. Ispravak uzgona ovisi o gustoći filtra za uzorkovanje, gustoći zraka i gustoći vage za umjeravanje te ne objašnjava uzgon PM-a. Ispravak uzgona primjenjuje se i na tara i na bruto-masu filtra.

Ako gustoća materijala filtra nije poznata, koriste se sljedeće gustoće:

- (a) filter od staklenog vlakna prevučeni teflonom: 2 300 kg/m³
- (b) filter s teflonskom membranom: 2 144 kg/m³
- (c) filter s teflonskom membranom i polimetilpentenskim potpornim prstenom: 920 kg/m³

Za kalibracijske utege od nehrđajućeg čelika, koristi se gustoća od 8 000 kg/m³. Ako je materijal kalibracijskog utega različit, njegova gustoća mora biti poznata.

Koristi se sljedeća jednadžba:

$$m_f = m_{\text{uncor}} \times \left(\frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_w}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho_f}} \right) \quad (25)$$

s

$$\rho_a = \frac{p_b \times 28,836}{8,3144 \times T_a} \quad (26)$$

Gdje je:

m_{uncor} neispravljena masa filtra čestica, mg

ρ_a gustoća zraka, kg/m³

ρ_w gustoća kalibracijskog utega vage, kg/m³

ρ_f gustoća filtra za uzorkovanje čestica, kg/m³

p_b ukupni atmosferski tlak, kPa

T_a temperatura zraka u okolini vage, K

28,836 molarna masa zraka pri referentnoj vlazi (282,5 K), g/mol

8,3144 molarna konstanta plina

Masa šestica uzorka m_p koja se koristi u stavcima 8.4.3. i 8.5.3. računa se na sljedeći način:

$$m_p = m_{f,G} - m_{f,T} \quad (27)$$

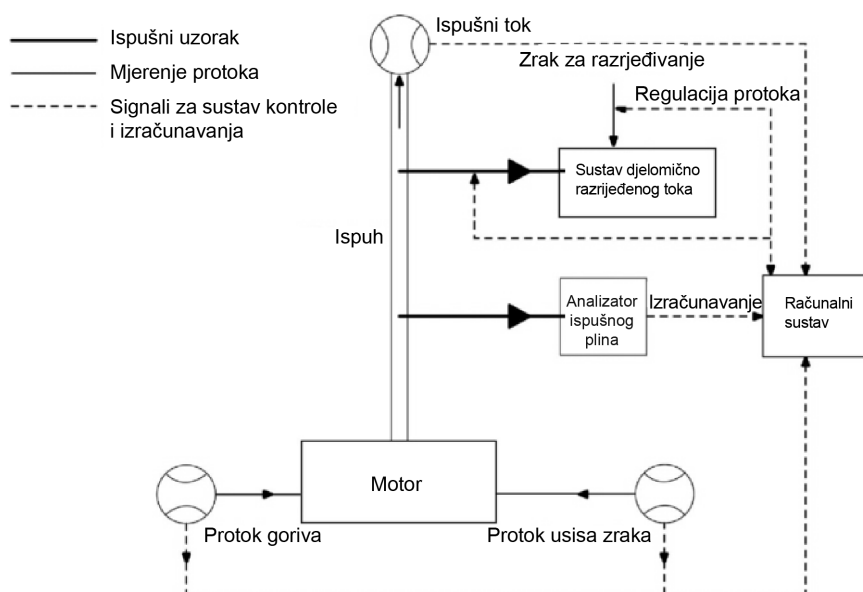
gdje je:

$m_{f,G}$ bruto-masa filtra krutih čestica ispravljena za uzgon, mg

$m_{f,T}$ tara masa filtra krutih čestica ispravljena za uzgon, mg

8.4. Razrjeđivanje djelomičnog protoka (PFS) i mjerenje sirovih plinova

Trenutačni signali koncentracije plinovitih komponenti koriste se za izračun masovnih emisija množenjem s trenutačnom brzinom masovnog protoka ispušnih plinova. Brzina masovnog protoka ispušnih plinova može se mjeriti izravno ili izračunati koristeći metode ulaznog zraka i mjerenja protoka goriva, metodu markera ili mjerenja ulaznog zraka i omjera zraka/goriva. Posebnu pozornost treba obratiti na vremena odziva različitih mjernih uređaja. Te razlike će se objasniti s vremenom usklađivanjem signala. Za čestice, signali brzine masovnog protoka ispušnih plinova koriste se za kontrolu sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka da bi uzeo uzorak proporcionalan brzini masovnog protoka ispušnih plinova. Kvaliteta proporcionalnosti provjerava se primjenom analize regresije između uzorka i protoka ispušnih plinova u skladu sa stavkom 9.4.6.1. Cjelokupno podešavanje ispitivanja shematski je prikazano na slici 6.



Slika 6.

Shema sustava za mjerenje sirovog/djelomičnog protoka

8.4.1. Određivanje masovnog protoka ispušnih plinova

8.4.1.1. Uvod

Za izračun emisija u sirovom ispušnom plinu i za kontrolu sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka, potrebno je znati brzinu masovnog protoka ispušnog plina. Za određivanje brzine masovnog protoka ispušnih plinova, može se koristiti bilo koja metoda opisana u stavicama 8.4.1.3. do 8.4.1.7.

8.4.1.2. Vrijeme odziva

Radi izračuna emisija, vrijeme odziva bilo koje metode opisane u stavicama 8.4.1.3. do 8.4.1.7. jednako je ili manje vremenu odziva analizatora ≤ 10 s, kao što se traži u stavku 9.3.5.

Radi kontrole sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka, potreban je brži odziv. Za sustave za razrjeđivanje s djelomičnim protokom koji imaju umreženu kontrolu, vrijeme odziva je $\leq 0,3$ s. Za sustave za razrjeđivanje djelomičnog protoka s kontrolom koja se temelji na prethodno zabilježenom testiranju, vrijeme odziva sustava mjerenja ispušnog protoka je ≤ 5 s uz vrijeme rasta od ≤ 1 s. Vrijeme odziva sustava određuje proizvođač uređaja. Zahtjevi kombiniranog vremena odziva za protok ispušnog plina i sustav za razrjeđivanje djelomičnog protoka navedeni su u stavku 9.4.6.1.

8.4.1.3. Izravna metoda mjerenja

Izravno mjerenje trenutnog protoka ispušnih plinova provode sustavi, npr.:

- (a) uređaji za mjerenje razlike tlaka, poput sapnice protoka (vidjeti pojedinosti u ISO 5167);
- (b) ultrazvučno mjerilo protoka;
- (c) vortex mjerilo protoka.

Moraju se poduzeti mjere opreza da se spriječe greške mjerenja koje utječu na greške vrijednosti emisija. Te mjere opreza uključuju opreznu ugradnju uređaja u ispušni sustav motora u skladu s preporukama proizvođača uređaja i dobrom tehničkom praksom. Posebno ugradnja uređaja ne smije utjecati na karakteristike motora i emisije.

Mjerači protoka moraju zadovoljavati zahtjeve linearnosti iz stavka 9.2.

8.4.1.4. Metoda mjerenja zraka i goriva

To uključuje mjerenje protoka zraka i protoka goriva odgovarajućim mjeračima protoka. Trenutačan protok ispušnih plinova izračunava se kako slijedi:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i} \quad (28)$$

gdje je:

$q_{mew,i}$ trenutna brzina masovnog protoka ispušnih plinova, kg/s

$q_{maw,i}$ trenutna brzina masovnog protoka ulaznog zraka, kg/s

$q_{mf,i}$ trenutna brzina masovnog protoka goriva, kg/s

Mjerači protoka moraju zadovoljavati zahtjeve linearnosti iz stavka 9.2., ali moraju biti i dovoljno precizni da zadovolje zahtjeve linearnosti za protok ispušnih plinova.

8.4.1.5. Metoda mjerenja markerom

To uključuje mjerenje koncentracije plina markera u ispuhu.

Poznata količina inertnog plina (npr. čisti helij) ubrizgava se u protok ispušnog plina kao marker. Plin se miješa i razrjeđuje s ispušnim plinom, ali ne reagira u ispušnoj cijevi. Koncentracija plina se tada mjeri u uzorku ispušnog plina.

Kako bi se osiguralo potpuno miješanje plina markera, sonda za uzorkovanje ispušnog plina postavlja se barem 1 m ili na udaljenost jednaku 30 promjera ispušne cijevi, što god je veće, nizvodno od točke ubrizgavanja plina markera. Sonda za uzorkovanje može se postaviti bliže točki ubrizgavanja ako je potpuno miješanje provjereno uspoređujući koncentraciju plina markera s referentnom koncentracijom kada se plin marker ubrizgava iznad motora.

Brzina protoka plina markera podešava se tako da koncentracija plina markera pri brzini u praznom hod motora nakon miješanja postane niža od sveobuhvatne u analizatoru plina markera.

Protok ispušnih plinova izračunava se kako slijedi:

$$q_{mew,i} = \frac{q_{vt} \times \rho_e}{60 \times (c_{mix,i} - c_b)} \quad (29)$$

gdje je:

$q_{mew,i}$ trenutačna brzina masovnog protoka ispušnih plinova, kg/s

q_{vt} brzina protoka plina markera, cm³/min

$c_{mix,i}$ trenutačna koncentracija plina markera nakon miješanja, ppm

ρ_e gustoća ispušnog plina, kg/m³ (cf. tablica 4)

c_b pozadinska koncentracija plina markera u ulaznom zraku, ppm

Pozadinska koncentracija plina markera (c_b) može se odrediti izračunom prosjeka pozadinske koncentracije izmjerene neposredno prije testiranja i nakon testiranja.

Kada je pozadinska koncentracija manja od 1 % koncentracije plina markera nakon miješanja ($c_{mix,i}$) pri najvećem protoku ispušnog plina, pozadinska koncentracija može se zanemariti.

Cijeli sustav mora zadovoljavati zahtjeve linearnosti za protok ispušnih plinova iz stavka 9.2.

8.4.1.6. Metoda mjerenja protoka zraka te omjera zraka i goriva

To obuhvaća izračun mase ispušnih plinova iz protoka zraka i omjera zraka i goriva. Trenutačan masovni protok ispušnih plinova izračunava se kako slijedi:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} \times \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \times \lambda_i} \right) \quad (30)$$

s

$$A/F_{st} = \frac{138,0 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right)}{12,011 + 1,00794 \times \alpha + 15,9994 \times \varepsilon + 14,0067 \times \delta + 32,065 \times \gamma} \quad (31)$$

$$\lambda_i = \frac{\left(100 - \frac{c_{COd} \times 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \times 10^{-4} \right) + \left(\frac{\alpha}{4} \times \frac{1 - \frac{2 \times c_{COd} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO2d}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}}{1 + \frac{c_{CO} \times 10^{-4}}{3,5 \times c_{CO2d}}} \right) \times (c_{CO2d} + c_{COd} \times 10^{-4})}{4,764 \times \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma \right) \times (c_{CO2d} + c_{COd} \times 10^{-4} + c_{HCw} \times 10^{-4})} \quad (32)$$

gdje je:

$q_{maw,i}$ trenutačna brzina masovnog protoka ulaznog zraka, kg/s

A/F_{st} stehiometrijski omjer zraka i goriva, kg/kg

λ trenutačan omjer viška zraka

c_{CO2d} suha koncentracija CO₂, %

c_{COd} suha koncentracija CO, ppm

c_{HCw} mokra koncentracija HC, ppm

Mjerač protoka zraka i analizatori moraju zadovoljavati zahtjeve linearnosti iz stavka 9.2., dok cijeli sustav mora zadovoljiti zahtjeve linearnosti za protok ispušnih plinova iz stavka 9.2..

Ako se za mjerenje omjera viška zraka koristi oprema za mjerenje omjera zraka i goriva kao npr. senzor cirkonijskog tipa, ona mora zadovoljavati specifikacije iz stavka 9.3.2.7.

8.4.1.7. Metoda bilance ugljika

To obuhvaća izračun mase ispušnih plinova iz protoka zraka i plinovite komponente ispušnih plinova koje uključuju ugljik. Trenutačan masovni protok ispušnih plinova izračunava se kako slijedi:

$$q_{mew,i} = q_{mf,i} \times \left(\frac{w_{BET}^2 \times 1,4}{(1,0828 \times w_{BET} + k_{fd} \times k_c) \times k_c} \left(1 + \frac{H_a}{1000} \right) + 1 \right) \quad (33)$$

s

$$k_c = (c_{CO2d} - c_{CO2d,a}) \times 0,5441 + \frac{c_{COd}}{18,522} + \frac{c_{HCw}}{17,355} \quad (34)$$

i

$$m_{PM} = \frac{m_p}{m_{sep}} \times \frac{m_{edf}}{1000} \quad (35)$$

gdje je:

$q_{mf,i}$ trenutačna brzina masovnog protoka goriva, kg/s

H_a vlažnost ulaznog zraka, g vode na kg suhog zraka

w_{BET} sadržaj ugljika u gorivu, % mase

w_{ALF} sadržaj vodika u gorivu, % mase

w_{DEL} sadržaj dušika u gorivu, % mase

w_{EPS} sadržaj kisika u gorivu, % mase

c_{CO2d} suha koncentracija CO₂, %

$c_{CO2d,a}$ suha koncentracija CO₂ u usisnom zraku, %

c_{CO} suha koncentracija CO, ppm

c_{HCw} mokra koncentracija HC, ppm

8.4.2. Određivanje plinovitih komponenti

8.4.2.1. Uvod

Plinovite komponente u sirovom ispušnom plinu koji izađe iz motora i koji je poslan na testiranje mjere se sustavima za mjerenje i uzorkovanje opisanim u stavku 9.3. i Dodatku 3. Procjena podataka opisana je u stavku 8.4.2.2.

Dva postupka izračuna opisana su u stavicima 8.4.2.3. i 8.4.2.4., koji su istovjetni za referentno gorivo iz Dodatka 2. Postupak iz stavka 8.4.2.3. je izravniji, budući da koristi tabelirane u vrijednosti za omjer između gustoće komponente i ispušnog plina. Postupak iz stavka 8.4.2.4. je precizniji za svojstva goriva koja odstupaju od specifikacija iz Dodatka 2., ali zahtijeva osnovnu analizu sastava goriva.

8.4.2.2. Procjena podataka

Podaci koji se tiču emisije moraju se mjeriti i pohranjivati u skladu sa stavkom 7.6.6.

Za izračun masovne emisije plinovitih komponenti, tragovi zabilježenih koncentracija i trag brzine masovnog protoka ispušnih plinova vremenski se usklađuju transformacijskim vremenom kao što je definirano u stavku 3.1.30. Stoga se vrijeme odziva svakog analizatora plinovitih emisija i sustava masovnog protoka ispušnih plinova određuje u skladu sa stavicama 8.4.1.2. i 9.3.5. i bilježi.

8.4.2.3. Izračun masovne emisije na temelju tabeliranih vrijednosti

Masa štetnih sastojaka (g/test) određuje se izračunom trenutačnih masovnih emisija iz sirovih koncentracija štetnih sastojaka i masovnog protoka ispušnih plinova, usklađenog za transformacijsko vrijeme kao što je određeno u skladu sa stavkom 8.4.2.2., integriranjem trenutačnih vrijednosti tijekom ciklusa te množenjem integriranih vrijednosti s u vrijednostima iz tablice 5. Ako se mjeri na suhoj osnovi, na vrijednosti koncentracije se prije bilo kakvog daljnjeg izračuna primjenjuje suhi/mokri ispravak u skladu sa stavkom 8.1.

Kod izračuna NO_x masovna emisija se množi, ako je primjenjivo, s faktorom korekcije vlažnosti $k_{h,D}$ ili $k_{h,G}$ u skladu sa stavkom 8.2.

Primjenjuje se sljedeća jednadžba:

$$m_{\text{gas}} = u_{\text{gas}} \times \sum_{i=1}^{i=n} c_{\text{gas},i} \times q_{\text{mew},i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{in g/test}) \quad (36)$$

gdje je:

u_{gas} odgovarajuća vrijednost komponente ispušnog plina iz tablice 5.

$c_{\text{gas},i}$ trenutačna koncentracija komponente u ispušnom plinu, ppm

$q_{\text{mew},i}$ trenutačan protok ispušne mase, kg/s

f brzina uzorkovanja podataka, Hz

n broj mjerenja

Tablica 5.

u vrijednosti sirovog ispušnog plina i gustoće komponente

| Gorivo | ρ_e | Plin | | | | | |
|---|----------|--|----------|---------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | | NO _x | CO | HC | CO ₂ | O ₂ | CH ₄ |
| | | ρ_{gas} [kg/m ³] | | | | | |
| | | 2,053 | 1,250 | (^e) | 1,9636 | 1,4277 | 0,716 |
| u_{gas} (^b) | | | | | | | |
| Dizelsko gorivo | 1,2943 | 0,001586 | 0,000966 | 0,000479 | 0,001517 | 0,001103 | 0,000553 |
| Etanol | 1,2757 | 0,001609 | 0,000980 | 0,000805 | 0,001539 | 0,001119 | 0,000561 |
| Komprimirani prirodni plin (^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 |

(^a) ovisno o gorivu.

(^b) at $\lambda = 2$, dry air, 273 K, 101,3 kPa.

(^c) u točno unutar 0,2 % za sastav mase od: C = 66 - 76 %; H = 22 - 25 %; N = 0 - 12 %.

(^d) NMHC na temelju CH_{2,93} (za ukupni HC koristi se koeficijent $u_{\text{plina}} \text{CH}_2$).

(^e) u točno unutar 0,2 % za sastav mase od: C3 = 70 - 90 %; C4 = 10 - 30 %.

8.4.2.4. Izračun masovne emisije na temelju točnih jednadžbi

Masa štetnih sastojaka (g/test) određuje se izračunom trenutačnih masovnih emisija iz sirovih koncentracija štetnih sastojaka, u vrijednosti i masovnog protoka ispušnih plinova, usklađenih za transformacijsko vrijeme kao što je određeno u stavku 8.4.2.2. i integracijom trenutačnih vrijednosti za vrijeme ciklusa. Ako se mjeri na suhoj osnovi, na vrijednosti koncentracije se prije bilo kakvog daljnijeg izračuna primjenjuje suhi/mokri ispravak u skladu sa stavkom 8.1.

Pri izračunu NO_x masovna emisija će se pomnožiti s faktorom korekcije vlažnosti $k_{h,D}$, ili $k_{h,G}$, kako je navedeno u stavku 8.2.

Primjenjuje se sljedeća jednadžba:

$$m_{\text{gas}} = \sum_{i=1}^{i=n} u_{\text{gas},i} \times c_{\text{gas},i} \times q_{\text{mew},i} \times \frac{1}{f} \quad (\text{in g/test}) \quad (37)$$

gdje je:

- $u_{\text{gas},i}$ izračunava se iz jednadžbe 38 ili 39
- $c_{\text{gas},i}$ trenutačna koncentracija komponente u ispušnom plinu, ppm
- $q_{\text{mew},i}$ trenutačan protok ispušne mase, kg/s
- f brzina uzorkovanja podataka, Hz
- n broj mjerenja

Trenutačne vrijednosti izračunavaju se kako slijedi:

$$u_{\text{gas},i} = M_{\text{gas}} / (M_{e,i} \times 1000) \quad (38)$$

ili

$$u_{\text{gas},i} = \rho_{\text{gas}} / (\rho_{e,i} \times 1000) \quad (39)$$

s

$$\rho_{\text{gas}} = M_{\text{gas}} / 22,414 \quad (40)$$

gdje je:

- M_{gas} molarna masa plinovite komponente, g/mol (cf. Dodatak 6.)
- $M_{e,i}$ trenutačna molarna masa ispušnog plina, g/mol
- ρ_{gas} gustoća plinovite komponente, kg/m³
- $\rho_{e,i}$ trenutačna gustoća ispušnog plina, kg/m³

Molarna masa ispušnog plina, $M_{e,i}$, dobiva se za opći sastav goriva $\text{CH}_a\text{O}_\varepsilon\text{N}_\delta\text{S}_\gamma$, pod pretpostavkom potpunog izgaranja, kako slijedi:

$$M_{e,i} = \frac{1 + \frac{q_{\text{mf},i}}{q_{\text{maw},i}}}{\frac{q_{\text{mf},i}}{q_{\text{maw},i}} \times \frac{\frac{a}{4} + \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\delta}{2}}{12,011 + 1,00794 \times a + 15,9994 \times \varepsilon + 14,0067 \times \delta + 32,065 \times \gamma} + \frac{H_a \times 10^{-3}}{2 \times 1,00794 + 15,9994} + \frac{1}{M_a} + \frac{1}{1 + H_a \times 10^{-3}}} \quad (41)$$

gdje je:

- $q_{\text{maw},i}$ trenutačna brzina masovnog protoka ulaznog zraka na mokroj osnovi, kg/s
- $q_{\text{mf},i}$ trenutačna brzina masovnog protoka goriva, kg/s
- H_a vlažnost ulaznog zraka, g vode na kg suhog zraka
- M_a molarna masa suhog ulaznog zraka = 28,965 g/mol

Gustoća ispušnog plina $\rho_{e,i}$ izvodi se kako slijedi:

$$\rho_{e,i} = \frac{1000 + H_a + 1000 \times (q_{mf,i} / q_{mad,i})}{773,4 + 1,2434 \times H_a + k_{fw} \times 1000 \times (q_{mf,i} / q_{mad,i})} \quad (42)$$

gdje je:

- $q_{mad,i}$ trenutna brzina masovnog protoka ulaznog zraka na suhoj osnovi, kg/s
- $q_{mf,i}$ trenutna brzina masovnog protoka goriva, kg/s
- H_a vlažnost ulaznog zraka, g vode na kg suhog zraka
- k_{fw} faktor specifičan za gorivo kod mokrog ispuha (jednadžba 16) iz stavka 8.1.1.

8.4.3. Određivanje čestica

8.4.3.1. Procjena podataka

Masa čestica mjeri se u skladu s jednadžbom 27 iz stavka 8.3. Za procjenu koncentracije čestica, bilježi se ukupna masa uzorka (m_{sep}) kroz filtar tijekom ciklusa testa.

Uz prethodno odobrenje nadležnog tijela za homologaciju, masa čestica može se ispraviti za razinu čestica u sredstvu za razrjeđivanje, kako je određeno u stavku 7.5.6., u skladu s dobrom tehničkom praksom i posebnim svojstvima dizajna sustava za mjerenje čestica koji se koristi.

8.4.3.2. Izračun masovne emisije

Ovisno o dizajnu sustava, masa čestica (g/test) izračunava se bilo kojom metodom iz stavaka 8.4.3.2.1. ili 8.4.3.2.2. nakon ispravka uzgona filtra uzorka čestica u skladu sa stavkom 8.3.

8.4.3.2.1. Izračun koji se temelji na omjeru uzorka

$$m_{PM} = m_p / (r_s \times 1000) \quad (43)$$

gdje je:

- m_p masa čestica uzorkovana tijekom ciklusa, mg
- r_s prosječan omjer uzorka tijekom ciklusa ispitivanja

s

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \times \frac{m_{sep}}{m_{sed}} \quad (44)$$

gdje je:

- m_{se} masa uzorka tijekom ciklusa, kg
- m_{ew} ukupan protok ispušne mase tijekom ciklusa, kg
- m_{sep} masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz filtre za skupljanje čestica, kg
- m_{sed} masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz tunel za razrjeđivanje, kg

U slučaju sustava ukupnog uzorkovanja, m_{sep} i m_{sed} jednaki su.

8.4.3.2.2. Izračun koji se temelji na omjeru razrjeđivanja

$$m_{\text{PM}} = \frac{m_{\text{p}}}{m_{\text{sep}}} \times \frac{m_{\text{edf}}}{1000} \quad (45)$$

gdje je:

m_{p} masa čestica uzorkovana tijekom ciklusa, mg

m_{sep} masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz filtre za skupljanje čestica, kg

m_{edf} masa istovjetnog razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa, kg

Ukupna masa istovjetnog razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa određuje se kako slijedi:

$$m_{\text{edf}} = \sum_{i=1}^{i=n} q_{\text{medf},i} \times \frac{1}{f} \quad (46)$$

$$q_{\text{medf},i} = q_{\text{mew},i} \times r_{\text{d},i} \quad (47)$$

$$r_{\text{d},i} = \frac{q_{\text{mdew},i}}{(q_{\text{mdew},i} - q_{\text{mdw},i})} \quad (48)$$

gdje je:

$q_{\text{medf},i}$ trenutačna istovjetna brzina protoka razrijeđene ispušne mase, kg/s

$q_{\text{mew},i}$ trenutačna brzina masovnog protoka ispušnih plinova, kg/s

$r_{\text{d},i}$ trenutačan omjer razrjeđivanja

$q_{\text{mdew},i}$ trenutačna brzina protoka razrijeđene ispušne mase, kg/s

$q_{\text{mdw},i}$ je trenutačna brzina masovnog protoka sredstva za razrjeđivanje, kg/s

f brzina uzorkovanja podataka, Hz

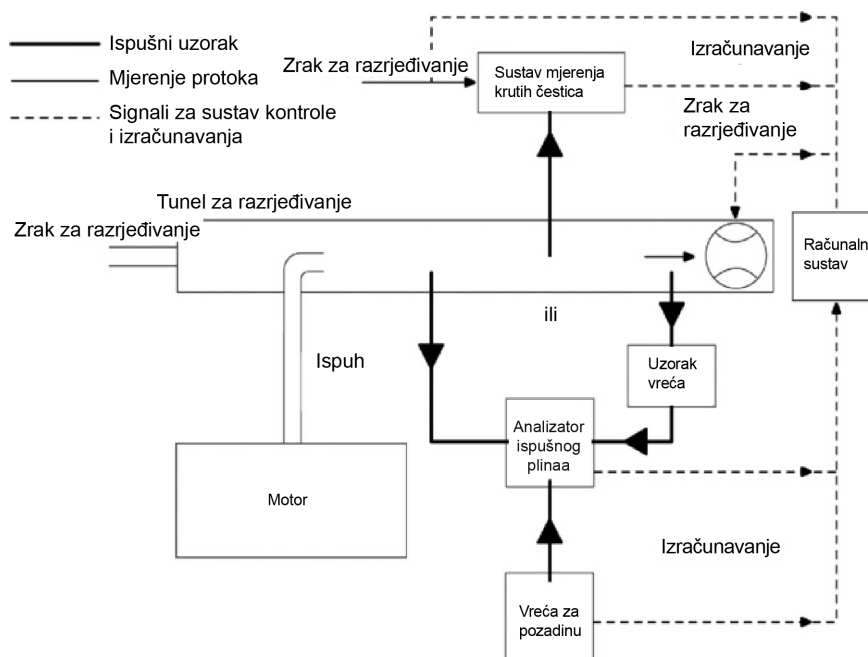
n broj mjerenja

8.5. Mjerenje razrjeđivanja s punim protokom (CVS)

Integriranjem tijekom ciklusa ili uzorkovanjem u vreću, signali koncentracije plinovitih komponenti koriste se za izračun masovnih emisija množenjem s brzinom protoka razrijeđene ispušne mase. Brzina protoka ispušne mase mjeri se pomoću sustava za neprestano uzorkovanje volumena (CVS), koji može koristiti sisaljku pozitivnog pomaka (PDP), Venturijevu cijev kritičnog protoka (CFV) ili podzvučnu Venturijevu cijev (SSV) s ili bez kompenzacije protoka.

Za uzorkovanje u vreću i uzorkovanje čestica, uzima se proporcionalni uzorak iz razrijeđenog ispušnog plina CVS sustava. Za sustav bez kompenzacije protoka, omjer protoka uzorka u odnosu na CVS protok ne smije se razlikovati za više od $\pm 2,5\%$ od podešene točke ispitivanja. Za sustav s kompenzacijom protoka, svaka pojedina brzina protoka treba biti stalna unutar $\pm 2,5\%$ od svoje ciljane brzine protoka.

Cjelokupno je podešenje ispitivanja shematski prikazano na slici 7.



Slika 7.

Shema sustava za mjerenje s punim protokom

8.5.1. Određivanje protoka razrijeđenih ispušnih plinova

8.5.1.1. Uvod

Za izračun emisija u razrijeđenom ispušnom plinu, potrebno je znati brzinu masovnog protoka razrijeđenog ispušnog plina. Ukupan protok razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa (kg/test) izračunava se iz mjernih vrijednosti tijekom ciklusa i odgovarajućih podataka o umjeravanju uređaja za mjerenje protoka (V_0 za PDP, K_V za CFV, C_d za SSV) bilo kojom metodom opisanom u stavcima 8.5.1.2 do 8.5.1.4. Ako ukupan protok uzorka čestica (m_{sep}) prelazi 0,5 % ukupnog CVS protoka (m_{ed}), CVS protok se ispravlja za m_{sep} ili se protok uzorka čestica vraća na CVS prije uređaja za mjerenje protoka.

8.5.1.2. PDP-CVS sustav

Masovni protok tijekom ciklusa izračunava se kako slijedi, ako se temperatura razrijeđenog ispušnog plina zadrži unutar ± 6 K tijekom ciklusa korištenjem izmjenjivača topline:

$$m_{ed} = 1,293 \times V_0 \times n_p \times p_p \times 273 / (101,3 \times T) \quad (49)$$

gdje je:

- V_0 obujam plina koji se crpi po okretaju pod uvjetima ispitivanja, m^3/okr
- n_p ukupni okretaji pumpe po ispitivanju
- p_p apsolutni tlak na ulazu u pumpu, kPa
- T prosječna temperatura razrijeđenog ispušnog plina na ulazu u pumpu, K

Ako se koristi sustav s kompenzacijom protoka (npr. bez izmjenjivača topline), trenutačne masovne emisije izračunavaju se i integriraju u ciklus. U tom slučaju, trenutačna masa razrijeđenog ispušnog plina izračunava se kako slijedi:

$$m_{ed,i} = 1,293 \times V_0 \times n_{p,i} \times p_p \times 273 / (101,3 \times T) \quad (50)$$

gdje je:

$n_{p,i}$ ukupni okretaji pumpe u vremenskom intervalu

8.5.1.3. CFV-CVS sustav

Masovni protok tijekom ciklusa izračunava se kako slijedi, ako se temperatura razrijeđenog ispušnog plina zadrži unutar ± 11 K tijekom ciklusa korištenjem izmjenjivača topline:

$$m_{ed} = 1,293 \times t \times K_V \times p_p / T^{0,5} \quad (51)$$

gdje je:

t vrijeme ciklusa, s

K_V koeficijent umjeravanja Venturijeve cijevi kritičnog protoka za standardne uvjete,

p_p apsolutni tlak na ulazu u Venturijevu cijev, kPa

T apsolutna temperatura na ulazu u Venturijevu cijev, K

Ako se koristi sustav s kompenzacijom protoka (npr. bez izmjenjivača topline), trenutačne masovne emisije izračunavaju se i integriraju u ciklus. U tom slučaju, trenutačna masa razrijeđenog ispušnog plina izračunava se kako slijedi:

$$m_{ed,i} = 1,293 \times \Delta t_i \times K_V \times p_p / T^{0,5} \quad (52)$$

gdje je:

Δt_i vremenski interval, s

8.5.1.4. SSV-CVS sustav

Masovni protok tijekom ciklusa izračunava se kako slijedi, ako se temperatura razrijeđenog ispušnog plina zadrži unutar ± 11 K tijekom ciklusa korištenjem izmjenjivača topline:

$$m_{ed} = 1,293 \times Q_{SSV} \quad (53)$$

s

$$Q_{SSV} = A_0 d_v^2 C_d p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T} (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \cdot \left(\frac{1}{1 - r_D^4 r_p^{1,4286}} \right) \right]} \quad (54)$$

gdje je:

$$A_0 \quad 0,006111 \text{ u SI jedinicama } \left(\frac{m^3}{\text{min}} \right) \left(\frac{K^2}{\text{kPa}} \right) \left(\frac{1}{\text{mm}^2} \right)$$

d_v promjer SSV otvora, m

C_d koeficijent ispuštanja SSV-a

p_p apsolutni tlak na ulazu u Venturijevu cijev, kPa

| | |
|-------|--|
| T | temperatura na ulazu u Venturijevu cijev, K |
| r_p | omjer SSV otvora i apsolutnog statičnog tlaka na ulazu, $1 - \frac{\Delta p}{P_a}$ |
| r_D | omjer promjera SSV otvora, d , i unutarnjeg promjera usisne cijevi, D |

Ako se koristi sustav s kompenzacijom protoka (npr. bez izmjenjivača topline), trenutačne masovne emisije izračunavaju se i integriraju u ciklus. U tom slučaju, trenutačna masa razrijeđenog ispušnog plina izračunava se kako slijedi:

$$m_{ed} = 1,293 \times Q_{SSV} \times \Delta t_1 \quad (55)$$

gdje je:

Δt_1 vremenski interval, s

Izračun u stvarnom vremenu započinje se bilo s razumnom vrijednosti za C_{dt} , poput 0,98, ili razumnom vrijednosti Q_{SSV} . Ako izračun započinje s Q_{SSV} , početna vrijednost Q_{SSV} -a koristi se za procjenu Reynoldsove značajke.

Tijekom svih ispitivanja emisija Reynoldsova značajka u SSV otvoru treba biti u rasponu Reynoldsovih značajki koje su se koristile za dobivanje krivulje umjeravanja razrađene u stavku 9.5.4.

8.5.2. Određivanje plinovitih komponenti

8.5.2.1. Uvod

Plinovite komponente u razrijeđenom ispušnom plinu koji izađe iz motora i koji je poslan na testiranje mjere se metodama opisanim u Dodatku 3. Razrjeđivanje ispušnog plina provodi se filtriranim okolnim zrakom, sintetičkim zrakom ili dušikom. Kapacitet protoka sustava s punim protokom treba biti dovoljno velik da u potpunosti eliminira kondenzaciju vode u sustavima za razrjeđivanje i uzorkovanje. Postupci procjene podataka i izračuna opisani su u stavicama 8.5.2.2. i 8.5.2.3.

8.5.2.2. Procjena podataka

Podaci koji se tiču emisije moraju se mjeriti i pohranjivati u skladu sa stavkom 7.6.6.

8.5.2.3. Izračun masovne emisije

8.5.2.3.1. Sustavi s neprestanim masovnim protokom

Za sustave s izmjenjivačem topline, masa štetnih sastojaka određuje se iz sljedeće jednadžbe:

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas} \times m_{ed} \text{ (u g/test)} \quad (56)$$

gdje je:

| | |
|-----------|---|
| u_{gas} | odgovarajuća vrijednost komponente ispušnog plina iz tablice 6. |
| c_{gas} | prosječna pozadinska ispravljena koncentracija komponente, ppm |
| m_{ed} | ukupna razrijeđena ispušna masa tijekom ciklusa, kg |

Ako se mjeri na suhoj osnovi, primjenjuje se suhi/mokri ispravak u skladu sa stavkom 8.1.

Za izračun NO_x , masovna emisija množi se, ako je primjenjivo, s faktorom ispravka vlažnosti $k_{h,D}$ ili $k_{h,G}$, kao što je određeno u skladu sa stavkom 8.2.

U vrijednosti dane su u tablici 6. Za izračunavanje vrijednosti u_{plina} , pretpostavlja se da je gustoća razrijeđenog ispušnog plina jednaka gustoći zraka. Stoga, vrijednosti u_{plina} jednake su za komponente jednog plina, ali različite za HC.

Tablica 6.

u vrijednosti razrijeđenog ispušnog plina i gustoće komponente

| Gorivo | ρ_{dc} | Plin | | | | | |
|---|--------------------|--|----------|---------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | | NO _x | CO | HC | CO ₂ | O ₂ | CH ₄ |
| | | ρ_{gas} [kg/m ³] | | | | | |
| | | 2,053 | 1,250 | (^e) | 1,9636 | 1,4277 | 0,716 |
| u_{gas} (^b) | | | | | | | |
| Dizelsko gorivo | 1,293 | 0,001588 | 0,000967 | 0,000480 | 0,001519 | 0,001104 | 0,000553 |
| Etanol | 1,293 | 0,001588 | 0,000967 | 0,000795 | 0,001519 | 0,001104 | 0,000553 |
| Komprimirani prirodni plin (^c) | 1,293 | 0,001588 | 0,000967 | 0,000517 (^d) | 0,001519 | 0,001104 | 0,000553 |
| Propan | 1,293 | 0,001588 | 0,000967 | 0,000507 | 0,001519 | 0,001104 | 0,000553 |
| Butan | 1,293 | 0,001588 | 0,000967 | 0,000501 | 0,001519 | 0,001104 | 0,000553 |
| UNP (^e) | 1,293 | 0,001588 | 0,000967 | 0,000505 | 0,001519 | 0,001104 | 0,000553 |

(^a) ovisno o gorivu.

(^b) at $\lambda = 2$, dry air, 273 K, 101,3 kPa.

(^c) u točno unutar 0,2 % za sastav mase od: C = 66 - 76 %; H = 22 - 25 %; N = 0 - 12 %.

(^d) NMHC na temelju CH_{2,93} (za ukupni HC koristi se koeficijent $u_{\text{plina}}(\text{CH}_2)$).

(^e) u točno unutar 0,2 % za sastav mase od: C3 = 70 - 90 %; C4 = 10 - 30 %.

Također je moguće izračunati u vrijednosti upotrebom metode točnog računanja koja je općenito opisana u stavku 8.4.2.4., kako slijedi:

$$u_{\text{gas}} = \frac{M_{\text{gas}}}{M_{\text{d}} \times \left(1 - \frac{1}{D}\right) + M_{\text{e}} \times \left(\frac{1}{D}\right)} \quad (57)$$

gdje je:

M_{gas} molarna masa plinovite komponente, g/mol (cf. Dodatak 6.)

M_{e} molarna masa ispušnog plina, g/mol

M_{d} molarna masa sredstva za razrjeđivanje = 28,965, g/mol

D faktor razrjeđivanja (vidjeti stavak 8.5.2.3.2.)

8.5.2.3.2. Određivanje pozadinskih ispravljenih koncentracija

Prosječna pozadinska koncentracija plinovitih štetnih spojeva u sredstvu za razrjeđivanje oduzima se od izmjerenih koncentracija da bi se dobila neto koncentracija štetnih spojeva. Prosječne vrijednosti pozadinskih koncentracija mogu se odrediti metodom vreće za uzorkovanje ili neprestanim mjerenjem s integracijom. Koristi se sljedeća jednadžba:

$$c_{\text{gas}} = c_{\text{gas,e}} - c_{\text{d}} \times (1 - (1 / D)) \quad (58)$$

gdje je:

$c_{\text{gas,e}}$ koncentracija komponente izmjerene u razrijeđenom ispušnom plinu, ppm

c_{d} koncentracija komponente izmjerene u razrijeđenom zraku, ppm

D faktor razrjeđivanja

Faktor razrjeđivanja izračunava se kako slijedi:

- (a) za motore s pogonom na dizelsko gorivo ili UNP

$$D = \frac{F_S}{c_{\text{CO}_2,e} + (c_{\text{HC},e} + c_{\text{CO},e}) \times 10^{-4}} \quad (59)$$

- (b) za motore s pogonom na PP

$$D = \frac{F_S}{c_{\text{CO}_2,e} + (c_{\text{NMHC},e} + c_{\text{CO},e}) \times 10^{-4}} \quad (60)$$

gdje je:

| | |
|---------------------|--|
| $c_{\text{CO}_2,e}$ | mokra koncentracija CO ₂ u razrijeđenom ispušnom plinu, % vol |
| $c_{\text{HC},e}$ | mokra koncentracija HC u razrijeđenom ispušnom plinu, ppm C1 |
| $c_{\text{NMHC},e}$ | mokra koncentracija NMHC u razrijeđenom ispušnom plinu, ppm C1 |
| $c_{\text{CO},e}$ | mokra koncentracija CO u razrijeđenom ispušnom plinu, ppm |
| F_S | stehiometrijski faktor |

Stehiometrijski faktor izračunava se kako slijedi:

$$F_S = 100 \times \frac{1}{1 + \frac{a}{2} + 3,76 \times \left(1 + \frac{a}{4}\right)} \quad (61)$$

gdje je:

a molarni omjer vodika u gorivu (H/C)

Alternativno, ako nije poznat sastav goriva, sljedeći stehiometrijski faktori mogu se koristiti:

$$F_S (\text{dizel}) = 13,4$$

$$F_S (\text{UNP}) = 11,6$$

$$F_S (\text{PP}) = 9,5$$

8.5.2.3.3. Sustavi s kompenzacijom protoka

Za sustave bez izmjenjivača topline, masa štetnih sastojaka (g/test) određuje se izračunavanjem trenutačnih masovnih emisija i integriranjem trenutačnih vrijednosti u ciklus. Također, primjenjuje se pozadinski ispravak izravno na trenutačnu vrijednost koncentracije. Primjenjuje se sljedeća jednadžba:

$$m_{\text{gas}} = \sum_{i=1}^n [(m_{\text{ed},i} \times c_{\text{gas},e} \times u_{\text{gas}})] - [(m_{\text{ed}} \times c_d \times (1 - 1 / D) \times u_{\text{gas}})] \quad (62)$$

gdje je:

| | |
|--------------------|---|
| $c_{\text{gas},e}$ | koncentracija komponente izmjerene u razrijeđenom ispušnom plinu, ppm |
| c_d | koncentracija komponente izmjerene u razrijeđenom zraku, ppm |
| $m_{\text{ed},i}$ | trenutačna masa razrijeđenog ispušnog plina, kg |
| m_{ed} | ukupna masa razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa, kg |
| u_{gas} | tabelirana vrijednost iz tablice 6 |
| D | faktor razrjeđivanja |

8.5.3. Određivanje čestica

8.5.3.1. Izračun masovne emisije

Masa čestica (g/test) izračunava se nakon ispravka uzgona mase uzorka čestica u skladu sa stavkom 8.3., kako slijedi:

$$m_{PM} = \frac{m_p}{m_{sep}} \times \frac{m_{ed}}{1000} \quad (63)$$

gdje je:

m_p masa čestica uzorkovana tijekom ciklusa, mg

m_{sep} masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz filtre za skupljanje čestica, kg

m_{ed} masa razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa, kg

s

$$m_{sep} = m_{set} - m_{ssd} \quad (64)$$

gdje je:

m_{set} masa dvostruko razrijeđenog ispušnog plina kroz filter čestica, kg

m_{ssd} masa sekundarnog sredstva za razrjeđivanje, kg

Ako se pozadinska razina čestica u sredstvu za razrjeđivanje određuje u skladu sa stavkom 7.5.6., masa čestica može se pozadinski ispraviti. U tom slučaju, masa čestica (g/test) izračunava se kako slijedi:

$$m_{PM} = \left[\frac{m_p}{m_{sep}} - \left(\frac{m_b}{m_{sd}} \times \left(1 - \frac{1}{D} \right) \right) \right] \times \frac{m_{ed}}{1000} \quad (65)$$

gdje je:

m_{sep} masa razrijeđenog ispušnog plina koji prolazi kroz filtre za skupljanje čestica, kg

m_{ed} masa razrijeđenog ispušnog plina tijekom ciklusa, kg

m_{sd} masa sredstva za razrjeđivanje uzorkovanog pomoću pozadinskog uređaja za uzorkovanje čestica, kg

m_b masa skupljenih pozadinskih čestica u sredstvu za razrjeđivanje, mg

D faktor razrjeđivanja, u skladu sa stavkom 8.5.2.3.2.

