

PRILOGA 3

PRESKUSNI POSTOPEK ZA MOTORJE NA KOMPRESIJSKI VŽIG

1. UVOD

1.1. Ta priloga opisuje način določanja emisij plinastih in trdnih onesnaževal iz motorja, ki se preskuša.

Pri tem se uporabljajo naslednji preskusni cikli:

- NRSC (necestni ustaljeni cikel), primeren za specifikacijo opreme, ki se uporablja za merjenje emisij ogljikovega monoksida, ogljikovodikov, dušikovih oksidov in trdnih delcev na II., III.A, III.B in IV. stopnji zmanjšanja emisij iz motorjev, opisanih v 1. in 2. točki prvega odstavka 2. člena tega pravilnika;

- NRTC (necestni prehodni cikel), ki se uporablja za merjenje emisij ogljikovega monoksida, ogljikovodikov, dušikovih oksidov in trdnih delcev na III.B in IV. stopnji zmanjšanja emisij iz motorjev, opisanih v 1. točki prvega odstavka 2. člena tega pravilnika;

- za motorje, namenjene za uporabo v plovilih, ki plujejo po celinskih plovniških poteh, se uporablja preskusni postopek, opredeljen v ISO 8178-4:2002 in IMO ⁽¹⁾ MARPOL ⁽²⁾ 73/78, Annex VI (NO_x Code);

- pri motorjih za pogon železniških pogonskih voz se uporablja NRSC za merjenje plinastih in trdnih onesnaževal na III.A in III.B stopnji zmanjšanja emisij in

- pri motorjih za pogon lokomotiv se uporablja NRSC za merjenje plinastih in trdnih onesnaževal na III.A in III.B stopnji zmanjšanja emisij.

1.2. Preskušanje se izvaja na motorju, ki je nameščen na preskusno napravo in je priključen na dinamometer.

1.3. Merilno načelo

Emisije izpušnih plinov motorja, ki jih je treba izmeriti, vključujejo plinaste sestavine (ogljikov monoksid, skupno vsoto ogljikovodikov in dušikovih oksidov) ter delce. Poleg tega se ogljikov dioksid pogosto uporablja kot sledilni plin za določanje razmerja redčenja v sistemih redčenja z delnim in celotnim tokom. Dobra inženirska praksa priporoča splošno merjenje ogljikovega dioksida kot odlično orodje za odkrivanje problemov pri merjenju med preskusom.

1.3.1. Preskus NRSC:

Med predpisanim zaporedjem pogojev delovanja, z ogretim motorji, se količina zgoraj navedenih emisij izpušnih plinov neprekinjeno preverja z vzorčenjem iz nerazredčenih izpušnih plinov. Preskusni cikel je sestavljen iz številnih režimov vrtilnih frekvenc in navora (obremenitev), ki pokrivajo tipično področje delovanja dizelskih motorjev. Med vsako fazo preskusa je treba določiti koncentracijo vsakega plinastega onesnaževala, pretok izpušnih plinov in izhodno moč in utežiti izmerjene vrednosti. Vzorec delcev se razredči s kondicioniranim zunanjim zrakom. V celotnem preskusnem postopku se odvzame en vzorec in zbere na ustreznih filtrih.

Vzorec se lahko odvzame tudi na različnih filtrih, na enem za vsak režim preskusa, uteženi rezultati pa se izračunajo z upoštevanjem celotnega cikla.

Izračuna se količina vsakega onesnaževala v izpušnih plinih (g/kWh), kot določa dodatek 3 te priloge.

1.3.2. Preskus NRTC:

Predpisani preskusni cikel prehodnega stanja, ki temelji na pogojih delovanja dizelskih motorjev, vgrajenih v nepremične stroje, se izvede dvakrat:

- prvič (hladni zagon) potem ko se je motor ogrel na sobno temperaturo ter se temperaturi maziva in hladilnega sredstva motorja po sistemih obdelave in vseh pomožnih napravah za nadzor motorja ustalita med 20 in 30 °C in
- drugič (vroči zagon) po dvajsetminutnem segrevanju vozila, ki se začne takoj po koncu cikla hladnega zagona.

Med tem preskusnim zaporedjem se ugotovijo prej navedena onesnaževala. Preskusno zaporedje je sestavljeno iz cikla hladnega zagona, ki sledi naravnemu ali prisilnemu ohlajanju motorja, zaustavitve segretega vozila in cikla vročega zagona, iz česar se izračunajo skupne emisije. S podatki o navoru in vrtilni frekvenci motorja, izmerjenimi na dinamometru motorja, se moč integrira glede na trajanje cikla, kar je enako delu, ki ga motor proizvede v tem ciklu. Koncentracije plinastih sestavin se določijo med ciklom bodisi v nerazredčenih izpušnih plinih na podlagi integracije signala analizatorja v skladu z dodatkom 3 te priloge ali v razredčenih izpušnih plinih sistema CVS za redčenje s celotnim tokom na podlagi integracije oziroma z vzorčenjem izpušnih plinov zbiralne vreče v skladu z dodatkom 3 te priloge. Za delce se iz razredčenih izpušnih plinov na določenem filtru zbere sorazmeren vzorec na podlagi redčenja z delnim tokom ali redčenja s celotnim tokom. V ciklu se, odvisno od uporabljene metode, določi stopnja pretoka razredčenih ali nerazredčenih izpušnih plinov, s katero se izračunajo masne emisijske vrednosti onesnaževal. S povezavo masnih emisijskih vrednosti in dela motorja se za posamezno onesnaževalo izračuna emisija (g/kWh)

Emisije (g/kWh) se izmerijo med cikli hladnega in vročega zagona. Sestavljene utežne emisije se izračunajo z uteženjem rezultatov hladnega zagona (10 %) in rezultatov vročega zagona (90 %). Uteženi sestavljeni rezultati morajo ustrezati mejnim vrednostim.

2. PRESKUSNI POGOJI

2.1. Splošne zahteve

Vse prostornine in prostorninski pretoki veljajo pri 273 K (0 °C) in 101,3 kPa.

2.1. Pogoji preskušanja motorja

2.2.1. Izmeri se absolutna temperatura T (K) vstopnega zraka motorja in tlak suhega atmosferskega zraka p_s (kPa), parameter f_a pa se izračunava z naslednji način:

- za sesalne motorje in motorje z mehanskim kompresorjem:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right) \cdot \left(\frac{T}{298} \right)^{0,7}$$

- za motorje s turbo-kompresorjem s hlajenjem polnilnega zraka ali brez njega:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{0,7} \cdot \left(\frac{T}{298} \right)^{1,5}$$

2.2.2. Veljavnost preskusa

Preskus se prizna kot veljaven, če je $0,96 \leq f_a \leq 1,06$.

2.2.3. Motorji s hlajenjem polnilnega zraka.

Temperaturo polnilnega zraka je treba zabeležiti in mora ob deklarirani nazivni vrtilni frekvenci in polni obremenitvi biti v okviru ± 5 K najvišje temperature polnilnega zraka, ki jo določi proizvajalec. Temperatura hladilnega sredstva mora biti najmanj 293 K (20 °C).

Če se uporabi sistem, ki je del preskuševališča, ali zunanje puhalo, je treba temperaturo polnilnega zraka nastaviti v okviru ± 5 K najvišje temperature polnilnega zraka, ki jo določi proizvajalec za vrtilno frekvenco deklarirane največje moči in polno obremenitev. Temperatura hladilnega sredstva in pretok hladilnega sredstva v hladilniku polnilnega zraka na zgoraj določeni točki se ne sme spremeniti med celotnim preskusnim ciklom. Prostornina hladilnika polnilnega zraka je odvisna od dobre inženirske prakse in tipičnega namena uporabe vozila/mehanizacije.

Po želji se nastavitev hladilnika za polnilni zrak lahko opravi v skladu s SAE J 1937, objavljenim januarja 1995.

2.3. Sesalni sistem motorja

Preskusni motor se opremi s sesalnim sistemom, katerega zračni upor predstavlja zgornjo mejo v višini ± 300 Pa od vrednosti, ki jo opredeli proizvajalec za čisti zračni filter v tistih pogojih delovanja motorja, pri katerih je po navedbi proizvajalca pretok zraka največji. Omejitve se določijo za nazivno vrtilno frekvenco in polno obremenitev. Uporabi se lahko sistem preskuševališča, če posnema dejanske pogoje delovanja motorja.

2.4. Izpušni sistem motorja

Preskusni motor se opremi z izpušnim sistemom, ki ima protitlak v mejah ± 650 Pa glede na vrednost, ki jo opredeli proizvajalec za pogoje delovanja motorja, pri katerih je deklarirana moč največja.

Če je motor opremljen z napravo za naknadno obdelavo izpušnih plinov, mora imeti izpušna cev enak premer kot je na motorju in to v dolžini najmanj 4 premerov cevi v smeri proti toku od začetka razširjenega dela, ki vsebuje napravo za naknadno obdelavo. Razdalja od prirobnice izpušnega kolektorja ali izstopa turbopuhala do naprave za naknadno obdelavo izpušnih plinov mora biti enaka kot pri konfiguraciji vozila ali v okviru proizvajalčevih tehničnih zahtev glede te razdalje. Protitlak v izpušnem sistemu oziroma omejitev sledi istim kriterijem kot zgoraj, in ga je mogoče naravnati z ventilom. Posoda za naknadno obdelavo se lahko med navideznim preskusom in med določanjem karakterističnega diagrama motorja odstrani in zamenja z enakovredno posodo z neaktivnim katalizatorskim telesom.

2.5. Hladilni sistem

Hladilni sistem motorja mora imeti zadostno kapaciteto, da vzdržuje motor pri normalnih obratovalnih temperaturah, ki jih je določil proizvajalec.

2.6. Mazalno olje

Podatke o olju, ki se uporablja pri preskušanju, je treba zabeležiti in prikazati skupaj z rezultati preskusa.

2.7. Preskusno gorivo

Uporabljati je treba referenčno gorivo, določeno v prilogi 5.

Cetansko število in vsebnost žvepla v referenčnem gorivu, ki se uporablja pri preskusu, je treba vnesti v obrazec iz točke 1.1.1. ali 1.1.2. dodatka 1 priloge 7.

Temperatura goriva na vstopu v tlačilko mora biti 306 do 316 K (33 – 43 °C).

3. POTEK PRESKUSA (preskus NRSC)

3.1. Določitev nastavitvev dinamometra

Posebne meritve emisij temeljijo na nekorrigirani moči na zavori v skladu z SIST ISO 14396: 2002. Dodatno opremo, ki je potrebna samo za delovanje stroja in jo je mogoče namestiti na motor, je treba pri preskusu odstraniti. Naslednji nepopolni seznam služi kot primer:

- zračni kompresorji za zavore;
- kompresor za servo-krmiljenje;
- kompresor za klimatsko napravo;
- črpalke za hidravlični pogon.

Če dodatna oprema ni bila odstranjena, je treba določiti moč, ki jo absorbira pri vrtilni frekvenci preskusa, nato pa izračunati nastavitve dinamometra, razen pri motorjih, pri katerih je taka dodatna oprema sestavni del motorja (npr. hladilna puhala pri motorjih z zračnim hlajenjem).

Nastavitve zračnega upora na vstopu in protitlaka v izpušni cevi se v skladu s točkama 2.3 in 2.4 te priloge prilagodijo proizvajalčevim zgornjim mejam.

Največje vrednosti navora za določene faze preskusa se pri določenih preskusnih vrtilnih frekvencah določijo z eksperimentiranjem. Za motorje, ki niso namenjeni za delovanje pri krivulji navora ob polni obremenitvi, opredeli največji navor pri preskusnih vrtilnih frekvencah proizvajalec.

Nastavitev motorja se za vsako preskusno fazo izračuna po enačbi:

$$S = \left((P_M + P_{AE}) \cdot \frac{L}{100} \right) - P_{AE}$$

Če je razmerje $P_{AE} / P_M \geq 0,03$ lahko vrednost P_{AE} preveri pristojni upravni organ, ki podeli tipsko odobritev.

3.2. Priprava filtrov za vzorčenje

Najmanj eno uro pred začetkom preskusa, je treba vsak filter (par) postaviti v zaprto, vendar ne zatesnjeno, petrijevko in jo zatem premestiti v tehtalno komoro, da se stabilizira. Po končanem času stabilizacije je treba vsak filter (par) stehtati in zabeležiti njegovo težo. Filter (par) je treba hraniti v zaprti petrijevki ali v posodi za filtre do njegove uporabe pri preskušanju. Če se filter (par) ne uporabi v naslednjih osmih urah po njegovi odstranitvi iz tehtalne komore, se mora pred uporabo ponovno stehtati.

3.3. Namestitev merilne opreme

Instrumenti in sonde za odvzem vzorcev se namestijo skladno z zahtevami tega pravilnika. Če se za redčenje izpušnih plinov uporablja sistem redčenja s celotnim tokom, je treba na sistem priključiti izstopni del izpušne cevi.

3.4. Zagon sistema redčenja in motorja

Sistem za redčenje in motor se zažene in ogrevata, dokler se vse temperature in tlaki pri polni obremenitvi in nominalni hitrosti (točka 3.7.2. te priloge) ne stabilizirajo.

3.5. Nastavitev razmerja redčenja

Sistem za vzorčenje delcev se zažene in poganja pri metodi z enojnim filtrom na obvodu (po želji pri metodi z več filtri). S pošiljanjem zraka za redčenje skozi filtre za delce se lahko določi raven delcev v ozadju v zraku za redčenje. Če se uporablja filtriran zrak za redčenje, se pred, med ali po preskusu lahko opravi ena meritev. Če

se zrak za redčenje ne filtrira, so potrebne meritve na enem vzorcu, odvzetem za čas trajanja preskusa.

Zrak za redčenje se nastavi tako, da je temperatura razredčenih izpušnih plinov, izmerjena tik pred primarnim filtrom, v vsaki fazi preskušanja med 315 K (42 °C) in 325 K (52 °C). Skupno razmerje redčenja ne sme biti manjše od štiri.

Opomba: pri pogonu v ustaljenem stanju je lahko temperatura zraka na filtru enaka ali nižja od najvišje temperature 325 K (52 °C), pri čemer se ne upošteva temperaturnega razpona 42 °C do 52 °C.

Pri metodi z enojnim filtrom in pri metodi z več filtri je treba masni pretok vzorca skozi filter ohranjati v stalnem razmerju z masnim pretokom razredčenega izpušnega plina za sisteme s celotnim tokom za vse faze preskušanja. Razmerje mase mora biti v okviru ± 5 % povprečne vrednosti faze preskušanja, razen za prvih 10 sekund posamezne faze pri sistemih brez možnosti obvoda. Za sisteme redčenja z delnim tokom z metodo z enojnim filtrom mora biti masni pretok skozi filter stalno v okviru ± 5 % glede na povprečno vrednost faze, razen za prvih 10 sekund posamezne faze pri sistemih brez možnosti obvoda.

Pri sistemih, ki za krmiljenje razmerja redčenja uporabljajo merjenje koncentracije CO₂ ali NO_x, je treba delež CO₂ ali NO_x v zraku za redčenje izmeriti na začetku in na koncu vsakega preskusa. Razlike v izmerjenih koncentracijah CO₂ ali NO_x ozadja v zraku za redčenje pred in po preskusu smejo biti največ 100 ppm oziroma 5 ppm.

Pri uporabi analitičnega sistema redčenja izpušnega plina se ustrezne koncentracije ozadja določijo z vzorčenjem zraka za redčenje v vrečo za vzorčenje v teku celotnega preskusa.

Povprečna vrednost kontinuirne koncentracije ozadja (ne z vzorčenjem v vrečo) se lahko izračuna iz vsaj treh izmerjenih točk in to na začetku, pri koncu in na točki blizu sredine cikla. Na proizvajalčevo zahtevo se meritve ozadja lahko opustijo.

3.6. Preverjanje analizatorjev

Analizatorje emisij je treba nastaviti na ničlo in jim nastaviti razpon.

3.7. Preskusni cikel

3.7.1. Specifikacija preskusov v skladu s prvim odstavkom 2. člena tega pravilnika

3.7.1.1. Specifikacija A

Motorji, opisani v 1. in 4. točki prvega odstavka 2. člena tega pravilnika se preskušajo na dinamometru po naslednjem 8-faznem preskusnem ciklu ⁽³⁾:

Oznaka faze	Vrtilna frekvenca motorja (min ⁻¹)	Obremenitev (%)	Utežni faktor
1	Nazivna ali referenčna ⁽⁴⁾	100	0,15
2	Nazivna ali referenčna ⁽⁴⁾	75	0,15
3	Nazivna ali referenčna ⁽⁴⁾	50	0,15
4	Nazivna ali referenčna ⁽⁴⁾	10	0,10
5	Srednja	100	0,10
6	Srednja	75	0,10
7	Srednja	50	0,10
8	Prosti tek	-	0,15

3.7.1.2. Specifikacija B

Motorji, opisani v 2. točki prvega odstavka 2. člena tega pravilnika, se preskušajo na dinamometru po naslednjem 5-faznem preskusnem ciklu ⁽⁵⁾:

Oznaka faze	Vrtilna frekvenca motorja (min ⁻¹)	Obremenitev (%)	Utežni faktor
1	Nazivna	100	0,05
2	Nazivna	75	0,25
3	Nazivna	50	0,30
4	Nazivna	25	0,30
5	Nazivna	10	0,10

Vrednosti za obremenitev so v odstotkih izražene vrednosti navora, ki ustreza osnovni moči. Ta je opredeljena kot največja moč, ki je na voljo med spremenljivim zaporedjem moči in se lahko izvaja neomejeno število ur na leto, in sicer med navedenimi intervali vzdrževanja in pod navedenimi okoljskimi pogoji, pri čemer se vzdrževanje opravi v skladu z navodili proizvajalca.

3.7.1.3 Specifikacija C

Za pogonske motorje ⁽⁶⁾, namenjene za uporabo v plovilih, ki plujejo po celinskih plovnih poteh, se uporablja preskusni postopek, opredeljen v ISO 8178-4:2002 in IMO MARPOL 73/78, Annex VI (NO_x Code).

Pogonski motorji, ki poganjajo propelerje z nespremenjenim kotom lopatic, se preskušajo na dinamometru ob uporabi naslednjega 4-faznega preskusnega cikla ustaljenega stanja ⁽⁷⁾, ki je bil razvit za predstavitev delovanja komercialnih pomorskih dizelskih motorjev:

Oznaka faze	Vrtilna frekvenca motorja (min ⁻¹)	Obremenitev (%)	Utežni faktor
1	100 % (nazivna)	100	0,20
2	91 %	75	0,50
3	80 %	50	0,15
4	63 %	25	0,15

Pogonski motorji z nespremenjeno hitrostjo za pogon propelerjev s spremenljivim kotom lopatic ali za pogon električno povezanih propelerjev se preskušajo na dinamometru ob uporabi naslednjega 4-faznega preskusnega cikla enakomernega stanja ⁽⁸⁾, za katerega so značilni isti obremenitveni in utežni faktorji kakor za zgoraj opisani cikel, pri čemer motor v vsaki fazi obratuje pri nazivni vrtilni frekvenci:

Oznaka faze	Vrtilna frekvenca motorja (min ⁻¹)	Obremenitev (%)	Utežni faktor
1	Nazivna	100	0,20
2	Nazivna	75	0,50
3	Nazivna	50	0,15
4	Nazivna	25	0,15

3.7.1.4 Specifikacija D

Motorji, opisani v 5. točki prvega odstavka 2. člena tega pravilnika, se preskušajo na dinamometru po naslednjem 3-faznem preskusnem ciklu ⁽⁹⁾:

Oznaka faze	Vrtilna frekvenca motorja (min ⁻¹)	Obremenitev (%)	Utežni faktor
1	Nazivna	100	0,25
2	Srednja	50	0,15
3	Prosti tek	-	0,60

3.7.2. Kondicioniranje motorja

Ogrevanje motorja in sistema poteka pri največji vrtilni hitrosti in navoru tako, da se stabilizirajo parametri motorja v skladu s priporočili proizvajalca.

Opomba: s kondicioniranjem motorja je treba preprečiti vpliv usedlin, ki ostanejo od prejšnjih preskusov na stenah izpušne cevi. S predpisanim časom stabilizacije med preskusnimi točkami se zmanjša vpliv med posameznimi točkami.

3.7.3. Zaporedje preskusov

Začne se zaporedje preskusov. Preskus se izvaja po zaporednih številkah posameznih faz preskušanja, kot so opredeljene zgoraj za preskusni cikel.

Po začetni prehodni dobi mora biti v vsaki fazi preskusnega cikla vrtilna frekvenca znotraj večje tolerance od ± 1 % nazivne vrtilne frekvence oziroma $\pm 3 \text{ min}^{-1}$, razen pri prostem teku, kjer mora biti znotraj toleranc, ki jih določi proizvajalec. Določeni navor se ohranja tako, da povprečna vrednost za čas meritev ostaja v okviru ± 2 % največjega navora pri preskusni vrtilni frekvenci.

Za vsako merilno točko je potrebno najmanj 10 minut. Če so pri preskušanju motorja potrebna daljša obdobja vzorčenja, da se pridobi zadostna masa delcev na merilnem filtru, se čas preskusne faze po potrebi podaljša.

Trajanje faz preskušanja se zabeleži in vključi v poročilo.

Vrednosti koncentracij emisij izpušnih plinov se izmerijo in zabeležijo v zadnjih treh minutah vsake faze preskušanja.

Vzorčenje delcev in meritve emisij plinov naj se ne začnejo pred stabilizacijo motorja, kot jo določi proizvajalec, končati pa se morajo sočasno.

Temperatura goriva se izmeri ob vhodu v tlačilko ali na mestu, ki ga določi proizvajalec, kraj meritve pa se zabeleži.

3.7.4. Odziv analizatorja

Vrednosti na izhodu analizatorjev se beležijo na papirni trak oziroma z enakovrednim sistemom zajemanja rezultatov merjenja. Izpušni plini morajo teči skozi analizatorje najmanj zadnje 3 minute vsake faze preskusnega cikla. Če se uporablja vreča za vzorčenje pri merjenju razredčenih CO in CO₂ (točka 1.4.4. iz dodatka 1 te priloge), se vzorec zajame v vrečo v zadnjih treh minutah vsake faze preskusa, potem pa se vzorec analizira, rezultati analiz pa se zabeležijo.

3.7.5. Vzorčenje delcev

Vzorčenje delcev se lahko opravi z metodo z enojnim filtrom ali z metodo z več filtri. Ker se rezultati obeh metod lahko rahlo razlikujejo, se mora uporabljena metoda navesti skupaj z rezultati meritev.

Pri metodi z enojnim filtrom se pri odvzemanju vzorca in nastavljanju pretoka vzorca in/ali časa trajanja vzorčenja upošteva tudi utežni faktor, ki je določen za vsako fazo preskusnega cikla.

Vzorčenje se izvede kolikor mogoče pozno v času trajanja vsake faze preskusnega cikla. Čas vzorčenja je v vsaki fazi preskusnega cikla najmanj 20 sekund za metodo z enojnim filtrom in vsaj 60 sekund za metodo z več filtri. Za sisteme brez možnosti obkroga je čas vzorčenja v vsaki fazi preskusnega cikla najmanj 60 sekund za metodo z enojnim filtrom in za metodo z več filtri.

3.7.6. Pogoji za motor

Vrtilna frekvenca motorja, obremenitev, temperatura vsesanega zraka, pretok goriva, zraka in izpušnih plinov se izmerijo v vsaki fazi preskusnega cikla potem, ko je obratovanje motorja stabilizirano.

Če ni mogoče izmeriti pretoka izpušnih plinov ali pretoka zgorevalnega zraka in porabe goriva, se ti lahko izračunajo z metodo ravnotežja ogljika in kisika (točka 1.2.3. iz dodatka 1 te priloge).

Če je potreben še kakšen podatek za izračun, ga je treba zabeležiti (točki 1.1. in 1.2. iz dodatka 1 te priloge).

3.8. Ponovna kontrola analizatorjev

Po končanem preskusu emisij se morajo analizatorji ponovno kontrolirati z ničelnim plinom in enakim plinom za umerjanje. Šteje se, da je preskus veljaven, če je razlika med obema rezultatoma meritev manjša od 2 %.

4. POTEK PRESKUSA (preskus NRTC)

4.1. Uvod

Necestni cikel prehodnega stanja (NRTC) je v dodatku 4 te priloge naveden kot sekundno zaporedje normiranih vrednosti vrtilne frekvence in navora, ki veljajo za vse dizelske motorje, ki so predmet tega pravilnika. Za izvajanje preskusa na preskusni napravi motorja se normirane vrednosti pretvorijo v dejanske vrednosti na podlagi karakteristike motorja, na katerem se izvaja preskus. Ta pretvorba, ki jo poznamo pod pojmom denormiranje, in izvedeni preskusni cikel pomenita referenčni cikel motorja, na katerem se opravi preskus. Pri teh referenčnih vrednostih vrtilne frekvence in navora se cikel opravi na preskusni napravi, izmerjene vrednosti vrtilne frekvence in navora pa se zabeležijo. Za potrditev preskusa se po opravljenem preskusu opravi regresijska analiza referenčnih in izmerjenih vrednosti vrtilne frekvence in navora.

4.1.1. Uporaba neuspešnih naprav ali iracionalnih strategij za uravnavanje emisij je prepovedana

4.2. Postopek določanja karakteristike motorja

Za generiranje NRTC na preskusni napravi je treba motorju pred preskusnim ciklom določiti karakteristiko navora v odvisnosti od vrtilne frekvence.

4.2.1. Določanje območja vrtilne frekvence za karakteristiko

Najnižjo in najvišjo vrtilno frekvenco za določanje karakteristike se določi na naslednji način:

- najnižja vrtilna frekvenca za določitev karakteristike je enaka vrtilni frekvenci v prostem teku in
- najvišja vrtilna frekvenca za določitev karakteristike je enaka nižji vrednosti od $1,02 \times n_{hi}$ oziroma vrtilne frekvence, pri kateri navor pri polni obremenitvi pade na nič (n_{hi} je opredeljena kot najvišja vrtilna frekvenca motorja pri 70 % nazivne moči).

4.2.2. Karakteristika motorja

Motor se ogreje pri največji moči, da se parametri motorja stabilizirajo v skladu s priporočilom proizvajalca in dobro inženirsko prakso. Ko je motor stabiliziran, se karakteristika motorja izvede po naslednjih postopkih.

4.2.2.1. Prehodni diagram

- motor se razbremeni in obratuje v prostem teku;
- motor obratuje pri nastavitvi tlačilke za vbrizgavanje goriva za polno obremenitev in pri najnižji vrtilni frekvenci za določanje karakteristike motorja in
- vrtilna frekvenca motorja se s povprečnim prirastkom $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$ povečuje od najnižje do najvišje vrtilne frekvence. S frekvenco vzorčenja najmanj ene točke na sekundo se zapisujejo vrednosti vrtilne frekvence motorja in navora.

4.2.2.2. Stopenjski diagram

- motor se razbremeni in obratuje v prostem teku;

- motor obratuje pri nastavitvi tlačilke za vbrizgavanje goriva za polno obremenitev in pri najnižji vrtilni frekvenci za določanje karakteristike motorja in
- ob ohranjanju polne obremenitve se vzdržuje tudi najnižja vrtilna frekvenca za določanje karakteristike motorja najmanj 15 sekund, zabeleži pa se povprečni navor v zadnjih 5 sekundah. Krivulja največjega navora od najnižje do najvišje vrtilne frekvence za določanje karakteristike motorja se določi s prirastkom, ki ni višji od $100 \pm 20 \text{ min}^{-1}$. Vsaka preskusna točka se vzdržuje najmanj 15 sekund, zabeleži pa se povprečni navor v zadnjih 5 sekundah.

4.2.3. Generiranje karakteristike motorja

Vse podatkovne točke, zabeležene skladno s točko 4.2.2. te priloge, se povežejo s pomočjo linearne interpolacije med točkami. Nastala krivulja navora je karakteristika motorja in se uporabi za pretvorbo normiranih vrednosti navora dinamometra motorja iz priloge 4 v dejanske vrednosti navora preskusnega cikla, kot je opisano v točki 4.3.3. te priloge.

4.2.4. Alternativno določanje karakteristike motorja

Če proizvajalec meni, da zgornje tehnike določanja karakteristike motorja niso zanesljive ali da za določen tip motorja niso reprezentativne, se lahko za določanje karakteristike motorja uporabijo alternativne tehnike. Te alternativne tehnike morajo ustrezati namenu opredeljenih postopkov določanja karakteristike motorja in sicer določanju največjega možnega navora pri vseh vrtilnih frekvencah, doseženih med preskusnimi cikli.

Odstopanja zaradi zanesljivosti oziroma reprezentančnosti tehnik določanja karakteristike motorja, kot so opredeljene v tej točki,odobrijo z utemeljitvijo uporabe alternativne tehnike vse vključene stranke. V nobenem primeru pa se padajoče spreminjanje vrtilne frekvence motorja ne sme uporabljati za motorje z regulatorjem ali tlačno polnjene motorje s turbopuhalom na izpušne pline.

4.2.5. Ponovljeni preskusi

Motorju ni treba določati karakteristike pred vsakim preskusnim ciklom. Pred preskusnim ciklom se motorju ponovno določi karakteristika, če:

- če je od zadnjega določanja karakteristike po oceni preskuševalcev preteklo nerazumno veliko časa ali
- so bile na motorju izvedene fizične spremembe ali ponovna umerjanja, ki bi lahko vplivale na zmogljivost motorja.

4.3. Generiranje referenčnega preskusnega cikla

4.3.1. Referenčna vrtilna frekvenca

Referenčna vrtilna frekvenca n_{ref} ustreza 100 % ustaljenim vrednostim vrtilne frekvence, ki so opredeljene v časovnem poteku dinamometra motorja iz dodatka 4 te priloge. Dejanski cikel motorja, ki izhaja iz odstopanja od ustaljene na referenčno vrtilno frekvenco, je večinoma odvisen od izbire ustrezne referenčne vrtilne frekvence. Referenčna vrtilna frekvenca se izračuna po naslednji formuli:

$$n_{ref} = \text{nizka vrtilna frekvenca} + 0,95 \cdot (\text{visoka vrtilna frekvenca} - \text{nizka vrtilna frekvenca})$$

Opomba: visoka vrtilna frekvenca je najvišja vrtilna frekvenca motorja, pri kateri se sprosti 70 % nazivne moči, medtem ko nizka vrtilna frekvenca pomeni najnižjo vrtilno frekvenco motorja, pri kateri se sprosti 50 % nazivne moči.

Če je izmerjena referenčna vrtilna frekvenca znotraj $\pm 3 \%$ referenčne vrtilne frekvence, ki jo je navedel proizvajalec, se navedena referenčna vrtilna frekvenca

lahko uporabi za preskus emisij. Če je dovoljeno odstopanje preseženo, se za preskus emisij uporabi izmerjena referenčna vrtilna frekvenca.⁽¹⁰⁾

4.3.2. Denormiranje vrtilne frekvence motorja

Vrtilna frekvenca se denormira po naslednji enačbi:

$$\text{dejanska vrtilna frekvenca} = \frac{\% \text{ vrtilne frekvence} \cdot (n_{\text{ref}} - \text{vrtilna frekvenca v prostem teku)}}{100} + K$$
$$K + \text{vrtilna frekvenca v prostem teku}$$

4.3.3. Denormiranje navora motorja

Vrednosti navora v časovnem poteku dinamometra motorja v dodatku 4 te priloge so normirane na največji navor pri določeni vrtilni frekvenci. Vrednosti navora referenčnega cikla se za ustrezno dejansko vrtilno frekvenco, kot jo določa točka 4.3.2. te priloge, denormirajo z uporabo karakteristike motorja, določene skladno s točko 4.2.2. te priloge na naslednji način:

$$\text{dejanski navor} = \frac{\% \text{ navora} \cdot \text{max. navor}}{100}$$

4.3.4. Primer postopka denormiranja:

Kot primer se denormira preskusna točka pri odstotku vrtilne frekvence = 43 % in odstotku navora = 82 %. Za dani vrednosti referenčne vrtilne frekvence = 2200 min⁻¹ in vrtilne frekvence v prostem teku = 600 min⁻¹ sledi:

$$\text{dejanska vrtilna frekvenca} = \frac{43 \cdot (2200 - 600)}{100} + 600 = 1288 \text{ min}^{-1}$$

Največji navor, razviden iz karakteristike motorja pri 1288 min⁻¹, je 700 Nm.

$$\text{dejanski navor} = \frac{82 \cdot 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

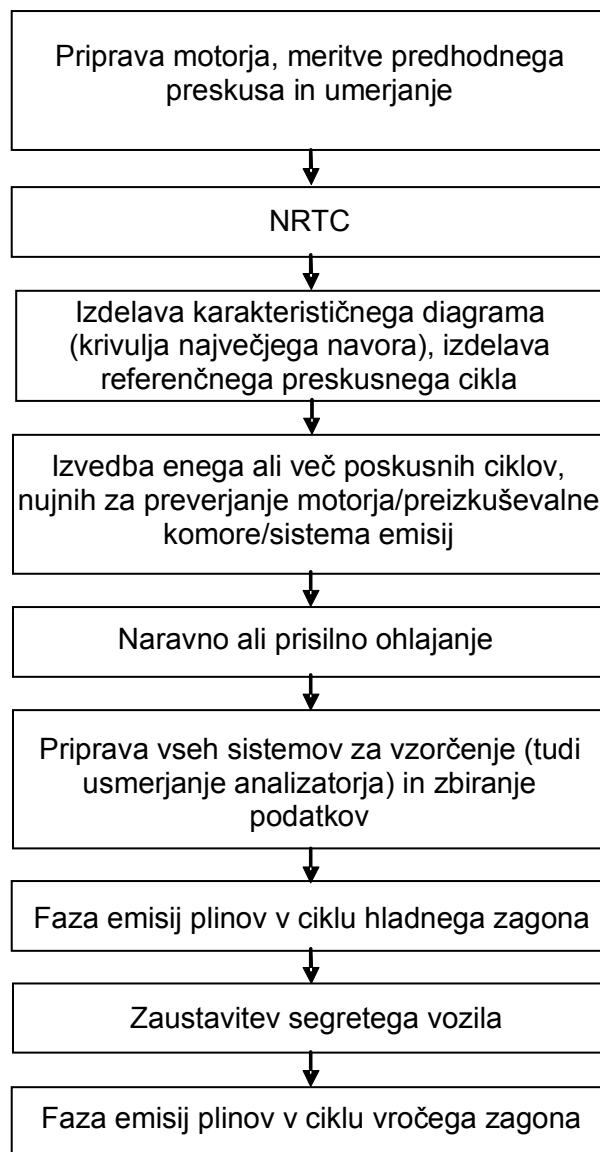
4.4. Dinamometer

4.4.1. Pri uporabi obremenitvene celice se signal navora prenese na os motorja, pri čemer se upošteva vztrajnost dinamometra. Dejanski navor motorja je odčitek navora na obremenitveni celici plus vztrajnostni moment zavore, pomnoženo s kotnim pospeškom. Upravljalni sistem mora ta izračun opraviti v realnem času.

4.4.2. Če se motor preskuša z dinamometrom na vrtilni tok, se priporoča, da število točk, pri katerih je vrednost ($T_{sp} - 2 \times \pi \times \dot{n}_{sp} \times \theta_D$) manjša od - 5 % najvišje vrednosti navora, ne presega 30.

4.5. Izvedba preskusa emisij

Spodnji diagram poteka prikazuje preskusno zaporedje:



Pred meritvenim ciklom se lahko opravi en poskusni cikel ali več poskusnih ciklov, če so potrebni za preverjanje motorja, preizkuševalne komore in sistemov emisij.

4.5.1 Priprava filtrov za vzorčenje

Najmanj eno uro pred preskusom je treba vsak filter položiti v petrijevko, ki je zaščitena pred vdorom prahu in omogoča izmenjavo zraka, in ga postaviti v tehtalno komoro, da se stabilizira. Ob koncu stabilizacije se vsak filter stehta, teža pa se zabeleži. Filter se nato shrani v zaprto petrijevko ali v zatesnjeno posodo za filtre, dokler se ne uporabi za preskušanje. Filter je treba uporabiti v 8 urah po odstranitvi iz tehtalne komore. Zabeleži se njegova teža.

4.5.2 Namestitev merilne opreme

Merila in sonde za vzorčenje se namestijo v skladu z zahtevami. Na sistem redčenja s celotnim tokom, če se uporablja, se priključi zadnji (izstopni) del izpušne cevi.

4.5.3 Zagon sistema redčenja

Sistem redčenja se zažene. Skupni pretok razredčenih izpušnih plinov skozi sistem redčenja s celotnim tokom ali pretok razredčenih izpušnih plinov skozi sistem redčenja z delnim tokom se nastavi tako, da se odpravi kondenzacija vode v sistemu in doseže temperatura na dotoku v filter med 315 K (42 °C) in 325 K (52 °C).

4.5.4 Zagon sistema za vzorčenje delcev

Sistem za vzorčenje delcev se zažene in teče na obvodu. Raven delcev iz okolice zraka za redčenje se lahko določi z vzorčenjem zraka za redčenje pred vstopom izpušnih plinov v tunel za redčenje. Priporočljivo je, da se vzorec delcev iz okolice odvzame med prehodnim ciklom, če je na voljo drug sistem vzorčenja trdnih delcev (PM). V nasprotnem primeru se lahko uporabi sistem vzorčenja PM, ki se uporabi za zbiranje trdnih delcev v prehodnem ciklu. Pri filtriranem zraku za redčenje se lahko opravi ena meritev pred preskusom ali po njem. Če zrak za redčenje ni filtriran, je treba meritve opraviti pred začetkom in po koncu cikla, iz pridobljenih vrednosti pa se izračuna povprečje.

4.5.5 Kontrola analizatorjev

Analizatorji emisije se nastavijo na nič in na določen razpon. Če se uporabljajo vreče za vzorce, jih je treba izprazniti.

4.5.6 Zahteve pri ohlajanju

Lahko se uporabi postopek naravnega ali prisilnega ohlajanja. Pri prisilnem ohlajanju se v skladu z dobro inženirsko presojo vzpostavijo sistemi za pošiljanje hladilnega zraka skozi motor, za pošiljanje hladnega olja skozi sistem za mazanje motorja, za odvajanje toplote iz hladilnega sredstva skozi hladilni sistem motorja in za odvajanje toplote iz sistema za naknadno obdelavo izpušnih plinov. Pri prisilnem ohlajanju za naknadno obdelavo se hladilni zrak ne uporabi, dokler se sistem za naknadno obdelavo ne ohladi na temperaturo, nižjo od tiste, ki je potrebna za njegovo katalitično aktiviranje. Postopek hlajenja, ki vodi k nereprezentativnim emisijam, ni dovoljen.

Preskus emisij izpušnih plinov med ciklom hladnega zagona se lahko začne po ohlajanju, ko so temperature motornega olja, hladilne tekočine in za naknadno obdelavo najmanj 15 minut ustaljene med 20 °C in 30 °C.

4.5.7 Potek cikla

4.5.7.1. Cikel hladnega zagona

Preskusno zaporedje se začne s ciklom hladnega zagona po koncu ohlajanja, ko so izpolnjene vse zahteve iz točke 4.5.6. te priloge.

Motor se zažene v skladu s postopkom zagona, ki ga proizvajalec priporoča v priročniku za uporabo, s serijskim zaganjalnikom ali dinamometrom.

Takoj ko se ugotovi, da je motor stekel, se vključi časovnik za „prosti tek“. Motor je treba pustiti, da brez obremenitve prosto teče 23 ± 1 sekund. Nato se začne cikel prehodnega stanja motorja tako, da se prvi zapis cikla, ko motor ni brez obremenitve, pojavi pri 23 ± 1 sekundah. Čas prostega teka je vključen v 23 ± 1 sekundah.

Preskus se opravi v skladu z referenčnim ciklom, ki je določen v dodatku 4 te priloge. Nastavitvene vrednosti za vrtilno frekvenco motorja in navor se izdajo pri frekvenci 5 Hz (priporočljivo 10 Hz) ali višji. Nastavitvene vrednosti se izračunajo z linearno interpolacijo med nastavitvenimi vrednostmi referenčnega cikla, nastavljenimi pri 1 Hz. Izmerjeni podatki o vrtilni frekvenci motorja in navoru se med preskusnim ciklom zapišejo najmanj enkrat na sekundo, signali pa se lahko elektronsko filtrirajo.

4.5.7.2. Odziv analizatorja

Hkrati z zagonom motorja se vključi tudi merilna oprema za:

- zbiranje ali analiziranje zraka za redčenje, če se uporablja sistem redčenja s celotnim tokom;
- zbiranje ali analiziranje razredčenih ali nerazredčenih izpušnih plinov, odvisno od uporabljene metode;

- merjenja količine razredčenih izpušnih plinov ter predpisanih temperatur in tlakov;
- beleženje masnega pretoka izpušnih plinov, če se uporablja analiza nerazredčenih izpušnih plinov in
- zapisovanja na dinamometru izmerjenih podatkov o vrtilni frekvenci in navoru.

Pri metodi merjenja nerazredčenih izpušnih plinov se koncentracije emisij (HC, CO in NO_x) in masni pretok izpušnih plinov neprekinjeno merijo in shranijo v računalniškem sistemu pri frekvenci najmanj 2 Hz. Vsi drugi podatki se lahko beležijo s frekvenco vzorca najmanj 1 Hz. Pri analognih analizatorjih se zabeleži odziv, medtem ko se kalibracijski podatki med ovrednotenjem podatkov lahko uporabljajo bodisi s povezavo ali brez nje.

Pri sistemu redčenja s celotnim tokom se HC in NO_x neprekinjeno merita v tunelu za redčenje s frekvenco najmanj 2 Hz. Povprečne koncentracije se določijo na podlagi integriranja signalov analizatorja med preskusnim ciklom. Odzivni čas sistema ne sme biti daljši od 20 sekund, po potrebi pa ga je treba uskladiti z nihanjem pretoka v sistemu CVS in z usklajevanjem časa vzorčenja s časom preskusnega cikla. CO in CO₂ se določita na podlagi integracije ali analize koncentracij, ki so se med ciklom nabrale v vreči za vzorce. Koncentracije plinastih onesnaževal v zraku za redčenje se določijo na podlagi integracije ali z zbiranjem v vrečo za vzorce ozadja. Vsi drugi parametri, ki jih je treba izmeriti, se beležijo na podlagi najmanj ene meritve na sekundo (1 Hz).

4.5.7.3. Vzorčenje delcev

Ob zagonu motorja je treba sistem za vzorčenje delcev preklopiti z obroda na zbiranje delcev.

Če se uporablja sistem redčenja z delnim tokom, je treba črpalko za vzorčenje naravnati tako, da je stopnja pretoka skozi sondo za vzorčenje delcev ali cev za prenos vzorca stalno sorazmerna z masnim pretokom izpušnih plinov.

Če se uporablja sistem redčenja s celotnim tokom, je treba črpalko za vzorčenje naravnati tako, da je stopnja pretoka skozi sondo za vzorčenje delcev ali cev za prenos vzorca stalno v območju $\pm 5\%$ nastavljene stopnje pretoka. Če se uporablja kompenzacija pretoka (tj. sorazmerno uravnavanje pretoka vzorcev), je treba dokazati, da se razmerje med pretokom v glavnem tunelu in pretokom vzorca delcev ne spreminja za več kakor $\pm 5\%$ nastavljene vrednosti (razen v prvih 10 sekundah vzorčenja).

Opomba: pri delovanju z dvojnimi redčenjem je vzorčni pretok dejanska razlika med stopnjo pretoka skozi filtre za vzorčenje in stopnjo pretoka sekundarnega zraka za redčenje.

Zabeležita se povprečna temperatura in tlak ob vstopu v plinomer ali v merilnik pretoka. Če nastavljene stopnje pretoka ni mogoče ohranjati med celotnim ciklom (v območju $\pm 5\%$) zaradi prevelike obremenitve filtra z delci, se preskus razveljavi. Preskus se ponovi pri manjši stopnji pretoka oziroma večjem premeru filtra.

4.5.7.4. Nenamerna zaustavitev motorja med preskusnim ciklom hladnega zagona

Če se motor kadarkoli med preskusnim ciklom hladnega zagona nenamerno zaustavi, se motor ponovno nastavi. Izvede se postopek ohlajanja, nakar se motor zažene in preskus se ponovi. Če pride na kateri koli predpisani preskusni opremi med preskusnim ciklom do okvare, se preskus razveljavi.

4.5.7.5. Operacije po ciklu hladnega zagona

Ob koncu preskusnega cikla hladnega zagona se prekine merjenje masnega pretoka izpušnih plinov, prostornine razredčenih izpušnih plinov, pretoka plinov v zbiralne

vreče in delovanje črpalke za vzorčenje delcev. Pri sistemu integriranega analizatorja se vzorčenje nadaljuje, dokler ne potečejo odzivni časi sistema.

Če se uporabljajo zbiralne vreče, je treba njihove koncentracije čim prej analizirati, in sicer najpozneje 20 minut po koncu preskusnega cikla.

Po preskusu emisij se za ponovno kontrolo analizatorjev uporabi ničelni plin in enak kalibrirni plin. Šteje se, da je preskus sprejemljiv, če je razlika med rezultati predhodnega preskusa in naknadnega preskusa manjša od 2 % vrednosti kalibrirnega plina.