8.6. Opći izračuni

8.6.1. Korekcija pomaka

U odnosu na provjeru pomaka iz stavka 7.8.4., korigirana vrijednost koncentracije računat će se na sljedeći način:

$$c_{cor} = c_{ref,z} + (c_{ref,s} - c_{ref,z}) \left(\frac{2 \cdot c_{gas} - (c_{pre,z} + c_{post,z})}{(c_{pre,s} + c_{post,s}) - (c_{pre,z} + c_{post,z})} \right) \quad (66)$$

gdje je:

$c_{ref,z}$ referentna koncentracija plina za namještanje nulte točke (obično nula), ppm

$c_{ref,s}$ referentna koncentracija plina za određivanje najvećeg odklona analizatora, ppm

| | |
|---------------------|--|
| $c_{\text{pre,z}}$ | koncentracija plina za namještanje nulte točke u analizatoru prije izvođenja ispitivanja, ppm |
| $c_{\text{pre,s}}$ | koncentracija plina za određivanje najvećeg otklona analizatora u analizatoru prije izvođenja ispitivanja, ppm |
| $c_{\text{post,z}}$ | koncentracija plina za namještanje nulte točke u analizatoru poslije izvođenja ispitivanja, ppm |
| $c_{\text{post,s}}$ | koncentracija plina za određivanje najvećeg otklona analizatora u analizatoru poslije izvođenja ispitivanja, ppm |
| c_{gas} | koncentracija uzorka plina, ppm |

Za svaki sastavni dio će se računati dva seta rezultata za posebne emisije u skladu sa stavkom 8.6.3., nakon primjene svih ostalih korekcija. Jedan set će se izračunati uz upotrebu nekorigiranih koncentracija a drugi uz upotrebu koncentracija korigiranih za pomak prema jednadžbi 66.

Ovisno o sustavu mjerenja i korištenoj metodi izračuna, rezultati nekorigiranih emisija izračunat će se pomoću jednadžbi 36., 37., 56., 57. odnosno 62. Pri izračunu korigiranih emisija, c_{gas} u jednadžbama 36., 37., 56., 57. odnosno 62. zamijenit će se s c_{cor} jednadžbe 66. Ako se u određenoj jednadžbi koriste trenutačne vrijednosti koncentracije $c_{\text{gas},t}$ i korigirana vrijednost će se primijeniti kao trenutačna vrijednost $c_{\text{cor},t}$. U jednadžbi 57. korekcija će se primijeniti i na mjerenu i na pozadinsku koncentraciju.

Usporedba će se izraziti u obliku postotka nekorigiranih rezultata. Razlika između nekorigiranih i korigiranih vrijednosti emisija specifičnih za kočenje mora biti unutar $\pm 4\%$ nekorigiranih vrijednosti emisija specifičnih za kočenje ili unutar $\pm 4\%$ odgovarajuće granične vrijednosti, što god da je veće. Ako je pomak veći od 4% , ispitivanje se poništava.

Ako se primjenjuje korekcija pomaka, pri javljanju podataka o emisijama koristit će se samo rezultati emisija korigiranog pomaka.

8.6.2. Izračunavanje NMHC i CH_4

Izračun NMHC i CH_4 ovisi o metodi umjeravanja koja se koristi. FID za mjerenje bez NMC-a (niža putanja Dodatka 3., slika 11.) će se umjeravati uz pomoć propana. Kod umjeravanja FID-a u serijama s NMC-om (gornja putanja Dodatka 3., slika 11.), dopuštene su sljedeće metode.

(a) plin za umjeravanje - propan; propan zaobilazi NMC;

(b) plin za umjeravanje - metan; metan prolazi kroz NMC.

Koncentracija NMHC i CH_4 izračunava se kako slijedi za (a):

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (67)$$

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (68)$$

Koncentracija NMHC i CH_4 izračunava se kako slijedi za (b):

$$c_{\text{NMHC}} = \frac{c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M)}{E_E - E_M} \quad (67a)$$

$$c_{\text{CH}_4} = \frac{c_{\text{HC(w/NMC)}} \times r_h \times (1 - E_M) - c_{\text{HC(w/oNMC)}} \times (1 - E_E)}{r_h \times (E_E - E_M)} \quad (68a)$$

gdje je:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$ koncentracija HC s uzorkovnim plinom koji teče kroz NMC, ppm

$c_{\text{HC(w/oNMC)}}$ koncentracija HC s uzorkovnim plinom koji obilazi NMC, ppm

r_h faktor odziva na metan, u skladu sa stavkom 9.3.7.2.

E_M učinkovitost metana kako je određeno u stavku 9.3.8.1.

E_E učinkovitost etana kako je određeno u stavku 9.3.8.2.

Ako je $r_h < 1,05$, može se ispustiti iz jednadžbi 67, 67a i 68a.

8.6.3. Izračun specifičnih emisija

Specifične emisije e_{plina} ili e_{PM} (g/kWh) izračunavaju se za svaku pojedinu komponentu na sljedeće načine ovisno o vrsti ciklusa ispitivanja.

Za WHSC, vrući WHTC ili hladni WHTC, primjenjuje se sljedeća formula:

$$e = \frac{m}{W_{\text{act}}} \quad (69)$$

gdje je:

m masovna emisija komponente, g/test

W_{act} rad stvarnog ciklusa kako je određeno u skladu sa stavkom 7.8.6., kWh

Za WHTC, konačni rezultati ispitivanja su ponderirani prosjek ispitivanja pokretanja hladnog motora i testiranja pokretanja vrućeg motora koristeći sljedeću jednadžbu:

$$e = \frac{(0,14 \times m_{\text{cold}}) + (0,86 \times m_{\text{hot}})}{(0,14 \times W_{\text{act,cold}}) + (0,86 \times W_{\text{act,hot}})} \quad (70)$$

gdje je:

m_{cold} masovna emisija komponente na ispitivanju pokretanja hladnog motora, g/test

m_{hot} masovna emisija komponente na ispitivanju pokretanja vrućeg motora, g/test

$W_{\text{act,cold}}$ rad stvarnog ciklusa na ispitivanju pokretanja hladnog motora, kWh

$W_{\text{act,hot}}$ rad stvarnog ciklusa na ispitivanju pokretanja vrućeg motora, kWh

Ako se primjenjuje periodična regeneracija u skladu sa stavkom 6.6.2., faktori prilagodbe regeneracije k_{ru} ili k_{rd} pomnožit će se s ili pak pribrojiti rezultatu posebne emisije e kako je određen u jednadžbama 69. i 70.

9. ZAHTJEVI I PROVJERA OPREME

Prilog ne sadrži podrobnosti o protoku, tlaku te opremi ili sustavima za mjerenje temperature. Umjesto toga, u stavku 9.2, su dani samo zahtjevi linearnosti takve opreme ili sustava potrebnih za provođenje ispitivanja emisija.

9.1. Specifikacija dinamometra

Koristi se dinamometar motora odgovarajućih značajki za provedbu ciklusa ispitivanja opisanih u stavcima 7.2.1. i 7.2.2.

Instrumentacija za mjerenje momenta vrtnje i brzine omogućava mjerenje snage osovine unutar zadanih granica. Možda budu potrebni dodatni izračuni. Točnost mjerne opreme mora biti takva da se ne prekorače zahtjevi linearnosti navedeni u stavku 9.2., tablici 7.

9.2. Zahtjevi linearnosti

Umjeravanje svih mjernih instrumenata i sustava može se pronaći u nacionalnim (međunarodnim) standardima. Mjerni instrumenti i sustavi trebaju biti u skladu sa zahtjevima linearnosti iz tablice 7. Provjera linearnosti prema stavku 9.2.1. provodi se za analizatore plina barem svaka 3 mjeseca ili nakon popravka ili promjene sustava koji bi mogli utjecati na umjeravanje. Za ostale instrumente i sustave, provjera linearnosti provodi se kako zahtijevaju postupci interne revizije, od strane proizvođača instrumenta ili u skladu sa zahtjevima standarda ISO 9 000.

Tablica 7.

Zahtjevi linearnosti instrumenata i sustava za mjerenje

| Sustav za mjerenje | $x_{min} - a_1 - 1 + a_0$ | Nagib a_1 | Standardna pogreška SEE | Koeficijent određivanja r^2 |
|------------------------------------|---------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------------|
| Brzina vrtnje motora | $\leq 0,05$ % maks | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % najviše | $\geq 0,990$ |
| Zakretni moment motora | ≤ 1 % najviše | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % najviše | $\geq 0,990$ |
| Protok goriva | ≤ 1 % najviše | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % najviše | $\geq 0,990$ |
| Protok zraka | ≤ 1 % najviše | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % najviše | $\geq 0,990$ |
| Protok ispušnog plina | ≤ 1 % najviše | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % najviše | $\geq 0,990$ |
| Protok sredstva za razrjeđivanje | ≤ 1 % najviše | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % najviše | $\geq 0,990$ |
| Protok razrijeđenog ispušnog plina | ≤ 1 % najviše | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % najviše | $\geq 0,990$ |
| Protok uzorka | ≤ 1 % najviše | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % najviše | $\geq 0,990$ |
| Analizatori plina | $\leq 0,5$ % najviše | 0,99 – 1,01 | ≤ 1 % najviše | $\geq 0,998$ |
| Uređaji za razdvajanje plinova | $\leq 0,5$ % najviše | 0,98 – 1,02 | ≤ 2 % najviše | $\geq 0,990$ |
| Temperature | ≤ 1 % najviše | 0,99 – 1,01 | ≤ 1 % najviše | $\geq 0,998$ |
| Tlakovi | ≤ 1 % najviše | 0,99 – 1,01 | ≤ 1 % najviše | $\geq 0,998$ |
| PM balans | ≤ 1 % najviše | 0,99 – 1,01 | ≤ 1 % najviše | $\geq 0,998$ |

9.2.1. Provjera linearnosti

9.2.1.1. Uvod

Provjera linearnosti provodi se za svaki sustav mjerenja naveden u tablici 7. Barem 10 referentnih vrijednosti ili kako je drukčije navedeno, uvodi se u sustav mjerenja, a izmjerene vrijednosti se uspoređuju s referentnim vrijednostima koristeći linearnu regresiju najmanjih kvadrata u skladu s jednačbom 11. Najviše granice u tablici 6 odnose se na najviše vrijednosti koje se očekuju tijekom ispitivanja.

9.2.1.2. Opći zahtjevi

Sustavi za mjerenje se zagrijavaju prema preporuci proizvođača instrumenata. Sustavima za mjerenje upravlja se pri njihovim određenim temperaturama, tlakovima i protocima.

9.2.1.3. Postupak

Provjera linearnosti provodi se za svaki normalno korišteni radni raspon pomoću sljedećih koraka.

- (a) Instrument se postavlja na nulu uvođenjem nultog signala. Za analizatore plina, pročišćeni sintetički zrak (ili dušik) uvodi se izravno u ulaz analizatora.
- (b) Mjeri se raspon instrumenta uvođenjem signala raspona. Za analizatore plina, izravno u ulaz analizatora uvodi se odgovarajući plin za određivanje najvećeg otklona analizatora.
- (c) Ponavlja se postupak stavljanja na nulu iz točke (a).
- (d) Provjera se utvrđuje uvođenjem barem 10 referentnih vrijednosti (uključujući nulu) koje su unutar raspona od nule do najviših očekivanih vrijednosti tijekom ispitivanja emisije. Za analizatore plina, poznate koncentracije plina u skladu sa stavkom 9.3.3.2. uvode se izravno u ulaz analizatora.
- (e) Na frekvenciji snimanja od barem 1 Hz, referentne vrijednosti se mjere, a izmjerene vrijednosti snimaju 30 s.
- (f) Vrijednosti aritmetičke sredine tijekom perioda od 30 s koriste se za izračunavanje parametara linearne regresije najmanjih kvadrata prema jednadžbi 11 iz stavka 7.8.7.
- (g) Parametri linearne regresije trebaju zadovoljiti zahtjeve iz stavka 9.2., tablice 7.
- (h) Postavljanje na nulu se ponovno provjerava, a postupak provjere ponavlja, ako je to potrebno.

9.3. Mjerenje plinovitih emisija i sustav za uzorkovanje

9.3.1. Tehnički zahtjevi analizatora

9.3.1.1. Opći podaci

Analizatori imaju mjerno područje i vrijeme odziva koje odgovara točnosti potrebnoj za mjerenje koncentracija sastavnica ispušnih plinova pod prolaznim i stabilnim uvjetima.

Elektromagnetna uskladivost (EMC) opreme je na takvoj razini da se dodatne pogreške svedu na najmanju mjeru.

9.3.1.2. Točnost

Točnost, koja se definira kao odstupanje odčitane vrijednosti analizatora od referentne vrijednosti, ne smije prelaziti više od $\pm 2\%$ od očitane vrijednosti ili $\pm 0,3\%$ cjelokupnog mjernog raspona, što god je veće.

9.3.1.3. Preciznost

Preciznost, definirana kao 2,5 puta standardna devijacija od 10 ponovljivih odziva na određeni plin za umjeravanje ili plin za određivanje najvećeg otklona analizatora ne smije biti veća od 1 % od koncentracije cjelokupnog mjernog raspona za svako korišteno područje iznad 155 ppm (ili ppm C) ili 2 % za svako korišteno područje ispod 155 ppm (ili ppmC).

9.3.1.4. Buka

Vršne vrijednosti odziva analizatora do nule te plin za umjeravanje ili plin za određivanje najvećeg otklona analizatora tijekom svakog razdoblja od 10 sekundi ne smiju prijeći 2 % od cjelokupnog mjernog raspona na svim korištenim područjima.

9.3.1.5. Nulti pomak

Pomak nultog odziva će naznačiti proizvođač uređaja.

9.3.1.6. Pomak raspona

Pomak odziva raspona će naznačiti proizvođač uređaja.

9.3.1.7. Vrijeme rasta

Vrijeme rasta analizatora ugrađenog u sustav za mjerenje ne smije prelaziti 2,5 s.

9.3.1.8. Sušenje plina

Ispušni se plinovi mogu mjeriti na vlažnoj ili suhoj bazi. Svaki uređaj za sušenje plina, ako se koristi, mora proizvoditi najmanji učinak na sastav izmjerenih plinova. Kemijske sušilice ne predstavljaju prihvatljivu metodu uklanjanja vode iz uzorka.

9.3.2. Analizatori plina

9.3.2.1. Uvod

Stavci 9.3.2.2. do 9.3.2.7. opisuju načela mjerenja koja će se koristiti. Detaljan opis sustava mjerenja naveden je u Dodatku 3. Plinovi koji će se mjeriti analiziraju se pomoću sljedećih instrumenata. Za nelinearne analizatore, dopuštena je uporaba linearizirajućih sklopova.

9.3.2.2. Analiza ugljikovog monoksida (CO)

Analizator ugljikovog monoksida je neraspršujućeg infracrvenog (NDIR) apsorpcijskog tipa.

9.3.2.3. Analiza ugljikovog dioksida (CO₂)

Analizator ugljikovog dioksida je neraspršujućeg infracrvenog (NDIR) apsorpcijskog tipa.

9.3.2.4. Analiza ugljikovodika (HC)

Analizator ugljikovodika je tip ionizacijskog detektora ugrijanog plamena (HFID) s detektorom, ventilima, cjevovodom itd. zagrijan tako da održava temperaturu plina od $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190 \pm 10\text{ °C}$). Za motore koji rade na PP i PI motore, analizator ugljikovodika može biti tip ionizacijskog detektora neugrijanog plamena (FID) ovisno o metodi koja se koristi (vidjeti dodatak 3., stavak A.3.1.3.).

9.3.2.5. Analiza metana (CH₄) i nemetanskog ugljikovodika (NMHC)

Određivanje udjela metanskog i nemetanskog ugljikovodika provodi se grijanim nemetanskim rezačem (NMC) i dva FID-a, u skladu sa stavkom A.3.1.4. i A.3.1.5. Koncentracija sastavnih dijelova utvrđuje se u skladu sa stavkom 8.6.2.

9.3.2.6. Analiza dušičnih oksida (NO_x)

Navode se dva uređaja za mjerenje NO_x te je moguće koristiti bilo koji od ta dva uređaja pod uvjetom da isti zadovoljava kriterije navedene u stavcima 9.3.2.6.1., odnosno 9.3.2.6.2. U slučaju utvrđivanja jednakovrijednosti nekog drugog postupka mjerenja u skladu sa stavkom 5.1.1., dopušteno je koristiti samo CLD.

9.3.2.6.1. Kemiluminescentni detektor (CLD)

Ako se mjere a suhoj bazi, analizator dušičnih oksida je tip kemiluminescentnog detekora (CLD) ili grijanog kemiluminescentnog detektora (HCLD) s konverterom NO₂/NO. Ako se mjeri na mokroj bazi, koristi se HCLD s konverterom koji se održava iznad 328 K (55 °C), pod uvjetom da je zadovoljena provjera gašenja vodom (vidjeti stavak 9.3.9.2.2.). I za CLD i HCLD, put uzorkovanja održava se na temperaturi stjenke od 328 K do 473 K (55 °C do 200 °C) do konvertera za suho mjerenje i do analizatora za moko mjerenje.

9.3.2.6.2. Nedisperzivni ultraljubičasti detektor (NDUV)

Nedisperzivni ultraljubičasti (NDUV) analizator koristi se za mjerenje koncentracije NO_x. Ako NDUV analizator mjeri samo NO, pretvarač NO₂/NO će se postaviti iznad NDUV analizatora. Potrebno je održavati NDUV temperature kako bi se spriječila kondenzacija vode, osim ako je sušilica uzorka instalirana iznad pretvarača NO₂/NO, ako se koristi, ili iznad analizatora.

9.3.2.7. Mjerenje omjera zraka i goriva

Oprema za mjerenje omjera zraka i goriva koja se koristi kako bi se odredio protok ispušnog plina u skladu sa stavkom 8.4.1.6. uključuje senzor omjera zraka i goriva širokog raspona ili lambda senzor cirkonijevog tipa. Senzor se postavlja izravno na ispušnu cijev ako je temperatura ispušnog plina dovoljno visoka da ne dolazi do kondenzacije vode.

Točnost senzora s ugrađenom elektronikom treba biti unutar:

| | | |
|--------------------------------|----|----------------------|
| ± 3 % od odčitane vrijednosti | za | $\lambda < 2$ |
| ± 5 % od odčitane vrijednosti | za | $2 \leq \lambda < 5$ |
| ± 10 % od odčitane vrijednosti | za | $5 \leq \lambda$ |

Kako bi ispunio gore navedenu točnost, senzor se umjerava prema zahtjevima proizvođača instrumenta.

9.3.3. Plinovi

Vijek trajanja svih plinova mora se poštovati.

9.3.3.1. Čisti plinovi

Potrebna čistoća plinova definirana je niže navedenim ograničenjima kontaminacije. Za postupak moraju biti na raspolaganju sljedeći plinovi:

- (a) za nerazrijeđeni ispušni plin

Pročišćeni dušik

(kontaminacija ≤ 1 ppm Cl, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)

Pročišćeni kisik

(čistoća $> 99,5$ obujamskog postotka O₂)

Mješavina vodika i helija (gorivo FID gorionika)

(40 + 1 % vodika, ostatak helij)

(kontaminacija ≤ 1 ppm C1, ≤ 400 ppm CO₂)

Pročišćeni sintetski zrak

(kontaminacija ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)

(Sadržaj kisika između 18 % i 21 % obujma)

(b) Za razrijeđeni ispušni plin (moguće i za nerazrijeđeni ispušni plin)

Pročišćeni dušik

(kontaminacija $\leq 0,05$ ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 10 ppm CO₂, $\leq 0,02$ ppm NO)

Pročišćeni kisik

(čistoća > 99,5 obujamskog postotka O₂)

Mješavina vodika i helija (gorivo FID gorionika)

(40 + 1 % vodika, ostatak helij)

(kontaminacija $\leq 0,05$ ppm C1, ≤ 10 ppm CO₂)

Pročišćeni sintetski zrak

(kontaminacija $\leq 0,05$ ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 10 ppm CO₂, $\leq 0,02$ ppm NO)

(Sadržaj kisika između 20,5 - 21,5 % obujma)

Ako boce s plinom nisu dostupne, može se koristiti pročišćivač plina ako je moguće prikazati razinu kontaminacije.

9.3.3.2. Plinovi za umjeravanje i plinovi za određivanje područja mjerenja

Dostupna je mješavina plinova sljedećih kemijskih sastavnica, ako je primjenjivo. Dopuštene su i druge kombinacije plinova, pod uvjetom da plinovi ne reagiraju jedan s drugim. Datum isteka valjanosti plinova za umjeravanje što ga navodi proizvođač bilježi se.

C₃H₈ i pročišćeni sintetički zrak (vidjeti stavak 9.3.3.1.);

CO i pročišćeni dušik;

NO i pročišćeni dušik;

NO₂ i pročišćeni sintetički zrak;

CO₂ i pročišćeni dušik;

CH₄ i pročišćeni sintetski zrak;

C₂H₆ i pročišćeni sintetički zrak

Stvarna koncentracija plina za umjeravanje i plina za određivanje najvećeg otklona analizatora je unutar + 1 % od nominalne vrijednosti i može se pronaći u nacionalnim i međunarodnim standardima. Sve koncentracije plina za umjeravanje navedene su na temelju obujma (obujamski postotak ili ppm po obujmu).

9.3.3.3. Uređaji za razdvajanje plinova

Plinovi koji se koriste za umjeravanje i određivanje najvećeg otklona analizatora mogu se također dobiti pomoću uređaja za razdvajanje plinova (preciznih uređaja za spajanje), razrjeđivanjem s pročišćenim N₂ ili pročišćenim sintetskim zrakom. Točnost uređaja za razdvajanje plinova mora biti takva da se koncentracija spojenih plinova za umjeravanje može odrediti unutar raspona točnosti od + 2 %. Ovakva točnost podrazumijeva da točnost primarnih plinova koji se koriste za miješanje bude najmanje + 1 %, što se može pronaći u nacionalnim ili međunarodnim plinskim standardima. Provjeravanje se obavlja između 15 % i 50 % cjelokupnog mjernog raspona za svako umjeravanje koje uključuje uređaj za razdvajanje. Može se provesti dodatna provjera koristeći drugi plin za umjeravanje, ako prva provjera propadne.

Po izboru, uređaj za miješanje može se provjeriti pomoću instrumenta, koji je po svojoj prirodi linearan, npr. uporabom NO plina s CLD-om. Vrijednost raspona instrumenta prilagođava se s plinom za određivanje najvećeg otklona analizatora, izravno spojenim na instrument. Uređaj za razdvajanje provjerava se pri korištenim postavljenim vrijednostima, a nominalna se vrijednost uspoređuje s izmjerenom koncentracijom instrumenta. Ta je razlika u svakoj točki unutar raspona od + 1 % od nominalne vrijednosti.

Za provjeru linearnosti u skladu sa stavkom 9.2.1., uređaj za razdvajanje mora biti točan unutar raspona od ± 1 %.

9.3.3.4. Provjera interferencije kisika

Plinovi za provjeru interferencije kisika sadrže propan, kisik i dušik. Oni sadrže propan s 350 ppm C ± 75 ppm C ugljikovodika. Vrijednost koncentracije utvrđuje se prema dopuštenim odstupanjima plina za umjeravanje pomoću kromatografske analize ukupnih ugljikovodika plus nečistoće ili pomoću dinamičkog miješanja. Koncentracije kisika potrebne za ispitivanje motora s vanjskim izvorom paljenja i motora s kompresijskim paljenjem navedene su u tablici 8. uz ostatak pročišćenog dušika.

Tablica 8.

Provjera interferencije kisika

| Tip motora | koncentracija O ₂ (%) |
|---------------------------------|----------------------------------|
| Kompresijsko paljenje | 21 (20 do 22) |
| Kompresijsko i vanjsko paljenje | 10 (9 do 11) |
| Kompresijsko i vanjsko paljenje | 5 (4 do 6) |
| Vanjsko paljenje | 0 (0 do 1) |

9.3.4. Provjera na propuštanje

Obavlja se ispitivanje propuštanja sustava. Sonda se odspoji od ispušnog sustava, a završetak se začepe. Uključuje se crpka analizatora. Nakon početnog razdoblja stabilizacije, svi mjerači protoka trebaju biti postavljeni na nulu ako nema propuštanja. Ako nisu, linije uzorkovanja provjeravaju se, a greška ispravlja.

Najveća dopuštena količina propuštanja na vakuumske strani iznosi 0,5 % od upotrijebljenog protoka za dio sustava koji se provjerava. Za procjenu upotrijebljenih protoka mogu se koristiti protoci analizatora i obilazni protoci.

Alternativno, sustav se može isprazniti do podtlaka od najmanje 20 kPa vakuuma (80 kPa apsolutne vrijednosti). Nakon početnog razdoblja stabilizacije povećanje tlaka Δp (kPa/min) u sustavu ne smije prijeći:

$$\Delta p = p / V_s \times 0,005 \times q_{vs} \quad (71)$$

gdje je:

V_s obujam sustava, l

q_{vs} protok sustava, l/min

Druga metoda je uvođenje postupne promjene koncentracije na početku linije uzorkovanja prebacivanjem s nule na plin za određivanje najvećeg otklona analizatora. Ako je nakon određenog vremena za ispravno umjeren analizator očitana vrijednost $\leq 99\%$ u usporedbi s uvedenom koncentracijom, to ukazuje na problem propuštanja koji se treba ispraviti.

9.3.5. Provjera vremena odziva analitičkog sustava

Postavne vrijednosti sustava za procjenu vremena odziva trebaju biti potpuno iste kao i tijekom mjerenja ispitivanja (npr. tlak, brzine protoka, postavne vrijednosti filtra na analizatoru i svi drugi utjecaji na vrijeme odziva). Utvrđivanje vremena odziva provodi se izmjenjivanjem plinova izravno na ulazu u sondu za uzorke. Promjenu plinova treba provesti za manje od 0,1 s. Plinovi koji se koriste za ispitivanje trebaju izazvati promjenu koncentracije od najmanje 60 % cjelokupnog mjernog raspona (FS).

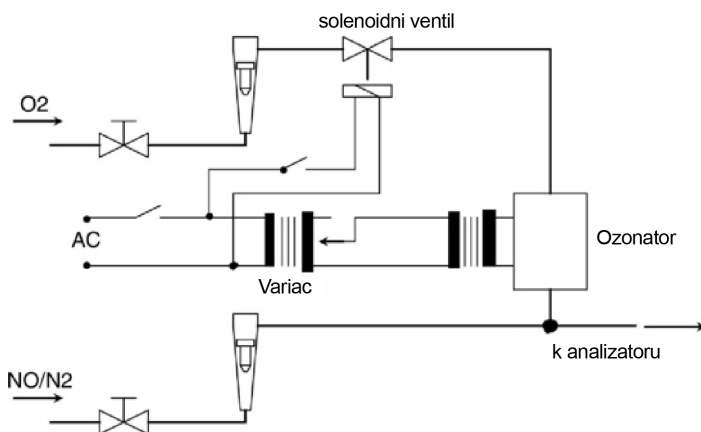
Treba bilježiti promjenu koncentracije svakog pojedinog sastavnog dijela plina. Vrijeme odziva definira se kao razlika u vremenu između promjene plinova i odgovarajuće promjene koncentracije. Vrijeme odziva sustava (t_{90}) sastoji se od vremena odgode prema mjernom detektoru i vremena porasta detektora. Vrijeme odgode definira se kao vrijeme od promjene (t_0) dok odziv ne bude 10 % od konačne očitane vrijednosti (t_{10}). Vrijeme porasta definira se kao vrijeme između 10 % i 90 % odziva konačne očitane vrijednosti ($t_{90} - t_{10}$).

Prilikom vremenskog usklađenja analizatora i signala protoka ispušnih plinova, vrijeme transformacije definira se kao vrijeme od promjene (t_0) dok odziv ne bude 50 % konačne očitane vrijednosti (t_{50}).

Vrijeme odziva sustava iznosi ≤ 10 sekundi s vremenom porasta $\leq 2,5$ sekundi za sve ograničene sastavne dijelove (CO, NO_x, HC ili NMHC) i sve korištene raspone. Kada se koristi NMC za mjerenje NMHC, vrijeme odziva sustava može prijeći 10 s.

9.3.6. Ispitivanje učinkovitosti NO_x pretvarača

Učinkovitost pretvarača koji se koristi za pretvaranje NO₂ u NO, ispituje se kako je navedeno u stavcima 9.3.6.1. do 9.3.6.8. (vidjeti sliku 8.).



Slika 8.

Shema uređaja za ispitivanje učinkovitosti NO₂ pretvarača

9.3.6.1. Postavljanje ispitivanja

Postavljanjem ispitivanja kako je prikazano na slici 8 i primjenom niže navedenog postupka, učinkovitost pretvarača može se ispitati pomoću ozonatora.

9.3.6.2. Umjeravanje

CLD i HCLD umjeravaju se na najčešće radno područje pridržavajući se specifikacija proizvođača uporabom plina za namještanje nulte točke i plina za određivanje najvećeg odklona analizatora (čiji sadržaj NO mora dosezati do otprilike 80 % radnog područja, a koncentracija NO₂ mješavine plinova do manje od 5 % od koncentracije NO). NO_x analizator mora biti na NO načinu rada, tako da plin za umjeravanje područja ne prolazi kroz konvertor. Naznačenu koncentraciju potrebno je zabilježiti.

9.3.6.3. Izračun

Učinkovitost pretvarača u postocima izračunava se kako slijedi:

$$E_{\text{NO}_x} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d} \right) \times 100 \quad (72)$$

gdje je:

- a* koncentracija NO_x u skladu sa stavkom 9.3.6.6.
- b* koncentracija NO_x u skladu sa stavkom 9.3.6.7.
- c* koncentracija NO u skladu sa stavkom 9.3.6.4.
- d* koncentracija NO u skladu sa stavkom 9.3.6.5.

9.3.6.4. Dodavanje kisika

Pomoću T-spojnice, kisik ili nulti zrak neprekidno se dodaje protoku plina sve dok naznačena koncentracija ne bude oko 20 % manja od naznačene koncentracije umjeravanja navedene u stavku 9.3.6.2. (analizator je na načinu rada NO).

Naznačena koncentracija (*c*) se bilježi. Ozonator je tijekom čitavog procesa isključen.

9.3.6.5. Aktiviranje ozonatora

Ozonator se sada aktivira kako bi proizveo dovoljno ozona da se smanji koncentracija NO na otprilike 20 % (najmanje 10 %) od koncentracije umjeravanja navedene u stavku 9.3.6.2. Naznačena koncentracija (*d*) se bilježi (analizator je na načinu rada NO).

9.3.6.6. Način rada NO_x

Analizator NO se tada prebacuje na način rada NO_x tako da mješavina plinova (koja se sastoji od NO, NO₂, O₂ i N₂) sada prolazi kroz pretvarač. Naznačena koncentracija (*a*) se bilježi (analizator je na modu rada NO_x).

9.3.6.7. Deaktiviranje ozonatora

Ozonator se sada deaktivira. Mješavina plinova opisana u stavku 9.3.6.6 prolazi kroz konvertor u detektor. Naznačena koncentracija (*b*) se bilježi (analizator je na načinu rada NO_x).

9.3.6.8. Način rada NO

Prebačen na način rada NO s deaktiviranim ozonatorom, protok kisika ili sintetskog zraka je također isključen. Očitana vrijednost NO_x analizatora ne smije odstupati za više od ± 5 % od vrijednosti izmjerene u skladu sa stavkom 9.3.6.2. (analizator je na načinu rada NO).

9.3.6.9. Razmak ispitivanja

Učinkovitost pretvarača mora se provjeravati mjesečno.

9.3.6.10. Zahtjev učinkovitosti

Učinkovitost pretvarača E_{NO_x} ne smije biti manja od 95 %.

Ako, s analizatorom u najčešćem području, ozonator ne može dati smanjenje s 80 % na 20 % u skladu sa stavkom 9.3.6.5., tada se koristi najveće područje koje će dovesti do smanjenja.

9.3.7. Podešavanje FID

9.3.7.1. Optimizacija odziva detektora

Plamenoionizacijski detektor (FID) mora se podešavati kako je naveo proizvođač instrumenta. U zračnom plinu za određivanje najvećeg otklona analizatora trebao bi se koristiti propan radi optimizacije odziva na najčešćem radnom području.

Uz protoke goriva i zraka postavljene prema preporukama proizvođača, u analizator se uvodi $350 + 75$ ppm C plina za određivanje najvećeg otklona analizatora. Odziv na zadani protok goriva određuje se iz razlike između odziva plina za određivanje najvećeg otklona analizatora i odziva plina za namještanje nulte točke. Protok goriva dodatno se podešava iznad i ispod specifikacije proizvođača. Odziv raspona i multi odziv pri ovim protocima goriva se bilježe. Razlika između odziva raspona i nultog odziva ucrtava se u dijagram, a protok goriva podešava prema punoj strani krivulje. Ovo je postupak početnog namještanja protoka, kojemu možda bude potrebna dodatna optimizacija ovisno o rezultatima odzivnog faktora ugljikovodika i provjere interferencije kisika u skladu sa stavcima 9.3.7.2 i 9.3.7.3. Ako interferencija kisika ili odzivni faktori ugljikovodika ne udovoljavaju sljedećim specifikacijama, protok zraka dodatno se podešava iznad i ispod specifikacija proizvođača, ponavljajući stavke 9.3.7.2 i 9.3.7.3 za svaki protok.

Optimizacija se može po izboru provesti koristeći postupke navedene u SAE dokumentu br. 770141.

9.3.7.2. Odzivni faktori ugljikovodika

Provjera linearnosti analizatora provodi se korištenjem propana u zraku i pročišćenog sintetskog zraka u skladu sa stavkom 9.2.1.3.

Odzivni se faktori određuju prilikom stavljanja analizatora u funkciju, te nakon većih razmaka rada. Odzivni faktor (r_h) za određenu vrstu ugljikovodika predstavlja omjere FID C1 očitane vrijednosti i koncentracije plina u cilindru, iskazan pomoću ppm C1.

Koncentracija plina za ispitivanje mora biti na razini koja će dati odziv od približno 80 % cjelokupnog mjernog raspona. Koncentracija mora biti poznata do točnosti od + 2 % s obzirom na gravimetrijski standard iskazan obujmom. Uz to, plinski cilindar mora biti prekondicioniran 24 sata pri temperaturi od $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$).

Plinovi za ispitivanje koji će se koristiti i preporučena područja odnosnog odzivnog faktora jesu sljedeći:

- | | |
|--|---------------------------|
| (a) metan i pročišćeni sintetski zrak | $1,00 \leq r_h \leq 1,15$ |
| (b) propilen i pročišćeni sintetski zrak | $0,90 \leq r_h \leq 1,1$ |
| (c) toluen i pročišćeni sintetski zrak | $0,90 \leq r_h \leq 1,1$ |

Te se vrijednosti odnose na odzivni faktor r_h od 1 za propan i pročišćeni sintetski zrak.

9.3.7.3. Provjera interferencije kisika

Samo za analizatore sirovih ispušnih plinova, provjera interferencije kisika određuje se prilikom stavljanja analizatora u funkciju, te nakon većih razmaka rada.

Područje se odabire kada plinovi za provjeru interferencije kisika budu spadali u gornjih 50 %. Ispitivanje se provodi uz temperaturu peći postavljenu kako se zahtijeva. Plinovi interferencije kisika navedeni su u stavku 9.3.3.4.

- (a) Analizator se postavlja na nulu.
- (b) Raspon analizatora mjeri se pomoću mješavine 0 %-tnog kisika kod motora s vanjskim izvorom paljenja. Pri motorima s kompresijskim paljenjem raspon instrumenata mjeri se pomoću mješavine 21 %-tnog kisika.
- (c) Nulti se odziv ponovno provjerava. Ako se promijenio više od 0,5 % cjelokupnog mjernog raspona, postupak (a) i (b) iz ovog stavka se ponavlja.
- (d) Uvode se plinovi za provjeru interferencije 5 %-tnog i 10 %-tnog kisika.
- (e) Nulti se odziv ponovno provjerava. Ako se promijenio više od ± 1 % cjelokupnog mjernog raspona, ispitivanje se ponavlja.
- (f) Interferencija kisika E_{O_2} izračunava se za svaku mješavinu iz koraka (d) kako slijedi:

$$E_{O_2} = (c_{ref,d} - c) \times 100 / c_{ref,d} \quad (73)$$

uz odziv analizatora

$$c = \frac{c_{ref,b} \times c_{FS,b}}{c_{m,b}} \times \frac{c_{m,d}}{c_{FS,d}} \quad (74)$$

gdje je:

$c_{ref,b}$ referentna koncentracija HC iz koraka (b), ppm C

$c_{ref,d}$ referentna koncentracija HC iz koraka (d), ppm C

$c_{FS,b}$ koncentracija HC cjelokupnog mjernog raspona iz koraka (b), ppm C

$c_{FS,d}$ koncentracija HC cjelokupnog mjernog raspona iz koraka (d), ppm C

$c_{m,b}$ izmjerena koncentracija HC iz koraka (b), ppm C

$c_{m,d}$ izmjerena koncentracija HC iz koraka (d), ppm C

- (g) Interferencija kisika E_{O_2} manja je od $\pm 1,5$ % od svih zahtijevanih plinova za provjeru interferencije kisika prije ispitivanja.
- (h) Ako je interferencija kisika E_{O_2} veća od $\pm 1,5$ %, protok zraka iznad i ispod specifikacija proizvođača dodatno se podešava, kao i protok goriva i uzorka.
- (i) Interferencija kisika se ponavlja za svako novo podešenje.

9.3.8. Učinkovitost nemetanskog rezača (NMC)

NMC se koristi za uklanjanje nemetanskih ugljikovodika iz uzorka plina oksidacijom svih ugljikovodika osim metana. U idealnom slučaju, pretvorba za metan je 0 %, a za druge ugljikovodike koje predstavlja etan 100 %. Za točno mjerenje NMHC, dvije učinkovitosti se određuju i koriste za izračun brzine protoka NMHC emisija (vidjeti stavak 8.5.2.).

9.3.8.1. Učinkovitost metana

Plin za umjeravanje metan pušta se kroz FID s ili bez obilaženja NMC-a, a dvije koncentracije se bilježe. Učinkovitost se određuje kako slijedi:

$$E_M = 1 - \frac{c_{\text{HC}(w/\text{NMC})}}{c_{\text{HC}(w/o\text{NMC})}} \quad (75)$$

gdje je:

$c_{\text{HC}(w/\text{NMC})}$ koncentracija HC s CH_4 koji teče kroz NMC, ppm C

$c_{\text{HC}(w/o\text{NMC})}$ koncentracija HC s CH_4 koji obilazi NMC, ppm C

9.3.8.2. Učinkovitost etana

Plin za umjeravanje etan pušta se kroz FID s ili bez obilaženja NMC-a, a dvije koncentracije se bilježe. Učinkovitost se određuje kako slijedi:

$$E_E = 1 - \frac{c_{\text{HC}(w/\text{NMC})}}{c_{\text{HC}(w/o\text{NMC})}} \quad (76)$$

gdje je:

$c_{\text{HC}(w/\text{NMC})}$ koncentracija HC s C_2H_6 koji teče kroz NMC, ppm C

$c_{\text{HC}(w/o\text{NMC})}$ koncentracija HC s C_2H_6 koji obilazi NMC, ppm C

9.3.9. Učinci interferencije

Plinovi osim onog koji se analizira, mogu interferirati s očitanim vrijednosti na nekoliko načina. Do pozitivne interferencije dolazi u NDIR instrumentima, gdje interferirajući plin daje isti učinak kao i plin koji se mjeri, ali u manjem opsegu. Do negativne interferencije dolazi u NDIR instrumentima tako što interferirajući plin proširuje apsorpcijski pojas mjerenog plina, a u CLD instrumentima tako što interferirajući plin prigušuje isijavanje. Provjera interferencije iz stavka 9.3.9.1. i 9.3.9.3. obavlja se prije početne uporabe analizatora i nakon većih razdoblja rada.

9.3.9.1. Provjera interferencije CO analizatora

Voda i CO_2 mogu interferirati s radom CO analizatora. Stoga se CO_2 plin za određivanje najvećeg otklona analizatora, koncentracije od 80 % do 100 % cjelokupnog mjernog raspona najvećeg radnog područja korištenog tijekom ispitivanja, diže u mjehurićima kroz vodu pri sobnoj temperaturi, a odziv analizatora se bilježi. Odziv analizatora ne smije biti veći od 2 % srednje koncentracija CO koja se očekuje tijekom ispitivanja.

Postupci interferencije za CO_2 i H_2O mogu se izvoditi zasebno. Ako se koriste više razine CO_2 i H_2O od najvećih razina koje se očekuju tijekom ispitivanja, svaka zabilježena vrijednost interferencije smanjuje se množenjem zabilježene interferencije s omjerom najveće očekivane vrijednosti koncentracije i stvarne vrijednosti koja se koristila tijekom tog postupka. Mogu se provoditi zasebni postupci interferencija za koncentracije H_2O koje su manje od najvećih očekivanih vrijednosti tijekom ispitivanja, ali se zabilježena interferencija H_2O smanjuje množenjem zabilježene interferencije s omjerom najveće očekivane vrijednosti koncentracije H_2O i stvarne vrijednosti koja se koristila tijekom tog postupka. Zbroj tih dviju smanjenih vrijednosti interferencije ne smije premašiti dopušteno odstupanje navedeno u ovom stavku.

9.3.9.2. Provjere prigušenja NO_x analizatora za CLD analizator

Dotična dva plina za CLD (i HCLD) analizatore su CO₂ i vodena para. Odzivi prigušenja tih plinova razmjerni su njihovim koncentracijama te stoga zahtijevaju tehnike ispitivanja kako bi se utvrdilo prigušenje pri najvećim očekivanim koncentracijama iskušanim tijekom ispitivanja. Ako CLD analizator koristi algoritme za kompenzaciju prigušenja koji koriste uređaje za mjerenje H₂O i/ili CO₂, prigušenje će se odrediti pomoću tih upaljenih uređaja i uz primjenu algoritama za kompenzaciju.

9.3.9.2.1. Provjera prigušenja CO₂

CO₂ plin za određivanje najvećeg otklona analizatora koncentracije od 80 % do 100 % cjelokupnog mjernog raspona najvećeg radnog područja propušta se kroz NDIR analizator, a vrijednost CO₂ se bilježi kao A. Tada se razrjeđuje otprilike 50 % sa NO plinom za određivanje najvećeg otklona analizatora i propušta kroz NDIR i CLD, a vrijednosti CO₂ i NO bilježe se kao B odnosno C. CO₂ je isključen i samo se NO plin za određivanje najvećeg otklona analizatora propušta kroz (H)CLD, a vrijednost NO se bilježi kao D.

Prigušenje se izračunava na sljedeći način:

$$E_{\text{CO}_2} = \left[1 - \left(\frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100 \quad (77)$$

gdje je:

- A nerazrijeđena koncentracija CO₂ mjerena NDIR, %
- B razrijeđena koncentracija CO₂ mjerena NDIR, %
- C razrijeđena koncentracija NO mjerena (H)CLD, ppm
- D nerazrijeđena koncentracija NO mjerena (H)CLD, ppm

Mogu se koristiti alternativne metode razrjeđivanja i kvantificiranja vrijednosti CO₂ i NO plina za određivanje najvećeg otklona analizatora, kao što su dinamička metoda miješanja/metoda spajanja uz odobrenje nadležnog tijela za homologaciju.

9.3.9.2.2. Provjera hlađenja vodom

Ova se provjera odnosi samo na mjerenja koncentracije vlažnog plina. Izračunavanje hlađenja vodom mora uzeti u obzir razrjeđivanje NO plina za određivanje najvećeg otklona analizatora vodenom parom i određivanje koncentracije vodene pare mješavine prema onoj koja se očekuje tijekom ispitivanja.

NO plin za određivanje najvećeg otklona analizatora koncentracije od 80 % do 100 % cjelokupnog mjernog raspona prema uobičajenom radnom području, propušta se kroz (H)CLD, a vrijednost NO se bilježi kao D. NO plin za određivanje najvećeg otklona analizatora tada se diže u mjehurićima kroz vodu pri sobnoj temperaturi i propušta kroz (H)CLD, a vrijednost NO se bilježi kao C. Temperatura vode se određuje i bilježi kao F. Tlak pare zasićenja što se tiče mješavine koji odgovara temperaturi mjehuričaste vode (F) određuje se i bilježi kao G.

Koncentracija vodene pare (u %) što se tiče mješavine, izračunava se na sljedeći način:

$$H = 100 \times (G / p_b) \quad (78)$$

i bilježi se kao H. Očekivana koncentracija razrijeđenog NO plina za određivanje najvećeg otklona analizatora (u vodenoj pari) izračunava se na sljedeći način:

$$D_e = D \times (1 - H / 100) \quad (79)$$

i bilježi se kao D_e . Za ispušne plinove dizela, procjenjuje se najveća koncentracija ispušne vodene pare (u postotku) koja se očekuje tijekom testiranja, pod pretpostavkom omjera H/C u gorivu od 1,8/1, iz najveće koncentracije CO_2 u ispušnom plinu A kako slijedi:

$$H_m = 0,9 \times A \quad (80)$$

i bilježi se kao H_m

Hlađenje vodom izračunava se na sljedeći način:

$$E_{H_2O} = 100 \times ((D_e - C) / D_e) \times (H_m / H) \quad (81)$$

gdje je:

| | |
|-------|--|
| D_e | očekivana koncentracija razrijeđenog NO, ppm |
| C | izmjerena koncentracija razrijeđenog NO, ppm |
| H_m | najveća koncentracija vodene pare, % |
| H | stvarna koncentracija vodene pare, % |

9.3.9.2.3. Najveće dopušteno prigušenje

Kombinirano prigušenje CO_2 i vodenom parom ne smije premašiti 2 % cjelokupnog mjernog raspona.

9.3.9.3. Provjera prigušenja NO_x analizatora za NDUV analizator

Ugljikovodici i H_2O mogu pozitivno utjecati na NDUV analizator tako da uzrokuju odaziv sličan NO_x -u. Ako NDUV analizator koristi algoritme za kompenzaciju koji koriste mjerenja drugih plinova kako bi zadovoljili tu provjeru interferencije, takva mjerenja će se simultano provoditi kako bi se ispitati algoritmi tijekom provjere interferencije.

9.3.9.3.1. Postupak

NDUV analizator se mora pokrenuti, mora raditi, mora se postaviti na nulu, i mora se odrediti mjerno područje u skladu s uputama proizvođača uređaja. Preporuča se izdvojiti ispuh motora pri provođenju te provjere. CLD se koristi za kvantifikaciju NO_x u ispuhu. Odziv na CLD-u koristi se kao referentna vrijednost. FID analizator se koristi i za mjerenje HC-a u ispuhu. Odziv na FID-u koristi se kao referentna vrijednost ugljikovodika.

Ako se sušilica uzorka koristi tijekom ispitivanja, ispušni plinovi iz motora će se iznad takve sušilice uvesti u NDUV analizator. Potrebno je pričekati da se odaziv na analizatoru stabilizira. Vrijeme stabilizacije može uključivati vrijeme za ispiranje cijevi za prijenos i za tumačenje odgovora na analizatoru. Dok svi analizatori mjere koncentraciju uzorka, zabilježit će se 30 s uzorkovanih podataka te će se izračunati aritmetička sredina za sva tri analizatora.

Srednja vrijednost CLD-a se oduzima od srednje vrijednosti NDUV-a. Razlika se množi omjerom očekivane srednje koncentracije HC-a i koncentracije HC-a izmjerene tijekom provjere, kako slijedi:

$$E_{HC/H_2O} = (c_{NO_x,CLD} - c_{NO_x,NDUV}) \times \left(\frac{c_{HC,e}}{c_{HC,m}} \right) \quad (82)$$

gdje je

| | |
|-----------------|--|
| $c_{NO_x,CLD}$ | mjerena NO_x koncentracija s CLD, ppm |
| $c_{NO_x,NDUV}$ | mjerena koncentracija NO_x s NDUV, ppm |
| $c_{HC,e}$ | očekivana najveća koncentracija HC, ppm |
| $c_{HC,m}$ | mjerena koncentracija HC, ppm |

9.3.9.3.2. Najveće dopušteno prigušenje

Kombinirano prigušenje CO₂ i vodenom parom ne smije premašiti 2 % koncentracije NO_x koja se očekuje tijekom ispitivanja.

9.3.9.4. Sušilica uzorka

Sušilica uzorka otklanja vodu koja bi u suprotnom mogla utjecati na mjerenje NO_x.

9.3.9.4.1. Učinkovitost sušilice uzorka

Za suhe CLD analizatore, pokazuje se da za najveće očekivane koncentracije vodene pare H_m (vidjeti stavak 9.3.9.2.2.), sušilica uzorka zadržava CLD vlažnost na ≤ 5 g vode/kg suhog zraka (ili oko 0,008 % H₂O), što je 100 %-tna relativna vlažnost pri 3,9 °C i 101,3 kPa. Ta specifikacija vlažnosti je također jednaka 25 %-tnoj relativnoj vlažnosti pri 25 °C i 101,3 kPa. To se može dokazati mjerenjem temperature na izlazu iz termalnog odvlaživača ili mjerenjem vlažnosti u točki odmah iznad CLD-a. Vlažnost CLD ispuha može se mjeriti sve dok je jedini tok u CLD tok iz odvlaživača.

9.3.9.4.2. Prodiranje NO₂ u sušilicu uzorka

Tekuća voda koja je ostala u nepropisno konstruiranoj sušilici uzorka može ukloniti NO₂ iz uzorka. Ako se sušilica uzorka koristi u kombinaciji s NDUV analizatorom bez pretvarača NO₂/NO iznad analizatora, mogla bi ukloniti NO₂ iz uzorka prije mjerenja NO_x.

Sušilica uzorka mora dopustiti mjerenje barem 95 % ukupnog NO₂ pri najvećoj očekivanoj koncentraciji NO₂.

9.3.10. Uzorkovanje za nerazrijeđene plinovite emisije, ako je primjenjivo

Sonde za uzorkovanje plinovitih emisija postavljaju se barem 0,5 m ili na udaljenosti 3 promjera ispušne cijevi - što god je veće - iznad izlaza sustava ispušnih plinova, ali dovoljno blizu motoru kako bi osigurale temperaturu ispušnog plina od barem 343 K (70 °C) u sondi.

U slučaju motora s više cilindara koji ima ispušnu razvodnu cijev, ulaz sonde postavlja se dovoljno nisko kako bi se osiguralo da je uzorak reprezentativan za prosječne ispušne emisije iz svih cilindara. U motorima s više cilindara koji imaju odvojene grupe ispušnih cijevi, kao što je slučaj konfiguracije „V” motora, preporučeno je kombinirati razvodne cijevi iznad sonde za uzorkovanje. Ako to nije praktično, dopušteno je uzeti uzorak iz skupine s najvećom emisijom CO₂. Za izračun emisije ispušnih plinova, koristi se ukupni protok ispušne mase.

Ako je motor opremljen sustavom za naknadnu obradu ispušnih plinova, uzorak ispušnog plina uzima se ispod sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova.

9.3.11. Uzorkovanje za razrijeđene plinovite emisije, ako je primjenjivo

Ispušna cijev između motora i sustava za razrjeđivanje s punim protokom treba biti u skladu sa zahtjevima navedenim u Dodatku 3. Sonda(-e) za uzorkovanje plinovitih emisija treba(ju) se postaviti u tunel za razrjeđivanje u točki gdje se sredstvo za razrjeđivanje i ispušni plin dobro miješaju te u blizini sonde za uzorkovanje čestica.

Uzorkovanje se u načelu može obaviti na dva načina:

- (a) emisije se uzorkuju u vreću za uzorkovanje tijekom ciklusa i mjere nakon završetka ispitivanja; za HC, vreća za uzorkovanje se zagrijava na 464 ± 11 K (191 ± 11 °C), za NO_x, temperatura vreće za uzorkovanje treba biti iznad temperature rosišta;
- (b) emisije se neprestano uzorkuju i integriraju tijekom ciklusa.

Pozadinska koncentracija utvrđuje se iznad tunela za razrjeđivanje u skladu s (a) ili (b) i oduzima se od koncentracije emisija u skladu sa stavkom 8.5.2.3.2.

9.4. Sustav za mjerenje i uzorkovanje čestica

9.4.1. Opće specifikacije

Za određivanje mase čestica potreban je sustav uzorkovanja čestica, filter za uzorkovanje čestica, mikrogramska vaga te komora za vaganje s regulacijom temperature i vlage. Sustav za uzorkovanje čestica konstruiran je tako da osigura reprezentativan uzorak čestica proporcionalnih ispušnom protoku.

9.4.2. Opći zahtjevi sustava za razrjeđivanje

Određivanje čestica zahtjeva razrjeđivanje uzorka filtriranim okolnim zrakom, sintetičkim zrakom ili dušikom (sredstvo za razrjeđivanje). Sustav za razrjeđivanje podešava se na sljedeći način:

- (a) potpuno ukloniti kondenzaciju vode u sustavima za razrjeđivanje i uzorkovanje;
- (b) održavati temperaturu razrijeđenog ispušnog plina između 315 K (42 °C) i 325 K (52 °C) unutar 20 cm iznad ili ispod držača filtra;
- (c) temperatura sredstva za razrjeđivanje mora biti između 293 K i 325 K (20 do 52 °C) u blizini ulaza u tunel za razrjeđivanje;
- (d) najmanji omjer razrjeđivanja mora biti unutar raspona 5:1 do 7:1 i barem 2:1 za dionicu primarnog razrjeđivanja na temelju najvećeg protoka ispušnih plinova u motoru.
- (e) pri sustavu razrjeđivanja djelomičnog protoka, vrijeme zadržavanja od točke uvođenja sredstva za razrjeđivanje do držača filtra mora biti između 0,5 i 5 sekundi;
- (f) pri sustavu razrjeđivanja punog protoka, ukupno vrijeme zadržavanja u sustavu od točke uvođenja sredstva za razrjeđivanje do držača filtra mora biti između 1 i 5 sekundi; dok vrijeme zadržavanja u sustavu sekundarnog razrjeđivanja, ako se koristi, od točke uvođenja sekundarnog sredstva za razrjeđivanje do držača filtra mora biti barem 0,5 sekundi.

Dopušteno je odvlaživanje sredstva za razrjeđivanje prije ulaska u sustav za razrjeđivanje, te je vrlo korisno u slučaju visoke vlažnosti sredstva za razrjeđivanje.

9.4.3. Uzorkovanje čestica

9.4.3.1. Sustav djelomično razrijeđenog toka

Sonda za uzorkovanje čestica postavlja se u blizinu sonde za uzorkovanje plinovitih emisija, ali dovoljno daleko da ne bi došlo do ometanja. Dakle, odredbe za postavljanje iz stavka 9.3.10. primjenjuju se i na uzorkovanje čestica. Linija uzorkovanja mora biti u skladu sa zahtjevima navedenim u Dodatku 3.

Pri motorima s više cilindara koji ima ispušnu razvodnu cijev, ulaz sonde postavlja se dovoljno nisko kako bi se osiguralo da je uzorak reprezentativan za prosječne ispušne emisije iz svih cilindara. U motorima s više cilindara koji imaju odvojene grupe ispušnih cijevi, kao što je slučaj konfiguracije „V” motora, preporučeno je kombinirati razvodne cijevi iznad sonde za uzorkovanje. Ako to nije praktično, dopušteno je uzeti uzorak iz skupine s najvećom emisijom čestica. Za izračun emisije ispušnih plinova koristi se ukupni protok ispušne mase razvodne cijevi.

9.4.3.2. Sustav razrjeđivanja punog protoka

Sonda za uzorkovanje čestica postavlja se u blizinu sonde za uzorkovanje plinovitih emisija, ali dovoljno daleko da ne bi došlo do ometanja u tunelu za razrjeđivanje. Dakle, odredbe za postavljanje iz stavka 9.3.1.1. primjenjuju se i na uzorkovanje čestica. Linija uzorkovanja mora biti u skladu sa zahtjevima navedenim u Dodatku 3.

9.4.4. Filtri za uzorkovanje čestica

Razrijeđeni se ispuh uzorkuje filtrom koji ispunjava zahtjeve stavaka 9.4.4.1. do 9.4.4.3. tijekom sljedea ispitivanja.

9.4.4.1. Zahtjevi za filtre

Svi tipovi filtara imaju učinkovitost skupljanja $0,3\ \mu\text{m}$ DOP (dioktiltalat) od najmanje 99 %. Materijal filtra mora biti jedan od sljedećeg:

- (a) stakleno vlakno presvučeno fluorougljikom (PTFE); ili
- (b) membrana fluorougljika (PTFE).

9.4.4.2. Veličina filtra

Filtar mora biti kružni s nominalnim promjerom od 47 mm (dopušteno odstupanje od $46,50 \pm 0,6$ mm) i s izloženim promjerom (promjer radne površine filtra) od barem 38 mm.

9.4.4.3. Brzina dotoka u filter

Brzina dotoka kroz filter mora biti između 0,90 i 1,00 m/s s manje od 5 % zabilježenih vrijednosti protoka koje premašuju taj raspon. Ako ukupna masa čestične materije na filteru premaši 400 μg , brzina dotoka u filter može biti smanjena na 0,50 m/s. Brzina dotoka računa se kao brzina volumenskog protoka uzorka pri tlaku iznad filtra i temperaturi površine filtra, podijeljeno s izloženim područjem filtra.

9.4.5. Zahtjevi za komoru za vaganje i analitičku vagu

U komori (ili prostoriji) ne smije biti ambijentalnih onečišćivača (poput prašine, aerosola, ili polu-hlapljivog materijala) koji bi mogli onečistiti filtre za krute čestice. Prostorija za vaganje treba biti u skladu sa zahtjevima barem 60 minuta prije vaganja filtara.

9.4.5.1. Uvjeti u komori za vaganje

Temperaturu komore (ili prostorije) u kojoj se kondicioniraju i važu filteri čestica treba održavati unutar $295\ \text{K} \pm 1\ \text{K}$ ($22\ ^\circ\text{C} \pm 1\ ^\circ\text{C}$) tijekom kondicioniranja i vaganja svih filtara. Vlažnost treba održavati pri točki rosišta od $282,5\ \text{K} \pm 1\ \text{K}$ ($9,5\ ^\circ\text{C} \pm 1\ ^\circ\text{C}$).

Ako su okoline stabilizacije i mjerenja odvojene, temperatura okoline stabilizacije mora se održavati unutar dopuštenog odstupanja od $295\ \text{K} \pm 3\ \text{K}$ ($22\ ^\circ\text{C} \pm 3\ ^\circ\text{C}$), dok zahtjev za temperaturu rosišta ostaje pri $282,5\ \text{K} \pm 1\ \text{K}$ ($9,5\ ^\circ\text{C} \pm 1\ ^\circ\text{C}$).

Treba mjeriti vlažnost i temperaturu okoline.

9.4.5.2. Vaganje referentnih filtara

Najmanje dva nekorištena referentna filtra važu se u roku od 12 sati od vaganja filtara uzorka, ali je bolje da se to izvede istodobno. Ti filtri trebaju biti od istog materijala kao i filtri za uzorke. Na vaganje će se primijeniti ispravak uzgona.

Ako se masa bilo kojeg referentnog filtra mijenja između vaganja filtara uzorka za više od 10 µg, tada se svi filtri uzoraka odbacuju, a ispitivanje emisija se ponavlja.

Referentne filtre treba povremeno mijenjati, na temelju dobre tehničke procjene, ali barem jedanput godišnje.

9.4.5.3. Analitička vaga

Analitička vaga koja se koristi za utvrđivanje težine filtra treba zadovoljavati kriterije provjere linearnosti iz stavka 9.2., tablica 7. To podrazumijeva preciznost (standardno odstupanje) od najmanje 2 µg i razlučivost od najmanje 1 µg (1 znamenka = 1 µg).

Kako bi se osiguralo točno vaganje filtra, preporuča se postaviti vagu na sljedeći način:

- (a) treba biti postavljena na vibracijsko-izolacijsku platformu kako bi ju se izoliralo od vanjske buke i vibracija;
- (b) treba biti zaštićena od protoka konvekcijskog zraka pomoću uzemljene zaštite od okolnog zraka s apsorpcijom statičkog elektriciteta.

9.4.5.4. Uklanjanje učinaka statičkog elektriciteta

Filtri se neutraliziraju prije vaganja, npr. pomoću polonijevog neutralizatora ili uređaja sa sličnim učinkom. Ako se koristi filtar s PTFE membranom, potrebno je mjeriti statički elektricitet te se preporuča da isti bude unutar $\pm 2,0$ V od neutralnog.

Naboj statičkog elektriciteta mora se u okolini vage svesti na minimum. Moguće je koristiti sljedeće metode:

- (a) vaga se električki uzemljuje;
- (b) koristi se hvataljka od nehrđajućeg čelika ako se uzorcima čestične materije barata ručno;
- (c) hvataljka mora biti uzemljena s trakom uzemljenja, ili je upravljaču potrebno osigurati takvu traku uzemljenja koja dijeli uzemljenje s vagom. Trake uzemljenja moraju imati odgovarajući otpornik kako bi se upravljače zaštitilo od slučajnog šoka.

9.4.5.5. Dodatne specifikacije

Svi dijelovi sistema za razrjeđivanje i sistema za uzorkovanje od ispušne cijevi to držača filtra, koji su u kontaktu sa sirovim i razrijeđenim ispušnim plinom, moraju biti tako konstruirani da svode na minimum taloženje ili izmjenu čestica. Svi dijelovi moraju biti napravljeni od elektrovodljivih materijala tako da ne reagiraju sa sastavnim dijelovima ispušnih plinova te moraju biti električki uzemljeni radi sprječavanja elektrostatičkih efekata.

9.4.5.6. Umjeravanje instrumenata za mjerenje protoka

Svaki mjerac protoka koji se koristi u sustavu za uzorkovanje čestica i za razrjeđivanje s djelomičnim protokom podvrgava se provjeri linearnosti, kao što je opisano u stavku 9.2.1., onoliko često koliko je potrebno da bi se zadovoljili zahtjevi točnosti gtr. Za referentne vrijednosti protoka, koristi se točan mjerac protoka koji se može pronaći u međunarodnim i/ili nacionalnim standardima. Za mjerenje diferencijalnog protoka vidjeti stavak 9.4.6.2.

9.4.6. Posebni zahtjevi za sustave za razrjeđivanje s djelomičnim protokom

Sustav razrjeđivanja djelomičnog protoka treba konstruirati tako da se iz strujanja ispušnih plinova motora može izdvojiti razmjerni uzorak nerazrjeđenih ispušnih plinova, odazivajući se time na otklone u brzini protoka strujanja u ispuhu. Zbog toga je važno da se odredi omjer razrjeđivanja ili omjer uzorkovanja r_d ili r_s tako da se zahtjevi preciznosti iz stavka 9.4.6.2. ispune.

9.4.6.1. Vrijeme odziva sustava

Za kontrolu sustava za razrjeđivanje djelomičnog protoka, potreban je brzi odziv sustava. Vrijeme transformacije sustava utvrđuje se postupkom iz stavka 9.4.6.6. Ako je kombinirano transformacijsko vrijeme mjerenja ispušnog protoka (vidjeti stavak 8.3.1.2.) i sustava djelomičnog protoka $\leq 0,3$ s, koristi se umrežena kontrola. Ako transformacijsko vrijeme prijeđe 0,3 s, koristi se kontrola koja se temelji na prethodno zabilježenom testiranju. U tom slučaju, kombinirano vrijeme rasta je ≤ 1 s, a kombinirano vrijeme kašnjenja ≤ 10 s.

Odziv cijelog sustava konstruiran je tako da osigura reprezentativan uzorak čestica, $q_{mp,i}$, proporcionalan protoku ispušne mase. Radi utvrđivanja razmjernosti, provodi se regresijska analiza $q_{mp,i}$ naprema $q_{mew,i}$ pri najmanjoj brzini prikupljanja podataka od 5 Hz, te uz zadovoljenje sljedećih kriterija:

- (a) koeficijent određivanja 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 premašiti 5 % od najvećeg q_{mp} ;
- (c) q_{mp} odsječak regresijske linije ne smije prijeći ± 2 % od maksimalnog q_{mp} .

Kontrola je potrebna ako su kombinirana transformacijska vremena sustava čestica, $t_{50,P}$, i signala protoka ispušne mase, $t_{50,F} > 0,3$ s. U tom slučaju, provodi se predispitivanje, a signal protoka ispušne mase predispitivanja koristi se za kontroliranje protoka uzorka u sustav čestica. Dobiva se ispravna kontrola sustava s djelomičnim razrjeđivanjem, ako se vremenski trag $q_{mew,pre}$ predispitivanja, koji kontrolira q_{mp} , preusmjeri „nadolazećim” vremenom $t_{50,P} + t_{50,F}$.

Prilikom uspostave odnosa između $q_{mp,i}$ i $q_{mew,i}$ koriste se podaci dobiveni tijekom ispitivanja, s $q_{mew,i}$ vremenski usklađenim za $t_{50,F}$ u odnosu na $q_{mp,i}$ (bez doprinosa iz $t_{50,P}$ vremenskom usklađenju). To znači da vremenski pomak između q_{mew} i q_{mp} označava razliku u njihovim vremenima transformacije utvrđenima u stavku 9.4.6.6.

9.4.6.2. Zahtjevi pri mjerenju diferencijalnog protoka

Za sustave za razrjeđivanje s djelomičnim protokom, točnost protoka uzorka q_{mp} je od posebne važnosti, ako se ne mjeri izravno, nego se određuje mjerenjem diferencijalnog protoka:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} \quad (83)$$

U tom slučaju, najveća pogreška razlike je takva da je točnost q_{mp} unutar ± 5 % kada je omjer razrjeđivanja manji od 15. Izračunava se preko korijena srednje vrijednosti kvadrata pogreške svakog instrumenta.

Prihvatljive točnosti q_{mp} mogu se dobiti bilo kojom od sljedećih metoda:

- (a) apsolutne točnosti q_{mdew} i q_{mdw} su $\pm 0,2$ % što jamči točnost q_{mp} od ≤ 5 % pri omjeru razrjeđivanja 15. Međutim, do većih će pogrešaka doći pri većim omjerima razrjeđivanja;

- (b) umjeravanje q_{mdw} s obzirom na q_{mdew} provodi se tako da se dobiju iste točnosti za q_{mp} kao pod (a). Za detalje pogledati stavak 9.4.6.2.
- (c) točnost q_{mp} utvrđuje se posredno iz točnosti omjera razrjeđivanja plinom obilježivačem, npr. CO_2 . Potrebne su točnosti istovjetne metodi pod (a) za q_{mp} .
- (d) apsolutna točnost q_{mdew} i q_{mdw} je unutar $\pm 2\%$ cjelokupnog mjernog raspona, najveća pogreška razlike između q_{mdew} i q_{mdw} je unutar $0,2\%$, a pogreška linearosti je unutar $\pm 0,2\%$ od najvećeg q_{mdew} uočenog tijekom ispitivanja.

9.4.6.3. Umjeravanje mjerenja diferencijalnog protoka

Mjerač protoka ili instrumenti za mjerenje protoka umjeravaju se na jedan od sljedećih načina, tako da protok sonde q_{mp} u tunel zadovoljava zahtjeve točnosti iz stavka 9.4.6.2.:

- (a) Mjerač protoka za q_{mdw} spaja se u nizu na mjerilo protoka za q_{mdew} , razlika između dva mjerača protoka umjerava se za barem 5 potrebnih vrijednosti uz vrijednosti protoka jednako udaljene između najniže q_{mdw} vrijednosti koja se koristi tijekom ispitivanja i vrijednosti q_{mdew} koja se koristi tijekom ispitivanja. Tunel za razrjeđivanje može se zaobići.
- (b) Umjereni uređaj protoka spaja se u nizu na mjerilo protoka za q_{mdew} i točnost se provjerava za vrijednost korištenu tijekom ispitivanja. Tada se umjereni uređaj protoka spaja u nizu na mjerilo protoka za q_{mdw} , a točnost se provjerava za najmanje 5 postavnih vrijednosti koje odgovaraju omjeru razrjeđivanja između 3 i 50, u odnosu na q_{mdew} korišten tijekom ispitivanja.
- (c) Prijenosna cijev TT odvaja se od ispuha, a umjereni se uređaj za mjerenje protoka s odgovarajućim rasponom za mjerenje q_{mp} spaja na prienosnu cijev. q_{mdew} se postavlja na vrijednost upotrebljavanu tijekom ispitivanja, a q_{mdw} se uzastopno postavlja na najmanje 5 vrijednosti koje odgovaraju omjerima razrjeđivanja između 3 i 50. Alternativno se može osigurati poseban put protoka umjeravanja, u kojem se tunel zaobilazi, ali ukupni zrak i zrak za razrjeđivanje protječu kroz odgovarajuća mjerila kao pri stvarnom ispitivanju.
- (d) U prienosnu cijev ispušnih plinova TT dobavlja se obilježavajući plin. Taj obilježavajući plin može biti i sastavni dio ispušnog plina, poput CO_2 ili NO_x . Nakon razrjeđivanja u tunelu, mjeri se sastojak obilježavajućeg plina. To se provodi za 5 omjera razrjeđivanja između 3 i 50. Točnost protoka uzoraka utvrđuje se iz omjera razrjeđivanja r_d :

$$q_{mp} = q_{mdew} - r_d \quad (84)$$

Točnosti analizatora plina uzimaju se u obzir kako bi se osigurala točnost q_{mp} .

9.4.6.4. Provjera protoka ugljika

Provjeru protoka ugljika se preporuča obaviti u stvarnom ispušnom plinu radi otkrivanja problema kontrole i mjerenja te provjere ispravnog funkcioniranja sustava djelomičnog protoka. Provjeru protoka ugljika treba provoditi barem svaki put kada se ugrađuje novi motor, ili dođe do neke značajne promjene u izvedbi ispitne komore.

Motor radi pri vršnom opterećenju i brzini zakretnog momenta ili bilo kojem drugom ustaljenom načinu rada koji proizvodi 5% ili više CO_2 . Sustav uzorkovanja djelomičnog protoka djeluje s faktorom razrjeđivanja od otprilike 15 do 1.

Ako se provodi provjera protoka ugljika, primjenjuje se postupak naveden u Dodatku 5. Brzine protoka ugljika izračunavaju se u skladu s jednadžbama 80 do 82 iz Dodatka 5. Sve brzine protoka ugljika trebaju biti međusobno usklađene do unutar 3% .

9.4.6.5. Provjera prije ispitivanja

Provjera prije ispitivanja obavlja se u roku od 2 sata prije provedbe ispitivanja na sljedeći način.

Točnost mjerila protoka provjerava se istom metodom koja se upotrebljavala za umjeravanje (vidjeti stavak 9.4.6.2.) za najmanje dvije točke, uključujući vrijednosti protoka q_{mdw} koje odgovaraju omjerima razrjeđivanja između 5 i 15 za q_{mdew} vrijednost korištenu tijekom ispitivanja.

Ako se može pokazati podacima postupka umjeravanja iz stavka 9.4.6.2. da je umjeravanje mjerila protoka stabilno tijekom duljeg vremenskog razdoblja, provjera prije ispitivanja može se izostaviti.

9.4.6.6. Utvrđivanje vremena transformacije

Postavne vrijednosti sustava za procjenu vremena transformacije potpuno su iste kao i one tijekom mjerenja ispitivanja. Vrijeme transformacije utvrđuje se sljedećom metodom.

Nezavisno referentno mjerilo protoka s mjernim rasponom primjerenim protoku sonde stavlja se u seriju i vrlo blizu sonde. Vrijeme transformacije ovog mjerila protoka je manje od 100 ms za postupnu veličinu protoka koja se koristi prilikom mjerenja vremena odziva, uz dovoljno malo ograničenje protoka da ne utječe na dinamičnu izvedbu sustava razrjeđivanja djelomičnim protokom, te sukladno dobroj inženjerskoj praksi.

U ulaznoj količini protoka ispušnih plinova (ili protoka zraka ako je protok ispušnih plinova izračunan) sustava razrjeđivanja djelomičnog protoka uvodi se postupna promjena, od niskog protoka do najmanje 90 % cjelokupnog mjernog raspona. Pokretač promjene treba biti isti kao onaj koji se koristi za započinjanje tzv. unaprijed odlučene (*look-ahead*) kontrole kod stvarnog ispitivanja. Povećanje protoka ispušnih plinova i odziv mjerila protoka bilježe se pri brzini uzorkovanja od najmanje 10 Hz.

Iz ovih se podataka utvrđuje vrijeme transformacije za sustav razrjeđivanja djelomičnog protoka, što predstavlja vrijeme od započinjanja postupnog poticaja do točke od 50 % odziva mjerila protoka. Na sličan se način utvrđuje vrijeme transformacije q_{mp} signala sustava razrjeđivanja djelomičnog protoka i $q_{mew,i}$ signala mjerila protoka ispušnih plinova. Ti se signali koriste pri regresijskim provjerama koje se obavljaju nakon svakog ispitivanja (vidjeti stavak 9.4.6.1.)

Izračun se ponavlja za najmanje 5 poticaja porasta i pada, te se izračunava prosječna vrijednost rezultata. Unutarnje vrijeme transformacije (< 100 ms) referentnog mjerača protoka odbija se od te vrijednosti. Radi se o vrijednosti unaprijed odlučene (*look-ahead*) kontrole sustava razrjeđivanja djelomičnim protokom, koja se primjenjuje u skladu sa stavkom 9.4.6.1.

9.5. Umjeravanje CVS sustava

9.5.1. Opći podaci

CVS sustav mora se umjeriti pomoću točnog uređaja za mjerenje protoka i regulatora protoka. Protok kroz sustav mjeri se u različitim položajima regulatora, te se mjere kontrolni parametri sustava i povezuju s protokom.

Smiju se upotrijebiti različiti tipovi uređaja za mjerenje protoka, npr. umjerena Venturijeva cijev, umjereni laminarni mjerac protoka, umjereni turbinski mjerac protoka.

9.5.2. Umjeravanje volumetrijske pumpe (PDP)

Svi parametri koji se odnose na pumpu mjere se istodobno s parametrima koji se odnose na umjerenu Venturijevu cijev koja je serijski spojena s pumpom. Izračunati protok ($u \text{ m}^3/\text{min}$ na ulazu u pumpu, pri apsolutnom tlaku i temperaturi) ispisat će se u ovisnosti o korelacijskoj funkciji čija se vrijednost dobije posebnom kombinacijom parametara pumpe. Zatim se određuje linearna jednadžba veze protoka pumpe i korelacijske funkcije. Ako CVS ima pogon s više različitih brzina vrtnje, umjeravanje će se provesti za svako upotrijebljeno područje.

Za vrijeme umjeravanja temperatura se mora održavati stabilnom.

Curenja u svim spojevima i kanalima između umjerene Venturijeve cijevi i CVS pumpe trebaju se zadržati ispod 0,3 % od najniže točke protoka (najveće ograničenje i najniža PDP točka brzine).

9.5.2.1. Analiza podataka

Protok zraka ($q_{v, CVS}$) izračunava se pri svakom položaju regulatora (najmanje 6 položaja), u normiranim m^3/min , iz podataka uređaja za mjerenje protoka uz pomoć metode propisane od proizvođača. Protok zraka zatim se pretvara u protok pumpe (V_0), u $m^3/okretaju$, pri apsolutnoj temperaturi i tlaku na ulazu u pumpu, na sljedeći način:

$$V_0 = \frac{q_{v, CVS}}{n} \times \frac{T}{273} \times \frac{101,3}{p_p} \quad (85)$$

gdje je:

$q_{v, CVS}$ protok zraka pri normiranim uvjetima (101,3 kPa, 273 K), m^3/s

T temperatura na ulazu u pumpu, K

p_p apsolutni tlak na ulazu u pumpu, kPa

n brzina vrtnje pumpe, okr/s

Kako bi se u obzir uzeo utjecaj promjene tlaka na pumpi i stupanj gubitka pumpe, izračunava se korelacijska funkcija (X_0) između brzine vrtnje pumpe, razlike tlakova na ulazu i izlazu iz pumpe, te apsolutnog tlaka na izlazu iz pumpe, na sljedeći način:

$$X_0 = \frac{1}{n} \times \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}} \quad (86)$$

gdje je:

Δp_p razlika tlaka između ulaza i izlaza iz pumpe, kPa

p_p apsolutni tlak na izlazu iz pumpe, kPa

Za dobivanje kalibracijske jednadžbe upotrijebit će se linearna aproksimacija metodom najmanjih kvadrata, na sljedeći način:

$$V_0 = D_0 - m \times X_0 \quad (87)$$

D_0 i m su konstante odsječka i nagiba, koje opisuju regresijski pravac.

Kod CVS sustava s više brzina vrtnje, kalibracijske krivulje stvorene za različita područja protoka pumpe su približno paralelne, a vrijednosti odsječka (D_0) rastu kako se područje protoka smanjuje.

Vrijednosti izračunate izrazom moraju biti unutar $\pm 0,5$ % od izmjerenih 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 od m . Stoga se provodi umjeravanje pri pokretanju pumpe, nakon većih servisa, te ako provjeravanje cijelog sustava pokaže promjenu stupnja gubitka pumpe.

9.5.3. Umjeravanje Venturijeve cijevi s kritičnim protokom (CFV)

Umjeravanje CFV-a temelji se na jednadžbi kritičnog protoka kroz Venturijevu cijev. Protok plina funkcija je tlaka i temperature na ulazu u Venturijevu cijev.

Kako bi se odredilo područje kritičnog protoka, K_v se ispisuje kao funkcija tlaka na ulazu u Venturijevu cijev. Pri kritičnom (zagušenom) protoku, K_v ima relativno konstantnu vrijednost. Kako tlak pada (vakuum raste), strujanje u Venturijevoj cijevi postaje nezagušeno, pa se K_v smanjuje, što pokazuje da CVF radi izvan dopuštenog područja rada.

9.5.3.1. Analiza podataka

Protok zraka (q_{vCVS}) izračunava se pri svakom položaju regulatora (najmanje 8 položaja), u normiranim m^3/min , iz podataka uređaja za mjerenje protoka uz pomoć metode propisane od proizvođača. Koeficijent umjeravanja izračunava se iz podataka o umjeravanju za svako podešenje kako slijedi:

$$K_v = \frac{q_{vCVS} \times \sqrt{T}}{P_p} \quad (88)$$

gdje je:

q_{vCVS} protok zraka pri normiranim uvjetima (101,3 kPa, 273 K), m^3/s

T temperatura na ulazu u Venturijevu cijev, K

p_p apsolutni tlak na ulazu u Venturijevu cijev, kPa

Srednja vrijednost K_v i standardna devijacija se izračunavaju. Standardna devijacija neće biti veća od $\pm 0,3\%$ od srednjeg K_v .

9.5.4. Umjeravanje podzvučne Venturijeve cijevi (SSV)

Umjeravanje SSV-a temelji se na jednadžbi protoka kroz podzvučnu Venturijevu cijev. Protok plina funkcija je ulaznog tlaka i temperature, pada tlaka između SSV ulaza i otvora, kao što je prikazano u jednadžbi 43 (vidjeti stavak 8.5.1.4.).

9.5.4.1. Analiza podataka

Protok zraka (Q_{SSV}) izračunava se pri svakom položaju regulatora (najmanje 16 položaja), u normiranim m^3/min , iz podataka uređaja za mjerenje protoka uz pomoć metode propisane od proizvođača. Koeficijent otpuštanja izračunava se iz podataka o umjeravanju za svako podešenje kako slijedi:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{d_v^2 \times p_p \times \sqrt{\left[\frac{1}{T} \times (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \times \left(\frac{1}{1 - r_D^4 \times r_p^{1,4286}} \right) \right]}} \quad (89)$$

gdje je:

Q_{SSV} protok zraka pri normiranim uvjetima (101,3 kPa, 273 K), m^3/s

T temperatura na ulazu u Venturijevu cijev, K

d_v promjer SSV otvora, m

r_p omjer SSV otvora i apsolutnog statičnog tlaka na ulazu $= 1 - \Delta p_{pp}$

r_D omjer promjera SSV otvora, d_v , i unutarnjeg promjera usisne cijevi, D

Kako bi se odredilo područje podzvučnog protoka, C_d se ispisuje kao funkcija Reynoldsove značajke Re na SSV otvoru. Re na SSV otvoru izračunava se sljedećom jednadžbom:

$$Re = A_1 \times \frac{Q_{SSV}}{d_v \times \mu} \quad (90)$$

s

$$\mu = \frac{b \times T^{1,5}}{S + T} \quad (91)$$

gdje je:

$$A_1: \quad \text{je } 25,55152 \text{ u SI jedinicama } \left(\frac{1}{m^3} \right) \left(\frac{\text{min}}{s} \right) \left(\frac{mm}{m} \right)$$

Q_{SSV} protok zraka pri normiranim uvjetima (101,3 kPa, 273 K), m^3/s

d_v promjer SSV otvora, m

μ apsolutni ili dinamički viskozitet plina, kg/ms

b je $1,458 \times 10^6$ (empirička konstanta), kg/ms $K^{0,5}$

S je 110,4 (empirička konstanta), K

Budući da je Q_{SSV} ulaz u Re jednadžbu, izračuni moraju započeti s početnim pogađanjem za Q_{SSV} ili C_d umjerene Venturijeve cijevi i ponavljati se dok se Q_{SSV} ne uskladi. Metoda usklađenosti treba biti točna do 0,1 % točke ili još bolje.

Za najmanje šesnaest točaka u regiji podzvučnog protoka, izračunate vrijednosti C_d za dobivenu jednadžbu primjerenu krivulji umjeravanja trebaju biti unutar $\pm 0,5$ % od izmjerenog C_d za svaku točku umjeravanja.

9.5.5. Provjera cijelog sustava

Ukupna točnost sustava uzorkovanja CVS i analitičkog sustava određuje se uvođenjem poznate mase plinovitog štetnog sastojka u sustav dok on radi uobičajenim načinom. Onečišćujuća tvar se analizira, a masa se računa u skladu sa stavkom 8.5.2.4., osim u slučaju propana kada se za HC koristi u faktor 0,000472 umjesto 0,000480. Bilo koja od sljedeća dva postupka mogu se primijeniti.

9.5.5.1. Mjerenje pomoću otvora s kritičnim protokom

Poznata količina čistog plina (ugljičkov monoksid ili propan) ubacit će se u CVS sustav kroz umjereni otvor s kritičnim protokom. Ako je tlak na ulazu dovoljno velik, protok, koji se podešava pomoću otvora s kritičnim strujanjem, je neovisan o tlaku na izlazu iz otvora (kritičnom protoku). CVS sustav mora raditi kao pri uobičajenom ispitivanju emisije ispuha u trajanju od 5 do 10 minuta. Uzorak plina se analizira uz pomoć uobičajene opreme (vreća za uzorkovanje ili metoda integracije), te se masa plina izračuna.

Tako određena masa mora biti unutar ± 3 % od poznate mase ubrizganog plina.

9.5.5.2. Mjerenje pomoću gravimetrijske tehnike

Masa malog cilindra ispunjenog ugljikovim monoksidom ili propanom određuje se preciznošću od $\pm 0,01$ g. Neka CVS sustav radi kao pri uobičajenom ispitivanju emisije ispuha u približnom trajanju od 5 do 10 minuta, dok se istodobno ugljikov monoksid ili propan ubrizgavaju u sustav. Količina čistog plina koji je ispušten određuje se diferencijalnim mjerenjem težine. Uzorak plina analizira se uz pomoć uobičajene opreme (vreća za uzorkovanje ili metoda integracije), te se masa plina izračuna.

Tako određena masa mora biti unutar ± 3 % od poznate mase ubrizganog plina.

DODATAK I.