Filtri za delce se vrnejo v tehtalno komoro najpozneje eno uro po koncu preskusa. Najmanj eno uro se kondicionirajo v petrijevki, ki je zaščitena pred vdorom prahu in omogoča izmenjavo zraka, nato pa se stehtajo. Zabeleži se bruto teža filtrov.

4.5.7.6. Zaustavitev segretega motorja

Takoj po izključitvi motorja se izključita tudi ventilator za hlajenje motorja in puhalo CVS (oziroma sistem izpušnih plinov se izključi iz sistema CVS), če se uporabljata.

Motor je treba pustiti 20 ± 1 minut. Nato se motor in dinamometer pripravi za preskus vročega zagona. Odzračene vreče za zbiranje vzorcev se poveže s sistemi za zbiranje razredčenih izpušnih plinov in vzorcev zraka za redčenje. Zažene se sistem CVS (če se uporablja in še ni vključen) ali poveže sistem izpušnih plinov s sistemom CVS (če je povezava prekinjena). Vključi se črpalke za vzorčenje (razen črpalk za vzorčenje delcev), ventilator za hlajenje motorja in sistem za zbiranje podatkov.

Pred začetkom preskusa se izmenjevalnik toplote sistema za vzorčenje pri stalni prostornini (če se uporablja) in sestavine vseh neprekinjenih sistemov vzorčenja, ki so predmet segrevanja, predhodno segrejejo na opredeljene delovne temperature.

Pretok vzorcev se nastavi na želeno stopnjo pretoka, merilne naprave za pretok plinov v sistemu CVS pa na nično vrednost. Previdno se namesti čist filter za delce v posamezne posode za filtre, sestavljene posode za filtre pa postavi v linijo pretoka vzorcev.

4.5.7.7. Cikel vročega zagona

Takoj ko se ugotovi, da je motor stekel, se vključi časovnik za „prosti tek“. Motor se pusti, da brez obremenitve prosto teče 23 ± 1 sekund. Cikel prehodnega stanja motorja se začne tako, da se prvi neprosti zapis cikla pojavi pri 23 ± 1 sekundah. Čas prostega teka je vključen v 23 ± 1 sekundah.

Preskus se opravi v skladu z referenčnim ciklom, ki je določen v dodatku 4 te priloge. Nastavitvene vrednosti za vrtilno frekvenco motorja in navor se izdajo pri frekvenci 5 Hz (priporočljivo 10 Hz) ali višji. Nastavitvene vrednosti se izračunajo z linearno interpolacijo med nastavitvenimi vrednostmi referenčnega cikla, nastavljenimi pri 1 Hz. Izmerjeni podatki o vrtilni frekvenci motorja in navoru se med preskusnim ciklom zapišejo najmanj enkrat na sekundo, signali pa se lahko elektronsko filtrirajo.

Nato se ponovi postopek, ki je opisan v zgornjih točkah 4.5.7.2 in 4.5.7.3. te priloge.

4.5.7.8. Nenamerna zaustavitev motorja med ciklom vročega zagona

Če se motor med ciklom vročega zagona kadarkoli nenamerno zaustavi, se motor izključi in pusti stati 20 minut. Cikel vročega zagona se nato lahko ponovi. Dovoljena je le ena ponovitev zastoja vozila in cikla vročega zagona.

4.5.7.9. Operacije po ciklu vročega zagona

Ob koncu cikla vročega zagona se prekine merjenje masnega pretoka izpušnih plinov, prostomine razredčenih izpušnih plinov, pretoka plinov v zbiralne vreče in

delovanje črpalke za vzorčenje delcev. Pri sistemu integriranega analizatorja se vzorčenje nadaljuje, dokler ne potečejo odzivni časi sistema.

Če se uporabljajo zbiralne vreče, je treba njihove koncentracije čim prej analizirati in sicer najpozneje 20 minut po koncu preskusnega cikla.

Po preskusu emisij se za ponovno kontrolo analizatorjev uporabi ničelni plin in enak kalibrirni plin. Šteje se, da je preskus sprejemljiv, če je razlika med rezultati pred preskusom in po opravljenem preskusu manjša od 2 % vrednosti kalibrirnega plina.

Filtri za delce se vrnejo v tehtalno komoro najpozneje eno uro po koncu preskusa. Najmanj eno uro se kondicionirajo v petrijevki, ki je zaščitena pred vdorom prahu in omogoča izmenjavo zraka, nato pa se stehtajo. Zabeleži se bruto teža filtrov.

4.6. Overjanje poteka preskusa

4.6.1. Zamik podatkov

Z namenom čim bolj zmanjšati efekt popačenja zaradi zakasnitve med izmerjenimi in referenčnimi vrednostmi cikla, se lahko celotno zaporedje izmerjenih signalov o vrtilni frekvenci in navoru motorja časovno premakne naprej ali nazaj glede na referenčno zaporedje vrtilne frekvence in navora. Če so izmerjeni signali zamaknjeni, se morata za enak obseg v isto smer zamakniti tudi vrtilna frekvenca in navor.

4.6.2. Izračun dela v ciklu

Dejansko delo cikla W_{act} se izračuna s pomočjo posameznih parov zapisanih izmerjenih podatkov o vrtilni frekvenci in navoru. Dejansko delo cikla W_{act} se uporablja za primerjavo z referenčnim delom cikla W_{ref} ter za izračun emisij, specifičnih za zavoro. Ta metodologija se uporabi tudi za integracijo referenčne in dejanske moči motorja. Če je treba določiti vrednosti med sosednjimi referenčnimi ali sosednjimi izmerjenimi vrednostmi, se uporabi linearna interpolacija.

Pri integraciji referenčnega in dejanskega dela cikla se negativne vrednosti navora nastavijo na vrednost nič in kot take upoštevajo. Če se integracija izvaja pri frekvenci, ki je manjša od 5 Hz, in če se med danim časom vrednost navora spremeni iz pozitivne v negativno ali iz negativne v pozitivno, se izračuna negativni delež in nastavi na vrednost nič. Pozitivni delež se vključi v integrirano vrednost.

W_{act} mora biti med – 15 % in + 5 % W_{ref} .

4.6.3. Validacijska statistika preskusnega cikla

Za vrtilno frekvenco, navor in moč se opravi linearna regresija izmerjenih vrednosti glede na referenčne vrednosti. To se naredi vsakič, ko se izbere možnost zamika izmerjenih podatkov. Uporabi se metoda najmanjših kvadratov, s tem da ima enačba obliko:

$$y = m \cdot x + b$$

kjer je:

y izmerjena (dejanska) vrednost vrtilne frekvence (min^{-1}), navora (Nm) ali moči (kW)

m naklon regresijske premice

x referenčna vrednost vrtilne frekvence (min^{-1}), navora (Nm) ali moči (kW)

b odsek regresijske premice na y osi

Za vsako regresijsko premico se izračunata standardni odklon (σ) in determinacijski koeficient (R^2).

Priporoča se, da se ta analiza opravi pri 1 Hz. Da se preskus šteje kot veljaven, morajo biti izpolnjena merila iz spodnje tabele.

	vrtilna frekvenca	navor	moč
σ	$\leq 100 \text{ min}^{-1}$	največ 13 % največjega navora motorja iz karakteristike moči	največ 8 % največje moči motorja iz karakteristike moči
m	0,95 do 1,03	0,83 do 1,03	0,89 do 1,03
R^2	$\geq 0,97$	$\geq 0,88$	$\geq 0,91$
b	$\pm 50 \text{ min}^{-1}$	$\pm 20 \text{ Nm}$ ali $\pm 2 \%$ največjega navora, kar je večje	$\pm 4 \text{ kW}$ ali $\pm 2 \%$ največje moči, kar je večje

Samo za potrebe regresije je dovoljeno brisanje točk pred izračunom regresije, kot je navedeno v pogojih naslednje tabele.

pogoj	točke, ki se lahko brišejo
prvih 24 ± 1 s in zadnjih 25 s	vrtilna frekvenca, navor in moč
odprta dušilna loputa in izmerjeni navor $< 95 \%$ referenčnega navora	navor in/ali moč
odprta dušilna loputa in izmerjena vrtilna frekvenca $< 95 \%$ referenčne vrtilne frekvence	vrtilna frekvenca in/ali moč
zaprta dušilna loputa, izmerjena vrtilna frekvenca $>$ vrtilna frekvenca v prostem teku $+ 50 \text{ min}^{-1}$, in izmerjeni navor $> 105 \%$ referenčnega navora	navor in/ali moč
zaprta dušilna loputa, izmerjena vrtilna frekvenca v prostem teku $+ 50 \text{ min}^{-1}$, in izmerjeni navor = od proizvajalca določeni navor v prostem teku $\pm 2 \%$ največjega navora	vrtilna frekvenca in/ali moč
zaprta dušilna loputa in izmerjena vrtilna frekvenca $> 105 \%$ referenčne vrtilne frekvence	vrtilna frekvenca in/ali moč

Točke se ne smejo brisati za namene izračunavanja dela in emisij. Točka v prostem teku se določi kot točka, na kateri je normirani referenčni navor 0 % in normirana referenčna vrtilna frekvenca 0 %. Brisanje točk se lahko uporabi na celotnem ciklu ali na delu cikla.

-
- (1) IMO: Mednarodna pomorska organizacija
(2) MARPOL: Mednarodna konvencija o preprečevanju onesnaževanja morja z ladij
(3) Enak ciklu C1, kakor je opisan v odstavku 8.3.1.1 standarda ISO 8178-4:2007 (popravljen različica 2008-07-01).
(4) Referenčna vrtilna frekvenca je opredeljena v točki 4.3.1. te priloge.
(5) Enak ciklu D2, kakor je opisan v odstavku 8.4.1 standarda ISO 8178-4:2002(E).
(6) Pomožni motorji s stalno hitrostjo morajo biti registrirani za obratovalni cikel ISO D2, tj. 5-fazni preskusni cikel ustaljenega stanja, ki je opredeljen v točki 3.7.1.2. te priloge, medtem ko morajo biti pomožni motorji s spremenljivo hitrostjo registrirani za obratovalni cikel ISO C1, tj. 8-fazni preskusni cikel ustaljenega stanja, ki je opredeljen v točki 3.7.1.1. te priloge.
(7) Enak ciklu E3, kakor je opisan v oddelkih 8.5.1, 8.5.2 in 8.5.3 standarda ISO 8178-4:2002(E). Štiri faze ležijo na povprečni krivulji vijaka, ki temelji na meritvah med uporabo.
(8) Enak ciklu E2, kakor je opisan v oddelkih 8.5.1, 8.5.2 in 8.5.3 standarda ISO 8178-4:2002(E).
(9) Enak ciklu F standarda ISO 8178-4:2002(E).
(10) Skladno s standardom ISO 8178-11:2006.

PRILOGA 3

Dodatek 1

MERILNI POSTOPKI IN POSTOPKI VZORČENJA

1. MERILNI POSTOPKI IN POSTOPKI VZORČENJA (PRESKUS NRSC)

Plinaste sestavine in delci, ki jih oddaja motor med preskušanjem, se merijo z metodami, opisanimi v prilogi 6 tega pravilnika. Metode opisujejo priporočene analitične sisteme za plinaste emisije (točka 1.1. v prilogi 6) in priporočene sisteme za redčenje in vzorčenje delcev (točka 1.2. v prilogi 6).

1.1. Zahteve za dinamometer

Uporabi se dinamometer za motor z ustreznimi lastnostmi za izvedbo preskusnega cikla, opisanega v točki 3.7.1. priloge 3. Instrumenti za merjenje navora in vrtilne frekvence morajo omogočati meritve moči znotraj danih mejnih vrednosti. Lahko so potrebni dodatni izračuni. Točnost merilne opreme mora biti takšna, da niso presežene največje tolerance za posamezne postavke, navedene v točki 1.3. tega dodatka k prilogi 3.

1.2. Pretok izpušnih plinov

Pretok izpušnih plinov se določi z eno od metod, navedenih v točkah 1.2.1 do 1.2.4. tega dodatka k prilogi 3.

1.2.1. Metoda neposrednega merjenja

Neposredno merjenje pretoka izpušnih plinov se vrši s pretočno šobo na izpušni cevi ali z enakovrednim merilnim sistemom (za podrobnosti glej SIST EN ISO 5167-3:2004).

Opomba: neposredno merjenje pretoka plinov je težavna naloga. Potrebni so previdnostni ukrepi, da ne pride do napak v meritvah, ki vplivajo na napake v vrednostih emisij.

1.2.2. Metoda merjenja pretoka zraka in goriva

Uporabijo se merilci pretoka zraka in merilci pretoka goriva s točnostjo, opredeljeno v točki 1.3. tega dodatka k prilogi 3.

Pretok izpušnih plinov se izračuna na naslednji način:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL}$$

1.2.3. Metoda ravnotežja ogljika

Izračun mase izpušnih plinov iz porabe goriva in koncentracij izpušnih plinov ob uporabi metode ravnotežja ogljika je podan v dodatku 3 te priloge.

1.2.4. Metoda merjenja s sledilnim plinom

Ta metoda zajema merjenje koncentracije sledilnega plina v izpušnih plinih. Poznana količina inertnega plina (npr. čistega helija) se vbrizga v pretok izpušnega plina kot sledilni plin. Plin se zmeša z izpušnimi plini in razredči, vendar ne sme reagirati v izpušni cevi. Koncentracija plina se nato izmeri v vzorcu izpušnih plinov.

Za zagotovitev popolnega mešanja sledilnega plina, se sonda za vzorčenje izpušnih plinov nahaja na razdalji najmanj 1 m ali 30-kratnega polmera izpušne cevi (kar je večje) za točko vbrizganja sledilnega plina. Sonda za vzorčenje se lahko nahaja bližje točki vbrizganja, če se popolno mešanje potrdi s primerjavo med koncentracijo sledilnega plina in referenčno koncentracijo, ko se sledilni plin vbrizga pred motorjem.

Pretok sledilnega plina se nastavi tako, da je koncentracija sledilnega plina pri vrtilni frekvenci motorja v prostem teku po mešanju manjša od polnega obsega skale analizatorja sledilnega plina.

Pretok izpušnih plinov se izračuna na naslednji način:

$$G_{EXHW} = \frac{60 \cdot G_T \cdot \rho_{EXH}}{Conc_{mix} - Conc_a}$$

kjer je:

$Conc_{mix}$ trenutna koncentracija sledilnega plina po mešanju (ppm) in

$Conc_a$ koncentracija sledilnega plina v ozadju v vsesanem zraku (ppm).

Koncentracija sledilnega plina v ozadju ($Conc_a$) se lahko določi z izračunom povprečja koncentracije v ozadju, izmerjene neposredno pred in po preskusu. Če je koncentracija v ozadju manj kot 1 % koncentracije sledilnega plina po mešanju ($Conc_{mix}$) pri največjem pretoku izpušnih plinov, se koncentracija v ozadju lahko zanemari.

Celotni sistem mora izpolnjevati zahteve za točnost za pretok izpušnih tokov in ga je treba kalibrirati skladno s točka 1.11.2. dodatka 2 te priloge.

1.2.5. Metoda za merjenje s pretokom zraka in razmerjem med zrakom in gorivom

Ta metoda vključuje izračun mase izpušnih plinov iz pretoka zraka ter iz razmerja med zrakom in gorivom.

Trenutni masni pretok izpušnih plinov se izračuna na naslednji način:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \cdot \left(1 + \frac{1}{\frac{A}{F_{st}} \cdot \lambda} \right)$$

kjer je:

$$\frac{A}{F_{st}} = 14,5$$

$$\lambda = \frac{\left(100 - \frac{Conc_{CO} \cdot 10^{-4}}{2} - Conc_{HC} \cdot 10^{-4} \right) + \left(0,45 \cdot \frac{1 - \frac{2 \cdot Conc_{CO} \cdot 10^{-4}}{3,5 \cdot Conc_{CO_2}}}{1 + \frac{Conc_{CO} \cdot 10^{-4}}{3,5 \cdot Conc_{CO_2}}} \right) \cdot (Conc_{CO_2} + Conc_{CO} \cdot 10^{-4})}{6,9078 \cdot (Conc_{CO_2} + Conc_{CO} \cdot 10^{-4} + Conc_{HC} \cdot 10^{-4})}$$

$Conc_{CO_2}$ koncentracija suhega CO₂ (%);

$Conc_{CO}$ koncentracija suhega CO (ppm) in

$Conc_{HC}$ koncentracija HC (ppm).

Opomba: izračun se nanaša na dizelsko gorivo z razmerjem deleža atomov H/C = 1,8.

Merilnik pretoka zraka mora izpolnjevati zahteve za točnost iz tabele v točki 1.3., uporabljeni analizator CO₂ mora izpolnjevati zahteve točke 1.4.1., celotni sistem pa mora izpolnjevati zahteve za točnost pretoka izpušnih plinov. Za merjenje relativnega razmerja med zrakom in gorivom se lahko uporabi oprema za merjenje razmerja med

zrakom in gorivom tipa cirkonijevega senzorja, ki mora izpolnjevati zahteve točke 1.4.4.

1.2.6. Skupni pretok razredčenih izpušnih plinov

Pri uporabi sistema redčenja s celotnim tokom se skupni pretok razredčenih izpušnih plinov (G_{TOTW}) izmeri s PDP ali CFV ali SSV (točka 1.2.1.2. priloge 6). Točnost mora ustrezati določbam točke 2.2. dodatka 2 k prilogi 3.

1.3. Točnost

Kalibracija vseh merilnih instrumentov mora biti sledljiva do nacionalnih ali mednarodnih etalonov in ustrezati naslednjim zahtevam:

št.	merilna naprava	točnost
1	vrtlina frekvenca motorja	± 2 % odčitka ali ± 1 % največje vrednosti za motor (kar je večje)
2	navor	± 2 % odčitka ali ± 1 % največje vrednosti za motor (kar je večje)
3	poraba goriva	± 2 % največje vrednosti za motor
4	poraba zraka	2 % odčitka ali ± 1 % največje vrednosti za motor (kar je večje)
5	pretok izpušnih plinov	$\pm 2,5$ % odčitka ali $\pm 1,5$ % največje vrednosti za motor (kar je večje)
6	temperature ≤ 600 K	± 2 K absolutno
7	temperature > 600 K	± 1 % odčitka
8	tlak izpušnih plinov	$\pm 0,2$ kPa absolutno
9	podtlak v sesalni cevi	$\pm 0,05$ kPa absolutno
10	atmosferski tlak	$\pm 0,1$ kPa absolutno
11	drugi tlaki	$\pm 0,1$ kPa absolutno
12	absolutna vlažnost	± 5 % odčitka
13	pretok zraka za redčenje	± 2 % odčitka
14	pretok razredčenih izpušnih plinov	± 2 % odčitka

1.4. Določanje plinastih sestavin

1.4.1. Splošne zahteve za analizator

Analizator mora imeti ustrezno merilno območje, ki ustreza točnosti, potrebni pri merjenju koncentracij sestavin izpušnih plinov (točka 1.4.1.1. tega dodatka k prilogi 3). Priporoča se tako delovanje analizatorjev, da znaša merjena koncentracija med 15 % in 100 % obsega skale.

Če je vrednost obsega skale 155 ppm (ali ppm ogljika) ali manj, ali če se uporabijo sistemi za odčitavanje (računalniki, zapisovalniki podatkov), ki omogočajo zadostno točnost in ločljivost pod 15 % obsega skale, so sprejemljive tudi koncentracije pod 15 % obsega skale. V tem primeru je treba opraviti dodatne kalibracije, da se zagotovi točnost kalibracijskih krivulj skladno s točko 1.5.5.2. dodatka 2 k prilogi 3.

Elektromagnetna združljivost (EMC) opreme mora biti na taki ravni, da je možnost dodatnih napak čim manjša.

1.4.1.1. Merilni pogrešek

Analizator se od nominalne kalibracijske točke ne sme razlikovati za več kot ± 2 % odčitka ali ± 0.3 % obsega skale (kar je večje).

Opomba: za namene tega standarda se točnost določi kot odklon odčitka analizatorja od nominalnih kalibracijskih vrednosti ob uporabi kalibrirnega plina (= resnična vrednost).

1.4.1.2. Ponovljivost

Ponovljivost, ki se opredeli kot 2,5-kratni standardni odmik 10 ponavljajočih se odzivov na dani kalibrirni plin, ne sme biti večja od ± 1 % obsega skale koncentracije na vsakem uporabljenem območju nad 155 ppm (ali ppm ogljika) ali ± 2 % na vsakem uporabljenem območju pod 155 ppm (ali ppm ogljika).

1.4.1.3. Šum

Medtemenski odziv analizatorja na ničelni in kalibrirni plin v katerem koli 10-sekundnem obdobju na nobenem uporabljenem območju ne sme presegati 2 % obsega skale.

1.4.1.4. Ničelni odziv

Spreminjanje odziva pri konstantnem ničelnem vhodu mora biti v enournem obdobju pri najnižjem uporabljenem območju manjši od 2 % obsega skale. Ničelni odziv je definiran kot povprečni odziv, vključno s šumom, na ničelni plin v časovnem intervalu 30 sekund.

1.4.1.5. Lezenje razpona

Premik razpona v enournem obdobju mora biti pri najnižjem uporabljenem območju manjši od 2 % obsega skale. Razpon je definiran kot razlika med kalibrirnim odzivom in ničlo. Kalibrirni odziv za razpon je definiran kot povprečni odziv, vključno s šumom, na kalibrirni plin v 30-sekundnem časovnem intervalu.

1.4.2. Sušenje plinov

Če se uporablja naprava za sušenje plinov, mora v najmanjši možni meri vplivati na koncentracijo izmerjenih plinov. Kemična sušilna sredstva za odstranjevanje vode iz vzorca niso dovoljena.

1.4.3. Analizatorji

Plini, ki se merijo, se analizirajo skladno s točkami 1.4.3.1. do 1.4.3.4. tega dodatka k prilogi 3. Podroben opis merilnih sistemov je podan v prilogi 6. Pri nelinearnih analizatorjih je dovoljena uporaba vezja za linearizacijo.

1.4.3.1. Analiza ogljikovega monoksida (CO)

Analizator ogljikovega monoksida je nedisperzni infrardeči absorpcijski analizator (NDIR).

1.4.3.2. Analiza ogljikovega dioksida (CO₂)

Analizator ogljikovega dioksida je NDIR.

1.4.3.3. Analiza ogljikovodikov (HC)

Analizator ogljikovodikov je ogrevani detektor s plamensko ionizacijo (HFID) z ogrevanim detektorjem, ventili in cevmi, itd., tako da ohranja temperaturo plinov pri 463 K (190 °C) ± 10 K.

1.4.3.4. Analiza dušikovih oksidov (NO_x)

Analizator dušikovih oksidov je kemiluminescenčni detektor (CLD) ali ogrevani kemiluminescenčni detektor (HCLD) s pretvornikom NO₂/NO, če se meritev izvaja na suhi osnovi. Če se meritev izvaja na vlažni osnovi, se uporabi HCLD s pretvornikom,

ki ohranja temperaturo nad 328 K (55 °C), pod pogojem, da je bil zadovoljivo opravljen preskus motečega vpliva vodne pare (točka 1.9.2.2. dodatka 2 k prilogi 3).

Za CLD in HCLD se ohranja pot vzorčenja pri temperaturi stene 328 K do 473 K (55 °C do 200 °C) do pretvornika za suho merjenje in do analizatorja za vlažno merjenje.

1.4.4. Merjenje razmerja med zrakom in gorivom

Oprema za merjenje razmerja med zrakom in gorivom, ki se uporabi za določanje pretoka izpušnih plinov, kot je določeno v točki 1.2.5. tega dodatka k prilogi 3, je senzor širokega spektra za razmerje med zrakom in gorivom ali lambda senzor cirkonijevega tipa.

Senzor se namesti neposredno v izpušno cev, če je temperatura izpušnih plinov dovolj visoka, da izniči kondenziranje vode.

Točnost senzorja z vgrajeno elektroniko mora biti v okviru:

- ± 3 % odčitka pri $\lambda < 2$;
- ± 5 % odčitka pri $2 \leq \lambda < 5$ in
- ± 10 % odčitka pri $\lambda \geq 5$.

Za izpolnjevanje zgoraj določene točnosti se senzor kalibrira, kot določa proizvajalec instrumenta.

1.4.5. Vzorčenje plinastih emisij

Sonde za vzorčenje plinastih emisij je treba namestiti najmanj 0,5 m ali za 3-kratni premer izpušne cevi (kar je večje) v smeri proti toku od izstopa iz izpušnega sistema (če je to mogoče) in dovolj blizu motorja, da se na sondi zagotovi temperatura izpušnih plinov najmanj 343 K (70 °C). Če gre za večvaljni motor z razvejanim izpušnim kolektorjem, mora biti vstop v sondo dovolj daleč v smeri toka, da je vzorec reprezentativen za povprečno emisijo izpušnih plinov iz vseh valjev. Pri večvaljnih motorjih, ki imajo ločene skupine kolektorjev (npr. V-motor), je dopustno odvzeti vzorec iz vsake skupine posebej in izračunati povprečno emisijo izpušnih plinov. Uporabijo se lahko tudi druge metode, za katere je bilo dokazano, da so enakovredne zgornjim. Za izračun emisij izpušnih plinov je treba uporabiti skupni masni pretok izpušnih plinov iz motorja.

Če na sestavo izpušnih plinov vpliva sistem za naknadno obdelavo izpušnih plinov, se vzorec izpušnih plinov odvzame pred to napravo pri preskusih na motorjih I. stopnje zmanjšanja emisij in za to napravo pri preskusih na II. stopnji zmanjšanja emisij. Kadar se za določanje delcev uporabi sistem za redčenje s celotnim tokom, se lahko plinaste emisije določijo tudi v razredčenem izpušnem plinu. Sonde za vzorčenje se namestijo blizu sonde za vzorčenje delcev v tunelu za redčenje (DT, točka 1.2.1.2. in PSP, točka 1.2.2. priloge 6). CO in CO₂ je mogoče določiti tudi z vzorčenjem v vrečo in naknadno meritvijo koncentracije v vreči za vzorčenje.

1.5. Določanje delcev

Za določanje delcev je potreben sistem redčenja. Redčenje se lahko izvaja s sistemom redčenja z delnim tokom ali s sistemom redčenja s celotnim tokom. Kapaciteta pretoka sistema redčenja mora biti dovolj velika, da se v celoti odpravi kondenzacija vode v sistemih redčenja in vzorčenja in da se ohranja temperatura razredčenih izpušnih plinov med 315 K (42 °C) in 325 K (52 °C) neposredno pred držali filtrov. Dovoljeno je razvlaževanje zraka za redčenje, preden vstopi v sistem redčenja, če je vlažnost zraka visoka. Če je temperatura okolice pod 293 K (20 °C), se priporoča predogrevanje zraka za redčenje nad temperaturno mejo 303 K (30 °C), pri tem pa temperatura zraka za redčenje pred vstopom izpušnih plinov v tunel za redčenje ne sme prekoračiti 325 K (52 °C).

Opomba: pri postopku ustaljenega stanja je lahko temperatura zraka na filtru enaka ali nižja od najvišje temperature 325 K (52 °C) in se ne upošteva temperaturnega razpona 42 °C- 52 °C.

Pri sistemu redčenja z delnim tokom se sonda za vzorčenje delcev namesti v neposredni bližini in glede na tok plinov pred sondo za vzorčenje plinastih emisij, kot je navedeno v točki 2.4. tega dodatka k prilogi 3 in v skladu s prilogo 6, točko 1.2.1.1., slike 4 -12 (EP in SP).

Sistem redčenja z delnim tokom mora biti zasnovan tako, da razcepi tok izpušnih plinov v dva dela, od katerih se manjši redči z zrakom in nato uporabi za merjenje delcev. Zato je bistvenega pomena, da se zelo točno določi razmerje redčenja. Uporabijo se lahko različne metode razcepitve, pri čemer vrsta razcepitve v znatni meri odloča o uporabljeni oprepi in postopkih vzorčenja (točka 1.2.1.1. v prilogi 6).

Za določanje mase delcev so potrebni sistem za vzorčenje delcev, filtri za vzorčenje delcev, mikrogramska tehtnica ter tehtalna komora z nadzorovano temperaturo in vlažnostjo.

Za vzorčenje delcev se lahko uporabita dve metodi:

- metoda z enojnim filtrom, pri kateri se uporablja en par filtrov (glej točko 1.5.1.3.) za vse faze preskusnega cikla. V fazi vzorčenja med preskusom je treba zlasti paziti na čase vzorčenja in pretoke. Za preskusni cikel je potreben en sam par filtrov.
- metoda z več filtri zahteva, da se en par filtrov (glej točko 1.5.1.3. tega dodatka k prilogi 3) uporabi za vsako posamezno fazo preskusnega cikla. Ta metoda omogoča manj stroge postopke vzorčenja, a se pri njej porabi več filtrov.

1.5.1. Filtri za vzorčenje delcev

1.5.1.1. Zahteve za filtre

Za tipske preskuse so potrebni filtri iz steklenih vlaken, prevlečeni s fluoroogljikom, ali membranski filtri na osnovi fluoroogljika. Za posebne primere se lahko uporabijo drugačni materiali za filtre. Vsi tipi filtrov morajo imeti 0,3 µm DOP (dioktilftalat) zbiralno učinkovitost najmanj 99 % pri hitrosti dotoka plinov med 35 in 100 cm/s. Pri izvajanju primerjalnih preskusov med laboratoriji ali med proizvajalcem in pristojnim organom za tipsko odobritev je treba uporabiti filtre enake kakovosti.

1.5.1.2. Velikost filtrov

Filtri za delce morajo imeti premer najmanj 47 mm (premer delovne površine 37 mm). Sprejemljivi so tudi filtri z večjim premerom (točka 1.5.1.5. tega dodatka k prilogi 3).

1.5.1.3. Primarni in sekundarni filtri

Vzorci razredčenih izpušnih plinov se odvijajo s parom filtrov, ki sta med preskusnim ciklom nameščena drug za drugim (primarni in sekundarni filter). Sekundarni filter je od primarnega lahko oddaljen v smeri toka največ 100 mm in se ga ne sme dotikati. Filtra lahko tehtamo ločeno ali kot par, tako da sta delovni površini postavljeni ena proti drugi.

1.5.1.4. Hitrost dotoka v filter

Doseči je treba hitrost dotoka plinov v filter od 35 do 100 cm/s. Porast padca tlaka med začetkom in koncem preskusa ne sme biti večji od 25 kPa.

1.5.1.5. Obremenitev filtra

Priporočene najmanjše obremenitve filtrov za najobičajnejše velikosti filtrov so predstavljene v spodnji tabeli. Za večje velikosti filtrov je najmanjša obremenitev filtra 0,065 mg/1000 mm² površine filtra.

premer filtra (mm)	priporočeni premer delovne površine (mm)	priporočena najmanjša obremenitev (mg)
47	37	0,11
70	60	0,25
90	80	0,41
110	100	0,62

Za metodo z več filtri je priporočena najmanjša obremenitev filtra za vse filtre skupaj enaka produktu ustrezne vrednosti iz zgornje tabele in kvadratnega korena skupnega števila faz preskušanja.

1.5.2. Zahteve za tehtalno komoro in analitsko tehtnico

1.5.2.1. Razmere v tehtalni komori

Temperatura v komori (ali prostoru) za kondicioniranje in tehtanje filtrov za delce mora biti med celotnim kondicioniranjem in tehtanjem filtrov v okviru 295 K (22 °C) ± 3 K. Vlažnost se pri tem ohranja pri rosišču 282,5 K (9,5 °C) ± 3 K, relativna vlažnost pa v okviru 45 ± 8 %.

1.5.2.2. Tehtanje referenčnega filtra

V komori (ali prostoru) ne sme biti nobenih onesnaževal iz okolice (kot je prah), ki bi se med stabiliziranjem filtrov za delce nanje lahko usedali. Motnje glede razmer v tehtalnem prostoru, zahtevanih v točki 1.5.2.1. tega dodatka k prilogi 3, so dovoljene, če ne trajajo več kot 30 minut. Tehtalni prostor naj ustreza zahtevam pred vstopom osebja vanj. Najmanj dva neuporabljena referenčna filtra ali para referenčnih filtrov se morata stehtati znotraj 4 ur ali še bolje istočasno s tehtanjem filtra (oziroma parov) za vzorčenje. Biti morata enake velikosti in iz enakega materiala kot filtri z vzorci.

Če se povprečna teža referenčnih filtrov (parov referenčnih filtrov) pri tehtanju filtrov z vzorcem spremeni za več kot 10 μg , se vsi filtri z vzorcem zavržejo in se preskus emisij ponovi.

Če merila za stabilnost tehtalnega prostora iz točke 1.5.2.1. tega dodatka k prilogi 3 niso izpolnjena, tehtanja referenčnega filtra (para filtrov) pa izpolnjujejo zgornja merila, ima proizvajalec motorja na izbiro, da teže filtrov z vzorcem bodisi sprejme ali pa preskuse razveljavi, popravi sistem krmiljenja tehtalnega prostora in preskus ponovi.

1.5.2.3. Analitska tehtnica

Analitska tehtnica, ki se uporablja za ugotavljanje teže vseh filtrov, mora imeti standardni odmik točnosti 2 μg in ločljivost 1 μg (1 števka = 1 μg), kot to določi proizvajalec tehtnice.

1.5.2.4. Odprava učinkov statične elektrike

Filtri se pred tehtanjem nevtralizirajo, da se odstranijo učinki statične elektrike, na primer s polonijevim nevtralizatorjem ali napravo s podobnim učinkom.

1.5.3. Dodatne zahteve za merjenje delcev

Vsi deli sistema redčenja in sistema za vzorčenje, od izpušne cevi do držal za filtre, ki so v stiku z nerazredčenimi ali razredčenimi izpušnimi plini, morajo biti konstruirani tako, da je odlaganje in spreminjanje lastnosti delcev čim manjše. Vsi deli morajo biti iz električno prevodnega materiala, ki ne reagira s sestavinami izpušnih plinov, in električno ozemljeni, da ne pride do elektrostatičnega učinka.

2. MERILNI POSTOPKI IN POSTOPKI VZORČENJA (PRESKUS NRTC)

2.1. Uvod

Plinaste sestavine in delci, ki jih oddaja motor med preskušanjem, se merijo z metodami iz priloge 6. Metode opisujejo priporočene analitične sisteme za plinaste emisije (točka 1.1. v prilogi 6) in priporočene sisteme za redčenje in vzorčenje delcev (točka 1.2. v prilogi 6).

2.2. Dinamometer in preskusna oprema

Za preskušanje emisij motorjev na dinamometrih za motorje se uporablja oprema, podana v naslednjih točkah.

2.2.1. Dinamometer za motor

Uporabi se dinamometer za motorje z ustreznimi lastnostmi za izvedbo preskusnega cikla, opisanega v dodatku 4 te priloge. Instrumenti za merjenje navora in vrtilne frekvence morajo omogočati meritve moči znotraj danih mejnih vrednosti. Lahko so potrebni dodatni izračuni. Točnost merilne opreme mora biti takšna, da niso presežena največja dopustna odstopanja od vrednosti, navedenih v točki 2.2.2. tega dodatka k prilogi 3.

2.2.2. Drugi instrumenti

Uporabijo se merilni instrumenti za porabo goriva, porabo zraka, temperaturo hladilnega sredstva in maziva, tlak izpušnih plinov in podtlak v sesalni cevi, temperaturo izpušnih plinov, temperaturo sesalnega zraka, atmosferski tlak, vlažnost in temperaturo goriva (po potrebi). Te merilne naprave morajo ustrezati zahtevam iz spodnje tabele.

št.	merilna naprava	točnost
1	vrtilna frekvenca motorja	± 2 % odčitka ali ± 1 % največje vrednosti za motor (kar je večje)
2	navor	± 2 % odčitka ali ± 1 % največje vrednosti za motor (kar je večje)
3	poraba goriva	± 2 % največje vrednosti za motor
4	poraba zraka	2 % odčitka ali ± 1 % največje vrednosti za motor (kar je večje)
5	pretok izpušnih plinov	$\pm 2,5$ % odčitka ali $\pm 1,5$ % največje vrednosti za motor (kar je večje)
6	temperature ≤ 600 K	± 2 K absolutno
7	temperature > 600 K	± 1 % odčitka
8	tlak izpušnih plinov	$\pm 0,2$ kPa absolutno
9	podtlak v sesalni cevi	$\pm 0,05$ kPa absolutno
10	atmosferski tlak	$\pm 0,1$ kPa absolutno
11	drugi tlaki	$\pm 0,1$ kPa absolutno
12	absolutna vlažnost	± 5 % odčitka
13	pretok zraka za redčenje	± 2 % odčitka
14	pretok razredčenih izpušnih plinov	± 2 % odčitka

2.2.3. Pretok nerazredčenih izpušnih plinov

Za izračun emisij v nerazredčenih izpušnih plinih ter za krmiljenje sistema redčenja z delnim tokom je treba poznati masni pretok izpušnih plinov. Masni pretok izpušnih plinov se lahko določi z uporabo katerekoli spodaj opisanih metod.

Za namene izračunavanja emisij mora biti odzivni čas vsake spodaj opisane metode enak ali manjši od zahtevanega odzivnega časa za analizator, kot je določeno v točki 1.11.1. dodatka 2 k prilogi 3.

Za krmiljenje sistema redčenja z delnim tokom se zahteva hitrejši odziv. Za sprotno krmiljenje sistema redčenja z delnim tokom se zahteva odzivni čas $\leq 0,3$ s. Za sisteme redčenja z delnim tokom s sistemom krmiljenja na podlagi napovedi, ki temelji na predhodno zabeleženem poteku preskusa, mora biti odzivni čas merilnega sistema za pretok izpušnih plinov ≤ 5 s s časom vzpona ≤ 1 s. Odzivni čas sistema določi proizvajalec instrumenta. Zahteve za kombinirani odzivni čas za sisteme za pretok izpušnih plinov in sistem redčenja z delnim tokom so navedene v točki 2.4. tega dodatka k prilogi 3.

2.2.3.1. Metoda neposrednega merjenja

Neposredno merjenje trenutnega pretoka izpušnih plinov se lahko opravi s sistemi kot so:

- merilne naprave na osnovi razlike tlakov, kot je pretočna šoba (za podrobnosti glej SIST EN ISO 5167-3: 2004);
- ultrazvočni merilnik pretoka ali
- vrtinčni merilnik pretoka.

Potrebni so previdnostni ukrepi, da ne pride do merilnih pogreškov, ki vplivajo na pogreške pri ugotavljanju vrednosti emisij. Previdnostni ukrepi zajemajo natančno namestitev naprave v izpušni sistem motorja skladno s priporočili proizvajalca in dobro inženirsko prakso. Namestitev naprave predvsem ne sme vplivati na delovanje in emisije motorja.

Merilniki pretoka morajo ustrezati zahtevam točnosti iz tabele v točki 2.2.2. tega dodatka k prilogi 3.

2.2.3.2. Metoda merjenja pretoka zraka in goriva

Ta metoda zajema merjenje pretoka zraka in goriva s primernimi merilniki pretoka. Trenutni pretok izpušnih plinov se izračuna na naslednji način:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL}$$

Merilniki pretoka morajo ustrezati zahtevam glede točnosti iz tabele v točki 2.2.2. tega dodatka k prilogi 3, pri čemer morajo biti dovolj točni, da ustrezajo tudi zahtevam glede točnosti za pretok izpušnih plinov.

2.2.3.3. Metoda merjenja s sledilnim plinom

Ta metoda zajema merjenje koncentracije sledilnega plina v izpušnih plinih.

Znana količina inertnega plina (npr. čistega helija) se vbrizga v pretok izpušnega plina kot sledilni plin. Plin se zmeša z izpušnimi plini in razredči, vendar ne sme reagirati v izpušni cevi. Koncentracija plina se nato izmeri v vzorcu izpušnih plinov.

Da se zagotovi popolno mešanje sledilnega plina, se mora sonda za vzorčenje izpušnih plinov nahajati na razdalji najmanj 1 m ali 30-kratnega polmera izpušne cevi (kar je večje) za točko vbrizganja sledilnega plina. Sonda za vzorčenje se lahko nahaja bližje točki vbrizganja, če se popolno mešanje potrdi s primerjavo med koncentracijo sledilnega plina in referenčno koncentracijo, ko se sledilni plin vbrizga pred motorjem.

Pretok sledilnega plina se nastavi tako, da je koncentracija sledilnega plina pri vrtilni frekvenci motorja v prostem teku po mešanju manjša od polnega obsega skale analizatorja sledilnega plina.

Pretok izpušnih plinov se izračuna na naslednji način:

$$G_{EXHW} = \frac{60 \cdot G_T \cdot \rho_{EXH}}{Conc_{mix} - Conc_a}$$

kjer je:

$Conc_{mix}$ trenutna koncentracija sledilnega plina po mešanju (ppm) in

$Conc_a$ koncentracija sledilnega plina v ozadju v vsesanem zraku (ppm).

Koncentracija sledilnega plina v ozadju ($Conc_a$) se lahko določi z izračunom povprečja koncentracije v ozadju, izmerjene neposredno pred in po preskusu.

Če je koncentracija v ozadju manj kot 1 % koncentracije sledilnega plina po mešanju ($Conc_{mix}$) pri največjem pretoku izpušnih plinov, se koncentracija v ozadju lahko zanemari.

Celotni sistem mora ustrezati zahtevam za točnost za pretok izpušnih plinov in se kalibrira skladno s točko 1.11.2. dodatka 2 k prilogi 3.

2.2.3.4. Metoda merjenja s pretokom zraka in razmerjem med zrakom in gorivom

Ta metoda vključuje izračun mase izpušnih plinov iz pretoka zraka ter iz razmerja med zrakom in gorivom. Trenutni masni pretok izpušnih plinov se izračuna na naslednji način:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} \cdot \left(1 + \frac{1}{\frac{A}{F_{st}} \cdot \lambda} \right)$$

kjer je:

$$\frac{A}{F_{st}} = 14,5$$

$$\lambda = \frac{\left(100 - \frac{Conc_{CO} \cdot 10^{-4}}{2} - Conc_{HC} \cdot 10^{-4} \right) + \left(0,45 \cdot \frac{1 - \frac{2 \cdot Conc_{CO} \cdot 10^{-4}}{3,5 \cdot Conc_{CO_2}}}{1 + \frac{Conc_{CO} \cdot 10^{-4}}{3,5 \cdot Conc_{CO_2}}} \right) \cdot (Conc_{CO_2} + Conc_{CO} \cdot 10^{-4})}{6,9078 \cdot (Conc_{CO_2} + Conc_{CO} \cdot 10^{-4} + Conc_{HC} \cdot 10^{-4})}$$

$Conc_{CO_2}$ koncentracija suhega CO_2 (%);

$Conc_{CO}$ koncentracija suhega CO (ppm) in

$Conc_{HC}$ koncentracija HC (ppm).

Opomba: izračun se nanaša na dizelsko gorivo z razmerjem deleža atomov H/C = 1,8.

Merilnik pretoka zraka mora izpolnjevati zahteve za točnost iz tabele v točki 2.2.2. tega dodatka k prilogi 3, uporabljeni analizator CO_2 mora izpolnjevati zahteve iz točke 2.3.1. tega dodatka k prilogi 3, celotni sistem pa mora izpolnjevati zahteve za točnost za pretok izpušnih plinov. Za merjenje razmerja med zrakom in gorivom se lahko uporabi oprema za merjenje razmerja med zrakom in gorivom tipa cirkonijevega senzorja, ki mora izpolnjevati zahteve točke 2.3.4. tega dodatka k prilogi 3.

2.2.4. Pretok razredčenih izpušnih plinov

Za izračun emisij v nerazredčenih izpušnih plinih je treba poznati masni pretok izpušnih plinov. Skupni pretok razredčenih izpušnih plinov med ciklom (kg/preskus) se izračuna iz vrednosti izmerjenih med ciklom ter iz ustreznih kalibracijskih podatkov iz naprave za merjenje pretoka (V_0 za PDP, K_v za CFV, C_d za SSV). Pri tem se uporabijo ustrezne metode opisane v točki 2.2.1. dodatka 3 k prilogi 3. Če skupna masa vzorcev delcev in plinastih onesnaževal presega 0,5 % skupnega pretoka CSV, se pretok CSV popravi ali pa se pretok vzorcev delcev pred napravo za merjenje pretoka vrne na CVS.

2.3. Določanje plinastih sestavin

2.3.1. Splošne zahteve za analizator

Analizator mora imeti ustrezno merilno območje, ki ustreza točnosti, potrebni pri merjenju koncentracij sestavin izpušnih plinov (točka 1.4.1.1. tega dodatka k prilogi 3). Priporoča se tako delovanje analizatorjev, da znaša merjena koncentracija med 15 % in 100 % obsega skale.

Če je vrednost obsega skale 155 ppm (ali ppm ogljika) ali manj, ali če se uporabijo sistemi za odčitavanje (računalniki, zapisovalniki podatkov), ki omogočajo zadostno točnost in ločljivost pod 15 % obsega skale, so sprejemljive tudi koncentracije pod 15 % obsega skale. V tem primeru je treba opraviti dodatne kalibracije, da se zagotovi točnost kalibracijskih krivulj skladno s točko 1.5.5.2. dodatka 2 k prilogi 3.

Elektromagnetna združljivost (EMC) opreme mora biti na taki ravni, da je možnost dodatnih napak čim manjša.