WHTC RASPORED DINAMOMETRA MOTORA

| Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment |
|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|
| s | posto | posto | s | posto | posto | s | posto | posto |
| 1. | 0,0 | 0,0 | 50 | 0,0 | 13,1 | 99 | 35,6 | 25,2 |
| 2. | 0,0 | 0,0 | 51 | 13,1 | 30,1 | 100 | 36,1 | 24,8 |
| 3. | 0,0 | 0,0 | 52 | 26,3 | 25,5 | 101 | 36,3 | 24,0 |
| 4. | 0,0 | 0,0 | 53 | 35,0 | 32,2 | 102 | 36,2 | 23,6 |
| 5. | 0,0 | 0,0 | 54 | 41,7 | 14,3 | 103 | 36,2 | 23,5 |
| 6. | 0,0 | 0,0 | 55 | 42,2 | 0,0 | 104 | 36,8 | 22,7 |
| 7. | 1,5 | 8,9 | 56 | 42,8 | 11,6 | 105 | 37,2 | 20,9 |
| 8. | 15,8 | 30,9 | 57 | 51,0 | 20,9 | 106 | 37,0 | 19,2 |
| 9. | 27,4 | 1,3 | 58 | 60,0 | 9,6 | 107 | 36,3 | 18,4 |
| 10. | 32,6 | 0,7 | 59 | 49,4 | 0,0 | 108 | 35,4 | 17,6 |
| 11. | 34,8 | 1,2 | 60 | 38,9 | 16,6 | 109 | 35,2 | 14,9 |
| 12. | 36,2 | 7,4 | 61 | 43,4 | 30,8 | 110 | 35,4 | 9,9 |
| 13. | 37,1 | 6,2 | 62 | 49,4 | 14,2 | 111 | 35,5 | 4,3 |
| 14. | 37,9 | 10,2 | 63 | 40,5 | 0,0 | 112 | 35,2 | 6,6 |
| 15. | 39,6 | 12,3 | 64 | 31,5 | 43,5 | 113 | 34,9 | 10,0 |
| 16. | 42,3 | 12,5 | 65 | 36,6 | 78,2 | 114 | 34,7 | 25,1 |
| 17. | 45,3 | 12,6 | 66 | 40,8 | 67,6 | 115 | 34,4 | 29,3 |
| 18. | 48,6 | 6,0 | 67 | 44,7 | 59,1 | 116 | 34,5 | 20,7 |
| 19. | 40,8 | 0,0 | 68 | 48,3 | 52,0 | 117 | 35,2 | 16,6 |
| 20. | 33,0 | 16,3 | 69 | 51,9 | 63,8 | 118 | 35,8 | 16,2 |
| 21. | 42,5 | 27,4 | 70 | 54,7 | 27,9 | 119 | 35,6 | 20,3 |
| 22. | 49,3 | 26,7 | 71 | 55,3 | 18,3 | 120 | 35,3 | 22,5 |
| 23. | 54,0 | 18,0 | 72 | 55,1 | 16,3 | 121 | 35,3 | 23,4 |
| 24. | 57,1 | 12,9 | 73 | 54,8 | 11,1 | 122 | 34,7 | 11,9 |
| 25. | 58,9 | 8,6 | 74 | 54,7 | 11,5 | 123 | 45,5 | 0,0 |
| 26. | 59,3 | 6,0 | 75 | 54,8 | 17,5 | 124 | 56,3 | m |
| 27. | 59,0 | 4,9 | 76 | 55,6 | 18,0 | 125 | 46,2 | m |
| 28. | 57,9 | m | 77 | 57,0 | 14,1 | 126 | 50,1 | 0,0 |
| 29. | 55,7 | m | 78 | 58,1 | 7,0 | 127 | 54,0 | m |
| 30. | 52,1 | m | 79 | 43,3 | 0,0 | 128 | 40,5 | m |
| 31. | 46,4 | m | 80 | 28,5 | 25,0 | 129 | 27,0 | m |
| 32. | 38,6 | m | 81 | 30,4 | 47,8 | 130 | 13,5 | m |
| 33. | 29,0 | m | 82 | 32,1 | 39,2 | 131 | 0,0 | 0,0 |
| 34. | 20,8 | m | 83 | 32,7 | 39,3 | 132 | 0,0 | 0,0 |
| 35. | 16,9 | m | 84 | 32,4 | 17,3 | 133 | 0,0 | 0,0 |
| 36. | 16,9 | 42,5 | 85 | 31,6 | 11,4 | 134 | 0,0 | 0,0 |
| 37. | 18,8 | 38,4 | 86 | 31,1 | 10,2 | 135 | 0,0 | 0,0 |
| 38. | 20,7 | 32,9 | 87 | 31,1 | 19,5 | 136 | 0,0 | 0,0 |
| 39. | 21,0 | 0,0 | 88 | 31,4 | 22,5 | 137 | 0,0 | 0,0 |
| 40. | 19,1 | 0,0 | 89 | 31,6 | 22,9 | 138 | 0,0 | 0,0 |
| 41. | 13,7 | 0,0 | 90 | 31,6 | 24,3 | 139 | 0,0 | 0,0 |
| 42. | 2,2 | 0,0 | 91 | 31,9 | 26,9 | 140 | 0,0 | 0,0 |
| 43. | 0,0 | 0,0 | 92 | 32,4 | 30,6 | 141 | 0,0 | 0,0 |
| 44. | 0,0 | 0,0 | 93 | 32,8 | 32,7 | 142 | 0,0 | 4,9 |
| 45. | 0,0 | 0,0 | 94 | 33,7 | 32,5 | 143 | 0,0 | 7,3 |
| 46. | 0,0 | 0,0 | 95 | 34,4 | 29,5 | 144 | 4,4 | 28,7 |
| 47. | 0,0 | 0,0 | 96 | 34,3 | 26,5 | 145 | 11,1 | 26,4 |
| 48. | 0,0 | 0,0 | 97 | 34,4 | 24,7 | 146 | 15,0 | 9,4 |
| 49. | 0,0 | 0,0 | 98 | 35,0 | 24,9 | 147 | 15,9 | 0,0 |

| Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment |
|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|
| s | posto | posto | s | posto | posto | s | posto | posto |
| 148 | 15,3 | 0,0 | 201 | 0,0 | 0,0 | 254 | 9,4 | 13,6 |
| 149 | 14,2 | 0,0 | 202 | 0,0 | 0,0 | 255 | 22,2 | 16,9 |
| 150 | 13,2 | 0,0 | 203 | 0,0 | 0,0 | 256 | 33,0 | 53,5 |
| 151 | 11,6 | 0,0 | 204 | 0,0 | 0,0 | 257 | 43,7 | 22,1 |
| 152 | 8,4 | 0,0 | 205 | 0,0 | 0,0 | 258 | 39,8 | 0,0 |
| 153 | 5,4 | 0,0 | 206 | 0,0 | 0,0 | 259 | 36,0 | 45,7 |
| 154 | 4,3 | 5,6 | 207 | 0,0 | 0,0 | 260 | 47,6 | 75,9 |
| 155 | 5,8 | 24,4 | 208 | 0,0 | 0,0 | 261 | 61,2 | 70,4 |
| 156 | 9,7 | 20,7 | 209 | 0,0 | 0,0 | 262 | 72,3 | 70,4 |
| 157 | 13,6 | 21,1 | 210 | 0,0 | 0,0 | 263 | 76,0 | m |
| 158 | 15,6 | 21,5 | 211 | 0,0 | 0,0 | 264 | 74,3 | m |
| 159 | 16,5 | 21,9 | 212 | 0,0 | 0,0 | 265 | 68,5 | m |
| 160 | 18,0 | 22,3 | 213 | 0,0 | 0,0 | 266 | 61,0 | m |
| 161 | 21,1 | 46,9 | 214 | 0,0 | 0,0 | 267 | 56,0 | m |
| 162 | 25,2 | 33,6 | 215 | 0,0 | 0,0 | 268 | 54,0 | m |
| 163 | 28,1 | 16,6 | 216 | 0,0 | 0,0 | 269 | 53,0 | m |
| 164 | 28,8 | 7,0 | 217 | 0,0 | 0,0 | 270 | 50,8 | m |
| 165 | 27,5 | 5,0 | 218 | 0,0 | 0,0 | 271 | 46,8 | m |
| 166 | 23,1 | 3,0 | 219 | 0,0 | 0,0 | 272 | 41,7 | m |
| 167 | 16,9 | 1,9 | 220 | 0,0 | 0,0 | 273 | 35,9 | m |
| 168 | 12,2 | 2,6 | 221 | 0,0 | 0,0 | 274 | 29,2 | m |
| 169 | 9,9 | 3,2 | 222 | 0,0 | 0,0 | 275 | 20,7 | m |
| 170 | 9,1 | 4,0 | 223 | 0,0 | 0,0 | 276 | 10,1 | m |
| 171 | 8,8 | 3,8 | 224 | 0,0 | 0,0 | 277 | 0,0 | m |
| 172 | 8,5 | 12,2 | 225 | 0,0 | 0,0 | 278 | 0,0 | 0,0 |
| 173 | 8,2 | 29,4 | 226 | 0,0 | 0,0 | 279 | 0,0 | 0,0 |
| 174 | 9,6 | 20,1 | 227 | 0,0 | 0,0 | 280 | 0,0 | 0,0 |
| 175 | 14,7 | 16,3 | 228 | 0,0 | 0,0 | 281 | 0,0 | 0,0 |
| 176 | 24,5 | 8,7 | 229 | 0,0 | 0,0 | 282 | 0,0 | 0,0 |
| 177 | 39,4 | 3,3 | 230 | 0,0 | 0,0 | 283 | 0,0 | 0,0 |
| 178 | 39,0 | 2,9 | 231 | 0,0 | 0,0 | 284 | 0,0 | 0,0 |
| 179 | 38,5 | 5,9 | 232 | 0,0 | 0,0 | 285 | 0,0 | 0,0 |
| 180 | 42,4 | 8,0 | 233 | 0,0 | 0,0 | 286 | 0,0 | 0,0 |
| 181 | 38,2 | 6,0 | 234 | 0,0 | 0,0 | 287 | 0,0 | 0,0 |
| 182 | 41,4 | 3,8 | 235 | 0,0 | 0,0 | 288 | 0,0 | 0,0 |
| 183 | 44,6 | 5,4 | 236 | 0,0 | 0,0 | 289 | 0,0 | 0,0 |
| 184 | 38,8 | 8,2 | 237 | 0,0 | 0,0 | 290 | 0,0 | 0,0 |
| 185 | 37,5 | 8,9 | 238 | 0,0 | 0,0 | 291 | 0,0 | 0,0 |
| 186 | 35,4 | 7,3 | 239 | 0,0 | 0,0 | 292 | 0,0 | 0,0 |
| 187 | 28,4 | 7,0 | 240 | 0,0 | 0,0 | 293 | 0,0 | 0,0 |
| 188 | 14,8 | 7,0 | 241 | 0,0 | 0,0 | 294 | 0,0 | 0,0 |
| 189 | 0,0 | 5,9 | 242 | 0,0 | 0,0 | 295 | 0,0 | 0,0 |
| 190 | 0,0 | 0,0 | 243 | 0,0 | 0,0 | 296 | 0,0 | 0,0 |
| 191 | 0,0 | 0,0 | 244 | 0,0 | 0,0 | 297 | 0,0 | 0,0 |
| 192 | 0,0 | 0,0 | 245 | 0,0 | 0,0 | 298 | 0,0 | 0,0 |
| 193 | 0,0 | 0,0 | 246 | 0,0 | 0,0 | 299 | 0,0 | 0,0 |
| 194 | 0,0 | 0,0 | 247 | 0,0 | 0,0 | 300 | 0,0 | 0,0 |
| 195 | 0,0 | 0,0 | 248 | 0,0 | 0,0 | 301 | 0,0 | 0,0 |
| 196 | 0,0 | 0,0 | 249 | 0,0 | 0,0 | 302 | 0,0 | 0,0 |
| 197 | 0,0 | 0,0 | 250 | 0,0 | 0,0 | 303 | 0,0 | 0,0 |
| 198 | 0,0 | 0,0 | 251 | 0,0 | 0,0 | 304 | 0,0 | 0,0 |
| 199 | 0,0 | 0,0 | 252 | 0,0 | 0,0 | 305 | 0,0 | 0,0 |
| 200 | 0,0 | 0,0 | 253 | 0,0 | 31,6 | 306 | 0,0 | 0,0 |

| Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment |
|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|
| s | posto | posto | s | posto | posto | s | posto | posto |
| 307 | 0,0 | 0,0 | 360 | 38,8 | 0,0 | 413 | 53,1 | m |
| 308 | 0,0 | 0,0 | 361 | 30,0 | 37,0 | 414 | 51,8 | m |
| 309 | 0,0 | 0,0 | 362 | 37,0 | 63,6 | 415 | 50,3 | m |
| 310 | 0,0 | 0,0 | 363 | 45,5 | 90,8 | 416 | 48,4 | m |
| 311 | 0,0 | 0,0 | 364 | 54,5 | 40,9 | 417 | 45,9 | m |
| 312 | 0,0 | 0,0 | 365 | 45,9 | 0,0 | 418 | 43,1 | m |
| 313 | 0,0 | 0,0 | 366 | 37,2 | 47,5 | 419 | 40,1 | m |
| 314 | 0,0 | 0,0 | 367 | 44,5 | 84,4 | 420 | 37,4 | m |
| 315 | 0,0 | 0,0 | 368 | 51,7 | 32,4 | 421 | 35,1 | m |
| 316 | 0,0 | 0,0 | 369 | 58,1 | 15,2 | 422 | 32,8 | m |
| 317 | 0,0 | 0,0 | 370 | 45,9 | 0,0 | 423 | 45,3 | 0,0 |
| 318 | 0,0 | 0,0 | 371 | 33,6 | 35,8 | 424 | 57,8 | m |
| 319 | 0,0 | 0,0 | 372 | 36,9 | 67,0 | 425 | 50,6 | m |
| 320 | 0,0 | 0,0 | 373 | 40,2 | 84,7 | 426 | 41,6 | m |
| 321 | 0,0 | 0,0 | 374 | 43,4 | 84,3 | 427 | 47,9 | 0,0 |
| 322 | 0,0 | 0,0 | 375 | 45,7 | 84,3 | 428 | 54,2 | m |
| 323 | 0,0 | 0,0 | 376 | 46,5 | m | 429 | 48,1 | m |
| 324 | 4,5 | 41,0 | 377 | 46,1 | m | 430 | 47,0 | 31,3 |
| 325 | 17,2 | 38,9 | 378 | 43,9 | m | 431 | 49,0 | 38,3 |
| 326 | 30,1 | 36,8 | 379 | 39,3 | m | 432 | 52,0 | 40,1 |
| 327 | 41,0 | 34,7 | 380 | 47,0 | m | 433 | 53,3 | 14,5 |
| 328 | 50,0 | 32,6 | 381 | 54,6 | m | 434 | 52,6 | 0,8 |
| 329 | 51,4 | 0,1 | 382 | 62,0 | m | 435 | 49,8 | m |
| 330 | 47,8 | m | 383 | 52,0 | m | 436 | 51,0 | 18,6 |
| 331 | 40,2 | m | 384 | 43,0 | m | 437 | 56,9 | 38,9 |
| 332 | 32,0 | m | 385 | 33,9 | m | 438 | 67,2 | 45,0 |
| 333 | 24,4 | m | 386 | 28,4 | m | 439 | 78,6 | 21,5 |
| 334 | 16,8 | m | 387 | 25,5 | m | 440 | 65,5 | 0,0 |
| 335 | 8,1 | m | 388 | 24,6 | 11,0 | 441 | 52,4 | 31,3 |
| 336 | 0,0 | m | 389 | 25,2 | 14,7 | 442 | 56,4 | 60,1 |
| 337 | 0,0 | 0,0 | 390 | 28,6 | 28,4 | 443 | 59,7 | 29,2 |
| 338 | 0,0 | 0,0 | 391 | 35,5 | 65,0 | 444 | 45,1 | 0,0 |
| 339 | 0,0 | 0,0 | 392 | 43,8 | 75,3 | 445 | 30,6 | 4,2 |
| 340 | 0,0 | 0,0 | 393 | 51,2 | 34,2 | 446 | 30,9 | 8,4 |
| 341 | 0,0 | 0,0 | 394 | 40,7 | 0,0 | 447 | 30,5 | 4,3 |
| 342 | 0,0 | 0,0 | 395 | 30,3 | 45,4 | 448 | 44,6 | 0,0 |
| 343 | 0,0 | 0,0 | 396 | 34,2 | 83,1 | 449 | 58,8 | m |
| 344 | 0,0 | 0,0 | 397 | 37,6 | 85,3 | 450 | 55,1 | m |
| 345 | 0,0 | 0,0 | 398 | 40,8 | 87,5 | 451 | 50,6 | m |
| 346 | 0,0 | 0,0 | 399 | 44,8 | 89,7 | 452 | 45,3 | m |
| 347 | 0,0 | 0,0 | 400 | 50,6 | 91,9 | 453 | 39,3 | m |
| 348 | 0,0 | 0,0 | 401 | 57,6 | 94,1 | 454 | 49,1 | 0,0 |
| 349 | 0,0 | 0,0 | 402 | 64,6 | 44,6 | 455 | 58,8 | m |
| 350 | 0,0 | 0,0 | 403 | 51,6 | 0,0 | 456 | 50,7 | m |
| 351 | 0,0 | 0,0 | 404 | 38,7 | 37,4 | 457 | 42,4 | m |
| 352 | 0,0 | 0,0 | 405 | 42,4 | 70,3 | 458 | 44,1 | 0,0 |
| 353 | 0,0 | 0,0 | 406 | 46,5 | 89,1 | 459 | 45,7 | m |
| 354 | 0,0 | 0,5 | 407 | 50,6 | 93,9 | 460 | 32,5 | m |
| 355 | 0,0 | 4,9 | 408 | 53,8 | 33,0 | 461 | 20,7 | m |
| 356 | 9,2 | 61,3 | 409 | 55,5 | 20,3 | 462 | 10,0 | m |
| 357 | 22,4 | 40,4 | 410 | 55,8 | 5,2 | 463 | 0,0 | 0,0 |
| 358 | 36,5 | 50,1 | 411 | 55,4 | m | 464 | 0,0 | 1,5 |
| 359 | 47,7 | 21,0 | 412 | 54,4 | m | 465 | 0,9 | 41,1 |

| Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment |
|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|
| s | posto | posto | s | posto | posto | s | posto | posto |
| 466 | 7,0 | 46,3 | 519 | 30,4 | 25,1 | 572 | 40,7 | 39,7 |
| 467 | 12,8 | 48,5 | 520 | 32,6 | 60,5 | 573 | 43,8 | 37,1 |
| 468 | 17,0 | 50,7 | 521 | 35,4 | 72,7 | 574 | 48,1 | 39,1 |
| 469 | 20,9 | 52,9 | 522 | 38,4 | 88,2 | 575 | 52,0 | 22,0 |
| 470 | 26,7 | 55,0 | 523 | 41,0 | 65,1 | 576 | 54,7 | 13,2 |
| 471 | 35,5 | 57,2 | 524 | 42,9 | 25,6 | 577 | 56,4 | 13,2 |
| 472 | 46,9 | 23,8 | 525 | 44,2 | 15,8 | 578 | 57,5 | 6,6 |
| 473 | 44,5 | 0,0 | 526 | 44,9 | 2,9 | 579 | 42,6 | 0,0 |
| 474 | 42,1 | 45,7 | 527 | 45,1 | m | 580 | 27,7 | 10,9 |
| 475 | 55,6 | 77,4 | 528 | 44,8 | m | 581 | 28,5 | 21,3 |
| 476 | 68,8 | 100,0 | 529 | 43,9 | m | 582 | 29,2 | 23,9 |
| 477 | 81,7 | 47,9 | 530 | 42,4 | m | 583 | 29,5 | 15,2 |
| 478 | 71,2 | 0,0 | 531 | 40,2 | m | 584 | 29,7 | 8,8 |
| 479 | 60,7 | 38,3 | 532 | 37,1 | m | 585 | 30,4 | 20,8 |
| 480 | 68,8 | 72,7 | 533 | 47,0 | 0,0 | 586 | 31,9 | 22,9 |
| 481 | 75,0 | m | 534 | 57,0 | m | 587 | 34,3 | 61,4 |
| 482 | 61,3 | m | 535 | 45,1 | m | 588 | 37,2 | 76,6 |
| 483 | 53,5 | m | 536 | 32,6 | m | 589 | 40,1 | 27,5 |
| 484 | 45,9 | 58,0 | 537 | 46,8 | 0,0 | 590 | 42,3 | 25,4 |
| 485 | 48,1 | 80,0 | 538 | 61,5 | m | 591 | 43,5 | 32,0 |
| 486 | 49,4 | 97,9 | 539 | 56,7 | m | 592 | 43,8 | 6,0 |
| 487 | 49,7 | m | 540 | 46,9 | m | 593 | 43,5 | m |
| 488 | 48,7 | m | 541 | 37,5 | m | 594 | 42,8 | m |
| 489 | 45,5 | m | 542 | 30,3 | m | 595 | 41,7 | m |
| 490 | 40,4 | m | 543 | 27,3 | 32,3 | 596 | 40,4 | m |
| 491 | 49,7 | 0,0 | 544 | 30,8 | 60,3 | 597 | 39,3 | m |
| 492 | 59,0 | m | 545 | 41,2 | 62,3 | 598 | 38,9 | 12,9 |
| 493 | 48,9 | m | 546 | 36,0 | 0,0 | 599 | 39,0 | 18,4 |
| 494 | 40,0 | m | 547 | 30,8 | 32,3 | 600 | 39,7 | 39,2 |
| 495 | 33,5 | m | 548 | 33,9 | 60,3 | 601 | 41,4 | 60,0 |
| 496 | 30,0 | m | 549 | 34,6 | 38,4 | 602 | 43,7 | 54,5 |
| 497 | 29,1 | 12,0 | 550 | 37,0 | 16,6 | 603 | 46,2 | 64,2 |
| 498 | 29,3 | 40,4 | 551 | 42,7 | 62,3 | 604 | 48,8 | 73,3 |
| 499 | 30,4 | 29,3 | 552 | 50,4 | 28,1 | 605 | 51,0 | 82,3 |
| 500 | 32,2 | 15,4 | 553 | 40,1 | 0,0 | 606 | 52,1 | 0,0 |
| 501 | 33,9 | 15,8 | 554 | 29,9 | 8,0 | 607 | 52,0 | m |
| 502 | 35,3 | 14,9 | 555 | 32,5 | 15,0 | 608 | 50,9 | m |
| 503 | 36,4 | 15,1 | 556 | 34,6 | 63,1 | 609 | 49,4 | m |
| 504 | 38,0 | 15,3 | 557 | 36,7 | 58,0 | 610 | 47,8 | m |
| 505 | 40,3 | 50,9 | 558 | 39,4 | 52,9 | 611 | 46,6 | m |
| 506 | 43,0 | 39,7 | 559 | 42,8 | 47,8 | 612 | 47,3 | 35,3 |
| 507 | 45,5 | 20,6 | 560 | 46,8 | 42,7 | 613 | 49,2 | 74,1 |
| 508 | 47,3 | 20,6 | 561 | 50,7 | 27,5 | 614 | 51,1 | 95,2 |
| 509 | 48,8 | 22,1 | 562 | 53,4 | 20,7 | 615 | 51,7 | m |
| 510 | 50,1 | 22,1 | 563 | 54,2 | 13,1 | 616 | 50,8 | m |
| 511 | 51,4 | 42,4 | 564 | 54,2 | 0,4 | 617 | 47,3 | m |
| 512 | 52,5 | 31,9 | 565 | 53,4 | 0,0 | 618 | 41,8 | m |
| 513 | 53,7 | 21,6 | 566 | 51,4 | m | 619 | 36,4 | m |
| 514 | 55,1 | 11,6 | 567 | 48,7 | m | 620 | 30,9 | m |
| 515 | 56,8 | 5,7 | 568 | 45,6 | m | 621 | 25,5 | 37,1 |
| 516 | 42,4 | 0,0 | 569 | 42,4 | m | 622 | 33,8 | 38,4 |
| 517 | 27,9 | 8,2 | 570 | 40,4 | m | 623 | 42,1 | m |
| 518 | 29,0 | 15,9 | 571 | 39,8 | 5,8 | 624 | 34,1 | m |

| Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment |
|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|
| s | posto | posto | s | posto | posto | s | posto | posto |
| 625 | 33,0 | 37,1 | 678 | 81,8 | 78,2 | 731 | 0,0 | 0,0 |
| 626 | 36,4 | 38,4 | 679 | 84,1 | 39,0 | 732 | 0,0 | 0,0 |
| 627 | 43,3 | 17,1 | 680 | 69,6 | 0,0 | 733 | 0,0 | 0,0 |
| 628 | 35,7 | 0,0 | 681 | 55,0 | 25,2 | 734 | 0,0 | 0,0 |
| 629 | 28,1 | 11,6 | 682 | 55,8 | 49,9 | 735 | 0,0 | 0,0 |
| 630 | 36,5 | 19,2 | 683 | 56,7 | 46,4 | 736 | 0,0 | 0,0 |
| 631 | 45,2 | 8,3 | 684 | 57,6 | 76,3 | 737 | 0,0 | 0,0 |
| 632 | 36,5 | 0,0 | 685 | 58,4 | 92,7 | 738 | 0,0 | 0,0 |
| 633 | 27,9 | 32,6 | 686 | 59,3 | 99,9 | 739 | 0,0 | 0,0 |
| 634 | 31,5 | 59,6 | 687 | 60,1 | 95,0 | 740 | 0,0 | 0,0 |
| 635 | 34,4 | 65,2 | 688 | 61,0 | 46,7 | 741 | 0,0 | 0,0 |
| 636 | 37,0 | 59,6 | 689 | 46,6 | 0,0 | 742 | 0,0 | 0,0 |
| 637 | 39,0 | 49,0 | 690 | 32,3 | 34,6 | 743 | 0,0 | 0,0 |
| 638 | 40,2 | m | 691 | 32,7 | 68,6 | 744 | 0,0 | 0,0 |
| 639 | 39,8 | m | 692 | 32,6 | 67,0 | 745 | 0,0 | 0,0 |
| 640 | 36,0 | m | 693 | 31,3 | m | 746 | 0,0 | 0,0 |
| 641 | 29,7 | m | 694 | 28,1 | m | 747 | 0,0 | 0,0 |
| 642 | 21,5 | m | 695 | 43,0 | 0,0 | 748 | 0,0 | 0,0 |
| 643 | 14,1 | m | 696 | 58,0 | m | 749 | 0,0 | 0,0 |
| 644 | 0,0 | 0,0 | 697 | 58,9 | m | 750 | 0,0 | 0,0 |
| 645 | 0,0 | 0,0 | 698 | 49,4 | m | 751 | 0,0 | 0,0 |
| 646 | 0,0 | 0,0 | 699 | 41,5 | m | 752 | 0,0 | 0,0 |
| 647 | 0,0 | 0,0 | 700 | 48,4 | 0,0 | 753 | 0,0 | 0,0 |
| 648 | 0,0 | 0,0 | 701 | 55,3 | m | 754 | 0,0 | 0,0 |
| 649 | 0,0 | 0,0 | 702 | 41,8 | m | 755 | 0,0 | 0,0 |
| 650 | 0,0 | 0,0 | 703 | 31,6 | m | 756 | 0,0 | 0,0 |
| 651 | 0,0 | 0,0 | 704 | 24,6 | m | 757 | 0,0 | 0,0 |
| 652 | 0,0 | 0,0 | 705 | 15,2 | m | 758 | 0,0 | 0,0 |
| 653 | 0,0 | 0,0 | 706 | 7,0 | m | 759 | 0,0 | 0,0 |
| 654 | 0,0 | 0,0 | 707 | 0,0 | 0,0 | 760 | 0,0 | 0,0 |
| 655 | 0,0 | 0,0 | 708 | 0,0 | 0,0 | 761 | 0,0 | 0,0 |
| 656 | 0,0 | 3,4 | 709 | 0,0 | 0,0 | 762 | 0,0 | 0,0 |
| 657 | 1,4 | 22,0 | 710 | 0,0 | 0,0 | 763 | 0,0 | 0,0 |
| 658 | 10,1 | 45,3 | 711 | 0,0 | 0,0 | 764 | 0,0 | 0,0 |
| 659 | 21,5 | 10,0 | 712 | 0,0 | 0,0 | 765 | 0,0 | 0,0 |
| 660 | 32,2 | 0,0 | 713 | 0,0 | 0,0 | 766 | 0,0 | 0,0 |
| 661 | 42,3 | 46,0 | 714 | 0,0 | 0,0 | 767 | 0,0 | 0,0 |
| 662 | 57,1 | 74,1 | 715 | 0,0 | 0,0 | 768 | 0,0 | 0,0 |
| 663 | 72,1 | 34,2 | 716 | 0,0 | 0,0 | 769 | 0,0 | 0,0 |
| 664 | 66,9 | 0,0 | 717 | 0,0 | 0,0 | 770 | 0,0 | 0,0 |
| 665 | 60,4 | 41,8 | 718 | 0,0 | 0,0 | 771 | 0,0 | 22,0 |
| 666 | 69,1 | 79,0 | 719 | 0,0 | 0,0 | 772 | 4,5 | 25,8 |
| 667 | 77,1 | 38,3 | 720 | 0,0 | 0,0 | 773 | 15,5 | 42,8 |
| 668 | 63,1 | 0,0 | 721 | 0,0 | 0,0 | 774 | 30,5 | 46,8 |
| 669 | 49,1 | 47,9 | 722 | 0,0 | 0,0 | 775 | 45,5 | 29,3 |
| 670 | 53,4 | 91,3 | 723 | 0,0 | 0,0 | 776 | 49,2 | 13,6 |
| 671 | 57,5 | 85,7 | 724 | 0,0 | 0,0 | 777 | 39,5 | 0,0 |
| 672 | 61,5 | 89,2 | 725 | 0,0 | 0,0 | 778 | 29,7 | 15,1 |
| 673 | 65,5 | 85,9 | 726 | 0,0 | 0,0 | 779 | 34,8 | 26,9 |
| 674 | 69,5 | 89,5 | 727 | 0,0 | 0,0 | 780 | 40,0 | 13,6 |
| 675 | 73,1 | 75,5 | 728 | 0,0 | 0,0 | 781 | 42,2 | m |
| 676 | 76,2 | 73,6 | 729 | 0,0 | 0,0 | 782 | 42,1 | m |
| 677 | 79,1 | 75,6 | 730 | 0,0 | 0,0 | 783 | 40,8 | m |

| Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment |
|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|
| s | posto | posto | s | posto | posto | s | posto | posto |
| 784 | 37,7 | 37,6 | 837 | 44,5 | m | 890 | 26,6 | m |
| 785 | 47,0 | 35,0 | 838 | 40,9 | m | 891 | 20,0 | m |
| 786 | 48,8 | 33,4 | 839 | 38,1 | m | 892 | 13,3 | m |
| 787 | 41,7 | m | 840 | 37,2 | 42,7 | 893 | 6,7 | m |
| 788 | 27,7 | m | 841 | 37,5 | 70,8 | 894 | 0,0 | 0,0 |
| 789 | 17,2 | m | 842 | 39,1 | 48,6 | 895 | 0,0 | 0,0 |
| 790 | 14,0 | 37,6 | 843 | 41,3 | 0,1 | 896 | 0,0 | 0,0 |
| 791 | 18,4 | 25,0 | 844 | 42,3 | m | 897 | 0,0 | 0,0 |
| 792 | 27,6 | 17,7 | 845 | 42,0 | m | 898 | 0,0 | 0,0 |
| 793 | 39,8 | 6,8 | 846 | 40,8 | m | 899 | 0,0 | 0,0 |
| 794 | 34,3 | 0,0 | 847 | 38,6 | m | 900 | 0,0 | 0,0 |
| 795 | 28,7 | 26,5 | 848 | 35,5 | m | 901 | 0,0 | 5,8 |
| 796 | 41,5 | 40,9 | 849 | 32,1 | m | 902 | 2,5 | 27,9 |
| 797 | 53,7 | 17,5 | 850 | 29,6 | m | 903 | 12,4 | 29,0 |
| 798 | 42,4 | 0,0 | 851 | 28,8 | 39,9 | 904 | 19,4 | 30,1 |
| 799 | 31,2 | 27,3 | 852 | 29,2 | 52,9 | 905 | 29,3 | 31,2 |
| 800 | 32,3 | 53,2 | 853 | 30,9 | 76,1 | 906 | 37,1 | 10,4 |
| 801 | 34,5 | 60,6 | 854 | 34,3 | 76,5 | 907 | 40,6 | 4,9 |
| 802 | 37,6 | 68,0 | 855 | 38,3 | 75,5 | 908 | 35,8 | 0,0 |
| 803 | 41,2 | 75,4 | 856 | 42,5 | 74,8 | 909 | 30,9 | 7,6 |
| 804 | 45,8 | 82,8 | 857 | 46,6 | 74,2 | 910 | 35,4 | 13,8 |
| 805 | 52,3 | 38,2 | 858 | 50,7 | 76,2 | 911 | 36,5 | 11,1 |
| 806 | 42,5 | 0,0 | 859 | 54,8 | 75,1 | 912 | 40,8 | 48,5 |
| 807 | 32,6 | 30,5 | 860 | 58,7 | 36,3 | 913 | 49,8 | 3,7 |
| 808 | 35,0 | 57,9 | 861 | 45,2 | 0,0 | 914 | 41,2 | 0,0 |
| 809 | 36,0 | 77,3 | 862 | 31,8 | 37,2 | 915 | 32,7 | 29,7 |
| 810 | 37,1 | 96,8 | 863 | 33,8 | 71,2 | 916 | 39,4 | 52,1 |
| 811 | 39,6 | 80,8 | 864 | 35,5 | 46,4 | 917 | 48,8 | 22,7 |
| 812 | 43,4 | 78,3 | 865 | 36,6 | 33,6 | 918 | 41,6 | 0,0 |
| 813 | 47,2 | 73,4 | 866 | 37,2 | 20,0 | 919 | 34,5 | 46,6 |
| 814 | 49,6 | 66,9 | 867 | 37,2 | m | 920 | 39,7 | 84,4 |
| 815 | 50,2 | 62,0 | 868 | 37,0 | m | 921 | 44,7 | 83,2 |
| 816 | 50,2 | 57,7 | 869 | 36,6 | m | 922 | 49,5 | 78,9 |
| 817 | 50,6 | 62,1 | 870 | 36,0 | m | 923 | 52,3 | 83,8 |
| 818 | 52,3 | 62,9 | 871 | 35,4 | m | 924 | 53,4 | 77,7 |
| 819 | 54,8 | 37,5 | 872 | 34,7 | m | 925 | 52,1 | 69,6 |
| 820 | 57,0 | 18,3 | 873 | 34,1 | m | 926 | 47,9 | 63,6 |
| 821 | 42,3 | 0,0 | 874 | 33,6 | m | 927 | 46,4 | 55,2 |
| 822 | 27,6 | 29,1 | 875 | 33,3 | m | 928 | 46,5 | 53,6 |
| 823 | 28,4 | 57,0 | 876 | 33,1 | m | 929 | 46,4 | 62,3 |
| 824 | 29,1 | 51,8 | 877 | 32,7 | m | 930 | 46,1 | 58,2 |
| 825 | 29,6 | 35,3 | 878 | 31,4 | m | 931 | 46,2 | 61,8 |
| 826 | 29,7 | 33,3 | 879 | 45,0 | 0,0 | 932 | 47,3 | 62,3 |
| 827 | 29,8 | 17,7 | 880 | 58,5 | m | 933 | 49,3 | 57,1 |
| 828 | 29,5 | m | 881 | 53,7 | m | 934 | 52,6 | 58,1 |
| 829 | 28,9 | m | 882 | 47,5 | m | 935 | 56,3 | 56,0 |
| 830 | 43,0 | 0,0 | 883 | 40,6 | m | 936 | 59,9 | 27,2 |
| 831 | 57,1 | m | 884 | 34,1 | m | 937 | 45,8 | 0,0 |
| 832 | 57,7 | m | 885 | 45,3 | 0,0 | 938 | 31,8 | 28,8 |
| 833 | 56,0 | m | 886 | 56,4 | m | 939 | 32,7 | 56,5 |
| 834 | 53,8 | m | 887 | 51,0 | m | 940 | 33,4 | 62,8 |
| 835 | 51,2 | m | 888 | 44,5 | m | 941 | 34,6 | 68,2 |
| 836 | 48,1 | m | 889 | 36,4 | m | 942 | 35,8 | 68,6 |

| Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment |
|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|
| s | posto | posto | s | posto | posto | s | posto | posto |
| 943 | 38,6 | 65,0 | 996 | 53,5 | m | 1049 | 28,2 | 15,7 |
| 944 | 42,3 | 61,9 | 997 | 47,8 | m | 1050 | 29,2 | 30,5 |
| 945 | 44,1 | 65,3 | 998 | 41,9 | m | 1051 | 31,1 | 52,6 |
| 946 | 45,3 | 63,2 | 999 | 35,9 | m | 1052 | 33,4 | 60,7 |
| 947 | 46,5 | 30,6 | 1 000 | 44,3 | 0,0 | 1053 | 35,0 | 61,4 |
| 948 | 46,7 | 11,1 | 1001 | 52,6 | m | 1054 | 35,3 | 18,2 |
| 949 | 45,9 | 16,1 | 1002 | 43,4 | m | 1055 | 35,2 | 14,9 |
| 950 | 45,6 | 21,8 | 1003 | 50,6 | 0,0 | 1056 | 34,9 | 11,7 |
| 951 | 45,9 | 24,2 | 1004 | 57,8 | m | 1057 | 34,5 | 12,9 |
| 952 | 46,5 | 24,7 | 1005 | 51,6 | m | 1058 | 34,1 | 15,5 |
| 953 | 46,7 | 24,7 | 1006 | 44,8 | m | 1059 | 33,5 | m |
| 954 | 46,8 | 28,2 | 1007 | 48,6 | 0,0 | 1060 | 31,8 | m |
| 955 | 47,2 | 31,2 | 1008 | 52,4 | m | 1061 | 30,1 | m |
| 956 | 47,6 | 29,6 | 1009 | 45,4 | m | 1062 | 29,6 | 10,3 |
| 957 | 48,2 | 31,2 | 1010 | 37,2 | m | 1063 | 30,0 | 26,5 |
| 958 | 48,6 | 33,5 | 1011 | 26,3 | m | 1064 | 31,0 | 18,8 |
| 959 | 48,8 | m | 1012 | 17,9 | m | 1065 | 31,5 | 26,5 |
| 960 | 47,6 | m | 1013 | 16,2 | 1,9 | 1066 | 31,7 | m |
| 961 | 46,3 | m | 1014 | 17,8 | 7,5 | 1067 | 31,5 | m |
| 962 | 45,2 | m | 1015 | 25,2 | 18,0 | 1068 | 30,6 | m |
| 963 | 43,5 | m | 1016 | 39,7 | 6,5 | 1069 | 30,0 | m |
| 964 | 41,4 | m | 1017 | 38,6 | 0,0 | 1070 | 30,0 | m |
| 965 | 40,3 | m | 1018 | 37,4 | 5,4 | 1071 | 29,4 | m |
| 966 | 39,4 | m | 1019 | 43,4 | 9,7 | 1072 | 44,3 | 0,0 |
| 967 | 38,0 | m | 1020 | 46,9 | 15,7 | 1073 | 59,2 | m |
| 968 | 36,3 | m | 1021 | 52,5 | 13,1 | 1074 | 58,3 | m |
| 969 | 35,3 | 5,8 | 1022 | 56,2 | 6,3 | 1075 | 57,1 | m |
| 970 | 35,4 | 30,2 | 1023 | 44,0 | 0,0 | 1076 | 55,4 | m |
| 971 | 36,6 | 55,6 | 1024 | 31,8 | 20,9 | 1077 | 53,5 | m |
| 972 | 38,6 | 48,5 | 1025 | 38,7 | 36,3 | 1078 | 51,5 | m |
| 973 | 39,9 | 41,8 | 1026 | 47,7 | 47,5 | 1079 | 49,7 | m |
| 974 | 40,3 | 38,2 | 1027 | 54,5 | 22,0 | 1080 | 47,9 | m |
| 975 | 40,8 | 35,0 | 1028 | 41,3 | 0,0 | 1081 | 46,4 | m |
| 976 | 41,9 | 32,4 | 1029 | 28,1 | 26,8 | 1082 | 45,5 | m |
| 977 | 43,2 | 26,4 | 1030 | 31,6 | 49,2 | 1083 | 45,2 | m |
| 978 | 43,5 | m | 1031 | 34,5 | 39,5 | 1084 | 44,3 | m |
| 979 | 42,9 | m | 1032 | 36,4 | 24,0 | 1085 | 43,6 | m |
| 980 | 41,5 | m | 1033 | 36,7 | m | 1086 | 43,1 | m |
| 981 | 40,9 | m | 1034 | 35,5 | m | 1087 | 42,5 | 25,6 |
| 982 | 40,5 | m | 1035 | 33,8 | m | 1088 | 43,3 | 25,7 |
| 983 | 39,5 | m | 1036 | 33,7 | 19,8 | 1089 | 46,3 | 24,0 |
| 984 | 38,3 | m | 1037 | 35,3 | 35,1 | 1090 | 47,8 | 20,6 |
| 985 | 36,9 | m | 1038 | 38,0 | 33,9 | 1091 | 47,2 | 3,8 |
| 986 | 35,4 | m | 1039 | 40,1 | 34,5 | 1092 | 45,6 | 4,4 |
| 987 | 34,5 | m | 1040 | 42,2 | 40,4 | 1093 | 44,6 | 4,1 |
| 988 | 33,9 | m | 1041 | 45,2 | 44,0 | 1094 | 44,1 | m |
| 989 | 32,6 | m | 1042 | 48,3 | 35,9 | 1095 | 42,9 | m |
| 990 | 30,9 | m | 1043 | 50,1 | 29,6 | 1096 | 40,9 | m |
| 991 | 29,9 | m | 1044 | 52,3 | 38,5 | 1097 | 39,2 | m |
| 992 | 29,2 | m | 1045 | 55,3 | 57,7 | 1098 | 37,0 | m |
| 993 | 44,1 | 0,0 | 1046 | 57,0 | 50,7 | 1099 | 35,1 | 2,0 |
| 994 | 59,1 | m | 1047 | 57,7 | 25,2 | 1 100 | 35,6 | 43,3 |
| 995 | 56,8 | m | 1048 | 42,9 | 0,0 | 1101 | 38,7 | 47,6 |

| Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment |
|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|
| s | posto | posto | s | posto | posto | s | posto | posto |
| 1102 | 41,3 | 40,4 | 1155 | 0,0 | 0,0 | 1208 | 44,9 | 0,0 |
| 1103 | 42,6 | 45,7 | 1156 | 0,0 | 0,0 | 1209 | 34,9 | 47,4 |
| 1104 | 43,9 | 43,3 | 1157 | 0,0 | 0,0 | 1210 | 42,7 | 82,7 |
| 1105 | 46,9 | 41,2 | 1158 | 0,0 | 0,0 | 1211 | 52,0 | 81,2 |
| 1106 | 52,4 | 40,1 | 1159 | 0,0 | 0,0 | 1212 | 61,8 | 82,7 |
| 1107 | 56,3 | 39,3 | 1160 | 0,0 | 0,0 | 1213 | 71,3 | 39,1 |
| 1108 | 57,4 | 25,5 | 1161 | 0,0 | 0,0 | 1214 | 58,1 | 0,0 |
| 1109 | 57,2 | 25,4 | 1162 | 0,0 | 0,0 | 1215 | 44,9 | 42,5 |
| 1110 | 57,0 | 25,4 | 1163 | 0,0 | 0,0 | 1216 | 46,3 | 83,3 |
| 1111 | 56,8 | 25,3 | 1164 | 0,0 | 0,0 | 1217 | 46,8 | 74,1 |
| 1112 | 56,3 | 25,3 | 1165 | 0,0 | 0,0 | 1218 | 48,1 | 75,7 |
| 1113 | 55,6 | 25,2 | 1166 | 0,0 | 0,0 | 1219 | 50,5 | 75,8 |
| 1114 | 56,2 | 25,2 | 1167 | 0,0 | 0,0 | 1220 | 53,6 | 76,7 |
| 1115 | 58,0 | 12,4 | 1168 | 0,0 | 0,0 | 1221 | 56,9 | 77,1 |
| 1116 | 43,4 | 0,0 | 1169 | 0,0 | 0,0 | 1222 | 60,2 | 78,7 |
| 1117 | 28,8 | 26,2 | 1170 | 0,0 | 0,0 | 1223 | 63,7 | 78,0 |
| 1118 | 30,9 | 49,9 | 1171 | 0,0 | 0,0 | 1224 | 67,2 | 79,6 |
| 1119 | 32,3 | 40,5 | 1172 | 0,0 | 0,0 | 1225 | 70,7 | 80,9 |
| 1120 | 32,5 | 12,4 | 1173 | 0,0 | 0,0 | 1226 | 74,1 | 81,1 |
| 1121 | 32,4 | 12,2 | 1174 | 0,0 | 0,0 | 1227 | 77,5 | 83,6 |
| 1122 | 32,1 | 6,4 | 1175 | 0,0 | 0,0 | 1228 | 80,8 | 85,6 |
| 1123 | 31,0 | 12,4 | 1176 | 0,0 | 0,0 | 1229 | 84,1 | 81,6 |
| 1124 | 30,1 | 18,5 | 1177 | 0,0 | 0,0 | 1230 | 87,4 | 88,3 |
| 1125 | 30,4 | 35,6 | 1178 | 0,0 | 0,0 | 1231 | 90,5 | 91,9 |
| 1126 | 31,2 | 30,1 | 1179 | 0,0 | 0,0 | 1232 | 93,5 | 94,1 |
| 1127 | 31,5 | 30,8 | 1180 | 0,0 | 0,0 | 1233 | 96,8 | 96,6 |
| 1128 | 31,5 | 26,9 | 1181 | 0,0 | 0,0 | 1234 | 100,0 | m |
| 1129 | 31,7 | 33,9 | 1182 | 0,0 | 0,0 | 1235 | 96,0 | m |
| 1130 | 32,0 | 29,9 | 1183 | 0,0 | 0,0 | 1236 | 81,9 | m |
| 1131 | 32,1 | m | 1184 | 0,0 | 0,0 | 1237 | 68,1 | m |
| 1132 | 31,4 | m | 1185 | 0,0 | 0,0 | 1238 | 58,1 | 84,7 |
| 1133 | 30,3 | m | 1186 | 0,0 | 0,0 | 1239 | 58,5 | 85,4 |
| 1134 | 29,8 | m | 1187 | 0,0 | 0,0 | 1240 | 59,5 | 85,6 |
| 1135 | 44,3 | 0,0 | 1188 | 0,0 | 0,0 | 1241 | 61,0 | 86,6 |
| 1136 | 58,9 | m | 1189 | 0,0 | 0,0 | 1242 | 62,6 | 86,8 |
| 1137 | 52,1 | m | 1190 | 0,0 | 0,0 | 1243 | 64,1 | 87,6 |
| 1138 | 44,1 | m | 1191 | 0,0 | 0,0 | 1244 | 65,4 | 87,5 |
| 1139 | 51,7 | 0,0 | 1192 | 0,0 | 0,0 | 1245 | 66,7 | 87,8 |
| 1140 | 59,2 | m | 1193 | 0,0 | 0,0 | 1246 | 68,1 | 43,5 |
| 1141 | 47,2 | m | 1194 | 0,0 | 0,0 | 1247 | 55,2 | 0,0 |
| 1142 | 35,1 | 0,0 | 1195 | 0,0 | 0,0 | 1248 | 42,3 | 37,2 |
| 1143 | 23,1 | m | 1196 | 0,0 | 20,4 | 1249 | 43,0 | 73,6 |
| 1144 | 13,1 | m | 1197 | 12,6 | 41,2 | 1250 | 43,5 | 65,1 |
| 1145 | 5,0 | m | 1198 | 27,3 | 20,4 | 1251 | 43,8 | 53,1 |
| 1146 | 0,0 | 0,0 | 1199 | 40,4 | 7,6 | 1252 | 43,9 | 54,6 |
| 1147 | 0,0 | 0,0 | 1200 | 46,1 | m | 1253 | 43,9 | 41,2 |
| 1148 | 0,0 | 0,0 | 1201 | 44,6 | m | 1254 | 43,8 | 34,8 |
| 1149 | 0,0 | 0,0 | 1202 | 42,7 | 14,7 | 1255 | 43,6 | 30,3 |
| 1150 | 0,0 | 0,0 | 1203 | 42,9 | 7,3 | 1256 | 43,3 | 21,9 |
| 1151 | 0,0 | 0,0 | 1204 | 36,1 | 0,0 | 1257 | 42,8 | 19,9 |
| 1152 | 0,0 | 0,0 | 1205 | 29,3 | 15,0 | 1258 | 42,3 | m |
| 1153 | 0,0 | 0,0 | 1206 | 43,8 | 22,6 | 1259 | 41,4 | m |
| 1154 | 0,0 | 0,0 | 1207 | 54,9 | 9,9 | 1260 | 40,2 | m |

| Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment |
|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|
| s | posto | posto | s | posto | posto | s | posto | posto |
| 1261 | 38,7 | m | 1314 | 51,0 | 100,0 | 1367 | 29,9 | m |
| 1262 | 37,1 | m | 1315 | 51,9 | 100,0 | 1368 | 28,7 | m |
| 1263 | 35,6 | m | 1316 | 52,6 | 100,0 | 1369 | 29,0 | 58,6 |
| 1264 | 34,2 | m | 1317 | 52,8 | 32,4 | 1370 | 29,7 | 88,5 |
| 1265 | 32,9 | m | 1318 | 47,7 | 0,0 | 1371 | 31,0 | 86,3 |
| 1266 | 31,8 | m | 1319 | 42,6 | 27,4 | 1372 | 31,8 | 43,4 |
| 1267 | 30,7 | m | 1320 | 42,1 | 53,5 | 1373 | 31,7 | m |
| 1268 | 29,6 | m | 1321 | 41,8 | 44,5 | 1374 | 29,9 | m |
| 1269 | 40,4 | 0,0 | 1322 | 41,4 | 41,1 | 1375 | 40,2 | 0,0 |
| 1270 | 51,2 | m | 1323 | 41,0 | 21,0 | 1376 | 50,4 | m |
| 1271 | 49,6 | m | 1324 | 40,3 | 0,0 | 1377 | 47,9 | m |
| 1272 | 48,0 | m | 1325 | 39,3 | 1,0 | 1378 | 45,0 | m |
| 1273 | 46,4 | m | 1326 | 38,3 | 15,2 | 1379 | 43,0 | m |
| 1274 | 45,0 | m | 1327 | 37,6 | 57,8 | 1380 | 40,6 | m |
| 1275 | 43,6 | m | 1328 | 37,3 | 73,2 | 1381 | 55,5 | 0,0 |
| 1276 | 42,3 | m | 1329 | 37,3 | 59,8 | 1382 | 70,4 | 41,7 |
| 1277 | 41,0 | m | 1330 | 37,4 | 52,2 | 1383 | 73,4 | 83,2 |
| 1278 | 39,6 | m | 1331 | 37,4 | 16,9 | 1384 | 74,0 | 83,7 |
| 1279 | 38,3 | m | 1332 | 37,1 | 34,3 | 1385 | 74,9 | 41,7 |
| 1280 | 37,1 | m | 1333 | 36,7 | 51,9 | 1386 | 60,0 | 0,0 |
| 1281 | 35,9 | m | 1334 | 36,2 | 25,3 | 1387 | 45,1 | 41,6 |
| 1282 | 34,6 | m | 1335 | 35,6 | m | 1388 | 47,7 | 84,2 |
| 1283 | 33,0 | m | 1336 | 34,6 | m | 1389 | 50,4 | 50,2 |
| 1284 | 31,1 | m | 1337 | 33,2 | m | 1390 | 53,0 | 26,1 |
| 1285 | 29,2 | m | 1338 | 31,6 | m | 1391 | 59,5 | 0,0 |
| 1286 | 43,3 | 0,0 | 1339 | 30,1 | m | 1392 | 66,2 | 38,4 |
| 1287 | 57,4 | 32,8 | 1340 | 28,8 | m | 1393 | 66,4 | 76,7 |
| 1288 | 59,9 | 65,4 | 1341 | 28,0 | 29,5 | 1394 | 67,6 | 100,0 |
| 1289 | 61,9 | 76,1 | 1342 | 28,6 | 100,0 | 1395 | 68,4 | 76,6 |
| 1290 | 65,6 | 73,7 | 1343 | 28,8 | 97,3 | 1396 | 68,2 | 47,2 |
| 1291 | 69,9 | 79,3 | 1344 | 28,8 | 73,4 | 1397 | 69,0 | 81,4 |
| 1292 | 74,1 | 81,3 | 1345 | 29,6 | 56,9 | 1398 | 69,7 | 40,6 |
| 1293 | 78,3 | 83,2 | 1346 | 30,3 | 91,7 | 1399 | 54,7 | 0,0 |
| 1294 | 82,6 | 86,0 | 1347 | 31,0 | 90,5 | 1400 | 39,8 | 19,9 |
| 1295 | 87,0 | 89,5 | 1348 | 31,8 | 81,7 | 1401 | 36,3 | 40,0 |
| 1296 | 91,2 | 90,8 | 1349 | 32,6 | 79,5 | 1402 | 36,7 | 59,4 |
| 1297 | 95,3 | 45,9 | 1350 | 33,5 | 86,9 | 1403 | 36,6 | 77,5 |
| 1298 | 81,0 | 0,0 | 1351 | 34,6 | 100,0 | 1404 | 36,8 | 94,3 |
| 1299 | 66,6 | 38,2 | 1352 | 35,6 | 78,7 | 1405 | 36,8 | 100,0 |
| 1 300 | 67,9 | 75,5 | 1353 | 36,4 | 50,5 | 1406 | 36,4 | 100,0 |
| 1301 | 68,4 | 80,5 | 1354 | 37,0 | 57,0 | 1407 | 36,3 | 79,7 |
| 1302 | 69,0 | 85,5 | 1 355 | 37,3 | 69,1 | 1408 | 36,7 | 49,5 |
| 1303 | 70,0 | 85,2 | 1356 | 37,6 | 49,5 | 1409 | 36,6 | 39,3 |
| 1304 | 71,6 | 85,9 | 1357 | 37,8 | 44,4 | 1410 | 37,3 | 62,8 |
| 1305 | 73,3 | 86,2 | 1358 | 37,8 | 43,4 | 1411 | 38,1 | 73,4 |
| 1306 | 74,8 | 86,5 | 1359 | 37,8 | 34,8 | 1412 | 39,0 | 72,9 |
| 1307 | 76,3 | 42,9 | 1360 | 37,6 | 24,0 | 1413 | 40,2 | 72,0 |
| 1308 | 63,3 | 0,0 | 1361 | 37,2 | m | 1414 | 41,5 | 71,2 |
| 1309 | 50,4 | 21,2 | 1362 | 36,3 | m | 1415 | 42,9 | 77,3 |
| 1310 | 50,6 | 42,3 | 1363 | 35,1 | m | 1416 | 44,4 | 76,6 |
| 1311 | 50,6 | 53,7 | 1364 | 33,7 | m | 1417 | 45,4 | 43,1 |
| 1312 | 50,4 | 90,1 | 1365 | 32,4 | m | 1418 | 45,3 | 53,9 |
| 1313 | 50,5 | 97,1 | 1366 | 31,1 | m | 1419 | 45,1 | 64,8 |

| Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment |
|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|
| s | posto | posto | s | posto | posto | s | posto | posto |
| 1420 | 46,5 | 74,2 | 1473 | 50,4 | 83,4 | 1526 | 48,8 | 23,0 |
| 1421 | 47,7 | 75,2 | 1474 | 51,4 | 90,6 | 1527 | 49,1 | 67,9 |
| 1422 | 48,1 | 75,5 | 1475 | 52,3 | 93,8 | 1528 | 49,4 | 73,7 |
| 1423 | 48,6 | 75,8 | 1476 | 53,3 | 94,0 | 1529 | 49,8 | 75,0 |
| 1424 | 48,9 | 76,3 | 1477 | 54,2 | 94,1 | 1530 | 50,4 | 75,8 |
| 1425 | 49,9 | 75,5 | 1478 | 54,9 | 94,3 | 1531 | 51,4 | 73,9 |
| 1426 | 50,4 | 75,2 | 1479 | 55,7 | 94,6 | 1532 | 52,3 | 72,2 |
| 1427 | 51,1 | 74,6 | 1480 | 56,1 | 94,9 | 1533 | 53,3 | 71,2 |
| 1428 | 51,9 | 75,0 | 1481 | 56,3 | 86,2 | 1534 | 54,6 | 71,2 |
| 1429 | 52,7 | 37,2 | 1482 | 56,2 | 64,1 | 1535 | 55,4 | 68,7 |
| 1430 | 41,6 | 0,0 | 1483 | 56,0 | 46,1 | 1536 | 56,7 | 67,0 |
| 1431 | 30,4 | 36,6 | 1484 | 56,2 | 33,4 | 1537 | 57,2 | 64,6 |
| 1432 | 30,5 | 73,2 | 1485 | 56,5 | 23,6 | 1538 | 57,3 | 61,9 |
| 1433 | 30,3 | 81,6 | 1486 | 56,3 | 18,6 | 1539 | 57,0 | 59,5 |
| 1434 | 30,4 | 89,3 | 1487 | 55,7 | 16,2 | 1540 | 56,7 | 57,0 |
| 1435 | 31,5 | 90,4 | 1488 | 56,0 | 15,9 | 1541 | 56,7 | 69,8 |
| 1436 | 32,7 | 88,5 | 1489 | 55,9 | 21,8 | 1542 | 56,8 | 58,5 |
| 1437 | 33,7 | 97,2 | 1490 | 55,8 | 20,9 | 1543 | 56,8 | 47,2 |
| 1438 | 35,2 | 99,7 | 1491 | 55,4 | 18,4 | 1544 | 57,0 | 38,5 |
| 1439 | 36,3 | 98,8 | 1492 | 55,7 | 25,1 | 1545 | 57,0 | 32,8 |
| 1440 | 37,7 | 100,0 | 1493 | 56,0 | 27,7 | 1546 | 56,8 | 30,2 |
| 1441 | 39,2 | 100,0 | 1494 | 55,8 | 22,4 | 1547 | 57,0 | 27,0 |
| 1442 | 40,9 | 100,0 | 1495 | 56,1 | 20,0 | 1548 | 56,9 | 26,2 |
| 1443 | 42,4 | 99,5 | 1496 | 55,7 | 17,4 | 1549 | 56,7 | 26,2 |
| 1444 | 43,8 | 98,7 | 1497 | 55,9 | 20,9 | 1550 | 57,0 | 26,6 |
| 1445 | 45,4 | 97,3 | 1498 | 56,0 | 22,9 | 1551 | 56,7 | 27,8 |
| 1446 | 47,0 | 96,6 | 1499 | 56,0 | 21,1 | 1552 | 56,7 | 29,7 |
| 1447 | 47,8 | 96,2 | 1 500 | 55,1 | 19,2 | 1553 | 56,8 | 32,1 |
| 1448 | 48,8 | 96,3 | 1501 | 55,6 | 24,2 | 1554 | 56,5 | 34,9 |
| 1449 | 50,5 | 95,1 | 1502 | 55,4 | 25,6 | 1555 | 56,6 | 34,9 |
| 1450 | 51,0 | 95,9 | 1503 | 55,7 | 24,7 | 1556 | 56,3 | 35,8 |
| 1451 | 52,0 | 94,3 | 1504 | 55,9 | 24,0 | 1557 | 56,6 | 36,6 |
| 1452 | 52,6 | 94,6 | 1505 | 55,4 | 23,5 | 1558 | 56,2 | 37,6 |
| 1453 | 53,0 | 65,5 | 1506 | 55,7 | 30,9 | 1559 | 56,6 | 38,2 |
| 1454 | 53,2 | 0,0 | 1507 | 55,4 | 42,5 | 1560 | 56,2 | 37,9 |
| 1455 | 53,2 | m | 1508 | 55,3 | 25,8 | 1561 | 56,6 | 37,5 |
| 1456 | 52,6 | m | 1509 | 55,4 | 1,3 | 1562 | 56,4 | 36,7 |
| 1457 | 52,1 | m | 1510 | 55,0 | m | 1563 | 56,5 | 34,8 |
| 1458 | 51,8 | m | 1511 | 54,4 | m | 1564 | 56,5 | 35,8 |
| 1459 | 51,3 | m | 1512 | 54,2 | m | 1565 | 56,5 | 36,2 |
| 1460 | 50,7 | m | 1513 | 53,5 | m | 1566 | 56,5 | 36,7 |
| 1461 | 50,7 | m | 1514 | 52,4 | m | 1567 | 56,7 | 37,8 |
| 1462 | 49,8 | m | 1515 | 51,8 | m | 1568 | 56,7 | 37,8 |
| 1463 | 49,4 | m | 1516 | 50,7 | m | 1569 | 56,6 | 36,6 |
| 1464 | 49,3 | m | 1517 | 49,9 | m | 1570 | 56,8 | 36,1 |
| 1465 | 49,1 | m | 1518 | 49,1 | m | 1571 | 56,5 | 36,8 |
| 1466 | 49,1 | m | 1519 | 47,7 | m | 1572 | 56,9 | 35,9 |
| 1467 | 49,1 | 8,3 | 1520 | 47,3 | m | 1573 | 56,7 | 35,0 |
| 1468 | 48,9 | 16,8 | 1521 | 46,9 | m | 1574 | 56,5 | 36,0 |
| 1469 | 48,8 | 21,3 | 1522 | 46,9 | m | 1575 | 56,4 | 36,5 |
| 1470 | 49,1 | 22,1 | 1523 | 47,2 | m | 1576 | 56,5 | 38,0 |
| 1471 | 49,4 | 26,3 | 1524 | 47,8 | m | 1577 | 56,5 | 39,9 |
| 1472 | 49,8 | 39,2 | 1525 | 48,2 | 0,0 | 1578 | 56,4 | 42,1 |

| Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment |
|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|
| s | posto | posto | s | posto | posto | s | posto | posto |
| 1579 | 56,5 | 47,0 | 1632 | 56,7 | 44,9 | 1685 | 57,5 | 25,9 |
| 1580 | 56,4 | 48,0 | 1633 | 56,6 | 45,2 | 1686 | 57,5 | 20,7 |
| 1581 | 56,1 | 49,1 | 1634 | 56,8 | 46,0 | 1687 | 57,6 | 16,4 |
| 1582 | 56,4 | 48,9 | 1635 | 56,5 | 46,6 | 1688 | 57,6 | 12,4 |
| 1583 | 56,4 | 48,2 | 1636 | 56,6 | 48,3 | 1689 | 57,6 | 8,9 |
| 1584 | 56,5 | 48,3 | 1637 | 56,4 | 48,6 | 1690 | 57,5 | 8,0 |
| 1585 | 56,5 | 47,9 | 1638 | 56,6 | 50,3 | 1691 | 57,5 | 5,8 |
| 1586 | 56,6 | 46,8 | 1639 | 56,3 | 51,9 | 1692 | 57,3 | 5,8 |
| 1587 | 56,6 | 46,2 | 1640 | 56,5 | 54,1 | 1693 | 57,6 | 5,5 |
| 1588 | 56,5 | 44,4 | 1641 | 56,3 | 54,9 | 1694 | 57,3 | 4,5 |
| 1589 | 56,8 | 42,9 | 1642 | 56,4 | 55,0 | 1695 | 57,2 | 3,2 |
| 1590 | 56,5 | 42,8 | 1643 | 56,4 | 56,2 | 1696 | 57,2 | 3,1 |
| 1591 | 56,7 | 43,2 | 1644 | 56,2 | 58,6 | 1697 | 57,3 | 4,9 |
| 1592 | 56,5 | 42,8 | 1645 | 56,2 | 59,1 | 1698 | 57,3 | 4,2 |
| 1593 | 56,9 | 42,2 | 1646 | 56,2 | 62,5 | 1699 | 56,9 | 5,5 |
| 1594 | 56,5 | 43,1 | 1647 | 56,4 | 62,8 | 1700 | 57,1 | 5,1 |
| 1595 | 56,5 | 42,9 | 1648 | 56,0 | 64,7 | 1701 | 57,0 | 5,2 |
| 1596 | 56,7 | 42,7 | 1649 | 56,4 | 65,6 | 1702 | 56,9 | 5,5 |
| 1597 | 56,6 | 41,5 | 1650 | 56,2 | 67,7 | 1703 | 56,6 | 5,4 |
| 1598 | 56,9 | 41,8 | 1651 | 55,9 | 68,9 | 1704 | 57,1 | 6,1 |
| 1599 | 56,6 | 41,9 | 1652 | 56,1 | 68,9 | 1705 | 56,7 | 5,7 |
| 1600 | 56,7 | 42,6 | 1653 | 55,8 | 69,5 | 1706 | 56,8 | 5,8 |
| 1601 | 56,7 | 42,6 | 1654 | 56,0 | 69,8 | 1707 | 57,0 | 6,1 |
| 1602 | 56,7 | 41,5 | 1655 | 56,2 | 69,3 | 1708 | 56,7 | 5,9 |
| 1603 | 56,7 | 42,2 | 1656 | 56,2 | 69,8 | 1709 | 57,0 | 6,6 |
| 1604 | 56,5 | 42,2 | 1657 | 56,4 | 69,2 | 1710 | 56,9 | 6,4 |
| 1605 | 56,8 | 41,9 | 1658 | 56,3 | 68,7 | 1711 | 56,7 | 6,7 |
| 1606 | 56,5 | 42,0 | 1659 | 56,2 | 69,4 | 1712 | 56,9 | 6,9 |
| 1607 | 56,7 | 42,1 | 1660 | 56,2 | 69,5 | 1713 | 56,8 | 5,6 |
| 1608 | 56,4 | 41,9 | 1661 | 56,2 | 70,0 | 1714 | 56,6 | 5,1 |
| 1609 | 56,7 | 42,9 | 1662 | 56,4 | 69,7 | 1715 | 56,6 | 6,5 |
| 1610 | 56,7 | 41,8 | 1663 | 56,2 | 70,2 | 1716 | 56,5 | 10,0 |
| 1611 | 56,7 | 41,9 | 1664 | 56,4 | 70,5 | 1717 | 56,6 | 12,4 |
| 1612 | 56,8 | 42,0 | 1665 | 56,1 | 70,5 | 1718 | 56,5 | 14,5 |
| 1613 | 56,7 | 41,5 | 1666 | 56,5 | 69,7 | 1719 | 56,6 | 16,3 |
| 1614 | 56,6 | 41,9 | 1667 | 56,2 | 69,3 | 1720 | 56,3 | 18,1 |
| 1615 | 56,8 | 41,6 | 1668 | 56,5 | 70,9 | 1721 | 56,6 | 20,7 |
| 1616 | 56,6 | 41,6 | 1669 | 56,4 | 70,8 | 1722 | 56,1 | 22,6 |
| 1617 | 56,9 | 42,0 | 1670 | 56,3 | 71,1 | 1723 | 56,3 | 25,8 |
| 1618 | 56,7 | 40,7 | 1671 | 56,4 | 71,0 | 1724 | 56,4 | 27,7 |
| 1619 | 56,7 | 39,3 | 1672 | 56,7 | 68,6 | 1725 | 56,0 | 29,7 |
| 1620 | 56,5 | 41,4 | 1673 | 56,8 | 68,6 | 1726 | 56,1 | 32,6 |
| 1621 | 56,4 | 44,9 | 1674 | 56,6 | 68,0 | 1727 | 55,9 | 34,9 |
| 1622 | 56,8 | 45,2 | 1675 | 56,8 | 65,1 | 1728 | 55,9 | 36,4 |
| 1623 | 56,6 | 43,6 | 1676 | 56,9 | 60,9 | 1729 | 56,0 | 39,2 |
| 1624 | 56,8 | 42,2 | 1677 | 57,1 | 57,4 | 1730 | 55,9 | 41,4 |
| 1625 | 56,5 | 42,3 | 1678 | 57,1 | 54,3 | 1731 | 55,5 | 44,2 |
| 1626 | 56,5 | 44,4 | 1679 | 57,0 | 48,6 | 1732 | 55,9 | 46,4 |
| 1627 | 56,9 | 45,1 | 1680 | 57,4 | 44,1 | 1733 | 55,8 | 48,3 |
| 1628 | 56,4 | 45,0 | 1681 | 57,4 | 40,2 | 1734 | 55,6 | 49,1 |
| 1629 | 56,7 | 46,3 | 1682 | 57,6 | 36,9 | 1735 | 55,8 | 49,3 |
| 1630 | 56,7 | 45,5 | 1683 | 57,5 | 34,2 | 1736 | 55,9 | 47,7 |
| 1631 | 56,8 | 45,0 | 1684 | 57,4 | 31,1 | 1737 | 55,9 | 47,4 |

| Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment | Vrijeme | Norm. brzina vrtnje | Norm. okretni moment |
|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------|------------------------|----------------------------|
| s | posto | posto | s | posto | posto | s | posto | posto |
| 1738 | 55,8 | 46,9 | 1759 | 46,8 | m | 1780 | 44,0 | m |
| 1739 | 56,1 | 46,8 | 1760 | 45,7 | m | 1781 | 37,6 | m |
| 1740 | 56,1 | 45,8 | 1761 | 44,8 | m | 1782 | 47,2 | 0,0 |
| 1741 | 56,2 | 46,0 | 1762 | 43,9 | m | 1783 | 56,8 | m |
| 1742 | 56,3 | 45,9 | 1763 | 42,9 | m | 1784 | 47,5 | m |
| 1743 | 56,3 | 45,9 | 1764 | 41,5 | m | 1785 | 42,9 | m |
| 1744 | 56,2 | 44,6 | 1765 | 39,5 | m | 1786 | 31,6 | m |
| 1745 | 56,2 | 46,0 | 1766 | 36,7 | m | 1787 | 25,8 | m |
| 1746 | 56,4 | 46,2 | 1767 | 33,8 | m | 1788 | 19,9 | m |
| 1747 | 55,8 | m | 1768 | 31,0 | m | 1789 | 14,0 | m |
| 1748 | 55,5 | m | 1769 | 40,0 | 0,0 | 1790 | 8,1 | m |
| 1749 | 55,0 | m | 1770 | 49,1 | m | 1791 | 2,2 | m |
| 1750 | 54,1 | m | 1771 | 46,2 | m | 1792 | 0,0 | 0,0 |
| 1751 | 54,0 | m | 1772 | 43,1 | m | 1793 | 0,0 | 0,0 |
| 1752 | 53,3 | m | 1773 | 39,9 | m | 1794 | 0,0 | 0,0 |
| 1753 | 52,6 | m | 1774 | 36,6 | m | 1795 | 0,0 | 0,0 |
| 1754 | 51,8 | m | 1775 | 33,6 | m | 1796 | 0,0 | 0,0 |
| 1755 | 50,7 | m | 1776 | 30,5 | m | 1797 | 0,0 | 0,0 |
| 1756 | 49,9 | m | 1777 | 42,8 | 0,0 | 1798 | 0,0 | 0,0 |
| 1757 | 49,1 | m | 1778 | 55,2 | m | 1799 | 0,0 | 0,0 |
| 1758 | 47,7 | m | 1779 | 49,9 | m | 1800 | 0,0 | 0,0 |

m = rad motora

DODATAK 2.

DIZELSKO REFERENTNO GORIVO

| Značajka | Mjerna jedinica | Granične vrijednosti ⁽¹⁾ | | Ispitna metoda ⁽²⁾ |
|--|--------------------|-------------------------------------|------------|-------------------------------|
| | | Minimalno | Maksimalno | |
| Cetanski broj | | 52 | 54 | ISO 5165 |
| Gustoća na 15 °C | kg/m ³ | 833 | 837 | ISO 3675 |
| Destilacija: | | | | |
| — 50 % vol. | °C | 245 | | ISO 3405 |
| — 95 % vol. | °C | 345 | 350 | |
| — konačno vrelište | °C | | 370 | |
| Plamište | °C | 55 | | ISO 2719 |
| Mjesto priključivanja hladnog filtra | °C | | -5 | EN 116 |
| Kinematska viskoznost pri 40 °C | mm ² /s | 2,3 | 3,3 | ISO 3104 |
| Policiklični aromatski ugljikovodici | posto m/m | 2,0 | 6,0 | EN 12916 |
| Conradson koksni ostatak (10 posto DR) | posto m/m | | 0,2 | ISO 10370 |
| Sadržaj pepela | posto m/m | | 0,01 | EN-ISO 6245 |
| Sadržaj vode | posto m/m | | 0,02 | EN-ISO12937 |
| Sadržaj sumpora | mg/kg | | 10. | EN-ISO14596 |
| Korozija bakra pri 50 °C | | | 1. | EN-ISO 2160 |
| Mazivost (HFRR pri 60 °C) | µm | | 400 | CEC F-06-A-96 |
| Neutralizacijski broj | mg KOH/g | | 0,02 | |
| Oksidacijska stabilnost pri 110 °C ⁽²⁾ ⁽³⁾ | h | 20. | | EN 14112 |
| Metil-estri masnih kiselina (FAME) ⁽⁴⁾ | % v/v | 4,5 | 5,5 | EN 14078 |

⁽¹⁾ Vrijednosti navedene u ovoj specifikaciji su „prave vrijednosti”. Pri uspostavljanju njihovih graničnih vrijednosti upotrijebljene su odluke norme ISO 4259, „Naftni proizvodi – Određivanje i primjena preciznih podataka u vezi s metodama ispitivanja”, a pri određivanju najmanje vrijednosti u obzir je uzeta najmanja razlika od 2R iznad nule; pri određivanju najveće i najmanje vrijednosti, najmanja razlika je 4R (R = obnovljivost). Bez obzira na ovu mjeru, koja je potrebna iz statističkih razloga, proizvođač goriva bez obzira na to treba pokušati ostvariti vrijednost nula tamo gdje je propisana najveća vrijednost 2R, te ostvariti srednju vrijednost u slučaju navedene najmanje i najveće granične vrijednosti. Ako je potrebno pojasniti udovoljava li gorivo zahtjevima tehničkih značajki, primjenjuju se odredbe norme ISO 4259.

⁽²⁾ Primjenjuje se posljednja verzija odgovarajuće metode ispitivanja.

⁽³⁾ Iako se oksidacijska stabilnost kontrolira, vjerojatno je da će rok upotrebe biti ograničen. U pogledu uvjeta skladištenja i životnog vijeka mora se tražiti savjet od dobavljača.

⁽⁴⁾ Oksidacijska stabilnost se može prikazati pomoću EN-ISO12205 ili EN 14112. Ovaj zahtjev revidira se na osnovi CEN/TC19 procjene učinkovitosti oksidacijske stabilnosti i granica ispitivanja.

⁽⁵⁾ FAME kvaliteta sukladno EN 14214 (ASTM D 6751).

DODATAK 3.

OPREMA ZA MJERENJE

A.3.1. Ovaj Dodatak sadrži osnovne zahtjeve i općenite opise sustava za uzorkovanje i analizu za mjerenje plinovitih i čestičnih emisija. Budući da različite konfiguracije mogu proizvesti jednake rezultate, nije potrebna točna sukladnost sa slikama ovog Dodatka. Komponente kao što su instrumenti, ventili, solenoidi, pumpe, uređaji za protok i sklopke mogu se koristiti za davanje dodatnih informacija i koordiniranje funkcija sustava komponenti. Druge komponente koje nisu potrebne za održavanje točnosti na nekim sustavima mogu se isključiti ako ee njihovo isključenje temelji na dobroj inženjerskoj procjeni.

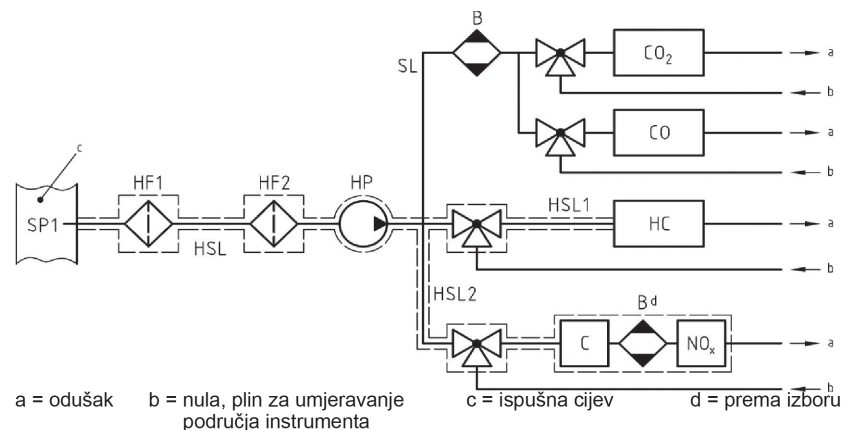
A.3.1.1. Analitički sustav

A.3.1.2. Opis analitičkog sustava

Analitički sustav za određivanje plinovitih emisija iz nerazrijeđenog (slika 9.) ili razrijeđenog (slika 10.) ispušnog plina, opisan je na temelju upotrebe:

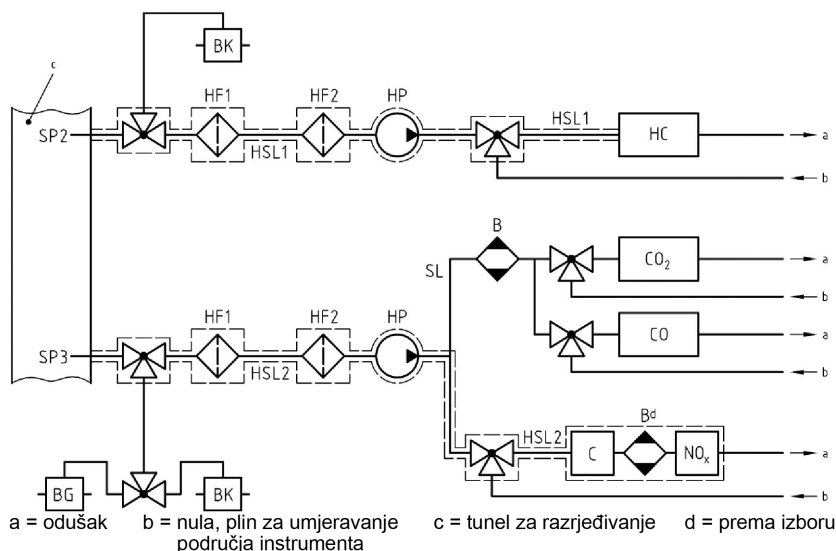
- (a) analizatora HFID ili FID za mjerenje ugljikovodika;
- (b) analizatora NDIR za mjerenje ugljikovog monoksida i ugljikovog dioksida;
- (c) analizatora HCLD ili CLD za mjerenje dušikovih oksida.

Za sve komponente uzorak se smije uzeti s jednom sondom za uzorkovanje razdijeljenom iznutra za različite analizatore. Po izboru, mogu se koristiti dvije sonde za uzorkovanje, smještene blizu jedna drugoj. Potrebno je paziti na to da se ne pojavi kondenzacija komponenti ispušnih plinova (uključujući vodu i sumpornu kiselinu) u bilo kojoj točki analitičkog sustava.



Slika 9.

Dijagram protoka u sustavu za analizu nerazrijeđenih ispušnih plinova za CO, CO₂, NO_x, HC



Slika 10.

Dijagram protoka u sustavu za analizu razrijeđenih ispušnih plinova za CO, CO₂, NO_x, HC

A.3.1.3. Sastavni dijelovi na slikama 9. i 10.:

EP Ispušna cijev

SP Sonda za uzorkovanje nerazrijeđenog ispušnog plina (samo slika 9)

Preporučena je sonda od nehrđajućeg čelika, na kraju zatvorena, s više provrta na sebi. Unutarnji promjer neće biti veći od unutarnjeg promjera cijevi za prijenos uzoraka. Debljina stijenke sonde neće biti veća od 1 mm. Na sondi će biti najmanje 3 provrta u 3 različite radialne ravnine, čija će veličina biti takva da uzorkuju približno jednake protoke. Sonda mora prolaziti preko najmanje 80 % promjera ispušne cijevi. Smiju se upotrijebiti jedna ili dvije sonde za uzorkovanje.

SP2 Sonda za uzorkovanje razrijeđenih ispušnih plinova za HC (samo slika 10.)

Sonda će:

- činiti prvih 254 do 762 mm grijane cijevi za prijenos uzoraka HSL1;
- imati unutarnji promjer od najmanje 5 mm;
- biti postavljena u tunelu za razrjeđivanje DT (slika 15.) u točki gdje su sredstvo za razrjeđivanje i ispušni plinovi dobro izmiješani (tj. približno 10 promjera tunela od točke gdje ispušni plinovi ulaze u tunel za razrjeđivanje);
- biti dovoljno udaljena (radijalno) od drugih sonda i stijenke tunela da na nju ne mogu utjecati bilo kakvi valovi ili vrtlozi;
- biti grijana kako bi se povećala temperatura struje na $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$ ($190 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$) na izlazu iz sonde ili na $385 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$ ($112 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$) za motore s vanjskim paljenjem;
- biti negrijana u slučaju FID mjerenja (hladnog).

SP3 Sonda za uzorkovanje razrijeđenih ispušnih plinova za CO, CO₂, NO_x (samo slika 10.)

Sonda će:

- (a) biti u istoj ravnini kao i SP2;
- (b) biti dovoljno udaljena (radijalno) od drugih sondi i stjenke tunela, da na nju ne mogu utjecati bilo kakvi valovi ili vrtlozi;
- (c) biti grijana po cijeloj duljini i izolirana najmanje na temperaturu od 328 K (55 °C), da se spriječi kondenzacija vode.

HF1 Grijani predfilter (neobvezan)

Temperatura će biti ista kao i od HSL1.

HF2 Grijani filter

Filter će iz uzorka plina prije analizatora izvaditi bilo kakve krute čestice. Temperatura će biti ista kao i od HSL1. Filter će se mijenjati prema potrebi.

HSL1 Grijana cijev za prijenos uzoraka

Cijev za prijenos uzoraka dovodi uzorak plina od sonde za uzorkovanje do točke (točaka) razdvajanja i do analizatora HC.

Cijev za prijenos uzoraka će:

- (a) imati unutarnji promjer od najmanje 4 mm i najviše 13,5 mm;
- (b) biti izrađena od nehrđajućeg čelika ili od PTFE;
- (c) održavati temperaturu stjenke od 463 K \pm 10 K (190 °C \pm 10 °C) izmjerenu na svakom, posebno reguliranom, grijanom odsječku, ako je temperatura ispušnih plinova kod sonde za uzorkovanje jednaka ili manja od 463 K (190 °C);
- (d) održavati temperaturu stjenke većom od 453 K (180 °C), ako je temperatura ispušnih plinova kod sonde za uzorkovanje iznad 463 K (190 °C);
- (e) održavati temperaturu plinova, neposredno ispred grijanog filtra HF2 i analizatora HFID, od 463 K \pm 10 K (190 °C \pm 10 °C).

HSL2 Grijana cijev za prijenos uzoraka za NO_x

Cijev za prijenos uzoraka će:

- (a) održavati temperaturu stjenke od 328 K do 473 K (55 °C do 200 °C), sve do pretvarača za suho mjerenje i do analizatora za mokro mjerenje;
- (b) biti izrađena od nehrđajućeg čelika ili od PTFE.

HP Grijana pumpa za uzorkovanje

Pumpa će se grijati na temperaturu od HSL.

SL Cijev za prijenos uzoraka za CO i CO₂

Cijev će biti izrađena od PTFE ili od nehrđajućeg čelika. Može biti grijana ili negrijana.

HC HFID analizator

Grijani ionizacijski detektor u plamenu (HFID) ili ionizacijski detektor u plamenu (FID) za određivanje ugljikovodika. Temperatura HFID-a se održava u području od 453 K do 473 K (180 °C do 200 °C).

CO, CO₂ NDIR analizator

Analizatori NDIR za određivanje ugljikovog monoksida i ugljikovog dioksida (neobvezni za određivanje omjera razrjeđivanja za PT mjerenje).

NOx CLD analizator ili NDUV analizator

Analizatori CLD, NDUV ili HCLD za određivanje dušikovih oksida. Ako se koristi HCLD treba ga održavati u području temperature od 328 K do 473 K (55 °C do 200 °C).

B Sušilica uzorka (nije obvezna za mjerenje NO)

Za hlađenje i kondenzaciju vode iz uzorka ispušnih plinova. Kupka je po izboru, ako analizator nema smetnji zbog vodene pare, kako je određeno u stavku 9.3.9.2.2. Ako se voda uklanja kondenzacijom, temperatura ili rosište uzorka plina nadzire se ili unutar skupljališta vode ili dalje u smjeru toka. Temperatura ili rosište uzorka plina ne smije biti viša od 280 K (7 °C). Za odstranjivanje vode iz uzorka nisu dopuštena kemijska sredstva za sušenje.

BK Vreća za uzorkovanje pozadine (po izboru; samo slika 10)

Za mjerenje koncentracija pozadine.

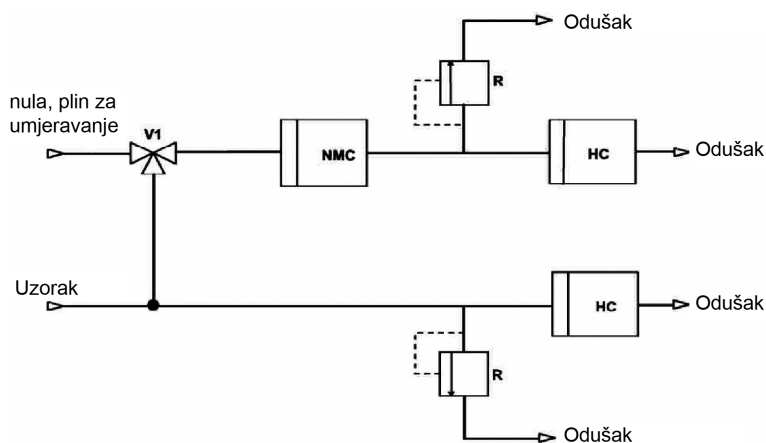
BG Vreća za uzorkovanje (po izboru; samo slika 10)

Za mjerenje koncentracija uzoraka.

A.3.1.4. Metoda filtra koji je propustan samo za metan (NMC)

Rezač oksidira sve ugljikovodike osim CH₄ do CO₂ i H₂O, tako da kad uzorak prođe kroz NMC, HFID otkriva samo CH₄. Osim uobičajenih sustava za uzorkovanje HC-a (vidjeti slike 9. i 10.), ugrađuje se drugi sustav za uzorkovanje HC-a opremljen rezačem kao što je prikazano na slici 11. To omogućava istodobno mjerenje ukupnog HC, CH₄ i NMHC.

Rezač se predstavlja na ili iznad 600 K (327 °C) prije ispitnog rada uzimajući u obzir njegov katalitički učinak na CH₄ i C₂H₆ u H₂O vrijednostima reprezentativnim za uvjete ispušnog toka. Rosište i razina O₂ uzorkovanog ispušnog toka moraju biti poznati. Relativni odziv FID-a na CH₄ i C₂H₆ određuje se u skladu sa stavkom 9.3.8.



Slika 11.

Dijagram protoka pri analizi metana pomoću NMC-a

A.3.1.5. Sastavnice slike 11.:

NMC Filtar propustan samo za metan (eng.: Non-methane cutter)

Za oksidaciju svih ugljikovodika osim metana.

HC

Grijani ionizacijski detektor u plamenu (HFID) ili ionizacijski detektor u plamenu (FID) za mjerenje koncentracija HC i CH₄. Temperatura HFID-a se održava u području od 453 K do 473 K (180 °C do 200 °C).

V1 Razvodni ventil

Za odabir nula plina ili plina za umjeravanje.