2.3.1.1. Merilni pogrešek

Analizator ne sme od nominalne kalibracijske točke odstopati več kot ± 2 % odčitka ali $\pm 0,3$ % obsega skale (kar je večje).

Opomba: za namene tega standarda se točnost določi kot odklon odčitka analizatorja od nominalnih kalibracijskih vrednosti ob uporabi kalibrirnega plina (= resnična vrednost).

2.3.1.2. Ponovljivost

Ponovljivost, ki je definirana kot 2,5-kratni standardni odmik 10 ponavljajočih se odzivov na dani kalibrirni plin, ne sme biti večja od ± 1 % obsega skale koncentracije za vsako uporabljeno območje nad 155 ppm (ali ppm ogljika) ali ± 2 % vsakega območja, uporabljenega pod 155 ppm (ali ppm ogljika).

2.3.1.3. Šum

Medtemenski odziv analizatorja na ničelni in kalibrirni plin v katerem koli 10-sekundnem obdobju na nobenem uporabljenem območju ne sme presegati 2 % obsega skale.

2.3.1.4. Ničelni odzvi

Spreminjanje odziva pri konstantnem ničelnem vhodu mora biti v enournem obdobju pri najnižjem uporabljenem območju manjši od 2% obsega skale. Ničelni odziv je definirana kot povprečni odziv, vključno s šumom, na ničelni plin v časovnem intervalu 30 sekund.

2.3.1.5. Lezenje razpona

Premik razpona v enournem obdobju mora biti pri najnižjem uporabljenem območju manjši od 2 % obsega skale. Razpon je definiran kot razlika med kalibrirnim odzivom in ničlo. Kalibrirni odziv za razpon je definiran kot povprečni odziv, vključno s šumom, na kalibrirni plin v 30-sekundnem časovnem intervalu.

2.3.1.6. Čas vzpona

Pri analizi nerazredčenih izpušnih plinov čas vzpona za analizator, nameščen v merilni sistem, ne sme presegati 2,5 s.

Opomba: primernosti celotnega sistema za prehodno preskušanje se ne da uspešno določiti zgolj z ocenjevanjem odzivnega časa analizatorja. Mase (zlasti izpraznjena prostornina sistema) ne vplivajo le na čas prenosa vzorca od sonde do analizatorja, ampak tudi na čas vzpona. Časi prenosov znotraj analizatorja naj se določijo kot odzivni čas analizatorja, kot pretvornik ali izločevalnik vode znotraj analizatorja NO_x. Določanje odzivnega časa za celotni sistem je opisano v točki 1.11.1. dodatka 2 k prilogi 3.

2.3.2. Sušenje plinov

Če se uporablja naprava za sušenje plinov, mora v najmanjši možni meri vplivati na koncentracijo izmerjenih plinov. Kemična sušilna sredstva za odstranjevanje vode iz vzorca niso dovoljena.

2.3.3. Analizatorji

Plini, ki se merijo, se analizirajo skladno s točkami 2.3.3.1. do 2.3.3.4. tega dodatka k prilogi 3. Podroben opis merilnih sistemov je podan v prilogi 6. Pri nelinearnih analizatorjih je dovoljena uporaba vezja za linearizacijo.

2.3.3.1. Analiza ogljikovega monoksida (CO)

Analizator ogljikovega monoksida je nedisperzni infrardeči absorpcijski analizator (NDIR).

2.3.3.2. Analiza ogljikovega dioksida (CO₂)

Analizator ogljikovega dioksida je NDIR.

2.3.3.3. Analiza ogljikovodikov (HC)

Analizator ogljikovodikov je ogrevani detektor s plamensko ionizacijo (HFID) z ogrevanim detektorjem, ventili in cevmi, itd., tako da ohranja temperaturo plinov pri 463 K (190 °C) ±10 K.

2.3.3.4. Analiza dušikovih oksidov (NO_x)

Analizator dušikovih oksidov je kemiluminescenčni detektor (CLD) ali ogrevani kemiluminescenčni detektor (HCLD) s pretvornikom NO₂/NO, če se meritev izvaja na suhi osnovi. Če se meritev izvaja na vlažni osnovi, se uporabi HCLD s pretvornikom, ki ohranja temperaturo nad 328 K (55 °C), pod pogojem, da je bil zadovoljivo opravljen preskus motečega vpliva vodne pare (točka 1.9.2.2. dodatka 2 k prilogi 3).

Za CLD in HCLD se ohranja pot vzorčenja pri temperaturi stene 328 K do 473 K (55 °C do 200 °C) do pretvornika za suho merjenje in do analizatorja za vlažno merjenje.

2.3.4. Merjenje razmerja med zrakom in gorivom

Oprema za merjenje razmerja med zrakom in gorivom, ki se uporabi za določanje pretoka izpušnih plinov, kot je določeno v točki 2.2.3. tega dodatka k prilogi 3, je senzor širokega spektra za razmerje med zrakom in gorivom ali lambda senzor cirkonijevega tipa.

Senzor se namesti neposredno v izpušno cev, če je temperatura izpušnih plinov dovolj visoka, da izniči kondenziranje vode.

Točnost senzorja z vgrajeno elektroniko mora biti v mejah:

- ±3 % odčitka pri $\lambda < 2$;
- ±5 % odčitka pri $2 \leq \lambda < 5$ in
- ±10 % odčitka pri $\lambda \geq 5$.

Za izpolnjevanje zgoraj določene točnosti, se senzor kalibrira, kot določa proizvajalec instrumenta.

2.3.5. Vzorčenje plinastih emisij

2.3.5.1. Pretok nerazredčenih izpušnih plinov

Sonde za vzorčenje plinastih emisij je treba namestiti najmanj 0,5 m ali za 3-kratni premer izpušne cevi (kar je večje) v smeri proti toku od izstopa iz izpušnega sistema (če je to mogoče) in dovolj blizu motorja, da se na sondi zagotovi temperatura izpušnih plinov najmanj 343 K (70 °C). Če gre za večvaljni motor z razvejanim izpušnim kolektorjem, mora biti vstop v sondo dovolj daleč v smeri toka, da je vzorec reprezentativen za povprečno emisijo izpušnih plinov iz vseh valjev. Pri večvaljnih motorjih, ki imajo ločene skupine kolektorjev (npr. V-motor), je dopustno odvzeti vzorec iz vsake skupine posebej in izračunati povprečno emisijo izpušnih plinov. Uporabijo se lahko tudi druge metode, za katere je bilo dokazano, da so enakovredne zgornjim. Za izračun emisij izpušnih plinov je treba uporabiti skupni masni pretok izpušnih plinov iz motorja.

Če na sestavo izpušnih plinov vpliva sistem za naknadno obdelavo izpušnih plinov, se vzorec izpušnih plinov odvzame pred to napravo pri preskusih na motorjih I. stopnje zmanjšanja emisij in za to napravo pri preskusih na II. stopnji zmanjšanja emisij.

2.3.5.2. Pretok razredčenih izpušnih plinov

Če se uporablja sistem redčenja s celotnim tokom, mora izpušna cev med motorjem in sistemom redčenja s celotnim tokom ustrezati zahtevam iz priloge 6. Sonde za vzorčenje plinastih emisij se namestijo v tunelu za redčenje na točki, kjer sta zrak za redčenje in izpušni plini dobro premešana, ter blizu sonde za vzorčenje delcev.

Vzorčenje se na splošno lahko opravi na dva načina:

- onesnaževala se zbirajo v vrečo za vzorčenje v času trajanja cikla in merijo po opravljenem ciklu ali
- onesnaževala se neprekinjeno zbirajo in integrirajo v času trajanja cikla; ta metoda je obvezna za HC in NO_x.

Koncentracije iz ozadja se vzorčijo pred tunelom za redčenje v vrečo za vzorčenje in se odštejejo od koncentracije emisij skladno s točko 2.2.3. dodatka 3 k prilogi 3.

2.4. Določanje delcev

Za določanje delcev je potreben sistem redčenja. Redčenje se lahko izvaja s sistemom redčenja z delnim tokom ali s sistemom redčenja s celotnim tokom. Kapaciteta pretoka sistema redčenja mora biti dovolj velika, da se v celoti odpravi kondenzacija vode v sistemih redčenja in vzorčenja in da se ohranja temperatura razredčenih izpušnih plinov med 315 K (42 °C) in 325 K (52 °C) neposredno pred držali filtrov. Dovoljeno je razvlaževanje zraka za redčenje, preden vstopi v sistem redčenja, če je vlažnost zraka visoka. Če je temperatura okolice pod 293 K (20 °C), se priporoča predogrevanje zraka za redčenje nad temperaturno mejo 303 K (30 °C). Vendar pa temperatura zraka za redčenje pred vstopom izpušnih plinov v tunel za redčenje ne sme prekoračiti 325 K (52 °C).

Sonde za vzorčenje delcev se namestijo v neposredni bližini sonde za vzorčenje plinastih emisij in skladno z določbami točke 2.3.5. tega dodatka k prilogi 3.

Za določanje mase delcev so potrebni sistem za vzorčenje delcev, filtri za vzorčenje delcev, mikrogramska tehtnica ter tehtalna komora z nadzorovano temperaturo in vlažnostjo.

Sistem redčenja z delnim tokom mora biti zasnovan tako, da razcepi tok izpušnih plinov v dva dela, od katerih se manjši redči z zrakom in nato uporabi za merjenje delcev. Zato je bistvenega pomena, da se zelo točno določi razmerje redčenja. Uporabijo se lahko različne metode razcepitve, pri čemer vrsta razcepitve v znatni meri odloča o uporabljeni opremi in postopkih vzorčenja (točka 1.2.1.1. priloge 6).

Za krmiljenje sistema redčenja z delnim tokom se zahteva hiter odziv sistema. Čas spremembe sistema se določi po postopku, opisanem v točki 1.11.1. dodatka 2 k prilogi 3. Če je kombinirani čas spremembe za merjenje pretoka izpušnih plinov (glej prejšnjo točko) in za sistem redčenja z delnim tokom $< 0,3$ s, se lahko uporabi sprotno krmiljenje. Če je čas spremembe $> 0,3$ s, je treba uporabiti sistem krmiljenja na podlagi napovedi, ki temelji na predhodno evidentiranem poteku preskusa. V tem primeru mora biti čas vzpona ≤ 1 s, čas zakasnitve kombinacije pa ≤ 10 s.

Odziv celotnega sistema se oblikuje tako, da zagotavlja reprezentativni vzorec delcev, G_{SE} , ki je sorazmeren z masnim pretokom izpušnih plinov. Za določanje tega sorazmerja se opravi regresijska analiza G_{SE} in G_{EXHV} pri stopnji pridobivanja podatkov najmanj 5 Hz, pri čemer morajo biti izpolnjena naslednja merila:

- determinacijski koeficient (R^2) linearne regresije med G_{SE} in G_{EXHV} ne sme biti manjši od 0,95;
- standardni odklon (σ) G_{SE} in G_{EXHV} ne sme preseči 5 % največje vrednosti G_{SE} in
- odsek G_{SE} na regresijski premici ne sme preseči ± 2 % največje vrednosti G_{SE} .

Lahko se opravi predhodni preskus, signal predhodnega preskusa za masni pretok izpušnih plinov pa se uporabi za krmiljenje vzorčnega pretoka v sistem delcev (krmiljenje na podlagi napovedi). Tak postopek se zahteva, če sta čas spremembe v sistemu delcev $t_{50,P}$ ali/in čas spremembe dajalca signala za masni pretok izpušnih plinov $t_{50,F} > 0,3$ s. Pravilno krmiljenje sistema redčenja z delnim tokom se zagotovi, če časovni potek za G_{EXHW} iz predhodnega preskusa, ki nadzoruje G_{SE} , prehitveva za časovni zamik, ki je enak $t_{50,P} + t_{50,F}$.

Za določanje medsebojnega odnosa med G_{SE} in G_{EXHW} se uporabijo podatki, odvzeti med dejanskim preskusom, pri tem pa se čas G_{EXHW} premakne za $t_{50,F}$ glede na G_{SE} ($t_{50,P}$ se ne vključi v prilagoditev časa). To pomeni, da je zamik časa med G_{EXHW} in G_{SE} razlika časa spremembe, kot je določeno v točki 2.6.4. dodatka 2 k prilogi 3.

Za sisteme redčenja z delnim tokom je zelo pomembna točnost pretoka vzorcev G_{SE} , če se ne meri neposredno, ampak se določi z diferencialnim merjenjem pretoka:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

V tem primeru točnost ± 2 % za G_{TOTW} in G_{DILW} ne zagotavlja sprejemljive točnosti G_{SE} . Če se pretok plinov določi z diferencialnim merjenjem pretoka, je lahko največja napaka razlike tako velika, da točnost G_{SE} pri razmerju redčenja manj kot 15 ostane v okviru ± 5 %. To se lahko izračuna s povprečnim kvadratnim korenom napake na vsaki merilni napravi.

Sprejemljiva točnost G_{SE} se lahko doseže z eno izmed naslednjih metod:

- absolutne točnosti G_{TOTW} in G_{DILW} so $\pm 0,2$ %, kar zagotavlja za G_{SE} točnost ≤ 5 % pri razmerju redčenja 15. Pri višjih razmerjih redčenja so pogreški seveda večji;
- kalibracija G_{DILW} glede na G_{TOTW} se opravi tako, da se zagotovi enaka točnost za G_{SE} kot v prvi alineji. Za podrobnosti take kalibracije glej točko 2.6 dodatka 2 k prilogi 3;
- točnost G_{SE} se določi posredno iz točnosti razmerja redčenja, določenega s sledilnim plinom, na primer s CO_2 . Tudi tu se zahtevajo točnosti, ki so enakovredne metodi iz prve alineje ali

– absolutna točnost G_{TOTW} in G_{DILW} je v okviru ± 2 % obsega skale, največja napaka pri razliki med G_{TOTW} in G_{DILW} je v okviru 0,2 %, in napaka linearnosti je v okviru ± 0.2 % najvišje vrednosti G_{TOTW} izmerjene med preskusom.

2.4.1. Filtri za vzorčenje delcev

2.4.1.1. Zahteve za filtre

Za certifikacijske preskuse so potrebni filtri iz steklenih vlaken, prevlečeni s fluoroogljikom ali membranski filtri na osnovi fluoroogljika. Za posebne primere se lahko uporabijo drugačni materiali za filtre. Vsi tipi filtrov morajo imeti $0,3 \mu\text{m}$ DOP (dioktilftalat) zbiralno učinkovitost najmanj 99 % pri hitrosti dotoka plinov med 35 in 100 cm/s. Pri izvajanju primerjalnih preskusov med laboratoriji ali med proizvajalcem in pristojnim organom za tipsko odobritev je treba uporabiti filtre enake kakovosti.

2.4.1.2. Velikost filtrov

Filtri za delce morajo imeti premer najmanj 47 mm (premer delovne površine 37 mm). Sprejemljivi so tudi filtri z večjim premerom (točka 2.4.1.5. tega dodatka k prilogi 3).

2.4.1.3. Primarni in sekundarni filtri

Vzorci razredčenih izpušnih plinov se odvijajo s parom filtrov, ki sta med preskusnim ciklom nameščena drug za drugim (primarni in sekundarni filter). Sekundarni filter sme biti od primarnega oddaljen v smeri toka največ 100 mm in se ga ne sme dotikati. Filtra lahko tehtamo ločeno ali kot par, tako da sta delovni površini postavljeni ena proti drugi.

2.4.1.4. Hitrost dotoka v filter

Doseči je treba hitrost dotoka plinov v filter od 35 do 100 cm/s. Porast padca tlaka med začetkom in koncem preskusa ne sme biti večji od 25 kPa.

2.4.1.5. Obremenitev filtra

Priporočene najmanjše obremenitve filtrov za najpogostejše velikosti filtrov so predstavljene v preglednici. Za večje velikosti filtrov je najmanjša obremenitev filtra $0,065 \text{ mg}/1000 \text{ mm}^2$ površine filtra.

premer filtra (mm)	priporočeni premer delovne površine (mm)	priporočena najmanjša obremenitev (mg)
47	37	0,11
70	60	0,25
90	80	0,41
110	100	0,62

2.4.2. Zahteve za tehtalno komoro in analitsko tehtnico

2.4.2.1. Zahteve za tehtalno komoro

Temperatura komore (ali prostora), v katerem se kondicionirajo in tehtajo filtri za delce se mora ohranjati na 295 K (22 °C) ± 3 K med celotnim kondicioniranjem in tehtanjem filtra. Vlažnost se pri tem ohranja pri rosišču 282,5 K (9,5 °C) ± 3 K, relativna vlažnost pa v okviru 45 ± 8 %.

2.4.2.2. Tehtanje referenčnega filtra

V komori (ali prostoru) ne sme biti nobenih onesnaževal iz okolice (kot je prah), ki bi se med stabiliziranjem filtrov za delce nanje lahko usedali. Motnje glede razmer v tehtalnem prostoru, zahtevanih v točki 2.4.2.1. tega dodatka k prilogi 3, so dovoljene, če ne trajajo več kot 30 minut. Tehtalni prostor naj ustreza zahtevam pred vstopom osebja vanj. Najmanj dva neuporabljena referenčna filtra ali para referenčnih filtrov se

morata stehtati znotraj 4 ur ali še bolje istočasno s tehtanjem filtra (oziroma parov) za vzorčenje. Biti morata enake velikosti in iz enakega materiala kot filtri z vzorci.

Če se povprečna teža referenčnih filtrov (parov referenčnih filtrov) pri tehtanju filtrov z vzorcem spremeni za več kot 10 µg, se vsi filtri z vzorcem zavržejo in se preskus emisij ponovi.

Če merila za stabilnost tehtalnega prostora iz točke 2.4.2.1. tega dodatka k prilogi 3 niso izpolnjena, tehtanja referenčnega filtra (para filtrov) pa izpolnjujejo zgornja merila, ima proizvajalec motorja na izbiro, da teže filtrov z vzorcem bodisi sprejme ali pa preskuse razveljavi, popravi sistem krmiljenja tehtalnega prostora in preskus ponovi.

2.4.2.3. Analitska tehnica

Analitska tehnica, ki se uporablja za ugotavljanje teže vseh filtrov, mora imeti standardni odmik točnosti 2 µg in ločljivost 1 µg (1 števka = 1 µg), kot to določi proizvajalec tehnice.

2.4.2.4. Odprava učinkov statične elektrike

Filtri se pred tehtanjem nevtralizirajo, da se odstranijo učinki statične elektrike, na primer s polonijevim nevtralizatorjem ali napravo s podobnim učinkom.

2.4.3. Dodatne zahteve za merjenje delcev

Vsi deli sistema redčenja in sistema za vzorčenje, od izpušne cevi do držal za filtre, ki so v stiku z nerazredčenimi ali razredčenimi izpušnimi plini, morajo biti konstruirani tako, da je odlaganje in spreminjanje lastnosti delcev čim manjše. Vsi deli morajo biti iz električno prevodnega materiala, ki ne reagira s sestavinami izpušnih plinov, in električno ozemljeni, da ne pride do elektrostatičnega učinka.

PRILOGA 3

Dodatek 2

POSTOPEK KALIBRIRANJA (NRSC, NRTC ⁽¹⁾)

1. UMERJANJE ANALIZATORJEV

1.1. Uvod

Vsak analizator se mora umerjati tako pogosto, kot je potrebno, da izpolnjuje zahteve za točnost. Metoda umerjanja, ki se mora uporabiti, je za analizatorje iz točke 1.4.3. dodatka 1 k prilogi 3, določena v tej točki.

1.2. Plini za umerjanje

Upoštevati je treba rok trajanja plinov za umerjanje.

Navesti je treba datum izteka uporabe plinov za umerjanje, ki ga navede proizvajalec.

1.2.1. Čisti plini

Zahtevana čistost plinov, ki morajo biti na voljo med izvajanjem preskusov, je določena z naslednjimi mejami onesnaženosti:

- prečiščeni dušik (onesnaženost ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO);
- prečiščeni kisik (čistoča $> 99,5$ % vol. O₂);
- zmes vodika in helija ($40 \pm 2\%$ vodika, ostanek je helij; onesnaženost ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm CO₂) in
- prečiščeni sintetični zrak (onesnaženost ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO; delež kisika med 18 – 21 % vol.).

1.2.2. Plini za umerjanje in ugotavljanje razpona

Na razpolago morajo biti zmesi plinov, ki imajo naslednjo sestavo:

- C₃H₈ in prečiščeni sintetični zrak (točka 1.2.1. tega dodatka k prilogi 3);
- CO in prečiščeni dušik;
- NO in prečiščeni dušik (delež NO₂ v tem plinu ne sme presegati 5 % deleža NO);
- O₂ in prečiščeni dušik;
- CO₂ in prečiščeni dušik;
- CH₄ in prečiščeni sintetični zrak in
- C₂H₆ in prečiščeni sintetični zrak.

Opomba: dovoljene so tudi druge kombinacije plinov, vendar plini ne smejo med seboj reagirati.

Dejanska koncentracija plinov mora biti znotraj $\pm 2\%$ nominalne vrednosti. Vse koncentracije plinov za umerjanje se podajajo v volumskih enotah (prostorninski % ali vol. ppm).

Plini za umerjanje in plin za umerjanje razpona se lahko pridobivajo s pomočjo delilnika plinov, z redčenjem plinov, s prečiščenim N₂ ali s prečiščenim sintetičnim zrakom. Točnost mešalne naprave mora biti takšna, da je koncentracijo razredčenih plinov za umerjanje mogoče določiti s točnostjo, ki ne presega $\pm 2\%$. Taka točnost pomeni, da morajo biti primarni plini, uporabljeni za mešanje, znani do točnosti vsaj 1 % in sledljivi na nacionalne in mednarodne plinske etalone. Za vsako kalibracijo, ki

vključuje mešalno napravo, se izvaja preverjanje med 15 % in 50 % obsega skale. Dodatno preverjanje se lahko opravi z uporabo drugega kalibrirnega plina, če prva kalibracija ni bila uspešna.

Po izbiri se lahko mešalna naprava preveri z instrumentom, ki je po svoji naravi linearen, npr. z uporabo plina NO s CLD. Vrednost razpona merilne naprave se nastavi s kalibrirnim plinom, ki je neposredno priključen na merilno napravo. Mešalna naprava se kontrolira pri uporabljenih nastavitvah, nazivna vrednost pa se primerja z izmerjeno koncentracijo merilne naprave. V vsaki merilni točki mora biti ta razlika v okviru ± 1 % nazivne vrednosti.

Druge metode se lahko uporabijo na podlagi dobre inženirske prakse ter po predhodnem dogovoru z vključenimi strankami.

Opomba: delilnik plinov s točnostjo v okviru $\pm 1\%$ se priporoča za določanje točne kalibracijske krivulje analizatorja. Delilnik plinov kalibrira proizvajalec naprave.