R Regulator tlaka

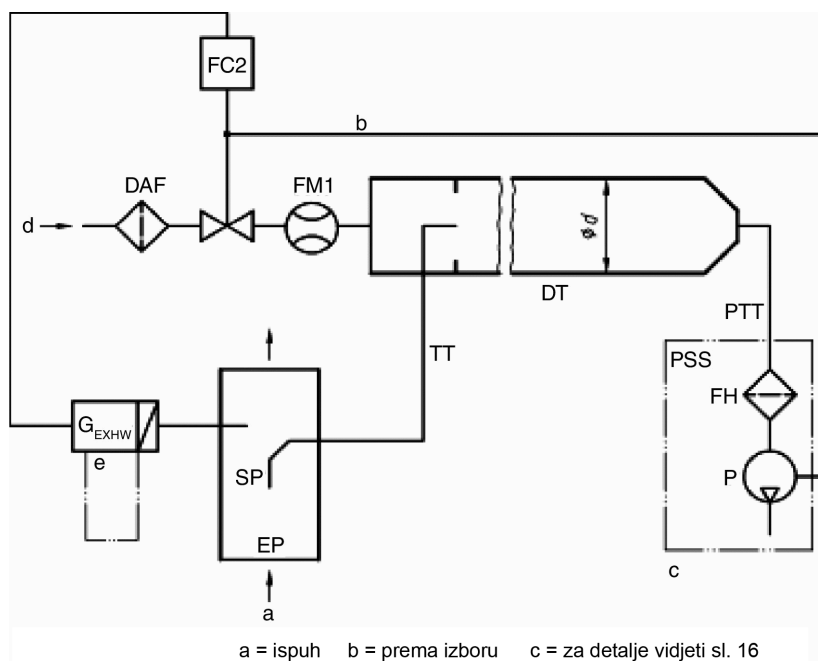
Za upravljanje tlakom u cijevima za prijenos uzoraka i protoka do HFID-a.

A.3.2. Sustav za razrjeđivanje i uzorkovanje čestica

A.6.1. Opis sustava s djelomičnim protokom

Sustav za razrjeđivanje je opisan na temelju razrjeđivanja dijela ispušnog toka. Razdvajanje ispušnog toka i proces razrjeđivanja koji slijedi može se provesti različitim vrstama sustava za razrjeđivanje. Za daljnje skupljanje čestica, cijeli ili samo dio razrijeđenog ispušnog plina propušta se u sustav za uzorkovanje čestica. Prva metoda je tipa ukupnog uzorkovanja, druga metoda je tipa frakcijskog uzorkovanja. Izračun omjera razrjeđivanja ovisi o tome koji se sustav koristi.

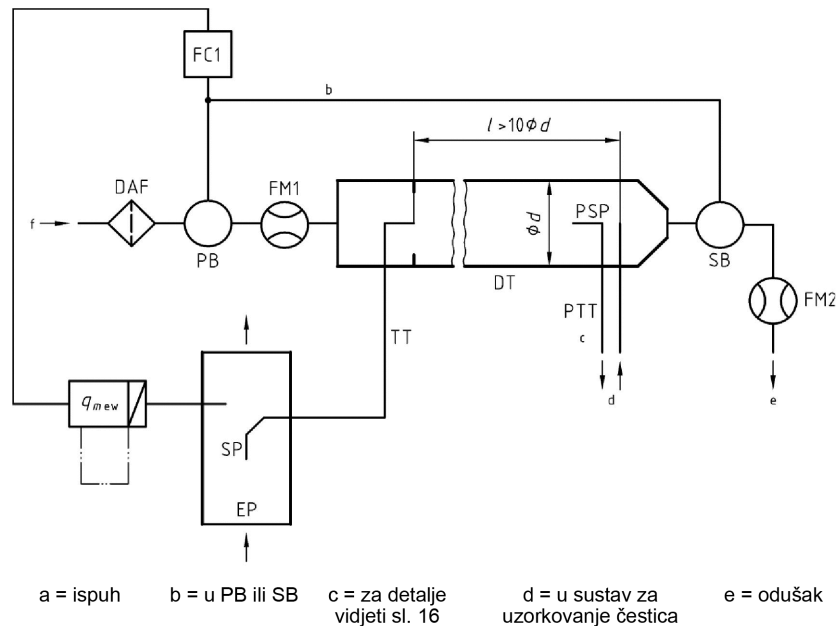
Pomoću sustava ukupnog uzorkovanja kao što je prikazano na slici 12, nerazrijeđeni ispušni plin prenosi se iz ispušne cijevi (EP) u tunel za razrjeđivanje (DT) kroz sondu za uzorkovanje (SP) i prijenosnu cijev (TT). Ukupni protok kroz tunel prilagođava se pomoću kontrolora protoka FC2 i pumpe za uzorkovanje (P) sustava za uzorkovanje čestica (vidjeti sliku 16.). Protokom razrijeđenog zraka upravlja kontrolor protoka FC1, koji može koristiti q_{mew} ili q_{maw} i q_{mf} kao upravljačke signale, za željeno razdvajanje ispuha. Protok uzorka u DT je razlika ukupnog protoka i razrijeđenog protoka zraka. Brzina protoka razrijeđenog zraka mjeri se uređajem za mjerenje protoka FM1, ukupna brzina protoka uređajem za mjerenje protoka FM3 sustava za uzorkovanje čestica (vidjeti sliku 16.). Omjer razrjeđivanja mjeri se iz te dvije brzine protoka.



Slika 12.

Schema sustava razrjeđivanja djelomičnog protoka (s cjelokupnim uzorkovanjem)

Pomoću sustava djelomičnog uzorkovanja kao što je prikazano na slici 13, nerazrijeđeni ispušni plin prenosi se iz ispušne cijevi EP u tunel za razrjeđivanje DT kroz sondu za uzorkovanje (SP) i prijenosnu cijev (TT). Ukupni protok kroz tunel prilagođava se pomoću kontrolora protoka FC1 spojenog na protok razrijeđenog zraka ili na kompresor usisa za cjelokupni protok kroz tunel. Kontrolor protoka FC1 može koristiti q_{mew} ili q_{maw} i q_{mf} kao upravljačke signale za željeno razdvajanje ispuha. Protok uzorka u DT je razlika ukupnog protoka i razrijeđenog protoka zraka. Brzina protoka razrijeđenog zraka mjeri se uređajem za mjerenje protoka FM1, ukupna brzina protoka uređajem za mjerenje protoka FM2. Omjer razrjeđivanja mjeri se iz te dvije brzine protoka. Iz DT-a, uzima se uzorak čestica pomoću sustava za uzorkovanje čestica (vidjeti sliku 16).



Slika 13.

Shema sustava razrjeđivanja djelomičnog protoka (s djelomičnim uzorkovanjem)

A.3.2.2. Sastavni dijelovi na slikama 12. i 13.:

EP Ispušna cijev

Ispušna cijev može se izolirati. Za smanjenje toplinske inercije ispušne cijevi, preporuča se debljina do omjera promjera od 0,015 ili manje. Korištenje fleksibilnih odjeljaka ograničeno je na dužinu do omjera promjera od 12 ili manje. Koljena treba biti što je moguće manje, da se smanji taloženje zbog inercije. Ako sustav sadrži i prigušivač zvuka ispitne stanice, on može isto tako biti izoliran. Preporuča se da cijev bude ravna 6 promjera cijevi prije i 3 promjera cijevi nakon vrha probe, gledajući u smjeru strujanja.

SP Sonda za uzorkovanje

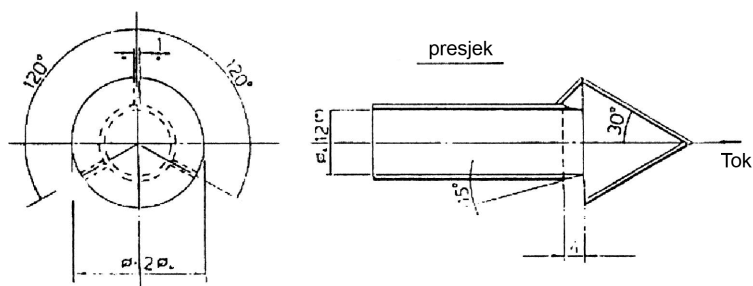
Vrsta sonde je jedna od sljedećih

- (a) sonda s otvorenim krajem, usmjerenim u smjeru suprotnom od smjera strujanja;
- (b) sonda s otvorenim krajem, usmjerenim u smjeru strujanja;

- (c) sonda s više provrta opisana pod SP u stavku A.3.1.3.;
- (d) sonda sa zatvorenim krajem, usmjerenim u smjeru suprotnom od smjera strujanja kao što je prikazano na slici 14.

Najmanji unutarnji promjer mora biti 4 mm. Najmanji omjer promjera ispušne cijevi i sonde mora biti 4.

Kada se koristi sonda tipa (a), ugrađuje se inercijski predklasifikator (ciklon ili udarna naprava) s 50 %-tnom točkom rezanja između 2,5 i 10 μm neposredno iznad držača filtra.



Slika 14.

Shema sonde sa zatvorenim krajem

TT Ispušna prijenosna cijev

Cijev za prijenos uzorka mora biti što je moguće kraća, ali:

- (a) ne smije biti dulja od 0,26 m, ako je izolirano 80 % njezine ukupne dužine, pri čemu se ona mjeri između kraja sonde i dionice za razrjeđivanje,

ili

- (b) ne smije biti dulja od 1 m, ako se zagrije iznad 150 °C za 90 % njezine ukupne dužine, pri čemu se ona mjeri između kraja sonde i dionice za razrjeđivanje,

Mora imati promjer jednak ili veći od promjera sonde, ali ne veći od 25 mm, te mora izlaziti na središnjoj liniji tunela za razrjeđivanje i biti usmjerena u smjeru strujanja.

U odnosu na (a), cijev će se izolirati materijalom koji ima koeficijent toplinske vodljivosti najviše 0,05 W/mK, a radijalnom debljina izolacije mora odgovarati promjeru sonde.

FC1 Upravljačka jedinica za protok

Upravljačka jedinica za protok se koristi za upravljanje protokom razrijeđenog zraka kroz tlačno puhalo PB i/ili usisno puhalo SB. Može biti povezana sa signalima senzora ispušnog protoka određenim u stavku 8.4.1. Upravljačka jedinica za protok može biti ugrađena iznad ili ispod određenog puhalo. Kada se koristi dovod stlačenog zraka, FC1 izravno kontrolira protok zraka.

FM1 Uređaj za mjerenje protoka

Za mjerenje protoka zraka za razrjeđivanje upotrebljava se plinomjer ili neki drugi aparat za mjerenje protoka. Ako je tlačno puhalo PB umjereno za mjerenje protoka, FM1 nije obavezan.

DAF Filtar sredstva za razrjeđivanje

Sredstvo za razrjeđivanje (okolni zrak, sintetički zrak ili dušik) filtrira se filtrom visoke učinkovitosti (HEPA) koji ima početnu najmanju učinkovitost skupljanja od 99,97 % u skladu s EN 1822-1 (kategorija filtra H14 ili bolji), ASTM F 1471-93 ili drugim odgovarajućim standardom.

FM2 Uređaj za mjerenje protoka (s djelomičnim uzorkovanjem, samo slika 13.)

Za mjerenje protoka razrijeđenog ispušnog plina rabi se plinomjer ili neki drugi aparat za mjerenje protoka. Ako je usisno puhalo SB umjereno za mjerenje protoka, FM2 nije obavezan.

PB Tlačno puhalo (s djelomičnim uzorkovanjem, samo slika 13.)

Da bi se upravljalo brzinom protoka zraka za razrjeđivanje, PB se može spojiti s upravljačkim jedinicama za protok FC1 ili FC2. PB nije potrebno ako se koristi leptir ventil. Ako je PB umjereno, ono se smije koristiti za mjerenje protoka zraka za razrjeđivanje.

SB Usisno puhalo (s djelomičnim uzorkovanjem, samo slika 13.)

Ako je SB umjereno, ono se smije koristiti za mjerenje protoka razrijeđenog ispušnog plina.

DT Tunel za razrjeđivanje (djelomični protok)

Tunel za razrjeđivanje:

- (a) mora biti dovoljno dugačak da omogući potpuno miješanje ispušnih plinova i sredstva za razrjeđivanje u uvjetima turbulentnog strujanja (Reynoldsov broj, Re , veći od 4 000, pri čemu se Re bazira na unutarnjem promjeru tunela za razrjeđivanje) za sustav s djelomičnim uzorkovanjem, odnosno nije potrebno potpuno miješanje za sustav s potpunim uzorkovanjem;
- (b) mora biti izrađen od nehrđajućeg čelika;
- (c) smije biti grijana na temperaturu stijenke od najviše 325 K (52 °C);
- (d) može biti izoliran.

PSP Sonda za uzorkovanje čestica (s djelomičnim uzorkovanjem, samo slika 13.)

Sonda za uzorkovanje čestica je glavni odjeljak cijevi za prijenos čestica PTT (vidjeti stavak A.3.2.6.) i

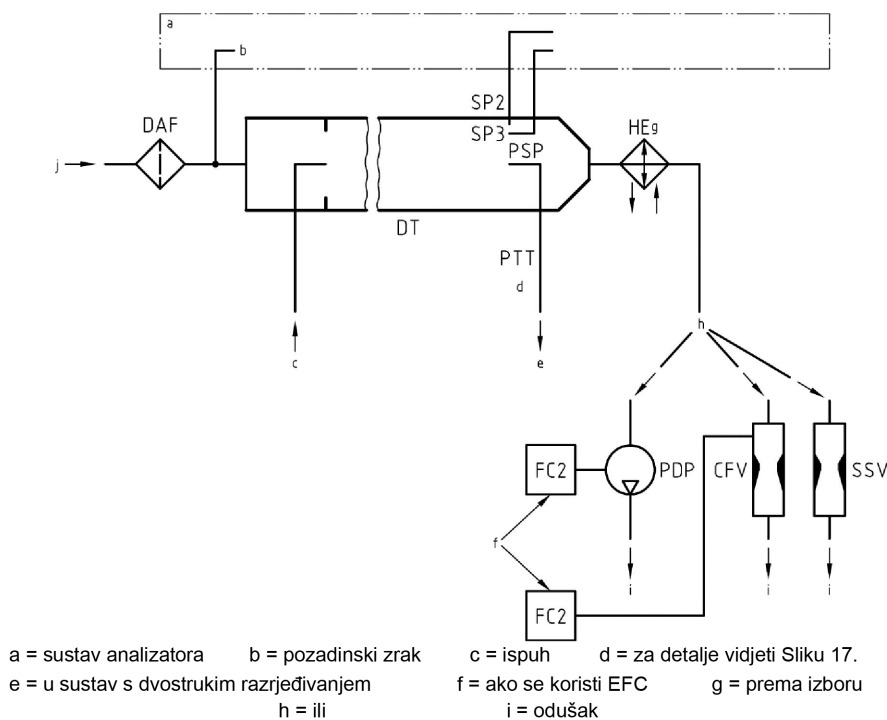
- (a) mora biti postavljena u točki gdje su sredstvo za razrjeđivanje i ispušni plinovi dobro izmiješani, tako da gleda u smjeru suprotnom od strujanja, tj. na središnjoj liniji tunela za razrjeđivanje DT približno 10 promjera tunela iza točke gdje ispušni plinovi ulaze u tunel za razrjeđivanje;
- (b) mora imati unutarnji promjer najmanje 8 mm;
- (c) smije biti grijana na temperaturu stijenke od najviše 325 K (52 °C), uz pomoć izravnog grijanja ili predgrijavanjem sredstvom za razrjeđivanje, pod uvjetom da temperatura zraka, prije uvođenja ispušnih plinova u tunel za razrjeđivanje, ne prelazi 325 K (52 °C);
- (d) može biti izoliran.

A.3.2.3. Opis sustava za razrjeđivanje s punim protokom

Sustav za razrjeđivanje je opisan na temelju razrjeđivanja ukupnog nerazrjeđenog ispušnog plina u tunelu za razrjeđivanje DT koristeći CVS koncept (neprestano uzorkovanje volumena) te je prikazan na slici 15.

Brzina protoka razrjeđenog ispušnog plina mjeri se pomoću volumetrijske pumpe (PDP), Venturijeve cijevi kritičnog protoka (CFV) ili podzvučne Venturijeve cijevi (SSV). Za proporcionalno uzorkovanje čestica i za određivanje protoka smije se koristiti izmjenjivač topline (HE) i elektronska nadoknada protoka (EFC). S obzirom da se određivanje mase čestica temelji na protoku cjelokupnog razrjeđenog ispušnog plina, nije potrebno računati omjer razrjeđivanja.

Za daljnje skupljanje čestica, uzorak razrjeđenog ispušnog plina propušta se u sustav za uzorkovanje čestica dvostrukog razrjeđivanja (vidjeti sliku 17.). Iako djelomično sustav za razrjeđivanje, sustav dvostrukog razrjeđivanja je opisan kao modifikacija sustava za uzorkovanje čestica jer dijeli većinu dijelova s tipičnim sustavom za uzorkovanje čestica.



Slika 15.

Shema sustava za razrjeđivanje s punim protokom (CVS)

A.3.2.4. Sastavni dijelovi na slici 15.

EP Ispušna cijev

Duljina ispušne cijevi od izlaza iz ispušnog kolektora, izlaza iz kompresora pogonjenog turbinom ili uređaja za naknadnu obradu do tunela za razrjeđivanje ne smije biti veća od 10 m. Ako sustav ima duljinu veću od 4 m, sve cijevi koje prelaze duljinu od 4 m moraju se izolirati, osim, ako se koristi, serijski postavljen uređaja za mjerenje dimljenja. Radikalna debljina izolacije mora biti najmanje 25 mm. Toplinska vodljivost izolacijskog materijala ne smije biti veća od 0.1 W/mK, izmjereno pri 673 K. Da bi se smanjila toplinska inercija ispušne cijevi, preporuča se omjer debljine i promjera od 0,015 ili manji. Uporaba savitljivih dijelova ograničava se na omjer duljine i promjera od 12 ili manje.

PDP Volumetrijska pumpa

Iz broja okretaja i radnog obujma pumpe PDP mjeri ukupni protok razrijeđenog ispušnog plina. Protutlak ispušnog sustava ne smije se na umjetan način smanjivati PDP-om ili usisnim sustavom zraka za razrjeđivanje. Statički protutlak ispuha, mjereno pri radu PDP sustava, mora biti unutar $\pm 1,5$ kPa od statičkog protutlaka izmjenjenog pri istoj brzini vrtnje i opterećenju, bez spoja s PDP. Temperatura mješavine plinova neposredno prije PDP mora biti unutar ± 6 K od srednje radne temperature izmjerene za vrijeme ispitivanja u kojem nije korišteno nadoknađivanje protoka (EFC). Nadoknađivanje protoka smije se koristiti samo ako temperatura na ulazu u PDP ne prelazi 323 K (50 °C).

CFV Venturijeva cijev s kritičnim protokom (Critical flow venturi)

CFV mjeri ukupni protok razrijeđenih ispušnih plinova održavanjem protoka u uvjetima zagušenog strujanja (kritični protok). Statički protutlak ispuha izmjenjen pri radu CFV sustava mora biti unutar $\pm 1,5$ kPa od statičkog protutlaka izmjenjenog pri istoj brzini vrtnje i opterećenju, bez spoja s CFV. Temperatura mješavine plinova neposredno prije CFV mora biti unutar ± 11 K od srednje radne temperature izmjerene za vrijeme ispitivanja u kojem nije korišteno nadoknađivanje protoka (EFC).

SSV Podzvučna Venturijeva cijev

SSV mjeri ukupan protok razrijeđenog ispušnog plina korištenjem funkcije protoka plina podzvučne Venturijeve cijevi ovisno o ulaznom tlaku i temperaturi te padu tlaka između ulaza u Venturijevu cijev i grla. Statički protutlak ispuha izmjenjen pri radu SSV sustava mora biti unutar $\pm 1,5$ kPa od statičkog protutlaka izmjenjenog pri istoj brzini vrtnje i opterećenju, bez spoja s SSV. Temperatura mješavine plinova neposredno prije SSV mora biti unutar ± 11 K od srednje radne temperature izmjerene za vrijeme ispitivanja u kojem nije korišteno nadoknađivanje protoka (EFC).

HE Izmjenjivač topline (po izboru)

Izmjenjivač topline mora imati dovoljan kapacitet da može održavati temperaturu unutar gore navedenih graničnih vrijednosti. Ako se koristi EFC, izmjenjivač topline nije potreban.

EFC Elektronska nadoknada protoka (po izboru)

Ako se temperatura na ulazu u PDP, CFV ili SSV ne održava unutar gore navedenih graničnih vrijednosti, za kontinuirano mjerenje količine protoka i upravljanje proporcionalnim uzorkovanjem u sustavu dvostrukog razrjeđivanja, potreban je sustav nadoknade protoka. U tu svrhu signali neprestano mjerene brzine protoka koriste se za održavanje proporcionalnosti brzine protoka uzorka kroz filtre za čestice sustava dvostrukog razrjeđivanja (vidjeti sliku 17.) unutar $\pm 2,5$ %.

DT Tunel za razrjeđivanje (puni protok)

Tunel za razrjeđivanje

- (a) mora biti dovoljno malog promjera da se stvori turbulentno strujanje (Reynoldsov broj, Re , veći od 4 000, pri čemu se Re bazira na unutarnjem promjeru tunela za razrjeđivanje) i dovoljno dugačak da se ostvari potpuno miješanje ispušnih plinova i sredstva za razrjeđivanje;
- (b) može biti izoliran;
- (c) smije biti grijan do temperature stjenke koja je dovoljna da bi se eliminirala kondenzacija vode.

Ispušni plinovi motora usmjeravaju se prema dolje od točke gdje ulaze u tunel za razrjeđivanje te se detaljno miješaju. Pritom je moguće koristiti otvor za miješanje.

Pri sustavu dvostrukog razrjeđivanja uzorak iz tunela za razrjeđivanje prenosi se u sekundarni tunel za razrjeđivanje, gdje se dalje razrjeđuje, a zatim propušta kroz filtre za uzorkovanje (slika 17.). Sekundarni sustav za razrjeđivanje pruža dovoljno sredstva za sekundarno razrjeđivanje kako bi se održao dvostruko razrijeđen ispušni tok na temperaturi između 315 K (42 °C) i 325 K (52 °C) neposredno prije filtra za čestice.

DAF Filtar sredstva za razrjeđivanje

Sredstvo za razrjeđivanje (okolni zrak, sintetički zrak ili dušik) filtrira se filtrom visoke učinkovitosti (HEPA) koji ima početnu najmanju učinkovitost skupljanja od 99,97 % u skladu s EN 1822-1 (kategorija filtra H14 ili bolji), ASTM F 1471-93 ili drugim odgovarajućim standardom.

PSP Sonda za uzorkovanje čestica

Sonda tvori početni dio PTT-a i

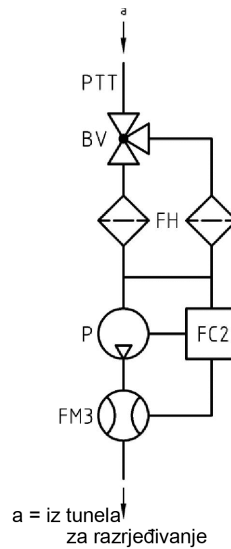
- (a) mora biti postavljena u točki gdje su sredstvo za razrjeđivanje i ispušni plinovi dobro izmiješani, tako da gleda u smjeru suprotnom od strujanja, tj. na središnjoj liniji tunela za razrjeđivanje DT približno 10 promjera tunela iza, gledano u smjeru strujanja, točke gdje ispušni plinovi ulaze u tunel za razrjeđivanje;
- (b) mora imati unutarnji promjer najmanje 8 mm;
- (c) smije biti grijana na temperaturu stjenke od najviše 325 K (52 °C), uz pomoć izravnog grijanja ili predgrijavanjem sredstvom za razrjeđivanje, pod uvjetom da temperatura zraka, prije uvođenja ispušnih plinova u tunel za razrjeđivanje, ne prelazi 325 K (52 °C);
- (d) može biti izoliran.

A.3.2.5. Opis sustava za uzorkovanje čestica

Sustav uzorkovanja čestica potreban je za sakupljanje čestica na filtru čestica te je prikazan na slikama 16 i 17. U slučaju razrjeđivanja djelomičnog protoka i cjelokupnog uzorkovanja, koji se sastoji od propuštanja cijelog uzorka razrijeđenog ispušnog plina kroz filtre, sustavi razrjeđivanja i uzorkovanja obično čine jednu integralnu jedinicu (vidjeti sliku 12.). U slučaju djelomičnog uzorkovanja i razrjeđivanja djelomičnog protoka ili razrjeđivanja punog protoka, koji se sastoji od propuštanja samo dijela razrijeđenog ispušnog plina kroz filtre, sustavi razrjeđivanja i uzorkovanja obično tvore različite jedinice.

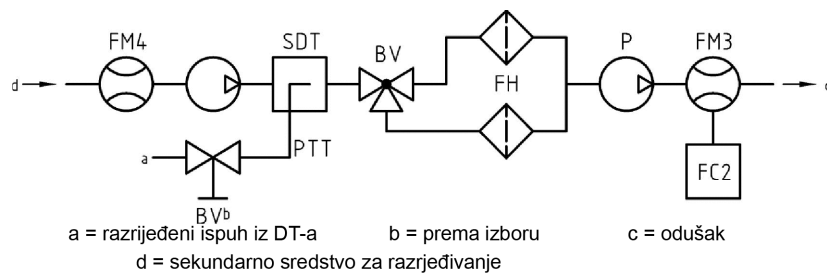
Kod sustava za razrjeđivanje s djelomičnim protokom, uzima se uzorak razrijeđenog ispušnog plina iz tunela za razrjeđivanje DT kroz sondu za uzorkovanje čestica PSP i cijev za prijenos čestica PTT pomoću pumpe za uzorkovanje P, kao što je prikazano na slici 16. Uzorak se propušta kroz držač(e) filtra FH koji sadrži(-e) filtre za uzorkovanje čestica. Uređaj za upravljanje protokom FC3 upravlja protokom uzorka.

Kod sustava za razrjeđivanje s punim protokom, koristi se sustav za uzorkovanje čestica s dvostrukim razrjeđivanjem, kao što je prikazano na slici 17. Uzorak razrijeđenog ispušnog plina prenosi se, kroz sondu za uzorkovanje čestica PSP i cijev za prijenos čestica PTT, iz tunela za razrjeđivanje DT, u sekundarni tunel za razrjeđivanje SDT, gdje se još jednom razrjeđuje. Uzorak se potom propušta kroz držač filtra (filara) FH koji sadrži filtre za uzorkovanje čestica. Protok zraka za razrjeđivanje obično je konstantan, dok upravljačka jedinica za protok FC3 upravlja protokom uzorka. Ako se koristi elektronska nadoknada protoka EFC (vidjeti sliku 15.), ukupni protok razrijeđenih ispušnih plinova koristi se kao upravljački signal za FC3.



Slika 16.

Shema sustava za uzorkovanje čestica



Slika 17.

Shema sustava za uzorkovanje čestica s dvostrukim razrjeđivanjem

A.3.2.6. Sastavni dijelovi na slikama 16 (samo sustav s djelomičnim protokom) i 17 (samo sustav s punim protokom)

PTT Cijev za prijenos čestica

Cijev za prijenos:

- (a) mora biti inertna u odnosu na PM,
- (b) smije biti grijana na temperaturu stjenke od najviše 325 K (52 °C);
- (c) smije biti izoliran.

SDT Sekundarni tunel za razrjeđivanje (samo slika 17.)

Sekundarni tunel za razrjeđivanje:

- (a) mora biti dovoljne duljine i promjera kako bi zadovoljavao zahtjeve vremena zadržavanja iz stavka 9.4.2.(f);
- (b) smije biti grijana na temperaturu stjenke od najviše 325 K (52 °C);
- (c) smije biti izoliran.

FH Držać filtra

Držać filtra:

- (a) mora imati divergentni kut stošca od $12,5^\circ$ (od središta) do prijelaza od promjera cijevi za prijenos uzorka do izloženog promjera površine filtra;
- (b) smije biti grijana na temperaturu stijenke od najviše 325 K (52 °C);
- (c) smije biti izoliran.

Dopušteni su različiti izmjenjivači filtra (automatski izmjenjivači), pod uvjetom da između filtara za uzorkovanje nema međusobnog djelovanja.

Filtri s PTFE membranom moraju se postaviti u određenu kazetu unutar držača filtra.

Ako se koristi sonda s otvorenim krajem usmjerenim u smjeru strujanja, ugrađuje se inercijski predklasifikator s 50 %-tnom točkom rezanja između 2,5 i 10 μm neposredno iznad držača filtra.

P Pumpa za uzorkovanje

FC2 Upravljačka jedinica za protok

Za upravljanje brzinom protoka uzorka čestica koristi se upravljačka jedinica za protok.

FM3 Uređaj za mjerenje protoka

Za određivanje protoka uzorka čestica kroz filtar za čestice upotrebljava se plinomjer ili neki drugi aparat za mjerenje protoka. Može biti ugrađen iznad ili ispod pumpe za uzorkovanje P.

FM4 Uređaj za mjerenje protoka

Za određivanje protoka zraka sekundarnog razrjeđivanje kroz filtar za čestice upotrebljava se plinomjer ili neki drugi aparat za mjerenje protoka.

BV Kuglasti ventil (po izboru)

Unutarnji promjer kuglastog ventila neće biti manji od unutarnjeg promjera cijevi za prijenos čestica PTT, a vrijeme preklopa mora biti manje od 0,5 s.

—

DODATAK 4.

STATISTIKA

A.4.1. Srednja vrijednost i standardno odstupanje

Aritmetička srednja vrijednost računa se na sljedeći način:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (92)$$

Standardno odstupanje računa se na sljedeći način:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (93)$$

A.4.2. Analiza regresije

Nagib regresije računa se kako slijedi:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}) \times (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (94)$$

Odsječak y regresije računa se na sljedeći način:

$$a_0 = \bar{y} - (a_1 \times \bar{x}) \quad (95)$$

Standardna pogreška procjene (SEE) računa se na sljedeći način:

$$SEE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}}{n - 2} \quad (96)$$

Koeficijent određivanja računa se na sljedeći način:

$$r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [y_i - a_0 - (a_1 \times x_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (97)$$

A.4.3. Utvrđivanje istovrijednosti sustava

Utvrđivanje istovrijednosti sustava u skladu sa stavkom 5.1.1. temelji se na studiji korelacije između para 7 (ili više) uzoraka između kandidatskog sustava i jednog od prihvaćenih referentnih sustava iz ovog Priloga uz korištenje odgovarajućeg/odgovarajućih ciklusa ispitivanja. Kriteriji jednakovrijednosti koji će se primjenjivati jesu F-ispitivanje i dvostrano student t-ispitivanje.

Ova statistička metoda proučava hipotezu da se standardno odstupanje uzorka i srednja vrijednost uzorka za emisiju izmjerenu sa sustavom kandidatom, ne razlikuje od uobičajenog odstupanja i srednje vrijednosti uzorka za tu emisiju izmjerenu pomoću referentnog sustava. Hipoteza se ispituje na temelju razine značaja od 10 % s obzirom na F i t vrijednosti. Kritične F i t vrijednosti za 7 do 10 parova uzoraka navedene su u tablici 9. Ako su F i t vrijednosti, izračunate u skladu s niže navedenim formulama, veće od kritičnih F i t vrijednosti, tada sustav kandidat nije jednakovrijedan.

Potrebno je držati se sljedećeg postupka. Indeksi R i C odnose se na referentni sustav, odnosno na sustav kandidat, redom:

- (a) Provesti najmanje 7 ispitivanja sa sustavom kandidat i referentnim sustavom paralelno. Broj ispitivanja označava se kao n_R i n_C .

- (b) Izračunati srednje vrijednosti \bar{x}_R i \bar{x}_C i standardna odstupanja s_R i s_C .

- (c) Izračunati F vrijednost kako slijedi:

$$F = \frac{s_{\text{major}}^2}{s_{\text{minor}}^2} \quad (98)$$

(veći od dva standardna odstupanja s_R i s_C mora biti u brojniku).

- (d) Izračunati t vrijednost, kako slijedi:

$$t = \frac{|\bar{x}_C - \bar{x}_R|}{\sqrt{s_C^2 / n_C + s_R^2 / n_R}} \quad (99)$$

- (e) Usporediti izračunane F i t vrijednosti s kritičnim F i t vrijednostima koje odgovaraju odnosnom broju navedenom u tablici 9. Ako se odaberu veće veličine uzoraka, pogledati u statističke tablice za razinu značaja od 10 % (90 % pouzdanosti).

- (f) Utvrditi stupnjeve slobode (*df*), kako slijedi:

$$\text{za F-ispitivanje: } df1 = n_R - 1, df2 = n_C - 1 \quad (100)$$

$$\text{za t-ispitivanje: } df = (n_C + n_R - 2) / 2 \quad (101)$$

- (g) Utvrditi istovrijednost, kako slijedi:

- i. ako je $F < F_{\text{crit}}$ i $t < t_{\text{crit}}$, tada je sustav kandidata istovjetan referentnom sustavu iz ovog Priloga;

- ii. ako je $F \geq F_{\text{crit}}$ ili $t \geq t_{\text{crit}}$, tada se sustav kandidata razlikuje od referentnog sustava iz ovog Priloga.

Tablica 9.

t i F vrijednosti za odabrane veličine uzorka

| Veličina uzorka | F-test | | t-test | |
|-----------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|
| | <i>df</i> | F_{crit} | <i>df</i> | t_{crit} |
| 7. | 6,6 | 3,055 | 6. | 1,943 |
| 8. | 7,7 | 2,785 | 7. | 1,895 |
| 9. | 8,8 | 2,589 | 8. | 1,860 |
| 10. | 9,9 | 2,440 | 9. | 1,833 |

DODATAK 5.

PROVJERA PROTOKA UGLJIKA

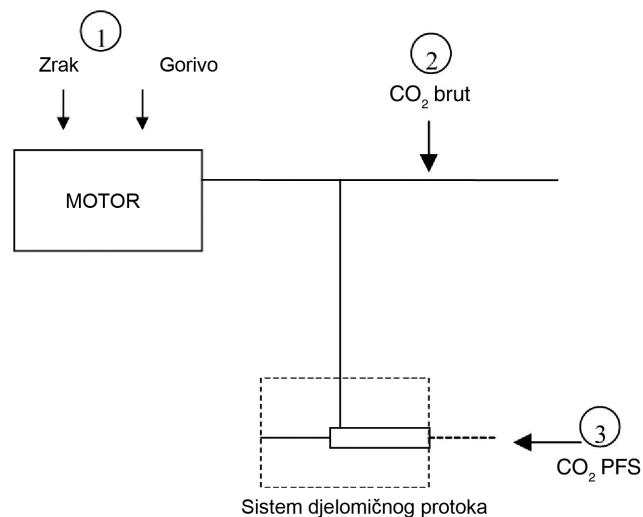
A.5.1. Uvod

Sav ugljik osim malog dijela u ispušnom plinu dolazi iz goriva te se sav osim malog dijela iskazuje u ispušnom plinu kao CO₂. To je osnova za provjeru sustava koja se temelji na mjerenjima CO₂.

Protok ugljika u sustave za mjerenje ispuha određuje se iz brzine protoka goriva. Protok ugljika u različitim točkama uzorkovanja u emisijama i sustavima za uzorkovanje čestica određuje se iz koncentracija CO₂ i brzina protoka plina u tim točkama.

U tom smislu, motor daje poznati izvor protoka ugljika, a promatranje istog protoka ugljika u ispušnoj cijevi te na izlazu iz sustava za uzorkovanje s djelomičnim protokom PM potvrđuje integritet propuštanja i točnost mjerenja protoka. Ova provjera ima tu prednost da komponente rade u uvjetima temperature i protoka stvarnog ispitivanja motora.

Slika 18 prikazuje točke uzorkovanja u kojima se provjerava protok ugljika. Posebne jednadžbe za protoke ugljika u svakoj od točaka uzorkovanja navedene su u nastavku.



Slika 18.

Točke mjerenja za provjeru protoka ugljika

A.5.2. Brzina protoka ugljika u motor (položaj 1.)

Brzina protoka ugljikove mase u motor za gorivo CH_aO_ε dana je na sljedeći način:

$$q_{mCf} = \frac{12\beta}{12\beta + \alpha + 16\epsilon} \times q_{mf} \quad (102)$$

gdje je:

q_{mf} brzina protoka mase goriva, kg/s

A.5.3. Brzina protoka ugljika u nerazrijeđeni ispuh (položaj 2)

Brzina protoka ugljikove mase u ispušnu cijev motora određuje se iz nerazrijeđene koncentracije CO₂ i brzine protoka mase ispušnog plina:

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{\text{CO}_2,r} - c_{\text{CO}_2,a}}{100} \right) \times q_{mew} \times \frac{12,011}{M_e} \quad (103)$$

gdje je:

$c_{\text{CO}_2,r}$ mokra koncentracija CO₂ u nerazrijeđenom ispušnom plinu, %

$c_{\text{CO}_2,a}$ mokra koncentracija CO₂ u okolnom zraku, %

q_{mew} brzina protoka mase ispušnog plina na mokroj osnovi, kg/s

M_e molarna masa ispušnog plina, g/mol

Ako se CO₂ mjeri na suhoj bazi, pretvorit će se u mokru bazu u skladu sa stavkom 8.1.

A.5.4. Brzina protoka ugljika u sustavu za razrjeđivanje (položaj 3)

Kod sustava za razrjeđivanje s djelomičnim protokom, u obzir se treba uzeti i omjer razdvajanja. Brzina protoka ugljika određuje se iz razrijeđene koncentracije CO₂, brzine protoka mase ispušnog plina i brzine protoka uzorka:

$$q_{mCp} = \left(\frac{c_{\text{CO}_2,d} - c_{\text{CO}_2,a}}{100} \right) \times q_{mdew} \times \frac{12,011}{M_e} \times \frac{q_{mew}}{q_{mp}} \quad (104)$$

gdje je:

$c_{\text{CO}_2,d}$ mokra koncentracija CO₂ u razrijeđenom ispušnom plinu na izlazu iz tunela za razrjeđivanje, %

$c_{\text{CO}_2,a}$ mokra koncentracija CO₂ u okolnom zraku, %

q_{mew} brzina protoka mase ispušnog plina na mokroj osnovi, kg/s

q_{mp} protok uzorka ispušnog plina u sustav za razrjeđivanje s djelomičnim protokom, kg/s

M_e molarna masa ispušnog plina, g/mol

Ako se CO₂ mjeri na suhoj bazi, pretvorit će se u mokru bazu u skladu sa stavkom 8.1.

A.5.5. Izračun molarne mase ispušnog plina

Molarna masa ispušnog plina izračunava se prema jednadžbi 41 (vidjeti stavak 8.4.2.4.)

Alternativno, mogu se koristiti sljedeće molarne mase ispušnog plina:

M_e (dizel) = 28,9 g/mol

M_e (UNP) = 28,9 g/mol

M_e (PP) = 28,9 g/mol

DODATAK 6.

PRIMJER POSTUPKA IZRAČUNA

A.6.1. Postupak denormalizacije brzine i okretnog momenta

Kao primjer, denormalizira se sljedeća ispitna točka:

$$\% \text{ brzina} = 43 \%$$

$$\% \text{ zakretni moment} = 82 \%$$

S obzirom na sljedeće vrijednosti:

$$n_{lo} = 1\,015 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{hi} = 2\,200 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{pref} = 1\,300 \text{ min}^{-1}$$

$$n_{idle} = 600 \text{ min}^{-1}$$

daje:

$$\begin{aligned} \text{stvarna brzina} &= \frac{43 \times (0,45 \times 1015 + 0,45 \times 1300 + 0,1 \times 2200 - 600) \times 2,0327}{100} + 600 \\ &= 1\,178 \text{ min}^{-1} \end{aligned}$$

Uz najveći okretni moment od 700 Nm promatrano s krivulje mapiranja pri 1 178 min⁻¹

$$\text{stvarni okretni moment} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

A.6.2. Osnovni podaci za stehiometrijske izračune

| | |
|-----------------------------------|----------------|
| Atomska masa vodika | 1,00794 g/atom |
| Atomska masa ugljika | 12,011 g/atom |
| Atomska masa sumpora | 32,065 g/atom |
| Atomska masa dušika | 14,0067 g/atom |
| Atomska masa kisika | 15,9994 g/atom |
| Atomska masa argona | 39,9 g/atom |
| Molarna masa vode | 18,01534 g/mol |
| Molarna masa ugljikovog dioksida | 44,01 g/mol |
| Molarna masa ugljikovog monoksida | 28,011 g/mol |
| Molarna masa kisika | 31,9988 g/mol |
| Molarna masa dušika | 28,011 g/mol |
| Molarna masa dušikovog oksida | 30,008 g/mol |
| Molarna masa dušikovog dioksida | 46,01 g/mol |
| Molarna masa sumpornog dioksida | 64,066 g/mol |
| Molarna masa suhog zraka | 28,965 g/mol |

Pod pretpostavkom da nema efekata stlačivosti, svi plinovi uključeni u proces usisa/izgaranja/ispuha motora smatraju se idealnima i svi volumenski proračuni se stoga temelje na molarnom volumenu od 22,414 l/mol prema Avogadrovj hipotezi.

A.6.3. Plinovite emisije (dizelsko gorivo)

Mjerni podaci iz pojedine točke ciklusa ispitivanja (brzina uzorkovanja podataka 1 Hz) za izračun trenutačne masovne emisije prikazani su u nastavku. U ovom primjeru CO i NO_x mjere se na suhoj osnovi, a HC na mokroj osnovi. Koncentracija HC-a dana je u ekvivalentu propana (C3) i mora se pomnožiti sa 3 kako bi se dobio ekvivalent C1. Proračunski postupak istovjetan je za druge točke ciklusa.