1.3. Postopek dela z analizatorji in sistemom vzorčenja

Za delo z analizatorji je treba upoštevati navodila za zagon in za delo, ki jih določi proizvajalec instrumentov. Najmanjše zahteve so določene v točkah od 1.4. do 1.9. tega dodatka k prilogi 3.

1.4. Preskus puščanja

Preskus puščanja sistema je treba izvesti tako, da se sonda odklopi iz izpušnega sistema in njen konec zamaši. Nato se vklopi črpalko analizatorja. Po začetni stabilizaciji morajo vsi merilci pretoka kazati ničelno vrednost. Če je vrednost drugačna, se morajo preveriti cevni vodi in napake odpraviti. Največje dovoljeno puščanje na strani vakuumu sme biti 0,5% delovnega pretoka za tisti del sistema, ki se preverja. Za oceno delovnih pretokov se lahko uporabijo podatki o pretokih skozi analizator in pretoka po obvodu.

Druga metoda temelji na postopni spremembi koncentracije na začetku vzorčevalne cevi s preklopom iz ničelnega plina na plin za umerjanje razpona.

Če po izteku določenega časovnega intervala instrument kaže nižjo koncentracijo v primerjavi s koncentracijo dovedenega plina, se to obravnava kot problem z umerjanjem ali puščanjem.

1.5. Postopek umerjanja

1.5.1. Sestav merilnih inštrumentov

Sestav merilnih instrumentov se umerja, krivulje umerjanja pa preverja glede na standardne pline. Uporabijo se iste vrednosti pretokov kot pri vzorčenju izpušnih plinov.

1.5.2. Čas ogrevanja

Čas ogrevanja analizatorjev mora biti skladen s priporočili proizvajalca. Če tega proizvajalec ni določil, se za ogrevanje analizatorjev priporočata najmanj 2 uri.

1.5.3. NDIR in HFID analizatorji

Analizator NDIR se mora po potrebi nastaviti. Na detektorju HFID se mora optimirati plamen skladno s točko 1.8.1. tega dodatka k prilogi 3.

1.5.4. Umerjanje

Vsako območje merjenja, ki se ga običajno uporablja, se mora umeriti.

Analizatorji CO, CO₂, NO_x, HC in O₂ se z uporabo prečiščenega sintetičnega zraka (ali dušika) nastavijo na ničelno vrednost.

V analizatorje se dovede ustrezne pline za umerjanje, zapišejo se vrednosti in skladno s točko 1.5.5. tega dodatka k prilogi 3 se določi krivulja umerjanja.

Če je treba, se ponovno preveri nastavitve ničelne vrednosti in ponovi postopek umerjanja.

1.5.5. Določitev krivulje umerjanja

1.5.5.1. Splošna navodila

Kalibracijska krivulja analizatorja se določi z vsaj šestimi kalibracijskimi točkami (razen ničle), ki so čim bolj enakomerno razporejene. Najvišja nazivna koncentracija mora biti enaka ali večja od 90% obsega skale instrumenta.

Krivulja umerjanja se izračuna z metodo najmanjših kvadratov. Če je red izračunanega polinoma večji od 3, mora biti število točk pri umerjanju (vključno z ničlo) za najmanj 2 večje od reda polinoma.

Kalibracijska krivulja se od nazivne vrednosti vsake kalibracijske točke ne sme razlikovati za več kot ± 2 % in za več kot $\pm 0,3$ % obsega skale pri ničli.

S krivuljo umerjanja in vrednostmi v točkah krivulje je možno preveriti, da se je umerjanje izvajalo pravilno. Navesti je treba karakteristične parametre analizatorja, zlasti pa:

- območje merjenja;
- občutljivost in
- datum izvajanja umerjanja.

1.5.5.2. Umerjanje pod 15% obsega skale

Krivulja umerjanja analizatorja se mora določiti z najmanj desetimi točkami (brez ničle), razporejenimi tako, da se jih 50 % nahaja v območju pod 10 % obsega skale.

Krivulja umerjanja se izračuna po metodi najmanjših kvadratov.

Kalibracijska krivulja se od nazivne vrednosti vsake kalibracijske točke ne sme razlikovati za več kot ± 4 % in za več kot $\pm 0,3$ % obsega skale pri ničli.

1.5.5.3. Nadomestne metode

Nadomestne metode se lahko uporabijo, če je mogoče dokazati, da taka nadomestna tehnologija (na primer računalnik, elektronsko krmiljeni preklopniki območij) zagotavlja enako točnost.

1.6. Preverjanje umerjanja

Pred posamezno analizo se mora vsako običajno območje uporabe analizatorja preveriti skladno z naslednjim postopkom.

Umerjanje se preveri z ničelnim plinom in plinom za umerjanje razpona, katerega nazivna vrednost je več kot 80 % obsega skale območja merjenja.

Če ugotovljena vrednost pri nobeni od obeh obravnavanih točk ne odstopa od deklarirane referenčne vrednosti za več kot ± 4 % obsega skale, se parametri nastavitve lahko spremenijo. Če temu ni tako, se mora skladno s točko 1.5.4. tega dodatka k prilogi 3 določiti nova krivulja umerjanja.

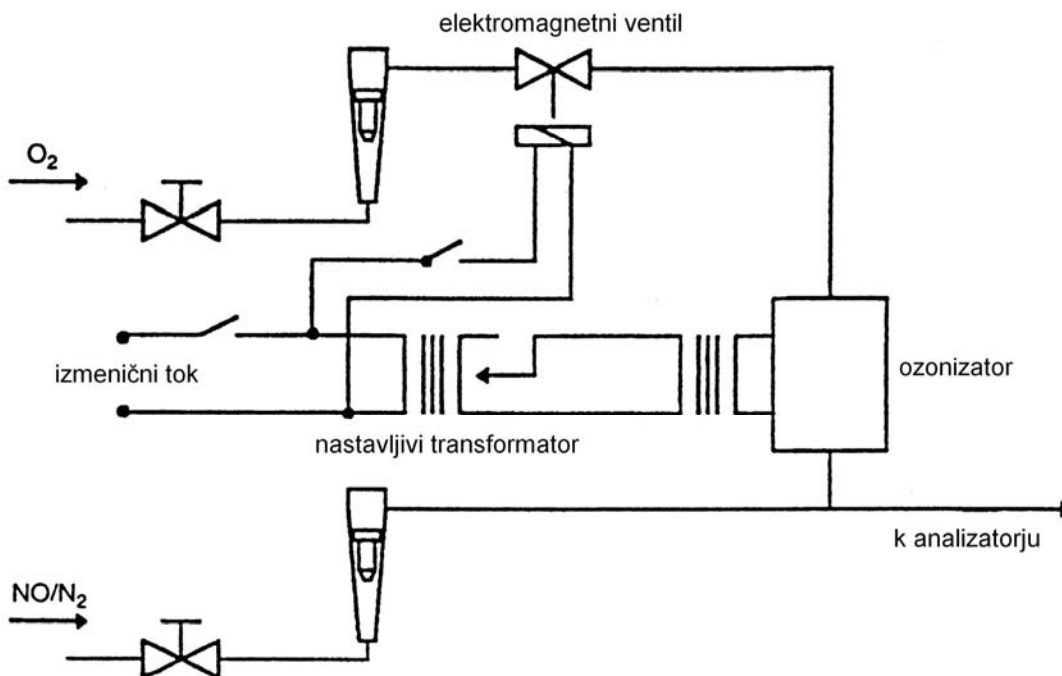
1.7. Preskus učinkovitosti pretvornika NO_x

Učinkovitost pretvornika, ki se uporablja za pretvorbo NO_x v NO, se preskuša tako, kot je opisano v točkah od 1.7.1. do 1.7.8. tega dodatka k prilogi 3.

1.7.1. Preskusna nastavitve

Pri preskusni nastavitvi, ki je prikazana na sliki 1, in po postopku, ki je opisan v nadaljevanju, se učinkovitost pretvornika lahko preskusi s pomočjo ozonizatorja.

Slika 1: shema opreme za preskušanje učinkovitosti pretvornika NO_x



1.7.2. Umerjanje

Kemoluminiscenčni detektor (CLD) in ogrevani kemoluminiscenčni detektor (HCLD) se običajno umerjata v območju po navodilih proizvajalca z uporabo ničelnega plina in plina za umerjanje razpona (v katerem je delež NO okoli 80 % območja merjenja, koncentracija NO₂ v plinski mešanici pa manjša od 5 % koncentracije NO). Analizator NO_x mora biti v režimu merjenja NO in plin za umerjanje razpona ne sme teči skozi pretvornik. Prikazano koncentracijo je treba zabeležiti.

1.7.3. Izračun

Učinkovitost NO_x pretvornika se izračuna na naslednji način:

$$\text{učinkovitost (\%)} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d} \right) \cdot 100$$

kje je:

- a* NO_x koncentracija iz točke 1.7.6. tega dodatka k prilogi 3;
- b* NO_x koncentracija iz točke 1.7.7. tega dodatka k prilogi 3;
- c* NO koncentracija iz točke 1.7.4. tega dodatka k prilogi 3 in
- d* NO koncentracija iz točke 1.7.5. tega dodatka k prilogi 3.

1.7.4. Dodajanje kisika

Kisik ali ničelni plin se morata dovajati neprekinjeno skozi "T" priključek, dokler koncentracija, prikazana na instrumentu, ni za približno 20 % manjša od prikazane koncentracije plina za umerjanje, določene v točki 1.7.2. tega dodatka k prilogi 3.

Na instrumentu prikazana koncentracija *c* se mora zabeležiti. Ozonizator mora biti med celotnim procesom izključen.

1.7.5. Aktiviranje ozonizatorja

Ozonizator se mora aktivirati tako, da proizvede dovolj ozona za znižanje koncentracije NO na okoli 20 % (najmanj 10 %) koncentracije, navedene v točki 1.7.2. tega dodatka k prilogi 3. Na instrumentu prikazana koncentracija *d* se mora zabeležiti.

1.7.6. Režim obratovanja NO_x

Analizator NO se mora preklopiti na režim NO_x tako, da zmes plinov, ki jo sestavljajo NO, NO₂, O₂ in N₂, teče skozi pretvornik. Na instrumentu prikazana koncentracija *a* se mora zabeležiti.

1.7.7. Izključitev ozonizatorja

Ozonizator se izključi. Zmes plinov, opisana v točki 1.7.6. tega dodatka k prilogi 3, teče skozi pretvornik v detektor. Na instrumentu prikazana koncentracija *b* se mora zabeležiti. Analizator je tu v režimu obratovanja NO_x.

1.7.8. Režim obratovanja NO

Ko je analizator preklopljen v režim NO in je ozonizator izključen, se mora prekiniti tudi pretok kisika ali sintetičnega zraka. Na analizatorju prikazana vrednost NO_x ne sme odstopati za več kot ±5 % od vrednosti, izmerjene skladno s točko 1.7.2. tega dodatka k prilogi 3.

1.7.9. Preskusni interval

Učinkovitost pretvornika se mora preverjati pred vsakim umerjanjem NO_x analizatorja.

1.7.10. Zahteva v zvezi z učinkovitostjo

Učinkovitost pretvornika ne sme biti manjša od 90 % (priporoča se učinkovitost, večja od 95 %).

Opomba: če ozonizator, ko je analizator nastavljen na običajno območje merjenja, ne more doseči znižanja koncentracije od 80 % na 20 % v skladu z zahtevo iz točke 1.7.5. tega dodatka k prilogi 3, je treba uporabiti najvišje območje merjenja analizatorja, pri katerem pride do zahtevanega znižanja.

1.8. Nastavitev detektorja s plamensko ionizacijo za merjenje ogljikovodikov (FID)

1.8.1. Optimizacija odziva detektorja

HFID je treba nastaviti v skladu z navodili proizvajalca instrumenta. Za optimizacijo odziva v najobičajnejšem območju merjenja se za plin za umerjanje razpona uporablja propan v zraku.

Ko je pretok goriva in zraka nastavljen v skladu s priporočili proizvajalca, se v analizator spusti plin za umerjanje razpona s koncentracijo 350 ppm ±75 ppm ogljika. Odziv pri danem pretoku goriva se ugotavlja iz razlike med odzivom na plin za umerjanje razpona in odzivom na ničelni plin. Pretok goriva se diferencialno naravna nad in pod specifikacijo, ki jo je navedel proizvajalec. Zapisati je treba odziva na plin za umerjanje razpona in na ničelni plin. Razlika odzivov se mora grafično prikazati v obliki diagrama in pretok goriva nastaviti na stran krivulje z bogatejšo mešanico goriva.

1.8.2. Faktorji odzivnosti na ogljikovodike

Analizator se mora umerjati z zmesjo propana v zraku in s prečiščenim sintetičnim zrakom v skladu s točko 1.5. tega dodatka k prilogi 3.

Faktorji odzivnosti se morajo preveriti pred uporabo analizatorjev in po daljših prekinitvah uporabe. Faktor odzivnosti *R_f* je za določeno vrsto ogljikovodikov razmerje med prikazanim FID *C1* in koncentracijo plinov v jeklenki, izraženo v ppm *C1*.

Koncentracije plina za preskušanje mora biti na takšni ravni, da je odziv približno 80 % obsega skale. Koncentracija mora biti navedena s točnostjo ±2 % glede na

standardno gravimetrično vrednost, izraženo v prostorninskih enotah. Jeklenko s plinom je treba predhodno kondicionirati 24 ur pri temperaturi 298 K (25 °C) ± 5 K.

Uporabljati je treba naslednje preskusne pline in priporočena območja relativnih faktorjev odzivnosti:

- metan in prečiščeni sintetični zrak $1,0 \leq R_f \leq 1,15$;
- propilen in prečiščeni sintetični zrak $0,9 \leq R_f \leq 1,1$ in
- toluen in prečiščeni sintetični zrak $0,9 \leq R_f \leq 1,1$

Vrednosti so relativne glede na faktor odzivnosti (R_f) za propan in prečiščeni sintetični zrak, ki je enak 1,0.

1.8.3. Preverjanje stranskega vpliva kisika

Preverjanje stranskega vpliva kisika se opravi, ko se da analizator v uporabo in po vsaki večji prekinitvi obratovanja.

Izbere se območje, v katerem plini za preverjanje stranskih vplivov kisika spadajo v zgornjih 50 %. Preskus se opravi pri zahtevani nastavitvi temperature peči.

1.8.3.1. Plini za kontrolo stranskih vplivov kisika

Plini za kontrolo stranskih vplivov kisika morajo vsebovati propan s 350 ± 75 ppm ogljika. Vrednost koncentracije glede na dopustne vrednosti kalibrirnega plina se določi s kromatografsko analizo vseh ogljikovodikov skupaj z nečistočami ali z dinamičnim mešanjem. Prevladujoče redčilo je dušik, preostanek pa je kisik. Mešanica, potrebna za preskušanje dizelskih motorjev, je naslednja:

Koncentracija O ₂	Preostanek do 100 %
21 (20 do 22)	Dušik
10 (9 do 11)	Dušik
5 (4 do 6)	Dušik

1.8.3.2. Postopek

- analizator se nastavi na ničlo;
- analizator se kalibrira z 21 % mešanico kisika;
- ponovno se preveri odzivnost nič. Če se je spremenila za več kot 0,5 % obsega skale, je treba ponoviti prvi dve alineji;
- uvedejo se plini za preverjanje stranskih vplivov kisika s 5 % in 10 % kisika;
- ponovno se preveri odzivnost nič. Če se je spremenila za več kot 0,5 % obsega skale, je treba ponoviti preskus;
- stranski vplivi kisika O_2I (%) se izračunajo za vsako mešanico iz četrte alineje te točke z enačbo:

$$O_2I = \frac{b - c}{b} \cdot 100$$

kjer je:

- a* koncentracija ogljikovodikov (ppm ogljika) kalibrirnega plina, uporabljenega v drugi alineji;
- b* koncentracija ogljikovodikov (ppm ogljika) plinov za preverjanje stranskih vplivov kisika, uporabljenih v četrthi alineji;
- c* odzivnost analizatorja (ppm ogljika):

$$c = \frac{a}{d}$$

d odstotek obsega skale pri odzivu analizatorja zaradi a .

– procent stranskega vpliva kisika O_2 / mora biti pred preskušanjem manjši od ± 3 % za vse zahtevane pline za preverjanje stranskih vplivov kisika;

– če je stranski vpliv kisika večji od ± 3 %, se pretok zraka nad in pod specifikacijami proizvajalca stopenjsko naravna tako, da se za vsak pretok ponovi postopek iz točke 1.8.1. tega dodatka k prilogi 3;

– če je po nastavitvi pretoka zraka stranski vpliv kisika večji od ± 3 %, se spremeni pretok goriva in nato pretok vzorca, za vsako novo nastavitev pa se ponovi postopek iz točke 1.8.1. tega dodatka k prilogi 3 in

– če je stranski vpliv kisika še vedno večji od ± 3 %, se pred preskušanjem popravi ali zamenja analizator, gorivo v detektorju FID ali zrak v gorilniku. Postopek po tej točki se nato ponovi s popravljeno ali zamenjano opremo ali plini.

1.9. Interferenčni vplivi pri analizatorjih NDIR in CLD

Drugi plini v izpušnih plinih, razen tistih, ki se analizirajo, lahko vplivajo na odčitane vrednosti na različne načine. Do pozitivne interference pride v analizatorjih NDIR, če ima interferenčni plin isti učinek kot merjeni plin, vendar v manjši meri. Do negativne interference pri analizatorjih NDIR prihaja, ker interferenčni plin širi pas absorpcijske valovne dolžine plina ki se meri, v detektorjih CLD pa, če interferenčni plin duši sevanje. Pred prvo uporabo analizatorja in po daljših prekinitvah uporabe je treba preveriti interferenčne vplive na način iz točk 1.9.1. in 1.9.2. tega dodatka k prilogi 3.

1.9.1. Preverjanje interferenčnih vplivov pri analizatorju CO

Voda in CO_2 lahko z interferenco vplivata na delovanje analizatorja CO . Zato se skozi vodo pri sobni temperaturi pošljejo mehurčki plina za umerjanje CO_2 s koncentracijo od 80 do 100 % obsega skale največjega območja merjenja, ki se uporablja med preskušanjem, odziv analizatorja pa se mora zabeležiti. Odziv analizatorja ne sme biti večji od 1 % obsega skale za območja merjenja, ki so enaka ali večja od 300 ppm, in večja od 3 ppm za območja, ki so pod 300 ppm.

1.9.2. Preverjanje dušenja pri analizatorju NO_x

Plina CO_2 in vodna para lahko interferenčno vplivata na delovanje detektorjev CLD ali HCLD. Odzivi na dušenje s tema dvema plinoma so sorazmerni z njuno koncentracijo, zato je treba preskusiti vplive dušenja pri najvišjih koncentracijah, ki se pričakujejo med preskušanjem.

1.9.2.1. Preverjanje dušenja zaradi CO_2

CO_2 plin za umerjanje s koncentracijo od 80 do 100 % obsega skale največjega območja merjenja se spusti skozi analizator NDIR, odčitano vrednost koncentracije CO_2 pa zabeleži kot a . Nato se plin za umerjanje razredči približno 50 % z NO plinom za umerjanje in se spusti skozi NDIR in (H)LCD, vrednost koncentracije CO_2 pa se zabeleži kot b in vrednost koncentracije NO kot c . Dotok CO_2 se nato zapre in skozi (H)CLD spusti samo plin za umerjanje NO , prikazano vrednost NO pa se zabeleži kot d .

Dušenje CO_2 (%) se izračuna z enačbo:

$$\left[1 - \left(\frac{(c \cdot a)}{(d \cdot a) - (d \cdot b)} \right) \right] \cdot 100$$

in ne sme biti večje od 3% obsega skale instrumenta.

Pri tem je:

- a* koncentracija nerazredčenega CO₂ (%) izmerjena z NDIR;
- b* koncentracija razredčenega CO₂ (%) izmerjena z NDIR;
- c* koncentracija razredčenega NO (ppm) izmerjena s CLD in
- d* koncentracija nerazredčenega NO (ppm) izmerjena s CLD.

1.9.2.2. Preverjanje dušenja zaradi vode

To preverjanje se uporablja samo za merjenje koncentracije vlažnih plinov. Pri izračunu dušenja z vodo je treba upoštevati redčenje kalibrnega plina NO z vodno paro in uravnavanje koncentracije vodne pare v mešanici s koncentracijo, ki se pričakuje med preskušanjem. Skozi (H)CLD se pošlje kalibrni plin NO s koncentracijo od 80 do 100 % obsega skale običajnega območja delovanja, vrednost NO pa se zapiše kot *d*. Nato se skozi vodo pri sobni temperaturi in skozi (H)CLD pošljejo mehurčki kalibrnega plina NO, vrednost NO pa se zapiše kot vrednost *c*. Določi se temperatura vode in se zapiše kot *f*. Določi se tlak nasičene pare mešanice, ki ustreza temperaturi vode z mehurčki in se zapiše kot *g*. Koncentracija vodne pare (%) v mešanici se izračuna na naslednji način:

$$H = 100 \cdot \left(\frac{g}{P_B} \right)$$

Pričakovana koncentracija razredčenega (v vodni pari) plina za umerjanje NO razpona se izračuna na naslednji način:

$$D_e = d \cdot \left(1 - \frac{H}{100} \right)$$

Pri izpušnih plinih iz dizelskih motorjev se oceni največja pričakovana koncentracija (%) vodne pare v izpuhu med preskušanjem, pri domnevnem deležu atomov goriva H/C = 1,8, iz največje koncentracije CO₂ v izpušnih plinih ali iz koncentracije nerazredčenega kalibrnega plina CO₂ (*a*, kot je izmerjena v točki 1.9.2.1. tega dodatka k prilogi 3) na naslednji način:

$$Hm = 0,9 \cdot a$$

Dušenje zaradi prisotnosti vode (%) pa se izračuna na naslednji način:

$$100 \cdot \left(\frac{D_e - c}{D_e} \right) \cdot \left(\frac{Hm}{H} \right)$$

in ne sme biti večje od 3% obsega skale.

Pri tem je:

- D_e* pričakovana koncentracija razredčenega NO (ppm);
- c* koncentracija razredčenega NO (ppm);
- Hm* največja koncentracija vodne pare (%) in
- H* dejanska koncentracija vodene pare (%).

Opomba: za to preverjanje je pomembno, da plin za umerjanje NO razpona vsebuje najmanjšo možno koncentracijo NO₂, ker se absorpcija NO₂ v vodi ne upošteva pri izračunu dušenja.

1.10. Intervali umerjanja

Analizatorji se morajo umerjati na način iz točke 1.5. tega dodatka k prilogi 3 najmanj vsake tri mesece ali vsakič, ko je bil izveden servis sistema ali sprememba, ki bi utegnila vplivati na rezultate umerjanja.

1.11. Dodatne kalibrirne zahteve za merjenje nerazredčenih izpušnih plinov med preskusom NRTC

1.11.1. Preverjanje odzivnega časa analitskega sistema

Nastavitve sistema za oceno odzivnega časa morajo biti povsem enake kot med merjenjem pri preskusu (tlak, stopnja pretoka, nastavitve filtrov na analizatorjih ter drugi vplivi na odzivni čas). Odzivni čas se določi z menjavo plinov neposredno na začetku sonde za vzorčenje. Menjava plinov se mora opraviti v manj kot 0,1 s. Plini, uporabljeni za preskus, morajo povzročiti spremembo koncentracije za najmanj 60 % obsega skale.

Zabeleži se sled koncentracij vsake posamezne sestavine plinov. Odzivni čas se določi kot časovna razlika med zamenjavo plina ter ustrezno spremembo zabeležene koncentracije. Odzivni čas sistema (t_{90}) je sestavljen iz časa zakasnitve do merilnega detektorja ter časa vzpona detektorja. Čas zakasnitve se določi kot čas od spremembe (t_0) do točke, ko je odziv 10 % končnega odčitka (t_{10}). Čas vzpona se določi kot čas, ki poteče med 10 % in 90 % odzivom končnega odčitka ($t_{90} - t_{10}$).

Za časovno prilagoditev analizatorja in signalov pretoka izpušnih plinov v primeru merjenja nerazredčenih plinov se čas prenosa določi kot čas od spremembe (t_0) do točke, ko je odziv 50 % končnega odčitka (t_{50}).

Odzivni čas sistema mora biti ≤ 10 s časom vzpona $\leq 2,5$ s za vse uporabljene omejene sestavine (CO, NO_x, HC) in območja delovanja.

1.11.2. Kalibracija analizatorja za sledilni plin za merjenje pretoka izpušnih plinov

Če se uporabi analizator za merjenje koncentracij sledilnega plina, se kalibrira glede na standardne pline.

Kalibracijska krivulja se določi z vsaj 10 kalibracijskimi točkami (razen ničle), ki so razporejene tako, da se polovica nahaja med 4 % in 20 % obsega skale analizatorja, ostale pa med 20 % in 100 % obsega skale. Kalibracijska krivulja se izračuna po metodi najmanjših kvadratov.

Kalibracijska krivulja se v območju od 20 % do 100 % obsega skale ne sme razlikovati od nazivne vrednosti posamezne kalibracijske točke za več kot ± 1 % obsega skale. Prav tako se v območju od 4 % do 20 % obsega skale ne sme razlikovati od nazivne vrednosti za več kot ± 2 % odčitka.

Analizator se nastavi na nič in preveri z uporabo ničelnega plina in kalibrirnega plina, katerega nazivna vrednost je več kot 80 % obsega skale analizatorja.

2. UMERJANJE MERILNEGA SISTEMA ZA DELCE

2.1. Uvod

Vsak sestavni del se mora umerjati tako pogosto, kot je potrebno za izpolnjevanje zahtev tega pravilnika. V tem delu je opisana metoda umerjanja, ki jo je treba uporabljati za sestavne dele, navedene v točki 1.5. dodatka 1 k prilogi 3 in v prilogi 6.

2.2. Kalibracija merilnikov pretoka plinov

Kalibracija merilnikov pretoka plinov in vseh merilnih instrumentov mora biti sledljiva do nacionalnih in/ali mednarodnih etalonov.

Največja napaka izmerjene vrednosti mora biti v okviru ± 2 % odčitka.

Za sisteme redčenja z delnim tokom je zelo pomembna točnost vzorčnega pretoka G_{SE} , če se ne meri neposredno, ampak se določi z diferencialnim merjenjem pretoka:

$$G_{SE} = G_{TOTW} - G_{DILW}$$

V tem primeru točnost $\pm 2 \%$ za G_{TOTW} in G_{DILW} še ne zagotavlja sprejemljive točnosti G_{SE} . Če se pretok plinov določi z diferencialnim merjenjem pretoka, je največja napaka pri razliki taka, da točnost G_{SE} pri razmerju redčenja manj kot 15 ostane v okviru $\pm 5 \%$. Izračuna se lahko s srednjim kvadratnim korenom napak na vsaki merilni napravi.

2.3. Preverjanje razmerja redčenja

Če se uporablja sistem vzorčenja delcev brez EGA (točka 1.2.1.1. v prilogi 6), se mora razmerje redčenja preveriti ob vsaki namestitvi motorja tako, da se med obratovanjem motorja meri koncentracija CO_2 ali NO_x v nerazredčenih in razredčenih izpušnih plinih.

Izmerjeno razmerje redčenja mora biti znotraj $\pm 10 \%$ vrednosti razmerja, izračunanega na podlagi izmerjenih koncentracij CO_2 ali NO_x .

2.4. Preverjanje pogojev delnega toka

Preveriti je treba območje hitrosti in tlaka izpušnih plinov in jih po potrebi nastaviti kot se zahteva v točki 1.2.1.1. priloge 6 za EP.

2.5. Pogostost umerjanja

Instrumenti za merjenje pretokov se morajo umerjati najmanj vsake tri mesece ali po vsaki spremembi sistema, ki bi lahko vplivale na umerjanje.

2.6. Dodatne zahteve kalibracije za sisteme redčenja z delnim tokom

2.6.1. Redna kalibracija

Če se pretok vzorčenih plinov določi z diferencialnim merjenjem pretoka, je treba merilnik pretoka ali naprave za merjenje pretoka kalibrirati po enem izmed naslednjih postopkov tako, da pretok G_{SE} po sondi v tunel izpolnjujejo zahteve po točnosti iz točke 2.4. dodatka 1 k prilogi 3:

- merilnik pretoka za G_{DILW} se zaporedno poveže z merilnikom pretoka z G_{TOTW} , razlika med obema merilnikoma pretoka pa se kalibrira v vsaj 5 določenih točkah, katerih vrednosti pretoka so enakomerno razporejene med najnižjo vrednostjo G_{DILW} , ki se uporabi med preskusom, in vrednostjo G_{TOTW} , ki se uporabi med preskusom. Možen je obvod mimo tunela za redčenje;

- kalibrirana naprava za masni pretok se zaporedno poveže z merilnikom pretoka G_{TOTW} , točnost pa se preveri za vrednost, ki se uporabi med preskusom. Nato se kalibrirana naprava za masni pretok zaporedno poveže z merilnikom pretoka za G_{DILW} , točnost pa se preveri za vsaj 5 nastavitev, ki ustrezajo razmerju redčenja $3 < q < 50$, glede na vrednost G_{TOTW} , uporabljeno med preskusom;

- cev za prenos vzorca (TT) se odklopi od izpušne cevi, na cev za prenos vzorcev pa se priklopi kalibrirana merilna naprava z ustreznim področjem delovanja za merjenje G_{SE} . Nato se G_{TOTW} nastavi na vrednost, uporabljeno med preskusom, na G_{DILW} pa se nastavi vsaj 5 vrednosti, ki ustrezajo razmerju redčenja $3 < q < 50$. Lahko se zagotovi tudi posebna pot kalibracije, ki uporablja obvod mimo tunela, pri tem pa je skupni pretok in pretok zraka za redčenje skozi ustrezne merilnike enak kot v dejanskem preskusu ali

- sledilni plin se vbrizga v cev za prenos vzorcev (TT). Ta sledilni plin je lahko sestavina izpušnih plinov, kot sta CO_2 in NO_x . Vsebina sledilnega plina se izmeri po

redčenju v tunelu. Merjenje se opravi za 5 razmerij redčenja $3 < q < 50$. Točnost pretoka delcev se določi iz razmerja redčenja q na naslednji način:

$$G_{SE} = G_{TOTW} / q$$

Za zagotavljanje točnosti G_{SE} se upoštevajo točnosti analizatorja plinov.

2.6.2. Kontrola pretoka ogljika

Kontrola pretoka ogljika z uporabo dejanskih izpušnih plinov se priporoča za odkrivanje težav pri merjenju in krmiljenju ter za potrjevanje pravilnega delovanja sistema redčenja z delnim tokom. Kontrolo pretoka ogljika je treba opraviti najmanj vsakič, ko se namesti nov motor ali se opravi pomembna sprememba konfiguracije preskusne naprave.

Motor mora delovati pri obremenitvi in vrtilni frekvenci največjega navora ali biti v drugem ustaljenem stanju, ki oddaja 5 % ali več CO₂. Sistem za vzorčenje z delnim tokom naj deluje s faktorjem redčenja q približno 15:1.

2.6.3. Kontrola pred preskusom

Kontrola točnosti merilnikov pretoka se opravi znotraj 2 ur pred začetkom preskusa z enako metodo, kot se uporabi za kalibracijo za najmanj dve točki, vključno z vrednostmi pretoka G_{DILW} , ki ustrezajo razmerju redčenja $5 < q < 15$ za vrednost G_{TOTW} , uporabljeno med preskusom.

Če je iz evidence o zgoraj opisanem postopku kalibracije razvidno, da je kalibracija merilnika pretoka nespremenjena daljše obdobje, se kontrola pred preskusom lahko izpusti.

2.6.4. Določitev časa spremembe

Nastavitve sistema za ovrednotenje časa spremembe morajo biti natančno tako kot med merjenjem preskusa. Čas spremembe se določi po spodaj opisani metodi.

Neodvisni referenčni merilnik pretoka z merilnim območjem, ki ustreza pretoku po sondi, se zaporedno poveže in priklopi na sondo. Merilnik pretoka mora imeti čas spremembe manj kot 100 ms za velikost stopnje pretoka, ki se uporabi pri merjenju odzivnega časa, ter dovolj nizek pretočni upor, da ne vpliva na dinamično delovanje sistema redčenja z delnim tokom skladno z dobro inženirsko prakso.

Spremembe pretoka izpušnih plinov (ali pretoka zraka, če se pretok izpušnih plinov izračuna) v sistemu redčenja z delnim tokom, se izvaja stopenjsko, od nizkega pretoka do vsaj 90 % obsega skale. Sprožilec za spremembo stopnje mora biti enak sprožilcu za vklop krmiljenja na podlagi napovedi pri dejanskem preskusu. Vhodni signal stopnje pretoka izpušnih plinov ter odziv merilnika pretoka se zabeleži s frekvenco vzorčenja najmanj 10 Hz.

Iz teh podatkov se lahko določi čas spremembe za sistem redčenja z delnim tokom, ki je čas od začetka sprožitve spremembe do 50 % odziva merilnika pretoka. Na podoben način se določijo tudi časi spremembe signala G_{SE} sistema redčenja z delnim tokom ter signala G_{EXHW} merilnika pretoka izpušnih plinov. Ti signali se uporabijo pri regresijski kontroli, ki se opravi po vsakem preskusu (točka 2.4 v dodatku 1 k prilogi 3).

Izračun se ponovi za vsaj 5 sprožitve za vzpon in padec, iz česar se izračunajo povprečne vrednosti rezultatov. Od te vrednosti se odšteje čas notranje spremembe (<100 ms) referenčnega merilnika pretoka. To je napovedana vrednost sistema redčenja z delnim tokom, ki se uporabi skladno s točko 2.4. dodatka 1 k prilogi 3.

3. KALIBRACIJA SISTEMA CVS

3.1. Splošno

Sistem CVS je treba kalibrirati s točnim merilnikom pretoka in s sredstvi za spreminjanje pogojev delovanja.

Pretok skozi sistem je treba izmeriti pri različnih nastavitvah pretoka, nadzorne parametre sistema pa izmeriti in povezati s pretoki.

Uporabijo se lahko različne vrste merilnikov pretoka, npr. kalibrirana venturijeva cev, kalibrirani laminarni merilnik pretoka ali kalibrirani propelerski merilnik pretoka.

3.2. Kalibracija črpalke s prisilnim pretokom (PDP)

Vsi parametri, povezani s črpalko, se merijo hkrati s parametri, povezanimi z venturijevo cevjo, ki je zaporedno povezana s črpalko. Krivulja izračunanih količin pretoka (podana v m^3/min na sesalni cevi črpalke, absolutni tlak in temperatura) se lahko nato nariše kot korelacijska funkcija, ki ustreza določeni kombinaciji parametrov črpalke. Nato se določi linearna enačba, ki povezuje pretok črpalke in korelacijsko funkcijo. Če ima črpalka sistema CVS pogon z različnimi vrtilnimi frekvencami, je treba kalibracijo opraviti za vsako od uporabljenih frekvenc.

Med kalibracijo je treba ohranjati stalno temperaturo.

Puščanje cevi in priključkov med venturijevo cevjo in črpalko CVS je treba obdržati pod 0,3 % najnižjega pretoka (najvišji pretočni upor in najnižja vrtilna frekvenca črpalke PDP).

3.2.1. Analiza podatkov

Pretok zraka pri vsaki nastavitvi dušenja (najmanj 6 nastavitvev) se izračuna v m^3/min iz podatkov merilnika pretoka s pomočjo metode, ki jo predpiše proizvajalec. Nato se pretok zraka pretvori v pretok črpalke V_0 v $\text{m}^3/\text{vrtljaj}$ pri absolutni temperaturi in tlaku na vstopu v črpalko:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} \cdot \frac{T}{273} \cdot \frac{101,3}{P_A}$$

kjer je:

Q_s stopnja pretoka zraka v standardnih pogojih (101,3 kPa, 273 K) (m^3/s);

T temperatura na vstopu v črpalko (K) in

n vrtilna frekvenca črpalke (s^{-1}).

Zaradi upoštevanja medsebojnega delovanja nihanja tlakov pri črpalki ter stopnjo izgube črpalke, je treba izračunati korelacijsko funkcijo X_0 med vrtilno frekvenco črpalke, razliko tlakov med vstopom in izstopom črpalke ter absolutnim tlakom na izstopu iz črpalke:

$$X_0 = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_P}{P_A}}$$

kjer je ΔP_P razlika tlaka od vstopa do izstopa črpalke (kPa).

Za generiranje kalibracijske enačbe se opravi linearna prilagoditev z metodo najmanjših kvadratov:

$$V_0 = D_0 - m \cdot X_0$$

kjer sta

D_0 konstanta odseka, ki določa regresijsko premico in

m konstanta naklona, ki določa regresijsko premico.

Pri sistemu CVS z različnimi vrtilnimi frekvencami črpalke morajo kalibracijske krivulje, generirane pri različnih stopnjah pretoka črpalke, potekati približno vzporedno, vrednosti odseka D_0 pa morajo z manjšanjem pretoka črpalke naraščati.

Vrednosti, izračunane na podlagi enačbe, morajo biti v območju $\pm 0,5 \%$ izmerjene vrednosti V_0 . Vrednosti m so od črpalke do črpalke različne. Dotok delcev s časom povzroči zmanjšanje izgube črpalke, kar je razvidno iz nižjih vrednosti za m .

Zato se mora kalibracija izvesti ob dajanju črpalke v uporabo, po večjem vzdrževanju in kadar preverjanje celotnega sistema (točka 3.5. tega dodatka k prilogi 3) pokaže spremembo stopnje izgube.

3.3. Kalibracija venturijeve cevi s kritičnim pretokom (CFV)

Kalibracija CFV temelji na enačbi za kritični pretok venturijeve cevi. Pretok plina je funkcija tlaka in temperature na vstopu, kot je razvidno iz enačbe:

$$Q_S = \frac{K_v \cdot P_A}{\sqrt{T}}$$

kjer je T temperatura na vstopu v venturijevo cev (K).

3.3.1. Analiza podatkov

Pretok zraka se za vsako nastavitev dušenja (najmanj 8 nastavitev) izračuna iz podatkov merilnika pretoka s pomočjo metode, ki jo predpiše proizvajalec. Kalibracijski koeficient se izračuna iz kalibracijskih podatkov za vsako nastavitev dušenja na naslednji način:

$$K_v = \frac{Q_S \cdot \sqrt{T}}{P_A}$$

kjer je Q_S pretok zraka v standardnih pogojih (101,3 kPa, 273 K) (m^3/s) in

Za določanje območja kritičnega pretoka se K_v zapiše kot funkcija tlaka na vstopu v venturijevo cev. K_v ima pri kritičnem (dušenem) pretoku relativno konstantno vrednost. Z upadanjem tlaka (naraščanjem podtlaka) se venturijeva cev odduši in K_v zmanjša, kar nakazuje na to, da CFV deluje zunaj dopustnega območja.

Za najmanj osem točk v območju kritičnega pretoka se izračunata povprečni K_v in standardno odstopanje. Standardno odstopanje ne sme presegati $\pm 0,3 \%$ povprečnega K_v .

3.4. Kalibracija podzvočne venturijeve cevi (SSV)

Kalibracija SSV temelji na enačbi za pretok podzvočne venturijeve cevi. Pretok plina je funkcija tlaka in temperature na vstopu v cev, padca tlaka med vstopno odprtino SSV in zožitvijo, kot je razvidno iz naslednje enačbe:

$$Q_{SSV} = A_0 \cdot d^2 \cdot C_d \cdot P_A \cdot \sqrt{\left[\frac{1}{T} \cdot (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \cdot \left(\frac{1}{1 - \beta^4 \cdot r^{1,4286}} \right) \right]}$$

kjer je:

A_0 zbirna vrednost konstant in pretvornikov enot

$$\left(\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right) \left(\frac{\text{K}^{\frac{1}{2}}}{\text{kPa}} \right) \left(\frac{1}{\text{mm}^2} \right) = 0,006111 \text{ v enotah SI};$$

d premer zožitve SSV (m);

T temperatura na vstopu v venturijevo cev (K) in

$$1 - \frac{\Delta P}{P_A}$$

3.4.1. Analiza podatkov

Pretok zraka Q_{SSV} za vsako nastavitev dušenja (najmanj 16 nastavitev) se izračuna iz podatkov merilnika pretoka s pomočjo metode, ki jo predpiše proizvajalec. Koeficient pretoka se izračuna iz kalibracijskih podatkov za vsako nastavitev dušenja na naslednji način:

$$C_d = \frac{Q_{SSV}}{A_0 \cdot d^2 \cdot P_A \cdot \sqrt{\left[\frac{1}{T} \cdot (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \cdot \left(\frac{1}{1 - \beta^4 \cdot r^{1,4286}} \right) \right]}}$$

kjer je Q_{SSV} pretok zraka v standardnih pogojih (101,3 kPa, 273 K) (m^3/s).

Za določanje območja podzvočnega pretoka se C_d zapiše kot funkcija Reynoldsovega števila v zožitvi SSV. Re v grlu SSV se izračuna po naslednji enačbi:

$$Re = A_1 \cdot \frac{Q_{SSV}}{d \cdot \mu}$$

kjer je:

A_1 zbirna vrednost konstant in pretvornikov enot

$$\left(\frac{1}{m^3} \right) \left(\frac{min}{s} \right) \left(\frac{mm}{m} \right) = 25,55152 \text{ v enotah SI in}$$

μ absolutna ali dinamična viskoznost plina, ki se izračuna po naslednji enačbi

$$\mu = \frac{b \cdot T^{3/2}}{S + T}$$

z upoštevanjem empiričnih konstant $b = 1,458 \cdot 10^6 \frac{kg}{msK^{1/2}}$ in $S = 110,4 \text{ K}$.

Ker se Q_{SSV} vnese v enačbo za Re , se morajo izračuni začeti z začetnim ugibanjem vrednosti Q_{SSV} ali C_d venturijeve cevi in se ponavljati, dokler Q_{SSV} ne konvergira. Točnost konvergenčne metode mora biti najmanj 0,1 %.

Za najmanj 16 točk v območju podzvočnega pretoka morajo biti vrednosti za C_d izračunane po rezultatni enačbi za prilagoditev kalibracijske krivulje v okviru $\pm 0,5 \%$ izmerjenih vrednosti C_d za vsako kalibracijsko točko.

3.5. Preverjanje celotnega sistema

Skupna točnost sistema vzorčenja CVS in analitičnega sistema se določi z uvajanjem znane mase plinastih onesnaževal v sistem, medtem ko ta deluje v običajnem načinu. Onesnaževalo se analizira in masa onesnaževala se izračuna skladno s točko 2.4.1. dodatka 3 k prilogi 3, razen pri propanu, kjer se za HC namesto faktorja 0,000479 uporabi faktor 0,000472. Uporabi se ena izmed naslednjih dveh tehnik.

3.5.1. Merjenje s pomočjo merilne zaslonke za kritični pretok

V sistem CVS se skozi kalibrirano zaslonko s kritičnim pretokom uvede znano količino čistega plina (propana). Če je tlak na vstopu dovolj visok, je stopnja pretoka, ki se

nastavi s pomočjo zaslonke s kritičnim pretokom, neodvisna od tlaka na izstopu iz zaslonke (kritični pretok). Sistem CVS naj 5 do 10 minut deluje kot pri običajnem preskusu emisij izpuha. Z običajno opremo (vreča za vzorčenje ali integracijska metoda) se analizira vzorec plina in izračuna masa plina. Tako ugotovljena masa mora biti v okviru ± 3 % znane mase vbrizganega plina.

3.5.2. Merjenje z uporabo gravimetrijskega postopka

Teža majhne jeklenke, napolnjene s propanom, se določi s točnostjo $\pm 0,01$ g. Sistem CVS naj 5 do 10 minut deluje kot pri običajnem preskusu emisij izpuha, medtem ko se vanj vbrizgava ogljikov monoksid ali propan. Količina vbrizganega čistega plina se določi s pomočjo merjenja razlike mas. Z običajno opremo (vreča za vzorce ali integracijska metoda) se analizira vzorec plina in izračuna masa plina. Tako ugotovljena masa mora biti v okviru ± 3 % znane mase vbrizganega plina.

⁽¹⁾ Postopek kalibriranja je enak za preskuse NRSC in NRTC, razen glede zahtev točk 1.11. in 2.6. tega dodatka k prilogi 3.

PRILOGA 3

Dodatek 3

VREDNOTENJE PODATKOV IN IZRAČUNI

1. VREDNOTENJE PODATKOV IN IZRAČUNI – PRESKUS NRSC

1.1. Vrednotenje podatkov o emisiji plinov

Emisije plinov se ovrednotijo z izračunom povprečja na traku zapisanih vrednosti, izmerjenih v času zadnjih 60 sekund vsake faze preskusnega cikla. Če se uporabi metoda ravnotežja ogljika se iz povprečja odčitanih rezultatov in podatkov umerjanja instrumentov izračunajo povprečne koncentracije $Conc$ HC, CO, NO_x in CO₂. Uporabi se lahko tudi drug način zapisovanja rezultatov merjenja, če zapis zagotavlja enakovredno pridobivanje podatkov o emisiji plinov.

Povprečne koncentracije ozadja $Conc_d$ se izmerijo v zraku za redčenje iz vreče za vzorčenje ali z neprekinjenim merjenjem ozadja ter iz podatkov o umerjanju instrumentov.