Primjer izračuna pokazuje zaokružene srednje rezultate različitih koraka za bolji prikaz. Treba napomenuti da za stvarni izračun, zaokruživanje srednjih rezultata nije dopušteno (vidjeti stavak 8.).

| $T_{a,i}$ (K) | $H_{a,i}$ (g/kg) | $W_{a,i}$ kWh | $q_{a,ew,i}$ (kg/s) | $q_{a,mw,i}$ (kg/s) | $q_{a,mf,i}$ (kg/s) | $c_{HC,i}$ (ppm) | $c_{CO,i}$ (ppm) | $c_{NOx,i}$ (ppm) |
|------------------|---------------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| 295 | 8,0 | 40 | 0,155 | 0,150 | 0,005 | 10 | 40 | 500 |

Razmatra se sljedeći sastav goriva:

| Sastavni dio | Molarni omjer | % masa |
|--------------|---------------------|-------------------|
| H | $\alpha = 1,8529$ | $w_{ALF} = 13,45$ |
| C | $\beta = 1,0000$ | $w_{BET} = 86,50$ |
| S | $\gamma = 0,0002$ | $w_{GAM} = 0,050$ |
| N | $\delta = 0,0000$ | $w_{DEL} = 0,000$ |
| O | $\epsilon = 0,0000$ | $w_{EPS} = 0,000$ |

Korak 1.: Suha/mokra korekcija (stavak 8.1.):

$$\text{Jednadžba (16): } k_f = 0,055584 \times 13,45 - 0,0001083 \times 86,5 - 0,0001562 \times 0,05 = 0,7382$$

$$\text{Jednadžba (13): } k_{w,a} = \left(1 - \frac{1,2434 \times 8 + 111,12 \times 13,45 \times \frac{0,005}{0,148}}{773,4 + 1,2434 \times 8 + \frac{0,005}{0,148} \times 0,7382 \times 1000} \right) \times 1,008 = 0,9331$$

$$\begin{aligned} \text{Jednadžba (12): } c_{CO,i}(\text{wet}) &= 40 \times 0,9331 &&= 37,3 \text{ ppm} \\ c_{NOx,i}(\text{wet}) &= 500 \times 0,9331 &&= 466,6 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Korak 2: NO_x korekcija temperature i vlažnosti (stavak 8.2.1.):

$$\text{Jednadžba (23): } k_{h,D} = \frac{15,698 \times 8,00}{1000} + 0,832 = 0,9576$$

Korak 3.: Izračun trenutačne emisije u svakoj pojedinoj točki ciklusa (stavak 8.4.2.3.):

$$\begin{aligned} \text{Jednadžba (36): } m_{HC,i} &= 10 \times 3 \times 0,155 &&= 4,650 \\ m_{CO,i} &= 37,3 \times 0,155 &&= 5,782 \\ m_{NOx,i} &= 466,6 \times 0,9576 \times 0,155 &&= 69,26 \end{aligned}$$

Korak 4.: Izračun masovne emisije tijekom ciklusa integriranjem trenutačnih vrijednosti emisija i u vrijednosti iz tablice 5. (stavak 8.4.2.3.):

Sljedeći izračun predviđen je za WHTC ciklus (1 800 s) i istu emisiju u svakoj točki ciklusa.

$$\begin{aligned} \text{Jednadžba (36): } m_{\text{HC}} &= 0,000479 \times \sum_{i=1}^{1800} 4,650 &&= 4,01 \text{ g/test} \\ m_{\text{CO}} &= 0,000966 \times \sum_{i=1}^{1800} 5,782 &&= 10,05 \text{ g/test} \\ m_{\text{NOx}} &= 0,001586 \times \sum_{i=1}^{1800} 69,26 &&= 197,72 \text{ g/test} \end{aligned}$$

Korak 5.: Izračun specifičnih emisija (stavak 8.6.3.):

$$\begin{aligned} \text{Jednadžba (69): } e_{\text{HC}} &= 4,01/40 &&= 0,10 \text{ g/kWh} \\ e_{\text{CO}} &= 10,05/40 &&= 0,25 \text{ g/kWh} \\ e_{\text{NOx}} &= 197,72/40 &&= 4,94 \text{ g/kWh} \end{aligned}$$

A.6.4. Emisija čestica (dizelsko gorivo)

| $P_{b,b}$ (kPa) | $P_{b,a}$ (kPa) | W_{act} (kWh) | $q_{mew,i}$ (kg/s) | $q_{mf,i}$ (kg/s) | $q_{mdw,i}$ (kg/s) | $q_{mdew,i}$ (kg/s) | $m_{\text{uncor,b}}$ (mg) | $m_{\text{uncor,a}}$ (mg) | m_{sep} (kg) |
|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 99 | 100 | 40 | 0,155 | 0,005 | 0,0015 | 0,0020 | 90,0000 | 91,7000 | 1,515 |

Korak 1.: Izračun m_{edf} (stavak 8.4.3.2.2.):

$$\begin{aligned} \text{Jednadžba (48): } r_{d,i} &= \frac{0,002}{(0,002 - 0,0015)} &&= 4 \\ \text{Jednadžba (47): } q_{medf,i} &= 0,155 \times 4 &&= 0,620 \text{ kg/s} \\ \text{Jednadžba (46): } m_{\text{edf}} &= \sum_{i=1}^{1800} 0,620 &&= 1,116 \text{ kg/test} \end{aligned}$$

Korak 2.: Ispravak uzgona mase čestica (stavak 8.3.)

Prije ispitivanja:

$$\begin{aligned} \text{Jednadžba (26): } \rho_{a,b} &= \frac{99 \times 28,836}{8,3144 \times 295} &&= 1,164 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Jednadžba (25): } m_{f,T} &= 90,0000 \times \frac{(1 - 1,164 / 8000)}{(1 - 1,164 / 2300)} &&= 90,0325 \text{ mg} \end{aligned}$$

Nakon ispitivanja

$$\begin{aligned} \text{Jednadžba (26): } \rho_{a,a} &= \frac{100 \times 28,836}{8,3144 \times 295} &&= 1,176 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Jednadžba (25): } m_{f,G} &= 91,7000 \times \frac{(1 - 1,176 / 8000)}{(1 - 1,176 / 2300)} &&= 91,7334 \text{ mg} \\ \text{Jednadžba (27): } m_p &= 91,7334 \text{ mg} - 90,0325 \text{ mg} &&= 1,7009 \text{ mg} \end{aligned}$$

Korak 3.: Izračun emisije mase čestica (stavak 8.4.3.2.2.):

$$\text{Jednadžba (45): } m_{\text{PM}} = \frac{1,7009 \times 1116}{1,515 \times 1000} = 1,253 \text{ g/test}$$

Korak 4.: Izračun specifične emisije (stavak 8.6.3.):

$$\text{Jednadžba (69): } e_{\text{PM}} = 1,253 / 40 = 0,031 \text{ g/kWh}$$

DODATAK 7.

UGRADNJA POMOĆNIH UREĐAJA I OPREME ZA ISPITIVANJE EMISIJA

| Broj | Pomoćni uređaji | Postavljeno za ispitivanje emisija |
|------|--|---|
| 1. | Usisni sustav Usisni sustav cijevi Sustav kontrole emisije u kućištu koljenaste osovine Kontrolni uređaji za usisni sustav cijevi dvostruke indukcije Mjerač protoka zraka Zacjevljenje za usis zraka Filtar za zrak Usisni prigušivač zvuka Uređaj za ograničenje brzine | Da Da Da Da Da, ili oprema ispitne ćelije Da, ili oprema ispitne ćelije Da, ili oprema ispitne ćelije Da |
| 2. | Usisni sustav cijevi uređaja za indukciju topline | Da, po mogućnosti postaviti u najpovoljnijem položaju |
| 3. | Ispušni sustav Ispušni sustav cijevi Priključne cijevi Prigušivač zvuka Ispušna cijev Ispušna kočnica Pneumatski uređaj | Da Da Da Da Ne, ili potpuno otvorena Da |
| 4. | Crpka za dobavu goriva | Da |
| 5. | Oprema za plinske motore Elektronički sustav kontrole, mjerač protoka zraka itd. Uređaj za smanjivanje tlaka Isparivač Miješalica | Da Da Da Da |
| 6. | Oprema za ubrizgavanje goriva Predfiltar Filtar Pumpa Visokotlačna cijev Ubrizgač Zračni usisni ventil Elektronički sustav kontrole, senzori itd. Regulator/sustav kontrole Automatsko zaustavljanje potpunog punjenja za kontrolni zupčanik ovisno o atmosferskim uvjetima | Da Da Da Da Da Da Da Da |
| 7. | Oprema za hlađenje tekućine Radijator Ventilator Poklopac ventilatora Crpka za vodu Termostat | Ne Ne Ne Da Da, može se postaviti da bude u potpunosti otvoren |

| Broj | Pomoćni uređaji | Postavljeno za ispitivanje emisija |
|------|---|---|
| 8. | Hlađenje zrakom Poklopac Ventilator ili uređaj za propuhivanje Uređaj za regulaciju temperature | Ne Ne Ne |
| 9. | Električna oprema Generator Navoj ili navoji Ožičenje Elektronički sustav kontrole | Ne Da Da Da |
| 10. | Pneumatska oprema Kompresor kojeg pokreće izravno motor i/ili ispušni plinovi Uređaj za hlađenje zraka s punjenjem Crpka za rashladno sredstvo ili ventilator (na motorni pogon) Uređaj za nadzor protoka rashladnog sredstva | Da Da, ili sustav ispitne ćelije Ne Da |
| 11. | Uređaj protiv onečišćenja (sustav za naknadnu obradu ispušnih plinova) | Da |
| 12. | Oprema za pokretanje | Da, ili sustav ispitne ćelije |
| 13. | Crpka ulja za podmazivanje | Da” |

Treba izmijeniti Prilog 9.B.

Naslov se mijenja i glasi:

„TEHNIČKI ZAHTEJEVI ZA SUSTAV UGRAĐENE DIJAGNOSTIKE (OBD)“

Stavak 1. zamjenjuje se sljedećim:

„1. PRIMJENJIVOST

Ovaj prilog primjenjuje se na dizelske motore i motore na plinovita goriva (PP ili UNP) namijenjene ugradnji u cestovna vozila, međutim ne primjenjuje se na motore s dvije vrste goriva.

Napomena: Prilog 9.B primjenjuje se umjesto Priloga 9.A u skladu s odlukom ugovornih stranka, pod uvjetom da se primjenjuje i Prilog 4.B. Međutim, u slučaju da ugovorna stranka odluči primjenjivati ovaj Prilog, određeni zahtjevi propisani Prilogom 9.A mogu i dalje biti primjenjivi ako isto izričito zatraži ta ugovorna stranka, pod uvjetom da takvi zahtjevi nisu protivni odredbama ovog Priloga.”

Stavak 3.35. zamjenjuje se sljedećim:

„3.35. «Ciklus zagrijavanja» znači dovoljno dug rad motora da se temperatura rashladne tekućine poveća za najmanje 295 K (22 °C/40 °F) od pokretanja motora i da se postigne najmanja temperatura od 333 K (60 C/140 °F) (²).”

Stavak 3.36. zamjenjuje se sljedećim:

„3.36. Kratice

| | |
|-----------------|--|
| CV | Ventilacija kućišta koljenaste osovine |
| DOC | Dizelski oksidacijski katalizator |
| DPF | Dizelski čestični filtar ili odvajač čestica, uključujući katalizirane DPF-ove i Uređaj za hvatanje čestica s aktivnom regeneracijom (CRT) |
| DTC | Kod dijagnosticiranja problema |
| EGR | Vraćanje dijela ispušnih plinova |
| HC | Ugljikovodik |
| LNT | Uređaj za hvatanje NO _x čestica (ili NO _x apsorber) |
| UNP | Ukapljeni naftni plin |
| MECS | Strategija kontrole emisija u slučaju neispravnog rada |
| NG | Prirodni plin (engl.: NG – Natural gas) |
| NO _x | Dušikovi oksidi |
| OTL | Granična vrijednost OBD-a |
| PM | Materija čestica |
| SCR | Selektivna katalitička redukcija |
| SW | Brisači vjetrobranskog stakla |
| TFF | Praćenje potpunog funkcionalnog kvara |
| VGT | Promjenjivo geometrijsko turbopuhalo |
| VVT | Promjenjivo podešavanje ventila” |

Stavak 4.3. zamjenjuje se sljedećim:

„4.3. Zahtjevi za bilježenje OBD informacija

Kada neispravnost ...

Kada sustav više ne pronalazi potvrđenu i aktivnu neispravnost za vrijeme kompletne radne sekvence, dodjeljuje joj se prethodno aktivni status do početka sljedeće radne sekvence i taj će se status zadržati sve dok se podaci OBD sustava povezani s takvom neispravnosti ne obrišu alatom za skaniranje ili dok se ne izbrišu iz memorije računala u skladu sa stavkom 4.4.”

Stavak 4.7.1.2. točka (l) „aktivni DTCi klase B1” zamjenjuje se s „aktivni DTCi za klasu B1”.

Stavak 5.2.3. zamjenjuje se sljedećim:

„5.2.3. Niska razina goriva

Proizvođači mogu nadalje zatražiti odobrenje za onemogućavanje sustava praćenja na koje utječe niska razina/tlak goriva ili nestanak goriva (npr. dijagnoza neispravnosti sustava goriva ili zastoj) kako slijedi:

| | DIZELSKO GORIVO | PLIN | |
|---|--------------------|------|-----|
| | | NG | UNP |
| (a) Niska razina goriva koja se razmatra za takvo onemogućavanje jest ona koja ne prelazi 100 litara ili 20 % nominalnog kapaciteta spremnika goriva, ovisno o tome koja je niža. | X | | X |
| (b) Niska razina goriva u spremniku koja se razmatra za takvo onemogućavanje jest ona koja ne prelazi 20 % nominalnog tlaka goriva u spremniku | | X” | |

Treba dodati novi stavak 5.2.8. koji glasi:

„5.2.8. Dolijevanje goriva

Proizvođač vozila s pogonom na plinovita goriva može nakon dolijevanja goriva privremeno onesposobiti OBD sustav kada se sustav mora prilagoditi na prepoznavanje promjene u kvaliteti i sastavu goriva od strane elektroničke upravljačke jedinice.

OBD sustav treba se ponovno aktivirati čim se prepozna novo gorivo i prilagode parametri motora. Takvo onemogućavanje neće trajati dulje od 10 minuta.”

Stavak 6. zamjenjuje se sljedećim (dodavanje novog podstavka (d)):

„6. ZAHTJEVI ZA DEMONSTRACIJU

...

(d) postupak za odabir referentnog goriva kod motora na plin”

Stavak 6.3. zamjenjuje se sljedećim:

„6.3. Postupci za demonstraciju OBD performansi

Proizvođač je obvezan ...

U sljedećim stavcima navedeni su zahtjevi za demonstraciju OBD performansi, uključujući zahtjeve za ispitivanje. Broj ispitivanja je četiri puta broj porodica vozila koje se razmatraju u sklopu obitelji prema OBD emisijama, ali ne smije biti manji od 8.

Odabrani sustavi za praćenje moraju različite tipove sustava za praćenje koji su navedeni u stavku 4.2. (odnosno praćenje praga emisija, praćenje izvedbe, praćenje potpunog funkcionalnog kvara ili praćenje sastavnih dijelova) odražavati na uravnotežen način. Odabrani sustavi za praćenje moraju na uravnotežen način odražavati i različite elemente navedene u Dodatku 3. ovom Prilogu.”

Stavak 6.3.2. zamjenjuje se sljedećim (uz ispravak bilješke 10.):

„6.3.2. Postupci za kvalificiranje pogoršanog sastavnog dijela (ili sustava)

Ovaj se stavak odnosi na slučajeve u kojima se odabrana neispravnost za pokazna ispitivanja OBD-a prati u odnosu na emisije iz ispušne cijevi (praćenje praga emisija — vidjeti stavak 4.2.) te je obveza proizvođača putem ispitivanja emisija pokazati kvalifikaciju predmetnog pogoršanog sastavnog dijela.⁽¹⁾

⁽¹⁰⁾ Ovaj stavak će se poslije proširiti na druge uređaje za praćenje osim uređaja za nadzor granične vrijednosti emisija.”

Umetnuti novi stavak 6.5. koji glasi:

„6.5. Postupak za odabir referentnoga goriva za motore na plin

Prikaz OBD performansi i razvrstavanje neispravnosti provodit će se uz pomoć jednog od referentnih goriva navedenih u Prilogu 5. na kojem motor radi.

Odabir tog referentnoga goriva vrši tijelo za homologaciju, koje je obvezno laboratoriju za ispitivanje osigurati dovoljno vremena za nabavu odabranog referentnoga goriva.”

Stavak 7.2. zamjenjuje se sljedećim:

„7.2. Primjenjiva ispitivanja

Za potrebe ovog Priloga:

- (a) ispitni ciklus ispitivanja emisija je ispitni ciklus koji se koristi za mjerenje reguliranih emisija prilikom kvalificiranja pogoršanog sastavnog dijela ili sustava;
- (b) OBD ispitni ciklus je ispitni ciklus koji se koristi prilikom ocjenjivanja performansi OBD upravljačkog sustava radi otkrivanja kvarova.”

Stavak 7.2.2. zamjenjuje se sljedećim (brisanje riječi „Usklađen diljem svijeta”)

„7.2.2. OBD ispitni ciklus

OBD ispitni ciklus koji se razmatra u ovom prilogu je vrući dio WHTC ispitnog ciklusa, opisanog u Prilogu 4.B.

Na zahtjev proizvođača i uz suglasnost tijela za homologaciju, za određeni sustav za praćenje može se koristiti alternativa OBD ciklusu ispitivanja (npr. hladni dio WHTC ciklusa). Zahtjev će sadržavati dokumentaciju (tehnička razmatranja, simulacije, rezultate ispitivanja itd.) koja prikazuje da:

- (a) se traženi ispitni ciklus prikladan za prikaz praćenja odvija u stvarnim uvjetima vožnje; te
- (b) se vrući dio WHTC ispitnog ciklusa pokazao manje prikladnim za razmatrano praćenje (npr. praćenje potrošnje tekućina).”

Stavak 8.1.3. ispravlja se i glasi:

„8.1.3. Dokumentacija povezana s obitelji prema OBD emisijama

...

Uz to, proizvođač će osigurati popis elektroničkih ulaza i izlaza te identifikaciju komunikacijskog protokola koji koristi svaka obitelji prema OBD emisijama.”

Prilog 9.B, Dodatak 2., stavak 1. ispravlja se i glasi:

„Svrha ovog dodatka jest ilustrirati zahtjeve navedene u stavcima 4.3. i 4.6.5. ovog Priloga.”

Prilog 9.B, Dodatak 3., zamjenjuje se sljedećim (uz dodavanje nove stavke 15.):

„ZAHTEVI PRAĆENJA

Stavke iz ovog dodatka navode sustave ili sastavne dijelove koje OBD sustav treba pratiti, u skladu sa stavkom 4.2. Osim ako nije drukčije navedeno, zahtjevi se primjenjuju i na dizelske i plinske motore.

STAVKA 1.

PRAĆENJE ELEKTRIČNIH/ELEKTRONIČKIH SASTAVNIH DIJELOVA

Električni/elektronički sastavni dijelovi koji se koriste za nadzor ili praćenje sustava za kontrolu emisije opisanih u ovom dodatku podložni su praćenju sastavnih dijelova u skladu s odredbama iz stavka 4.2. ovog Priloga. To uključuje, ali nije ograničeno na senzore tlaka, senzore temperature, senzore ispušnih plinova i senzore kisika ako postoje, senzore detonacije, brizgaljku(-e) za dodavanje goriva ili reagensa u ispušni kanal, gorionike ili grijače elemente u ispušnom kanalu, žarnice, grijače ulaznog zraka.

Uvijek kad postoji petlja upravljanja povratnom vezom OBD sustav će nadzirati sposobnost sustava da održi petlju upravljanja povratnom vezom kako je predviđena (npr. uključi se u nadzor povratne veze u vremenskim razmacima koje je odredio proizvođač, sustav ne uspije održati upravljanje povratnom vezom, upravljanje povratnom vezom iskoristilo je sve prilagodbe koje je dopustio proizvođač) — praćenje sastavnih dijelova.

Napomena: Ove odredbe primjenjuju se na sve električne/elektroničke sastavne dijelove, čak i ako pripadaju bilo kojem od sustava za praćenje opisanog u drugim dijelovima ovog dodatka.

STAVKA 2.

DPF SUSTAV (Sustav filtra čestica dizela)

OBD sustav mora pratiti pravilan rad sljedećih elemenata DPF sustava na motorima opremljenima na taj način:

- (a) supstrat DPF-a: prisutnost supstrata DPF-a — praćenje potpunog funkcionalnog kvara;
- (b) izvedba DPF-a: začepjenost DPF-a — potpuni funkcionalni kvar;
- (c) izvedba DPF-a: postupci filtriranja i regeneracije (npr. akumulacija čestica za vrijeme postupka filtriranja i uklanjanja čestica za vrijeme prisilnog postupka regeneracije) — praćenje izvedbe (na primjer ocjena mjerljivih svojstava DPF-a poput protutlaka ili diferencijalnog tlaka, koji možda neće otkriti sve načine kvarova koji smanjuju učinkovitost odvajanja).

STAVKA 3.

PRAĆENJE SELEKTIVNE KATALITIČKE REDUKCIJE (SCR)

Za potrebe ove stavke, SCR znači selektivna katalitička redukcija ili drugi katalizator za NO_x OBD sustav mora pratiti pravilan rad sljedećih elemenata SCR sustava na motorima opremljenim na taj način:

- (a) aktivan/intruzivan sustav ubrizgavanja reagensa: sposobnost sustava da pravilno regulira opskrbu reagensa, bez obzira na to dodaju li se ubrizgavanjem u ispušni kanal ili u cilindar — praćenje izvedbe;
- (b) aktivan/intruzivan reagens: dostupnost reagensa u vozilu, pravilna potrošnja reagensa ako se koristi reagens koji nije gorivo (npr. urea) — praćenje izvedbe;
- (c) aktivan/intruzivan reagens: u izvedivom opsegu, kvaliteta reagensa ako se koristi reagens koji nije gorivo (npr. urea) — praćenje izvedbe;
- (d) učinkovitost pretvaranja SCR katalizatora: SCR sposobnost katalizatora da pretvara NO_x — praćenje praga emisija.

STAVKA 4.

UREĐAJ ZA HVATANJE NO_x ČESTICA (LNT, ILI NO_x APSORBER)

OBD sustav mora pratiti pravilan rad sljedećih elemenata LNT sustava na motorima opremljenim na taj način:

- (a) sposobnost LNT-a: sposobnost LNT sustava da apsorbira/pohrani i pretvori NO_x — praćenje izvedbe;
- (a) LNT aktivan/intruzivan sustav ubrizgavanja reagensa: sposobnost sustava da pravilno regulira opskrbu reagensima, bez obzira na to dodaju li se ubrizgavanjem u ispušni kanal ili u cilindar — praćenje izvedbe.

STAVKA 5.

OKSIDACIJSKI KATALIZATORI (UKLJUČUJUĆI PRAĆENJE DIZELSKOG OKSIDACIJSKOG KATALIZATORA (DOC))

Ova se stavka primjenjuje na oksidacijske katalizatore koji su odvojeni od drugih sustava naknadne obrade. Oni koji su uključeni u skaniranje sustava naknadne obrade pokriveni su odgovarajućim stavkama ovog dodatka.

OBD sustav mora pratiti pravilan rad sljedećih elemenata oksidacijskih katalizatora na motorima opremljenim na taj način:

- (a) učinkovitost pretvaranja HC: sposobnost oksidacijskih katalizatora da pretvaraju HC uzvodno od ostalih uređaja za naknadnu obradu — praćenje potpunog funkcionalnog kvara;
- (b) učinkovitost pretvaranja HC: sposobnost oksidacijskih katalizatora da pretvaraju HC nizvodno od ostalih uređaja za naknadnu obradu — praćenje potpunog funkcionalnog kvara.

STAVKA 6.

NADZOR VRAĆANJA DIJELA ISPUŠNIH PLINOVA (EGR)

OBD sustav mora pratiti pravilan rad sljedećih elemenata EGR sustava na motorima opremljenima na taj način:

| | DIZELSKO GORIVO | PLIN |
|---|-----------------|------|
| (a.1) Visok/nizak protok EGR-a: sposobnost EGR sustava da održava zadanu brzinu protoka EGR-a, otkrivanje kako «preniskog protoka» tako i «previsokog protoka» — praćenje praga emisija. | X | |
| (a.2) Visok/nizak protok EGR-a: sposobnost EGR sustava da održava zadanu brzinu protoka EGR-a, otkrivanje kako «preniskog protoka» tako i «previsokog protoka» — praćenje izvedbe. (zahtjevi praćenja će biti kasnije razrađeni) | | X |
| (b) Spori odgovor na EGR aktuatoru: sposobnost EGR sustava da postigne zadanu brzinu protoka u određenim vremenskim intervalima koje je odredio proizvođač, nakon primanja naloga — praćenje izvedbe. | X | X |
| (c) Nedovoljno hlađenje EGR hladnjaka: sposobnost EGR sustava da postigne hlađenje koje je odredio proizvođač — praćenje izvedbe. | X | X |

STAVKA 7.

PRAĆENJE SUSTAVA GORIVA

OBD sustav mora pratiti pravilan rad sljedećih elemenata sustava goriva na motorima opremljenima na taj način:

| | DIZELSKO GORIVO | PLIN |
|--|-----------------|------|
| (a) Upravljanje tlakom sustava goriva: sposobnost sustava goriva da postigne zadani tlak goriva u upravljanju zatvorenom petljom — praćenje izvedbe. | X | |
| (b) Upravljanje tlakom sustava goriva: sposobnost sustava goriva da postigne zadani tlak goriva u upravljanju zatvorenom petljom u slučaju kada je sustav načinjen na taj način da se tlakom može upravljati neovisno o drugim parametrima — praćenje izvedbe. | X | |
| (c) Vrijeme ubrizgavanja goriva: sposobnost sustava goriva da postigne zadano vrijeme ubrizgavanja goriva za najmanje jedno ubrizgavanje kada je motor opremljen odgovarajućim senzorima — praćenje izvedbe. | X | |
| (d) Sustav ubrizgavanja goriva: sposobnost održavanja željenog omjera goriva i zraka (uključujući ali ne isključivo značajke samoprilagodbe) - praćenje izvedbe. | | X |

STAVKA 8.

REGULACIJA ZRAKA I TURBOPUHALO/SUSTAV ZA UPRAVLJANJE POVEĆANJEM TLAKA

OBD sustav mora pratiti pravilan rad sljedećih elemenata sustava regulacije zraka i turbopuhala/sustava za upravljanje povećanjem tlaka na motorima opremljenima na taj način:

| | DIZELSKO GORIVO | PLIN |
|--|-----------------|------|
| (a.1) Visoko/nisko turbo povećanje: sposobnost sustava turbo povećanja da održava zadano povećanje tlaka, otkrivanje uvjeta kako «preniskog povećanja tlaka» tako i «previsokog povećanja tlaka» — praćenje praga emisija. | X | |
| (a.2) Visoko/nisko turbo povećanje: sposobnost sustava turbo povećanja da održava zadano povećanje tlaka, otkrivanje uvjeta kako «preniskog povećanja tlaka» tako i «previsokog povećanja tlaka» — praćenje izvedbe. (Zahtjevi praćenja će biti kasnije razrađeni). | | X |
| (b) Spori odgovor promjenjivog geometrijskog turbopuhala (VGT): sposobnost VGT sustava da postigne zadanu geometriju unutar vremena koje je odredio proizvođač — praćenje izvedbe. | X | X |
| (c) Hlađenje stlačenog zraka: učinkovitost sustava hlađenja stlačenog zraka — potpuni funkcionalni kvar. | X | X |

STAVKA 9.

SUSTAV PROMJENJIVOG PODEŠAVANJA VENTILA (VVT)

OBD sustav mora pratiti pravilan rad sljedećih elemenata sustava promjenjivog podešavanja ventila (VVT) na motorima opremljenima na taj način:

- (a) pogreška odredišta VVT: sposobnost VVT sustava da postigne zadano vrijeme podešavanja ventila — praćenje izvedbe;
- (b) spori odgovor VVT-a: sposobnost VVT sustava da postigne zadano vrijeme podešavanja ventila u određenim vremenskim intervalima koje je odredio proizvođač, nakon primanja naloga — praćenje izvedbe.

STAVKA 10.

PRAĆENJE ZASTOJA

| | | DIZELSKO GORIVO | PLIN |
|-----|---|-----------------|------|
| (a) | Ne postoje propisi. | X | |
| (b) | Neispravnost koja može dovesti do štete katalizatora (npr. praćenjem određenog postotka neispravnosti tijekom određenog vremenskog razdoblja) - praćenje izvedbe. (Zahtjevi praćenja će biti poslije razrađeni, skupa sa stavkama 6. i 8.). | | X |

STAVKA 11.

PRAĆENJE SUSTAVA VENTILACIJE KUĆIŠTA KOLJENASTE OSOVINE

Ne postoje propisi.

STAVKA 12.

PRAĆENJE SUSTAVA HLAĐENJA MOTORA

OBD sustav mora pratiti pravilan rad sljedećih elemenata sustava hlađenja motora:

- (a) Temperatura rashladne tekućine motora (termostat): Termostat je ostao otvoren. Proizvođači ne moraju pratiti termostat ako taj kvar neće onesposobiti neki drugi OBD uređaj za praćenje — potpuni funkcionalni kvar.

Proizvođači ne moraju pratiti temperaturu rashladnog sredstva motora ili senzor temperature rashladnog sredstva motora ako se temperatura rashladnog sredstva motora ili senzor temperature rashladnog sredstva motora ne koriste za omogućavanje nadzora zatvorene petlje/povratne veze bilo kojeg od sustava kontrole emisija i/ili neće onesposobiti ni jedan drugi uređaj za praćenje.

Proizvođači mogu privremeno zaustaviti ili odgoditi praćenje na razdoblje potrebno da se dostigne temperatura koja omogućuje zatvorenu petlju ako se motor nalazi u uvjetima koji bi mogli dovesti do pogrešne dijagnoze (npr. rad vozila u praznom hođu više od 50 do 75 % vremena zagrijavanja).

STAVKA 13.

PRAĆENJE SENZORA ISPUŠNIH PLINOVA I SENZORA KISIKA

OBD sustav mora nadzirati:

| | DIZELSKO GORIVO | PLIN |
|---|-----------------|------|
| (a) električne elemente senzora ispušnih plinova na motorima opremljenim na taj način, u skladu sa stavkom 1. ovog dodatka - praćenje sastavnih dijelova | X | X |
| (b) senzore primarnog i sekundarnog (regulacija goriva) kisika. Ti senzori smatrać će se sensorima ispušnih plinova čiji je pravilan rad potrebno pratiti u skladu sa stavkom 1. ovog dodatka - praćenje sastavnih dijelova | | X |

STAVKA 14.

SUSTAV ZA PRAĆENJE PRAZNOG HODA MOTORA

OBD sustav mora pratiti pravilan rad električnih elemenata sustava za praćenje praznog hoda motora na motorima opremljenima na taj način, u skladu sa stavkom 1. ovog dodatka.

STAVKA 15.

TROSMJERNI KATALIZATOR

OBD sustav mora pratiti trosmjerni katalizator na motorima opremljenima na taj način:

| | DIZELSKO GORIVO | PLIN |
|---|-----------------|------|
| (a) Učinkovitost pretvaranja trosmjernog katalizatora: sposobnost katalizatora da pretvara NO _x i CO - praćenje izvedbe. | | X" |

Prilog 9.B, Dodatak 4. zamjenjuje se sljedećim:

„Izvještaj o tehničkoj sukladnosti

Ovaj izvještaj...

ZAVRŠNI IZVJEŠTAJ SUKLADNOSTI

Dokumentacijski paket i ovdje opisan OBD sustav/obitelj prema OBD emisijama sukladni su sa zahtjevima sljedećeg pravilnika:

Pravilnik .../inačica .../dan stupanja na snagu .../tip goriva ...

...”

Prilog 9.B, Dodatak 4., stavka 4., stavak 1.1., tablica, red „Informacije o ispitivanju”, mijenja se iz „Ispitno gorivo” u „Referentno gorivo”:

Prilog 9.B, Dodatak 5., tablica 3. zamjenjuje se sljedećim:

„Tablica 3

Opcionalne informacije ako se koriste u emisijama ili OBD sustavu radi omogućavanja ili onemogućavanja bilo koje OBD informacije.

| | Zamrznuta slika | Tijek podataka |
|---|-----------------|----------------|
| Razina goriva ili tlak u spremniku goriva (što je primjenjivo) | X | X |
| Temperatura motornog ulja | X | X |
| Brzina vozila | X | X |
| Status prilagodbe kvalitete goriva (aktivno/neaktivno) za plinske motore. | | X |
| Napon računalnog sustava za upravljanje motorom (za glavni kontrolni čip) | X | X" |

Prilog 9.B, Dodatak 5., tablica 4. zamjenjuje se sljedećim:

„Tablica 4.

Opcionalne informacije ako je motor opremljen na taj način ako osjeća ili računa informacije:

| | Zamrznuta slika | Tijek podataka |
|--|-----------------|----------------|
| Apsolutni položaj zaklopke ... | X | X |
| ... | | |
| Izlazni signal senzora za kisik | | X |
| Izlazni signal senzora za sekundarni kisik (ako postoji) | | X |
| Izlazni signal senzora za NO _x | | X" |

Treba umetnuti novi Prilog 9.C, koji glasi:

„PRILOG 9.C

Tehnički zahtjevi za procjenu učinkovitosti u uporabi sustava za ugrađenu dijagnostiku (OBD)

1. PRIMJENJIVOST

U trenutnoj verziji ovaj Prilog primjenjiv je jedino na cestovna vozila opremljena motorom na dizel-sko gorivo.

2. (Rezervirano)

3. DEFINICIJE

3.1. ‚Koeficijent radne učinkovitosti u uporabi‘

Koeficijent radne učinkovitosti u uporabi (IUPR) određenog uređaja za praćenje m OBD sustava je sljedeći: $IUPR_m = \text{brojnik}_m / \text{nazivnik}_m$

3.2. ‚Brojnik‘

Brojnik određenog uređaja za praćenje m (brojnik_m) je brojač koji pokazuje koliko puta je upravljano vozilom tako da su zadovoljeni svi kontrolni uvjeti potrebni da bi taj određeni uređaj za praćenje otkrio neispravnost.

3.3. ‚Nazivnik‘

Nazivnik određenog uređaja za praćenje m (nazivnik_m) je brojač koji pokazuje broj radnih stanja vozila, pritom uzimajući u obzir uvjete specifične za taj određeni uređaj za praćenje.

3.4. ‚Opći nazivnik‘

Opći nazivnik je brojač koji pokazuje koliko puta je upravljano vozilom uzimajući u obzir opće uvjete.

3.5. ‚Brojač ciklusa paljenja‘

Brojač ciklusa paljenja je brojač koji pokazuje broj pokretanja motora koje je vozilo doživjelo.

3.6. ‚Pokretanje motora‘

Pokretanje motora sastoji se od paljenja - On, pogona i početka izgaranja, a završava se kad brzina motora dosegne 150 min^{-1} ispod uobičajene, brzine praznog hoda kod zagrijanog motora.

3.7. ‚Vozni ciklus‘

Vozni ciklus podrazumijeva slijed koji se sastoji od pokretanja motora, voznog perioda, isključivanja motora i vremena do idućeg pokretanja motora.

3.8. Kratice

IUPR Koeficijent radne učinkovitosti u uporabi

$IUPR_m$ Koeficijent radne učinkovitosti u uporabi određenog uređaja za praćenje m

4. OPĆI ZAHTJEVI

OBD sustav mora imati mogućnost praćenja i bilježenja podataka o radnoj učinkovitosti u uporabi (stavak 6.) OBD uređaja za praćenje određenih u ovom stavku, pohranjivanja tih podataka u računalnoj memoriji i priopćavanja istih prema van na zahtjev (stavak 7.).

Podaci o radnoj učinkovitosti u uporabi uređaja za praćenje sastoje se od brojnika i nazivnika što omogućuje izračun IUPR.

4.1. IUPR uređaji za praćenje

4.1.1. Skupine uređaja za praćenje

Proizvođači moraju implementirati softverske algoritme u OBD sustav kako bi se zasebno pratili i javljali podaci o radnoj učinkovitosti u uporabi skupina uređaja za praćenje spomenutih u Dodatku 1. ovom Prilogu.

Ne zahtijeva se od proizvođača da implementiraju softverske algoritme u OBD sustav za zasebno praćenje i bilježenje radne učinkovitosti u uporabi uređaja za praćenje koji neprekinuto rade kako je definirano u stavku 4.2.3. Priloga 9.B ako su ti uređaji za praćenje već dio jedne od skupina uređaja za praćenje spomenutih u Dodatku 1. ovom Prilogu.

Podaci o učinkovitosti u uporabi uređaja za praćenje povezani s različitim ispušnim cijevima ili skupinama cilindara motora unutar grupe uređaja za praćenje prate se i bilježe odvojeno na način definiran stavkom 6. i isti se javljaju u skladu sa stavkom 7.

4.1.2. Višestruki uređaji za praćenje

Za svaku skupinu uređaja za praćenje za koje se zahtijeva javljanje podataka u skladu sa stavkom 4.1.1., OBD sustav odvojeno prati podatke o radnoj učinkovitosti u uporabi, kako je definirano stavkom 6., za svaki određeni uređaj za praćenje koji pripada u tu skupinu.

4.2. Ograničenja uporabe podataka o radnoj učinkovitosti u uporabi

Podaci o učinkovitosti u uporabi pojedinačnog vozila koriste se za statističku evaluaciju radne učinkovitosti u uporabi OBD sustava veće skupine vozila.

Suprotno drugim podacima OBD-a, podaci o radnoj učinkovitosti u uporabi ne mogu se koristiti za izvođenje zaključaka o tehničkoj ispravnosti pojedinog vozila.

5. ZAHTJEVI ZA IZRAČUN KOEFICIJENTA RADNE UČINKOVITOSTI U UPORABI

5.1. Izračun koeficijenta radne učinkovitosti u uporabi

Za svaki uređaj za praćenje m razmatran u ovom prilogu, koeficijent radne učinkovitosti u uporabi izračunava se pomoću sljedeće jednadžbe:

$$IUPR_m = \text{brojnik}_m / \text{nazivnik}_m$$

gdje se brojnik_m i nazivnik_m povećavaju u skladu sa zahtjevima ovog stavka.

5.1.1. Zahtjevi za koeficijent kad ga računa i pohranjuje sustav

Svaki IUPR_m koeficijent ima najmanju vrijednost nula i najveću vrijednost 7,99527 uz rezoluciju od 0,000122 (¹).

(¹) Ta vrijednost odgovara maksimalnoj heksadecimalnoj vrijednosti od 0xFFFF s rezolucijom od 0 x 1.

Smatrat će se da je koeficijent za određeni sastavni dio nula kad god je odgovarajući brojnik jednak nuli, a odgovarajući nazivnik nije nula.

Smatrat će se da koeficijent za određeni sastavni dio ima maksimalnu vrijednost od 7,99527 ako je odgovarajući nazivnik jednak nuli ili ako je stvarna vrijednost brojnika podijeljenog s nazivnikom viša od maksimalne vrijednosti od 7,99527.

5.2. Zahtjevi za povećanje brojnika

Brojnik se ne smije povećati više od jednom po voznom ciklusu.

Brojnik za određeni uređaj za praćenje povećava se unutar 10 sekundi samo i jedino ako su zadovoljeni sljedeći kriteriji prilikom jednog voznog ciklusa:

- (a) Svaki uvjet za praćenje potreban da bi uređaj za praćenje određenog sastavnog dijela otkrio neispravnost i pohranio eventualni DTC mora biti zadovoljen, uključujući kriterije za omogućavanje, postojanje ili nepostojanje povezanih DTC-a, dovoljnu duljinu vremena praćenja te zadatke prioritarnog izvršavanja dijagnostike (npr. dijagnostika „A” će se izvršiti prije dijagnostike „B”).

Napomena: Radi povećanja brojnika određenog uređaja za praćenje, moguće je da ne bude dovoljno zadovoljiti sve uvjete praćenja kako bi taj uređaj za praćenje mogao utvrditi nepostojanje neispravnosti.

- (b) Za uređaje za praćenje koji zahtijevaju nekoliko faza ili događaja u jednom voznom ciklusu a da bi otkrili neispravnost, mora biti zadovoljen svaki uvjet za praćenje potreban za dovršetak svih događaja.
- (c) Za uređaje za praćenje koji se koriste za identifikaciju neispravnosti i koji rade samo nakon što se pohrani potencijalni DTC, brojnik i nazivnik su isti kao i za one uređaje za praćenje koji otkrivaju izvornu neispravnost.
- (d) Za uređaje za praćenje koji zahtijevaju ometajuće djelovanje kako bi dodatno istražili postojanje neispravnosti, proizvođač može tijelu nadležnom za homologaciju podnijeti alternativni način povećavanja brojnika. Ta alternativa treba biti ekvivalentna onoj koja bi, da je neispravnost bila prisutna, dopustila povećanje brojnika.

Za uređaje za praćenje koji rade ili završavaju za vrijeme rada s ugašenim motorom, brojnik se povećava unutar 10 sekundi nakon što uređaj za praćenje završi za vrijeme rada s ugašenim motorom ili za vrijeme prvih 10 sekundi od pokretanja motora u sljedećem voznom ciklusu.

5.3. Zahtjevi za povećanje nazivnika

5.3.1. Opća pravila za povećanje

Nazivnik se povećava jednom po radnom ciklusu, ako za vrijeme tog radnog ciklusa vrijedi sljedeće:

- (a) opći nazivnik je povećan u skladu sa stavkom 5.4.; i
- (b) nazivnik nije onemogućen u skladu sa stavkom 5.6.; i
- (c) kad je isto primjenjivo, zadovoljeni su posebni dodatni uvjeti povećavanja iz stavka 5.3.2.

5.3.2. Dodatna pravila za povećanje koja se tiču uređaja za praćenje

5.3.2.1. Posebni nazivnik za sustav isparavanja (rezervirano)

5.3.2.2. Posebni nazivnik za sustav sekundarnog zraka (rezervirano)

5.3.2.3. Posebni nazivnik za sastavne dijelove ili sustave koji rade samo prilikom pokretanja motora

Uz zahtjeve iz stavaka 5.3.1. točaka (a) i (b), nazivnik (-ci) uređaja za praćenje sastavnih dijelova ili sustava koji rade jedino pri pokretanju motora povećavaju se ako je sastavni dio ili strategija uključen u vremenu dužem ili jednakom 10 sekundi.

U svrhu određivanja ovog vremena uključenosti, OBD sustav ne smije uključiti vrijeme ometajućeg djelovanja bilo kojeg kasnijeg sastavnog dijela ili strategija u istom voznom ciklusu samo u svrhu praćenja.

5.3.2.4. Posebni nazivnik za sastavne dijelove ili sustave koji nisu stalno podešeni na rad

Uz zahtjeve iz stavka 5.3.1. točaka (a) i (b), nazivnik(-ci) uređaja za praćenje sastavnih dijelova ili sustava koji nisu stalno podešeni na rad (npr. Sustavi promjene vremena otvaranja ventila — VVT-ili EGR ventili), povećava se ako je taj sastavni dio ili sustav podešen na rad (npr. podešen „uključeno”, „otvoreno”, „zatvoreno”, „zaključano”) dva ili više puta tijekom voznog ciklusa, ili za ukupno vrijeme veće od 10 sekundi, što god se dogodi prije.

5.3.2.5. Posebni nazivnik za DPF

Uz zahtjeve iz stavka 5.3.1. točaka (a) i (b), u najmanje jednom voznom ciklusu nazivnik(c) za DPF se povećava(ju) ako je od zadnjeg povećanja nazivnika vozilo radilo ukupno najmanje 800 kilometara ili je pak motor radio najmanje 750 minuta.

5.3.2.6. Posebni nazivnik za oksidacijske katalizatore

Uz zahtjeve iz stavaka 5.3.1. točaka (a) i (b), u najmanje jednom voznom ciklusu nazivnik(c) za uređaje za praćenje oksidacijskog katalizatora koji se koristi u svrhu aktivne regeneracije DPF-a, povećava se ako je događaj regeneracije podešen za vrijeme dulje ili jednako 10 sekundi.

5.3.2.7. Posebni nazivnik za hibride (rezervirano)

5.4. Zahtjevi za povećanje općeg nazivnika

Opći nazivnik se povećava unutar 10 sekundi samo i jedino ako su sljedeći kriteriji zadovoljeni prilikom jednog voznog ciklusa:

- (a) Ukupno vrijeme od početka voznog ciklusa je veće ili jednako 600 sekundi dok ostaje:
 - i. na nadmorskoj visini manjoj od 2 500 metara; i
 - ii. pri temperaturi okoline većoj ili jednakoj 266 K (-7 °C); i
 - iii. pri temperaturi okoline nižoj ili jednakoj 308 K (35 °C).
- (b) Ukupno vrijeme rada motora pri ili iznad 1 150 min⁻¹ za vrijeme veće ili jednako 300 sekundi pod uvjetima određenim u gornjem podstavku (a); kao alternativa ostavljena proizvođaču, može se koristiti u zamjenu za 1 150 min⁻¹ kriterij, rad motora pri ili iznad 15 posto izračunatog opterećenja ili rada vozila pri ili iznad 40 km/h.
- (c) Neprekinut rad vozila u praznom hodu (npr. vozač je otpustio papučicu za gas, a brzina vozila ili ne prelazi 1,6 km/h ili je manja ili jednaka 200 min⁻¹ iznad uobičajenog praznog hoda zagrijanog motora) za vrijeme veće ili jednako 30 sekundi pod uvjetima određenim u gornjem podstavku (a).

- 5.5. Zahtjevi za povećanje brojača ciklusa paljenja
- Brojač ciklusa paljenja se povećava jednom i samo jedanput po pokretanju motora.
- 5.6. Povećanje isključivanja brojnika, nazivnika i općeg nazivnika
- 5.6.1. Unutar 10 sekundi od otkrivanja neispravnosti (npr. potencijalni ili potvrđeni i aktivni DTC je pohranjen), koja isključuje uređaj za praćenje, OBD sustav isključuje daljnje povećanje odgovarajućeg brojnika i nazivnika za svaki uređaj za praćenje koji je isključen.
- Kad više nije moguće prepoznati neispravnost (npr. potencijalni DTC se sam izbriše ili ga izbriše upravljački alat preglednika), povećavanje svih odgovarajućih brojnika i nazivnika mora ponovo započeti unutar 10 sekundi.
- 5.6.2. Unutar 10 sekundi nakon priključivanja na snagu glavnog pogona (PTO – Power Take-of Operation) što isključuje nadzor, kako je propisano stavkom 5.2.5. Priloga 9.B, sustav ugrađene dijagnostike (OBD) isključuje daljnje povećanje odgovarajućeg brojnika i nazivnika za svaki uređaj za praćenje koji je isključen.
- Po završetku rada PTO-a, povećanje svih odgovarajućih brojnika i nazivnika nastavlja se unutar 10 sekundi.
- 5.6.3. U slučaju neispravnosti (tj. pohrane potencijalnog ili potvrđenog i aktivnog DTC-a) koja sprječava utvrđivanje jesu li kriteriji za nazivnikm uređaja za praćenje m spomenuti u stavku 5.3. zadovoljeni, OBD sustav će unutar 10 sekundi onemogućiti daljnje povećanje brojnikam i nazivnikam ⁽¹⁾.
- Povećanje brojnikam i nazivnikam će se nastaviti unutar 10 sekundi nakon što neispravnost više ne bude prisutna (npr. kad kod na čekanju bude izbrisan samoponištavanjem ili ga izbriše upravljački alat preglednika).
- 5.6.4. U slučaju neispravnosti (tj. pohrane potencijalnog ili potvrđenog i aktivnog DTC-a) koja sprječava utvrđivanje jesu li zadovoljeni kriteriji za Opći nazivnik spomenuti u stavku 5.4., OBD sustav će onemogućiti daljnje povećanje općeg nazivnika unutar 10 sekundi ⁽²⁾.
- Povećavanje općeg nazivnika mora ponovo započeti unutar 10 sekunda kad neispravnost više nije prisutna (npr. kod na čekanju se izbriše samoponištavanjem ili ga izbriše upravljački alat preglednika).
- Povećavanje općeg brojnika ne može se isključiti u drugim uvjetima.
6. ZAHTJEVI ZA PRAĆENJE I BILJEŽENJE PODATAKA O UČINKOVITOSTI U UPORABI
- Za svaku skupinu uređaja za praćenje navedenu u Dodatku 1. ovom Prilogu, OBD sustav zasebno prati brojnike i nazivnike za svaki od određenih uređaja za praćenje navedenih u Dodatku 3. Prilogu 9.B koji pripadaju toj skupini.
- Podnosi izvještaj samo o odgovarajućem brojniku i nazivniku određenog uređaja za praćenje koji ima najmanji brojčani omjer.
- Ako dva ili više određenih uređaja za praćenje imaju identične omjere, za tu grupu će biti podnesen izvještaj o odgovarajućem brojniku i nazivniku za određeni uređaj za praćenje koji ima najviši nazivnik.

⁽¹⁾ Npr., brzina vozila/brzina motora/izračunano opterećenje, temperatura okoline, visina, djelovanje u praznom hodu, vrijeme djelovanja.

⁽²⁾ Proizvođaču je dopušteno koristiti dodatni prikaz sustava za ugrađenu dijagnostiku, poput uređaja s video-prikazom ugrađenog na ploču s instrumentima, za omogućavanje pristupa podacima o učinkovitosti u uporabi. Takav dodatni uređaj ne podliježe zahtjevima iz ovog Priloga.

U svrhu nedvojbenog utvrđivanja najnižeg omjera grupe, u obzir se uzimaju samo uređaji za praćenje posebno spomenuti u toj grupi (npr. NOx senzor kad se koristi za izvršenje jednog od praćenja navedenih u Prilogu 9.B, Dodatak 3. točka 3, „SCR” će se uzeti u obzir u sklopu skupine uređaja za praćenje „senzora ispušnih plinova”, a ne u skupini uređaja za praćenje „SCR”).

OBD sustav također prati i podnosi dojavljuje podatke o općem nazivniku i brojaču ciklusa paljenja.

Napomena: Sukladno stavku 4.1.1., ne zahtijeva se od proizvođača da implementiraju softverske algoritme u OBD sustav za zasebno praćenje i podnošenje izvještaja o učinkovitosti u uporabi uređaja za praćenje koji neprekinuto rade.

7. ZAHTEJEVI ZA POHRANU I PRIOPĆIVANJE PODATAKA O UČINKOVITOSTI U UPORABI

Priopćavanje podataka o učinkovitosti u uporabi je novi korak i nije uključen u postojeća tri koraka koji se odnose na prisutnost mogućih neispravnosti.

7.1. Informacije o podacima o učinkovitosti u uporabi

Informacije o podacima o učinkovitosti u uporabi zabilježene od strane OBD sustava moraju biti dostupne na zahtjev izvana sukladno stavku 7.2.

Te informacije omogućuju tijelima nadležnim za homologaciju uvid u podatke o učinkovitosti u uporabi.

OBD sustav pruža sve informacije (sukladno primjenjivom standardu iz Dodatka 6.) za ispitnu opremu za vanjsko IUPR ispitivanje kako bi se asimilirali podaci i inspektoru pružile sljedeće informacije:

- (a) VIN (identifikacijski broj vozila);
- (b) brojnik i nazivnik svake grupe uređaja za praćenje koje je sustav zabilježio sukladno stavku 6.;
- (c) opći nazivnik;
- (d) vrijednost brojača ciklusa paljenja;
- (e) ukupni sati rada motora.

Tim je informacijama moguće samo pristupiti (tj. ne može ih se očistiti).

7.2. Pristup podacima o učinkovitosti u uporabi

Pristup podacima o učinkovitosti u uporabi omogućava se jedino u skladu sa standardima spomenutima u Dodatku 6. Prilogu 9.B i sljedećim podstavcima. ⁽¹⁾

Pristup podacima o učinkovitosti u uporabi ne smije ovisiti o bilo kakvom pristupnom kodu ili drugom uređaju ili metodi koja se može nabaviti samo od proizvođača ili njegovih dobavljača. Tumačenje podataka o učinkovitosti u uporabi ne smije zahtijevati nikakve jedinstvene informacije o dekodiranju, osim ako su te informacije javno dostupne.

Metoda pristupa (odnosno pristup preko jedne točke/čvora) podacima o učinkovitosti u uporabi mora biti ista kao ona koja se koristi za dohvaćanje svih OBD informacija. Ta metoda mora dopustiti pristup potpunim podacima o učinkovitosti u uporabi koje zahtijeva ovaj Prilog.

⁽¹⁾ Proizvođaču je dopušteno koristiti dodatni prikaz sustava za ugrađenu dijagnostiku, poput uređaja s video-prikazom ugrađenog na ploču s instrumentima, za omogućavanje pristupa podacima o učinkovitosti u uporabi. Takav dodatni uređaj ne podliježe zahtjevima iz ovog Priloga.

7.3. Ponovno pokretanje podataka o učinkovitosti u uporabi

7.3.1. Ponovno postavljanje na nulu

Svaki broj se mora ponovno postaviti na nulu samo u slučaju brisanja neizbrisive memorije nasumičnog pristupa (NVRAM) (npr. radi ponovnog programiranja). Brojevi se ne smiju ponovno postaviti na nulu ni pod kojim drugim okolnostima uključujući i okolnost kada upravljački alat preglednika zaprimi naredbu da izbriše neispravne kodove.

7.3.2. Ponovno postavljanje u slučaju preopterećenja memorije

Ako bilo brojnik bilo nazivnik za određeni uređaj za praćenje dosegne $65\,535 \pm 2$, oba broja se dijele s dva prije nego se ijedan poveća ponovno radi izbjegavanja problema preopterećenja.

Ako brojač ciklusa paljenja dosegne maksimalnu vrijednost od $65\,535 \pm 2$, brojač ciklusa paljenja može se preokrenuti i povećati do nule na sljedećem ciklusu paljenja radi izbjegavanja problema preopterećenja.

Ako opći nazivnik dosegne maksimalnu vrijednost od $65\,535 \pm 2$, opći nazivnik se može preokrenuti i povećati do nule na sljedećem voznom ciklusu koji zadovoljava definiciju općeg nazivnika radi izbjegavanja problema preopterećenja.

DODATAK 1.

SKUPINE UREĐAJA ZA PRAĆENJE

Skupine uređaja za praćenje koje se razmatraju u ovom Prilogu su sljedeće:

A. Oksidacijski katalizatori

Uređaji za praćenje koji su specifični za tu skupinu su oni definirani u točki 5. Dodatka 3. Prilogu 9.B.

B. Sustavi selektivne redukcije katalizatora (SCR)

Uređaji za praćenje koji su specifični za tu skupinu su oni definirani u točki 3. Dodatka 3. Prilogu 9.B.

C. Senzori ispušnog plina i kisika

Uređaji za praćenje koji su specifični za tu skupinu su oni definirani u točki 13. Dodatka 3. Prilogu 9.B.

D. EGR sustavi i VVT

Uređaji za praćenje koji su specifični za tu skupinu su oni definirani u točkama 6. i 9. Dodatka 3. Prilogu 9.B.

E. DPF sustavi

Uređaji za praćenje koji su specifični za tu skupinu su oni definirani u točki 2. Dodatka 3. Prilogu 9.B.

F. Sustav za regulaciju tlaka prednabijanja

Uređaji za praćenje koji su specifični za tu skupinu su oni definirani u točki 8. Dodatka 3. Prilogu 9.B.

G. NOx apsorber

Uređaji za praćenje koji su specifični za tu skupinu su oni definirani u točki 4. Dodatka 3. Prilogu 9.B.

H. Trosmjerni katalizator

Uređaji za praćenje koji su specifični za tu skupinu su oni definirani u točki 15. Dodatka 3. Prilogu 9.B.

I. Sustavi za isparavanje (rezervirano)

J. Sustav sekundarnog zraka (rezervirano)

Određeni uređaj za praćenje može pripadati samo jednoj od tih skupina.”

Treba umetnuti novi Prilog 10., koji glasi:

„PRILOG 10.

TEHNIČKI ZAHTJEVI ZA IZVANCIKLUSNE EMISIJE (OCE)

1. PRIMJENJIVOST

Ovaj prilog utvrđuje zahtjeve za izvanciklusne emisije temeljene na izvedbi te zabranu strategija neuspjeha za teške motore i vozila u svrhu postizanja učinkovite kontrole emisija pod širokim opsegom uvjeta rada motora i okoline s kojima se može susresti prilikom normalne uporabe vozila.

2. Rezervirano.⁽¹⁾

3. DEFINICIJE

3.1. ‚Pomoćna strategija emisija‘ (AES) podrazumijeva strategiju emisija koja postaje aktivna i zamjenjuje ili modificira osnovnu strategiju emisija za specifičnu svrhu ili svrhe kao odgovor na posebne uvjete okoline i/ili rada te ostaje operativna samo dok postoje ti uvjeti.

3.2. ‚Osnovna strategija emisija‘ (BES) podrazumijeva strategiju emisija koja je aktivna kroz radni raspon brzine i opterećenja motora osim ako je AES aktiviran.

3.3. ‚Strategija neuspjeha‘ podrazumijeva strategiju emisija koja ne zadovoljava uvjete izvršenja osnovne i/ili pomoćne strategije emisija kako je određeno ovim Prilogom.

3.4. ‚Elementi konstrukcije‘ podrazumijevaju:

- (a) sustav motora;
- (b) bilo koji nadzorni sustav, uključujući računalni softver; elektroničke nadzorne sustave i računalnu logiku;
- (c) bilo koji nadzorni sustav umjeravanja; ili
- (d) rezultate bilo kojih interakcija sustava.

3.5. ‚Strategija emisija‘ podrazumijeva element ili set elemenata konstrukcije koji su uključeni u cjelokupnu konstrukciju sustava motora ili vozila i koriste se za kontrolu emisija.

3.6. ‚Sustav kontrole emisija‘ podrazumijeva elemente konstrukcija i strategija emisija razvijenih i umjerenih radi kontrole emisija.

3.7. ‚Porodica motora‘ podrazumijeva proizvođačevo grupiranje motora kako je definirano u općim tehničkim zahtjevima br. 4.⁽²⁾

3.8. ‚Pokretanje motora‘ podrazumijeva proces od početka pokretanja motora do trenutka kad motor dosegne brzinu od 150 min^{-1} ispod uobičajene, brzine zagrijanog motora u praznom hodu (kao što je određeno u položaju za vožnju za vozila opremljena automatskim prijenosom).

⁽¹⁾ Numeriranje u ovom Prilogu je sukladno s numeriranjem općih tehničkih uvjeta za OCE. Međutim, neki stavci OCE općih tehničkih uvjeta nisu potrebni u ovom Prilogu.

⁽²⁾ Postupci ispitivanja motora s kompresijskim paljenjem i motora s vanjskim paljenjem koji koriste prirodni plin (PP) ili ukapljeni naftni plin (UNP) u odnosu na emisije onečišćujućih tvari (usvojene u Globalnom registru 15. studenoga 2006.). Reference na opće tehničke uvjete br. 4 odnose se na dokument usvojen 15. studenoga 2006. Kasnije izmjene WHDC općih tehničkih uvjeta moraju biti ponovno procijenjene u odnosu na njihovu primjenjivost na ovaj Prilog.

- 3.9. ‚Sustav motora‘ podrazumijeva motor, sustav kontrole emisija i komunikacijsko sučelje (hardver i poruke) između elektroničke kontrolne jedinice(-a) motora i pogonskog sklopa ili kontrolne jedinice vozila.
- 3.10. ‚Zagrijavanje motora‘ podrazumijeva takav rad vozila koji je dovoljan da temperatura rashladnog sredstva dosegne minimalnu temperaturu od najmanje 70 °C.
- 3.11. ‚Periodička regeneracija‘ podrazumijeva proces regeneracije sustava za naknadnu obradu ispušnih plinova koji se periodično događa u obično manje od 100 sati uobičajenog rada motora.
- 3.12. ‚Nazivna brzina‘ podrazumijeva brzinu pod punim opterećenjem koju dopušta regulator koju je odredio proizvođač u prodajnoj i servisnoj dokumentaciji, ili, ako ne postoji takav regulator, brzina pri kojoj se dobiva maksimalna snaga iz motora, kako je određeno u proizvođačevoj prodajnoj i servisnoj dokumentaciji.
- 3.13. ‚Regulirane emisije‘ podrazumijevaju ‚plinovite onečišćujuće tvari‘ određene kao ugljikov monoksid, ugljikovodici i/ili ugljikovodici bez metana (uz pretpostavku omjera od $\text{CH}_{1,85}$ za dizel, $\text{CH}_{2,525}$ za UNP i $\text{CH}_{2,93}$ za PP, te pretpostavku molekule $\text{CH}_3\text{O}_{0,5}$ za dizelske motore punjene etanolom), metan (uz pretpostavku omjera CH_4 za PP) i dušikovih oksida (izraženih u ekvivalentu dušikova dioksida (NO_2)) i ‚čestične tvari‘ (PM) određene kao bilo koji materijal koji je skupljen na određenom filterskom mediju nakon razrjeđivanja ispušnih plinova sa čistim filtriranim zrakom na temperaturi između 315 K (42 °C) i 325 K (52 °C), mjerenoj na točki odmah iznad filtra, to su primarno ugljik, kondenzirani ugljikovodici i sulfati s povezanom vodom.

4. OPĆI ZAHTJEVI

Svaki sustav motora i bilo koji element konstrukcije podoban za utjecaj na emisiju reguliranih onečišćujućih spojeva mora biti konstruiran, izrađen, prilagođen i instaliran tako da omogućiti motoru i vozilu da budu u skladu s odredbama ovog Priloga.

4.1. Zabrana strategija neuspjeha

Sustavi motora i vozila ne smiju biti opremljeni strategijom neuspjeha.

4.2. Globalno usklađen zahtjev za granične vrijednosti emisija koje se ne smiju prekoračiti

Ovaj prilog zahtijeva da sustavi motora i vozila budu u skladu s WNTÉ graničnim vrijednostima emisija opisanim u stavku 5.2. Za laboratorijsko ispitivanje u skladu sa stavkom 7.4., ni jedan rezultat ispitivanja ne smije prijeći granične vrijednosti emisija određene stavkom 5.2.

5. ZAHTJEVI UČINKOVITOSTI

5.1. Strategije emisija

Strategije emisija moraju biti konstruirane tako da omogućite da sustav motora, u uobičajenoj uporabi, bude u skladu s odredbama ovog Priloga. Uobičajena uporaba nije ograničena na uvjete uporabe kako su određeni u stavku 6.

5.1.1. Zahtjevi za osnovne strategije emisija (BES)

BES ne pravi razliku između djelovanja na primjenjivom homologacijskom ispitivanju ili ispitivanju za odobrenje i drugog djelovanja niti pruža manji stupanj kontrole emisija pri uvjetima koji nisu u bitnom uključeni u primjenjiva homologacijska ispitivanja ili ispitivanja za odobrenje.

5.1.2. Zahtjevi za pomoćne strategije emisija (AES)

AES ne smanjuje učinkovitost kontrole emisija u odnosu na BES pri uvjetima koje je razumno moguće očekivati da će se susresti u normalnom radu i uporabi vozila, osim ako AES zadovoljava jednu od sljedećih specifičnih iznimki:

- (a) njezino djelovanje je bitno uključeno u primjenjiva homologacijska ispitivanja ili ispitivanja za odobrenje, uključujući WNTE odredbe stavka 7.;
- (b) aktivira se u svrhu zaštite motora i/ili vozila od oštećenja ili nesreće;
- (c) aktivira se jedino za vrijeme pokretanja ili zagrijavanja motora kako je određeno ovim Prilogom;
- (d) njezino djelovanje se koristi kao zamjena kontrole jednog tipa reguliranih emisija u svrhu očuvanja kontrole drugog tipa reguliranih emisija pri posebnim uvjetima okoline i rada koji nisu bitno uključeni u homologacijska ispitivanja ili ispitivanja za odobrenje. Cjelokupan utjecaj takve AES nadomješta učinke ekstremnih uvjeta okoline tako da omogućava prihvatljivu kontrolu svih reguliranih emisija.

5.2. Globalno usklađene granične vrijednosti koje se ne smiju prekoračiti (WNTE) za emisiju plinovitih i krutih čestica ispušnih plinova

5.2.1. Emisije ispušnih plinova ne smiju prijeći primjenjive WNTE granice emisija određene u stavku 5.2.2. kad motor radi u skladu s uvjetima i postupcima određenim u stavcima 6. i 7.

5.2.2. Primjenjive WNTE granične vrijednosti emisija određene su kako slijedi:

WNTE granica emisija = WHTC granica emisija + WNTE sastavni dio

Pritom:

„WHTC Granica Emisija” je granica emisija (EL) prema kojoj je motor odobren u skladu s WHDC općim tehničkim uvjetima; i

„WNTE Sastavni dio” je određen jednadžbama 1 do 4 u stavku 5.2.3.

5.2.3. Primjenjivi WNTE sastavni dijelovi određuju se uporabom jedne od sljedećih jednadžbi kad su granice emisija izražene u g/kWh:

$$\text{Za NO}_x: \quad \text{WNTE sastavni dio} = 0,25 \times \text{EL} + 0,1 \quad (1)$$

$$\text{Za HC:} \quad \text{WNTE sastavni dio} = 0,15 \times \text{EL} + 0,07 \quad (2)$$

$$\text{Za CO:} \quad \text{WNTE sastavni dio} = 0,20 \times \text{EL} + 0,2 \quad (3)$$

$$\text{Za PM:} \quad \text{WNTE sastavni dio} = 0,25 \times \text{EL} + 0,003 \quad (4)$$

Gdje su primjenjivi granice emisija izražene u jedinicama koje nisu jedinice g/kWh, konstante aditiva u dijelovima jednadžbe pretvaraju se iz g/kWh u odgovarajuće jedinice.

WNTE Sastavni dio zaokružuje se na broj mjesta desno od decimalne točke koju pokazuje primjenjiva granica emisije u skladu s metodom zaokruživanja ASTM E 29-06.

6. PRIMJENJIVI UVJETI RADA I OKOLINE

WNTE granice emisija primjenjuju se na:

- (a) sve atmosferske tlakove koji su veći ili jednaki 82,5 kPa;
- (b) sve temperature manje ili jednake temperaturi određenoj jednadžbom 5 pri određenom atmosferskom tlaku:

$$T = -0,4514 \times (101,3 - p_b) + 311 \quad (5)$$

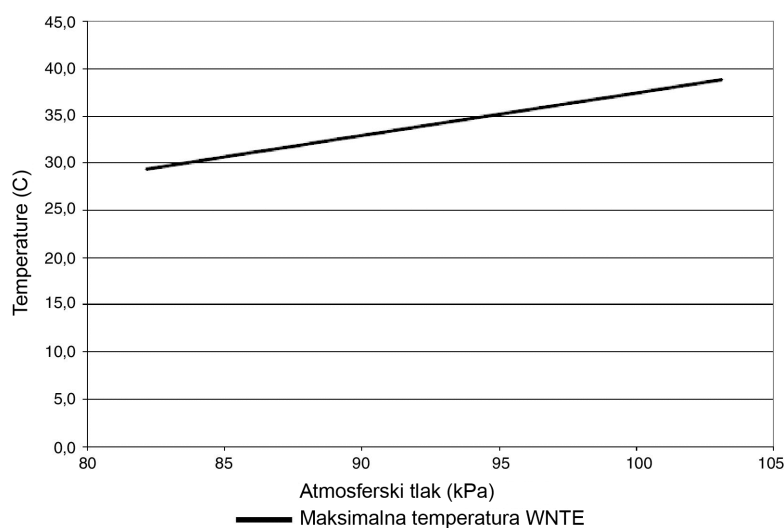
Pritom:

Tje temperatura zraka okoline, K_p je atmosferski tlak, kPa

- (c) Sve temperature rashladnog sredstva motora iznad 343 K (70 °C).

Primjenjivi atmosferski tlakovi okoline i temperaturni uvjeti prikazani su na slici 1.

WNTE Atmosferski tlak i raspon temperature



Slika 1.

Prikaz atmosferskih tlakova i temperaturnih uvjeta

7. METODOLOGIJA GLOBALNO USKLAĐENIH GRANIČNIH VRIJEDNOSTI KOJE SE NE SMIJU PREKORAČITI (WNTE METODOLOGIJA)

7.1. Kontrolno područje globalno usklađenih graničnih vrijednosti koje se ne smiju prekoračiti (WNTE kontrolno područje)

WNTE kontrolno područje sastoji se od brzine motora i točaka opterećenja određenim u stavcima 7.1.1. do 7.1.6. Slika 2. je primjericni prikaz WNTE kontrolnog područja.

7.1.1. Raspon brzine motora

WNTE kontrolno područje uključuje sve operativne brzine između 30. postotka distribucije ukupne brzine za vrijeme WHTC ciklusa ispitivanja, uključujući prazni hod, (n_{30}) i najveće brzine pri kojoj se doseže 70 posto maksimalne snage (n_m). Slika 3. je primjer frekvencije distribucije učestalosti WNTE ukupne brzine za određeni motor.

Engine Torque

7.1.2. Raspon okretnog momenta motora

WNTE kontrolno područje uključuje sve točke opterećenja motora s vrijednošću okretnog momenta većeg ili jednakog 30 posto vrijednosti maksimalnog okretnog momenta koji proizvede motor.

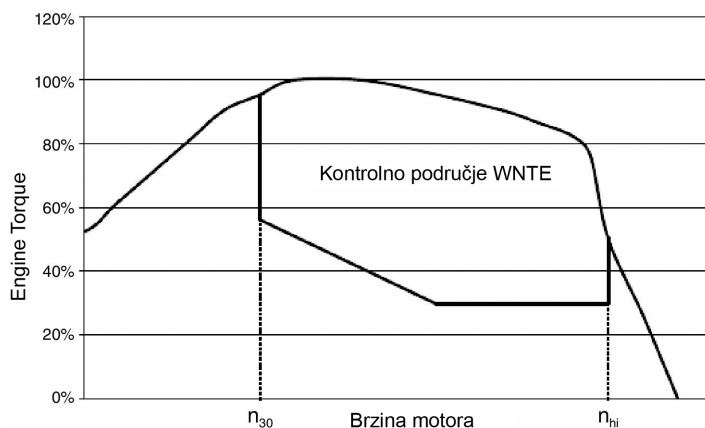
7.1.3. Raspon snage motora

Neovisno o odredbama stavaka 7.1.1. i 7.1.2., brzina i točke opterećenja ispod 30 posto maksimalne vrijednosti snage koju proizvede motor isključene su iz WNTÉ Kontrolnog područja za sve emisije.

7.1.4. Primjena koncepta porodice motora

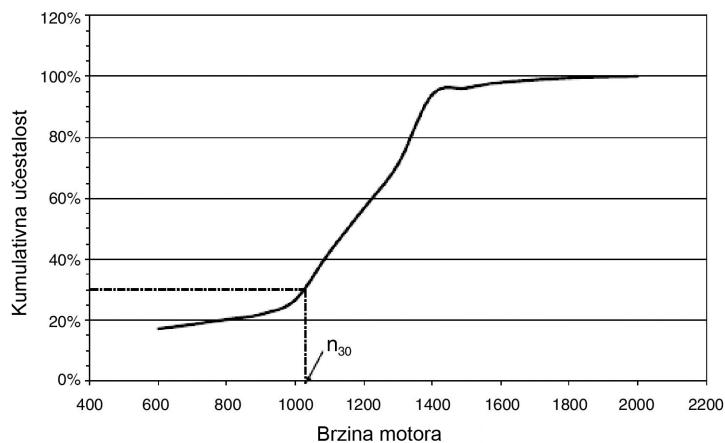
U načelu, svaki će motor unutar porodice s jedinstvenim okretnim momentom/krivuljom snage imati svoje WNTÉ kontrolno područje. Za ispitivanje u uporabi primijenit će se pojedinačno WNTÉ kontrolno područje tog predmetnog motora. Pri ispitivanju za homologaciju (odobrenje) prema konceptu porodice motora WHDC općih tehničkih uvjeta, proizvođač može, po želji, primijeniti jedno WNTÉ kontrolno područje za porodicu motora sukladno sljedećim odredbama:

- Može se koristiti jedan raspon brzine motora WNTÉ kontrolnog područja; ako su izmjerene brzine motora n_{30} i n_{hi} unutar ± 3 posto brzina motora koje objavio proizvođač. Ako je dopušteno odstupanje prijedeno za bilo koju od brzina motora, izmjerene brzine motora će se upotrijebiti za utvrđivanje WNTÉ kontrolnog područja;
- Može se koristiti jedan okretni moment/raspon snage WNTÉ kontrolnog područja; ako isti pokriva puni raspon od najvišeg do najnižeg ranga porodice. Također je dopušteno grupiranje rangova motora u različita WNTÉ kontrolna područja.



Slika 2.

Exemlu de zonă de control WNTÉ



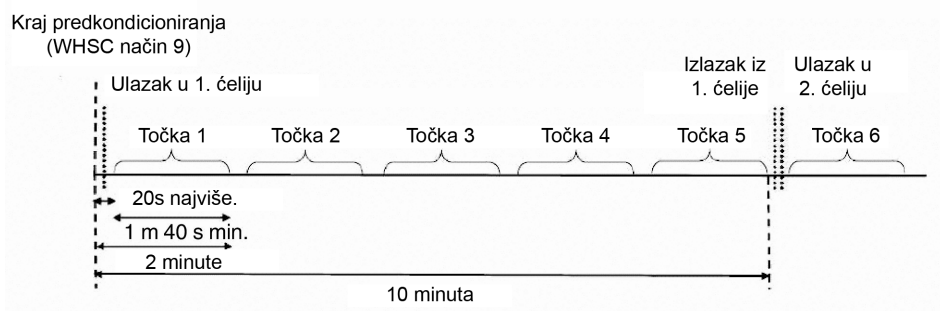
Slika 3.

Primjer WNTÉ distribucije učestalosti ukupne brzine

- 7.1.5. Isključenje sukladnosti s određenih WNTÉ točkaka djelovanja
- Proizvođač može zatražiti da tijelo nadležno za homologaciju isključi točke djelovanja iz WNTÉ kontrolnog područja određene u stavcima 7.1.1. do 7.1.4. za vrijeme odobrenja/homologacije. Tijelo nadležno za homologaciju može dodijeliti to isključenje ako proizvođač može pokazati da motor nikad ne može djelovati na takvim točkama kad se koristi u bilo kojoj kombinaciji vozila.
- 7.2. Minimalno trajanje WNTÉ događaja i učestalost uzorkovanja podataka
- 7.2.1. Da bi se utvrdila sukladnost s WNTÉ graničnim vrijednostima emisija određenim u stavku 5.2., motor mora djelovati unutar WNTÉ kontrolnog područja određenog u stavku 7.1. te se njegove emisije mjere i integriraju prilikom minimalnog perioda od 30 sekundi. WNTÉ događaj je definiran kao jedan set integriranih emisija tijekom određenog razdoblja. Na primjer, ako motor djeluje 65 uzastopnih sekundi unutar WNTÉ kontrolnog područja i uvjeta okoline to bi činilo jedan WNTÉ događaj i emisije bi bile prosječno izračunate za puni period od 65 sekundi. U slučaju laboratorijskog ispitivanja primjenjuje se integrirano vrijeme od 7,5 sekundi.
- 7.2.2. U slučaju motora opremljenih kontrolama emisija koje uključuju događaje periodične regeneracije, ako se regeneracijski događaj dogodi za vrijeme WNTÉ ispitivanja, tada će prosječni period biti dug barem koliko i vrijeme između događaja pomnoženo s brojem događaja pune regeneracije unutar perioda uzorkovanja. Taj zahtjev primjenjuje se jedino na motore koji šalju elektronički signal koji pokazuje početak događaja regeneracije.
- 7.2.3. WNTÉ događaj je slijed podataka prikupljenih pri frekvenciji od najmanje 1 Hz za vrijeme djelovanja motora u WNTÉ kontrolnom području u minimalnom trajanju događaja ili duže. Podaci o izmjeranim emisijama prosječno se izračunavaju za vrijeme svakog WNTÉ događaja.
- 7.3. Ispitivanja u uporabi u skladu s globalno usklađenim graničnim vrijednostima koje se ne smiju prekoračiti (WNTÉ)
- Gdje se odredbe ovog Priloga koriste kao osnova za ispitivanje u uporabi, motor djeluje pri stvarnim uvjetima u uporabi. Rezultati ispitivanja iz svih podataka koji su sukladni odredbama stavaka 6., 7.1. i 7.2. koriste se za utvrđivanje sukladnosti s WNTÉ granicama emisija određenim u stavku 5.2. Razumljivo je da se za vrijeme nekih WNTÉ događaja ne može očekivati da emisije budu sukladne s WNTÉ granicama emisija. Statističke metode stoga trebaju biti određene i implementirane za utvrđivanje sukladnosti koje su u skladu sa stavcima 7.2. i 7.3.
- 7.4. Laboratorijska ispitivanja u skladu s globalno-usklađenim graničnim vrijednostima koje se ne smiju prekoračiti (WNTÉ)
- Gdje se odredbe ovog Priloga koriste kao osnova za laboratorijsko ispitivanje, primijenit će se sljedeće odredbe:
- 7.4.1. Posebne masovne emisije reguliranih onečišćujućih tvari određuje se na temelju nasumično odabranih ispitnih točkaka raspoređenih diljem WNTÉ kontrolnog područja. Sve ispitne točke sadržane su u 3 nasumično odabrane ćelije rešetke postavljene preko kontrolnog područja. Rešetka se sastoji od 9 ćelija za motore s nazivnom brzinom manjom od $3\ 000\ \text{min}^{-1}$ i 12 ćelija za motore s nazivnom brzinom većom ili jednakom $3\ 000\ \text{min}^{-1}$. Rešetke su određene kako slijedi:
- Vanjske granice rešetke su usklađene s WNTÉ kontrolnim područjem;
 - 2 vertikalne linije smještene na jednakoj udaljenosti između brzina motora n_{30} i n_{hi} za 9 ćelija rešetke ili za 3 vertikalne linije smještene na jednakoj udaljenosti između brzina motora n_{30} i n_{hi} za 12 ćelija rešetke; i
 - 2 linije smještene na jednakoj udaljenosti okretnog momenta motora (1/2) na svakoj vertikalnoj liniji unutar WNTÉ kontrolnog područja.

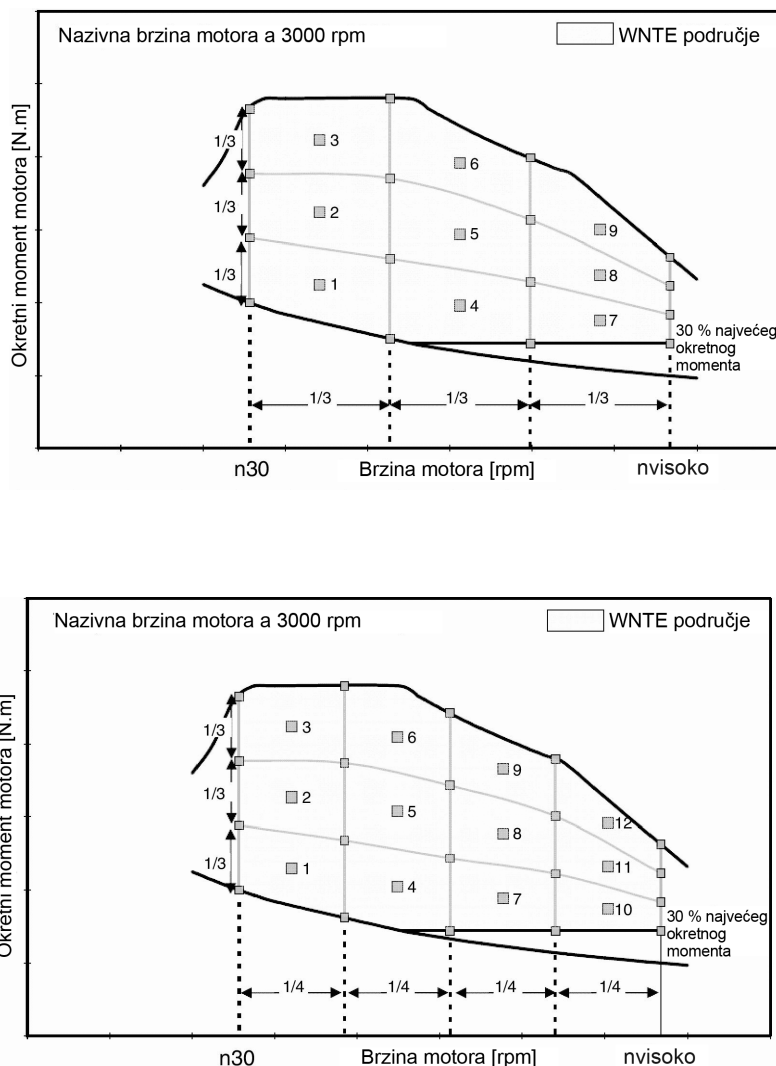
Primjeri rešetki primijenjenih za određene motore prikazani su na Slikama 5 i 6.

- 7.4.2. Svaka od 3 odabrane ćelije rešetke uključuje 5 nasumičnih točaka ispitivanja, tako da se ispituje ukupno 15 nasumičnih točaka unutar WTNE kontrolnog područja. Svaka ćelija se uzastopce ispituje; dakle ispituje se svih 5 točaka u jednoj ćeliji rešetke prije prelaska na iduću u ćeliju rešetke. Ispitne točke kombiniraju se u jedan periodičan ciklus stabilnog stanja.
- 7.4.3. Redoslijed kojim se ispituje svaka od ćelija rešetke i redoslijed ispitivanja točaka unutar ćelije rešetke određuju se nasumično. Tijelo nadležno za homologaciju ili tijelo nadležno za odobrenje, koristeći priznate statističke metode nasumičnog odabira, biraju 3 ćelije rešetke koje se trebaju ispitati, 15 ispitnih točaka, redoslijed ispitivanja ćelija rešetke te redoslijed točaka unutar ćelije rešetke.
- 7.4.4. Prosječne posebne masovne emisije reguliranih plinovitih onečišćujućih tvari ne smiju prijeći WNTTE granične vrijednosti iz stavka 5.2. kad se iste mjere za bilo koji ciklus u ćeliji rešetke s 5 ispitnih točaka.
- 7.4.5. Prosječne posebne masovne emisije reguliranih krutih onečišćujućih tvari ne smiju prijeći WNTTE granične vrijednosti iz stavka 5.2. kad se iste mjere za cijeli ciklus svih 15 ispitnih točaka.
- 7.5. Postupak laboratorijskog ispitivanja
- 7.5.1. Nakon završetka WHSC ciklusa, motor se tri minute pretkondicionira u modu 9. Slijed ispitivanja počinje odmah nakon završetka faze pretkondicioniranja.
- 7.5.2. Motor djeluje 2 minute na svakoj od nasumično odabranih ispitnih točaka. To vrijeme uključuje prethodni period iz ranije točke stabilnog stanja. Prijelazi između ispitnih točaka moraju biti linearni za brzinu motora i opterećenje i moraju trajati 20 ± 1 sekundu.
- 7.5.3. Ukupno vrijeme ispitivanja od početka do kraja je 30 minuta. Ispitivanje svakog seta od 5 nasumično odabranih točaka u ćeliji rešetke je 10 minuta, mjereno od početka ulaznog perioda do 1. točke pa do kraja mjerenja stabilnog stanja na 5. točki. Slika 5. prikazuje slijed postupka ispitivanja.
- 7.5.4. WNTTE laboratorijsko ispitivanje mora zadovoljiti statistiku valjanosti stavka 7.7.2. WHDC općih tehničkih uvjeta.
- 7.5.5. Mjerenje emisija provodi se u skladu sa stavkom 7.8. WHDC općih tehničkih uvjeta.
- 7.5.6. Izračun rezultata ispitivanja provodi se u skladu sa stavkom 8. WHDC općih tehničkih uvjeta.



Slika 4.

Shematski prikaz početka WNTTE ispitnog ciklusa



Slike 5. i 6.

WNT E rešetke ciklusa ispitivanja

7.6. Zaokruživanje

Svaki konačni rezultat ispitivanja zaokružuje se u jednom koraku na broj mjesta desno od decimalne točke iskazane u primjenjivom WHDC standardu emisija plus jedna dodatna značajna brojka, u skladu s ASTM E 29-06. Nije dopušteno zaokruživanje srednjih vrijednosti koje vode do konačnog rezultata emisija specifičnih za kočenje.

8. NEDOSTACI GLOBALNO USKLAĐENIH GRANIČNIH VRIJEDNOSTI KOJE SE NE SMIJU PREKORAČITI

Svrha nedostataka je da se dopusti da motor ili vozilo bude odobreno kao sukladno s pravilnikom iako određeni zahtjevi, u ograničenom opsegu, nisu potpuno zadovoljeni. WNT E odredba o nedostacima dopušta proizvođaču da se prijavi za oslobođenje od WNT E zahtjeva za emisije pri ograničenim uvjetima, kao što su ekstremne temperature okoline i/ili teška djelovanja prilikom kojih vozila ne skupe dovoljno kilometraže.

9. OSLOBOĐENJE OD GLOBALNO USKLAĐENIH GRANIČNIH VRIJEDNOSTI KOJE SE NE SMIJU PREKORAČITI

Svrha WNT E oslobođenja je postavljanje tehničkih uvjeta pod kojima se WNT E granice emisija određene ovim Prilogom neće primijeniti. WNT E oslobođenja primjenjuju se na sve proizvođače motora i vozila.

Može biti odlučeno da se dodijeli WNTÉ oslobođenje, pogotovo uz uvođenje strožih granica emisija. Na primjer, WNTÉ oslobođenje može biti potrebno u slučaju da Tijelo nadležno za homologaciju utvrdi da određeno djelovanje motora ili vozila unutar WNTÉ kontrolnog područja ne može doseći WNTÉ granice emisija. U takvom slučaju, Tijelo nadležno za homologaciju može utvrditi da nije potrebno da proizvođači zatraže WNTÉ nedostatak za takvo djelovanje te da je dodjela WNTÉ oslobođenja prikladna. Tijelo nadležno za homologaciju može utvrditi opseg oslobođenja u odnosu na WNTÉ zahtjeve kao i vremensko razdoblje u kojem je oslobođenje primjenjivo.

10. IZJAVA O SUKLADNOSTI S IZVANCIKLUSNIM EMISIJAMA

U prijavi za odobrenje ili homologaciju proizvođač mora priložiti izjavu da je porodica motora ili vozilo sukladno sa zahtjevima ovog Priloga. Uz tu izjavu, sukladnost s WNTÉ granicama provjerava se kroz dodatna ispitivanja i postupke odobrenja koje definiraju ugovorne stranke.

10.1. Primjer izjave o sukladnosti s izvanciklusnim emisijama

Primjer izjave o sukladnosti je u nastavku:

„(Naziv proizvođača) potvrđuje da su motori unutar ove porodice motora sukladni sa svim zahtjevima ovog Priloga. (Naziv proizvođača) daje ovu izjavu u dobroj vjeri, nakon provođenja prikladne tehničke procjene emisija motora unutar porodice motora unutar primjenjivog raspona djelovanja i uvjeta okoline.”

10.2. Osnova za izjavu o sukladnosti s izvanciklusnim emisijama

Proizvođač mora voditi evidenciju u svojem postrojenju koja sadrži sve podatke o ispitivanju, tehničke analize i druge informacije koje pružaju osnovu za izjavu o sukladnosti s izvanciklusnim emisijama. Proizvođač mora pružiti te informacije na zahtjev tijela nadležnog za homologaciju ili odobrenje.

11. DOKUMENTACIJA

Tijelo nadležno za homologaciju može odlučiti zahtijevati da proizvođač dostavi dokumentaciju. Ista treba opisati bilo koji element konstrukcije i strategije za kontrolu emisija sustava motora kao i sredstva pomoću kojih se, izravno ili neizravno, upravlja njegovim izlaznim vrijednostima.

Informacije mogu uključivati puni opis strategije kontrole emisija. Dodatno, navedeno može uključivati informacije o djelovanju svih AES i BES, uključujući i opis parametara koji je izmijenio AES i granične uvjete pri kojima djeluju AES te naznaku koje AES i BES će vjerojatno biti aktivne pri uvjetima postupaka ispitivanja u ovom Prilogu.”