1.2. Emisije delcev

Za ovrednotenje delcev se za vsako fazo preskušanja zapišejo skupne vzorčene mase $M_{SAM,i}$ skozi filtre. Filtri se vrnejo v tehtalno komoro, kjer se kondicionirajo od 1 do 80 ur, nakar se stehtajo. Zapiše se bruto teža filtrov, tara (glej točko 3.2. priloge 3) pa se odšteje. Masa delcev (M_f za metodo z enojnim filtrom, $M_{f,i}$ za metodo z več filtri) je vsota mas delcev, zbranih na primarnih in sekundarnih filterih. Če je treba uporabiti korekcijo ozadja, se zapiše masa zraka za redčenje M_{DIL} skozi filtre, in masa delcev M_d . Če je bilo izvedenih več meritev, je treba za vsako posamezno meritev izračunati količnik M_d / M_{DIL} in povprečje vrednosti.

1.3. Izračun emisij plinov

Rezultati preskusa se za končno poročilo pridobijo na naslednji način.

1.3.1. Ugotavljanje pretoka izpušnih plinov

Pretok izpušnih plinov G_{EXHW} se za vsak režim obratovanja določi v skladu s točkami 1.2.1. do 1.2.3. dodatka 1 k prilogi 3.

Pri uporabi sistema redčenja s celotnim tokom se skupno razmerje pretoka razredčenih izpušnih plinov G_{TOTW} za vsak režim obratovanja določi v skladu s točko 1.2.4. dodatka 1 k prilogi 3.

1.3.2. Korekcija suho/vlažno G_{EXHW}

Če koncentracija ni že izmerjena na vlažni osnovi, se pri uporabi G_{EXHW} pretvori na vlažno osnovo skladno z naslednjimi enačbami:

$$Conc \text{ (vlažno)} = K_w \cdot Conc \text{ (suho)}$$

– za nerazredčene izpušne pline

$$K_{w,r} = \left(\frac{1}{1 + 1,88 \cdot 0,005 \cdot (\%CO(\text{suho}) + \%CO_2(\text{suho})) + K_{w2}} \right)$$

– za razredčene izpušne pline

$$K_{w,e} = \left(1 - \frac{1,88 \cdot \%CO(\text{vlažno})}{200} \right) - K_{w1}$$

– za zrak za redčenje

$$K_{W,d} = 1 - K_{W1}$$

$$K_{W1} = \frac{1,608 \cdot [H_d \cdot (1 - 1/DF) + H_a \cdot (1/DF)]}{1000 + 1,608 \cdot [H_d \cdot (1 - 1/DF) + H_a \cdot (1/DF)]}$$

$$H_d = \frac{6,22 \cdot R_d \cdot P_d}{P_B - P_d \cdot R_d \cdot 10^{-2}}$$

– za vsesani zrak, če se razlikuje od zraka za redčenje

$$K_{W,a} = 1 - K_{W2}$$

$$K_{W2} = \frac{1,608 \cdot H_a}{1000 + 1,608 \cdot H_a}$$

$$H_a = \frac{6,22 \cdot R_d \cdot P_a}{P_B - P_a \cdot R_d \cdot 10^{-2}}$$

Opomba: H_a in H_d se lahko izpelje iz izmerjene relativne vlažnosti, kakor je opisano zgoraj ali iz izmerjenega rosišča in izmerjenega tlaka vodne pare ali iz meritev s suhim/vlažnim termometrom, z uporabo splošno veljavnih enačb.

1.3.3. Korekcija NO_x na vlažnost

Ker je emisija NO_x odvisna od pogojev zunanjega zraka, se koncentracija NO_x korigira glede na temperaturo in vlažnost zunanjega zraka s pomočjo faktorjev KH v naslednjih enačbah:

$$K_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \cdot (H_a - 10,71) + 0,0045 \cdot (T_a - 298)}$$

Opomba: H_a se lahko izpelje iz izmerjene relativne vlažnosti, kakor je opisano zgoraj, ali iz izmerjenega rosišča in izmerjenega tlaka vodne pare ali iz meritev s suhim/vlažnim termometrom, z uporabo splošno veljavnih enačb.

1.3.4. Izračun masnih pretokov emisij

Stopnje masnih pretokov emisij se za posamezno fazo preskušanja izračuna za:

– nerazredčene izpušne pline ⁽¹⁾

$$Gas_{mass} = u \cdot Conc \cdot G_{EXHW}$$

– razredčene izpušne pline ⁽¹⁾:

$$Gas_{mass} = u \cdot Conc_c \cdot G_{TOTW}$$

kjer je:

$$Conc_c = Conc - Conc_d \cdot (1 - 1/DF)$$

$$DF = 13,4 / (Conc_{CO2} + (Conc_{CO} + Conc_{HC}) \cdot 10^{-4})$$

ali

$$DF = 13,4 / Conc_{CO2}$$

Koeficient u (vlažen) se uporabi v skladu s spodnjo tabelo

Plin	u	Conc
NO _x	0,001587	ppm
CO	0,000966	ppm
HC	0,000479	ppm
CO ₂	15,19	%

⁽¹⁾ V primeru NO_x je treba koncentracijo (NO_{xconc} ali NO_{xconcc}) pomnožiti s K_{HNOx} (korekcijski faktor vlažnosti za NO_x, naveden v prejšnji točki 1.3.3.): $K_{HNOx} \cdot Conc$ oziroma $K_{HNOx} \cdot Conc_c$

Gostota HC temelji na povprečnem atomskem razmerju med ogljikom in vodikom 1:1,85.

1.3.5. Izračun specifičnih emisij

Specifične emisije (g/kWh) se za vse posamezne sestavine izračunajo z enačbo:

$$\frac{\sum_{i=1}^n Gas_{mass,i} \cdot WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \cdot WF_i}$$

kjer je:

$$P_i = P_{m,i} + P_{AE,i}$$

Utežni faktorji in število faz preskušanja (n), uporabljenih v zgornjem izračunu, so v skladu s točko 3.7.1. priloge 3.

1.4. Izračun emisije delcev

Emisije delcev se izračunajo na naslednji način:

1.4.1. Korekcijski faktor vlažnosti za delce

Ker je emisija delcev iz dizelskih motorjev odvisna od stanja zunanjega zraka, je treba masni pretok delcev za vlažnost zunanjega zraka korigirati s faktorjem K_p :

$$K_p = \frac{1}{1 + 0,0133 \cdot (H_a - 10,71)}$$

kjer je:

$$H_a = \frac{6,22 \cdot R_a \cdot P_a}{P_B - P_a \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

Opomba: H_a se lahko izpelje iz izmerjene relativne vlažnosti, kakor je opisano zgoraj, ali iz izmerjenega rosišča in izmerjenega tlaka vodne pare ali iz meritev s suhim/vlažnim termometrom, z uporabo splošno veljavnih enačb.

1.4.2. Sistem redčenja z delnim tokom

Ker je mogoče uporabiti različne vrste krmiljenja stopnje redčenja, se uporabljajo različne metode za izračun masnega pretoka razredčenih izpušnih plinov G_{EDF} . Vsi izračuni temeljijo na povprečnih vrednostih posameznih režimov obratovanja (i) v času vzorčenja. Končni rezultati emisij delcev za poročilo o preskusu se izpeljejo v naslednjih korakih.

1.4.2.1. Izokinetični sistemi

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \cdot q_i$$

$$q_i = \frac{G_{DILW,i} + r \cdot G_{EXHW,i}}{r \cdot G_{EXHW,i}}$$

kjer je $r = \frac{A_p}{A_T}$

1.4.2.2. Sistemi z merjenjem koncentracije CO₂ ali NO_x

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \cdot q_i$$

$$q_i = \frac{Conc_{E,i} - Conc_{A,i}}{Conc_{D,i} - Conc_{A,i}}$$

kjer je:

$Conc_E$ koncentracija vlažnega sledilnega plina v nerazredčenih izpušnih plinih;

$Conc_D$ koncentracija vlažnega sledilnega plina v razredčenih izpušnih plinih in

$Conc_A$ koncentracija vlažnega sledilnega plina v zraku za redčenje.

Koncentracije, izmerjene na suhi osnovi, se v skladu s točko 1.3.2. tega dodatka k prilogi 3 pretvorijo na vlažno osnovo.

1.4.2.3. Sistemi z merjenjem CO₂ in metoda ravnotežja ogljika

Ta enačba temelji na domnevnem ravnotežju ogljika (atomi ogljika, ki se dovajajo v motor, izhajajo kot CO₂):

$$G_{EDFW,i} = \frac{206,6 \cdot G_{FUEL,i}}{CO_{2D,i} - CO_{2A,i}}$$

kjer je:

CO_{2D} koncentracija CO₂ (prostorninski % na vlažni osnovi) v razredčenih izpušnih plinih in

CO_{2A} koncentracija CO₂ (prostorninski % na vlažni osnovi) v zraku za redčenje.

1.4.2.4. Sistemi z merjenjem pretoka

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \cdot q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOWT,i}}{G_{TOWT,i} - G_{DILW,i}}$$

1.4.3. Sistem redčenja s celotnim tokom

Končni rezultati emisij delcev za poročilo o preskusu se izpeljejo v naslednjih korakih.

Vsi izračuni temeljijo na povprečnih vrednostih posameznih režimov obratovanja (i) v času vzorčenja.

$$G_{EDFW,i} = G_{TOWT,i}$$

1.4.4. Izračun masnega pretoka delcev

Masni pretok delcev se izračuna za:

– metodo z enojnim filtrom

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \cdot \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

kjer se $(G_{EDFW})_{aver}$ med preskusnim ciklom določi s seštevanjem povprečnih vrednosti v posameznih fazah preskušanja v času vzorčenja:

$$(G_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^n G_{EDFW,i} \cdot WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^n M_{SANM,i}$$

– metodo z več filtri

$$PT_{mass,i} = \frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} \cdot \frac{(G_{EDFW,i})_{aver}}{1000}$$

Masni pretok delcev je mogoče korigirati glede na ozadje za:

– metodo z enojnim filtrom

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \cdot \left(\sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) \cdot WF_i \right) \right) \right] \cdot \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

Če se opravi več kot ena meritev, se (M_d/M_{DIL}) nadomesti z $(M_d/M_{DIL})_{aver}$.

$$DF = 13,4 / (Conc_{CO2} + (Conc_{CO} + Conc_{HC}) \cdot 10^{-4})$$

ali

$$DF = 13,4 / Conc_{CO2}$$

– metodo z več filtri

$$PT_{mass,i} = \left[\frac{M_{f,i}}{M_{SAM,i}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \cdot \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) \right) \right] \cdot \frac{(G_{EDFW})_{aver,i}}{1000}$$

Če se opravi več kot ena meritev, se (M_d/M_{DIL}) nadomesti z $(M_d/M_{DIL})_{aver}$.

1.4.5. Izračun specifičnih emisij

Specifična emisija delcev PT (g/kWh) se izračuna za ⁽¹⁾:

– metodo z enojnim filtrom

$$PT = \frac{PT_{mass}}{\sum_{i=1}^n P_i \cdot WF_i}$$

– metodo z več filtri

$$PT = \frac{\sum_{i=1}^n PT_{mass,i} \cdot WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \cdot WF_i}$$

1.4.6. Efektivni utežni faktor

Pri metodi z enojnim filtrom se efektivni utežni faktor $WF_{E,i}$ za vsako fazo preskušanja izračuna na naslednji način:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} \cdot (G_{EDFW})_{aver}}{M_{SAM} \cdot (G_{EDFW,i})}$$

Vrednost efektivnih utežnih faktorjev mora biti v okviru $\pm 0,005$ (absolutna vrednost) utežnih faktorjev, navedenih v točki 3.7.1. priloge 3.

2. VREDNOTENJE PODATKOV IN IZRAČUNI – PRESKUS NRTC

Ta točka opisuje dve načeli za meritve, ki se lahko uporabita za ovrednotenje emisij onesnaževal med ciklom NRTC:

- plinaste sestavine se merijo v nerazredčenih izpušnih plinih v realnem času, delci pa se določijo z uporabo sistema redčenja z delnim tokom ali
- plinaste sestavine in delci se določijo z uporabo sistema redčenja s celotnim tokom (sistem CVS).

2.1. Izračun emisij plinov v nerazredčenih izpušnih plinih ter emisij delcev s sistemom redčenja z delnim tokom.

2.1.1. Uvod

Signali o trenutni koncentraciji plinastih sestavin se uporabijo za izračun masnih emisij tako, da se pomnožijo s trenutnim masnim pretokom izpušnih plinov. Masni pretok izpušnih plinov se lahko izmeri neposredno, ali se izračuna z metodami, opisanimi v točki 2.2.3. dodatka 1 k prilogi 3 (merjenje vsesanega zraka in pretoka goriva, metoda z uporabo sledilnega plina, merjenje vsesanega zraka in razmerja zrak/gorivo). Posebna pozornost mora veljati odzivnim časom različnih instrumentov. Te razlike je treba upoštevati pri časovnem usklajevanju signalov.

Za delce se signali masnega pretoka izpušnih plinov uporabijo za nadzorovanje sistema redčenja z delnim tokom pri odvzamu vzorca, ki je sorazmeren z masnim pretokom izpušnih plinov. Kakovost sorazmernosti se preveri z regresijsko analizo med vzorcem in pretokom izpušnih plinov, kot določa točka 2.4. dodatka 1 k prilogi 3.

2.1.2. Določanje plinastih komponent

2.1.2.1. Izračun masnih emisij

Masa onesnaževal M_{gas} se določi z izračunom trenutne mase emisij iz nerazredčenih koncentracij onesnaževal, vrednosti u iz tabele v točki 1.3.4. tega dodatka k prilogi 3 in masnega pretoka izpušnih plinov, ki je prilagojen času spremembe in ki združuje trenutne vrednosti med celotnim ciklom. Če je mogoče, se koncentracije izmerijo na vlažni osnovi. Če se koncentracije izmerijo na suhi osnovi, se za trenutne vrednosti koncentracij uporabi korekcija suho/vlažno, kot je opisano spodaj, preden se opravi dodaten izračun.

Gostota HC temelji na povprečnem atomskem razmerju med ogljikom in vodikom 1:1,85.

Uporabiti je treba naslednjo enačbo:

$$M_{gas} = \sum_{i=1}^n u \cdot Conc_i \cdot G_{EXHW,i} \cdot \frac{1}{f}$$

kjer je f frekvenca (Hz) zbiranja podatkov trenutne koncentracije nerazredčenih izpušnih plinov $Conc_i$ (ppm).

Za izračun NO_x se uporabi korekcijski faktor vlažnosti k_H , kot je opisan spodaj.

Trenutno izmerjena koncentracija se pretvori na vlažno osnovo, kot je opisano spodaj, če ni že izmerjena na vlažni osnovi.

2.1.2.2. Korekcija suho/vlažno

Če je koncentracija izmerjena na suhi osnovi, se pretvori na vlažno osnovo skladno z naslednjimi enačbami:

$$Conc \text{ (vlažno)} = K_w \cdot Conc \text{ (suho)}$$

kjer je:

$$K_{w,r} = \left(\frac{1}{1 + 1,88 \cdot 0,005 \cdot (Conc_{CO} + Conc_{CO_2}) + K_{w_2}} \right)$$

$$K_{w_2} = \frac{1,608 \cdot H_a}{1000 + 1,608 \cdot H_a}$$

$$H_a = \frac{6,22 \cdot R_a \cdot P_a}{P_B - P_a \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

kjer je:

$Conc_{CO_2}$ suha koncentracija CO_2 (%) in

$Conc_{CO}$ suha koncentracija CO (%).

Opomba: H_a se lahko izpelje iz izmerjene relativne vlažnosti, kakor je opisano zgoraj, ali iz izmerjenega rosišča in izmerjenega tlaka vodne pare ali iz meritev s suhim/vlažnim termometrom, z uporabo splošno veljavnih enačb.

2.1.2.3. Korekcija NO_x za vlažnost in temperaturo

Ker je emisija NO_x odvisna od pogojev zunanega zraka, se koncentracija NO_x korigira glede na temperaturo in vlažnost zunanega zraka s pomočjo faktorjev v naslednjih enačbah:

$$K_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \cdot (H_a - 10,71) + 0,0045 \cdot (T_a - 298)}$$

Opomba: H_a se lahko izpelje iz izmerjene relativne vlažnosti, kakor je opisano zgoraj, ali iz izmerjenega rosišča in izmerjenega tlaka vodne pare ali iz meritev s suhim/vlažnim termometrom, z uporabo splošno veljavnih enačb.

2.1.2.4. Izračun specifičnih emisij

Specifične emisije (g/kWh) se za vse posamezne sestavine izračunajo z enačbo:

$$\frac{(1/10) \cdot M_{gas,cold} + (9/10) \cdot M_{gas,hot}}{(1/10) \cdot W_{act,cold} + (9/10) \cdot W_{act,hot}}$$

kjer je:

$M_{gas,cold}$ skupna masa plinastega onesnaževala med ciklom hladnega zagona;

$M_{gas,hot}$ skupna masa plinastega onesnaževala med ciklom vročega zagona;

$W_{act,cold}$ dejansko delo cikla med ciklom hladnega zagona, kakor je določeno v točki 4.6.2. priloge 3 in

$W_{act,hot}$ dejansko delo cikla med ciklom vročega zagona, kakor je določeno v točki 4.6.2. priloge 3.

2.1.3. Določitev delcev

2.1.3.1. Izračun masne emisije

Mase delcev $M_{PT,cold}$ in $M_{PT,hot}$ se izračunajo po eni od naslednjih metod:

$$- M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \cdot \frac{M_{EDFW}}{1000}$$

kjer je:

$M_{PT} = M_{PT,cold}$ za cikel hladnega zagona in

$M_{PT} = M_{PT,hot}$ za cikel vročega zagona

Skupna masa enakovrednih razredčenih izpušnih plinov M_{EDFW} je za celotni cikel:

$$M_{EDFW} = \sum_{i=1}^n G_{EDFW} \cdot \frac{1}{f}$$

$$G_{DEFW} = G_{EXHW,i} \cdot q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOWT,i}}{G_{TOWT,i} - G_{DILW,i}}$$

kjer je:

f hitrost vzorčenja podatkov (Hz) in

n število meritev.

$$- M_{PT} = \frac{M_f}{1000 \cdot r_s}$$

kjer je:

$M_{PT} = M_{PT,cold}$ za cikel hladnega zagona in

$M_{PT} = M_{PT,hot}$ za cikel vročega zagona

kjer je:

$$r_s = \frac{M_{SE}}{M_{EXHW}} \cdot \frac{M_{SAM}}{M_{TOTW}}$$

Opomba: v primeru sistema vzorčenja celotnega pretoka sta M_{SAM} in M_{TOTW} enaka.

2.1.3.2. Korekcijski faktor vlažnosti za delce

Ker je emisija delcev iz dizelskih motorjev odvisna od stanja zunanjega zraka, je treba masni pretok delcev za vlažnost zunanjega zraka korigirati s faktorjem K_p :

$$K_p = \frac{1}{[1 + 0,0133 \cdot (H_a - 10,71)]}$$

kjer je:

$$H_a = \frac{6,22 \cdot R_a \cdot P_a}{P_B - P_a \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

Opomba: H_a se lahko izpelje iz izmerjene relativne vlažnosti, kakor je opisano zgoraj, ali iz izmerjenega rosišča in izmerjenega tlaka vodne pare ali iz meritev s suhim/vlažnim termometrom, z uporabo splošno veljavnih enačb.

2.1.3.3. Izračun specifičnih emisij

Specifične emisije (g/kWh) se izračunajo na naslednji način:

$$\frac{(1/10) \cdot K_{p,cold} \cdot M_{PT,cold} + (9/10) \cdot K_{p,hot} \cdot M_{PT,hot}}{(1/10) \cdot W_{act,cold} + (9/10) \cdot K_{act,hot}}$$

kjer je:

$M_{PT,cold}$ masa delcev med ciklom hladnega zagona;

$M_{PT,hot}$ masa delcev med ciklom vročega zagona;

$K_{p,cold}$ korekcijski faktor za vlažnost pri delcih med ciklom hladnega zagona;

$K_{p,hot}$ korekcijski faktor za vlažnost pri delcih med ciklom vročega zagona;

$W_{act,cold}$ dejansko delo cikla med ciklom hladnega zagona, kakor je določeno v točki 4.6.2 priloge 3 in

$W_{act,hot}$ dejansko delo cikla med ciklom vročega zagona, kakor je določeno v točki 4.6.2 priloge 3.

2.2. Določitev plinastih in trdnih sestavin s sistemom redčenja s celotnim tokom

Za izračun emisij v nerazredčenih izpušnih plinih je treba poznati masni pretok izpušnih plinov. Skupni pretok razredčenih izpušnih plinov med ciklom M_{TOTW} se izračuna iz izmerjenih vrednosti med ciklom ter iz ustreznih kalibracijskih podatkov iz naprave za merjenje pretoka (V_0 za PDP, K_v za CFV, C_d za SSV). Pri trem se uporabijo ustrezne metode, opisane v točki 2.2.1. tega dodatka k prilogi 3. Če skupna masa vzorcev delcev in plinastih onesnaževal presega 0,5 % skupnega pretoka CVS (M_{TOTW}), se pretok CVS popravi za M_{SAM} ali pa se pretok vzorcev delcev vrne na CVS pred napravo za merjenje pretoka.

2.2.1. Določitev pretoka razredčenih izpušnih plinov

– Sistem PDP-CVS

Če se temperatura razredčenih izpušnih plinov z uporabo izmenjevalnika toplote med ciklom ohranja v okviru ± 6 K, se masni pretok med ciklom izračuna na naslednji način:

$$M_{TOWT} = 1,293 \cdot V_0 \cdot N_p \cdot (P_B - p_i) \cdot 273 / (101,3 \cdot T)$$

kjer je T povprečna temperatura (K) razredčenih izpušnih plinov pri vstopu v črpalko med ciklom.

Če se uporablja sistem s kompenzacijo pretoka (brez izmenjevalnika toplote), se trenutna masa emisij izračuna in integrira med ciklom. V tem primeru se trenutna masa razredčenih izpušnih plinov izračuna na naslednji način:

$$M_{TOWT,i} = 1,293 \cdot V_0 \cdot N_{p,i} \cdot (P_B - p_i) \cdot 273 / (101,3 \cdot T)$$

kjer je $N_{p,i}$ skupno število vrtljajev črpalke na časovni interval.

– Sistem CFV-CVS

Če se temperatura razredčenih izpušnih plinov z uporabo izmenjevalnika toplote med ciklom ohranja v okviru ± 11 K, se masni pretok med ciklom izračuna na naslednji način:

$$M_{TOWT} = 1,293 \cdot t \cdot K_v \cdot P_A / T^{0,5}$$

kjer je:

P_A absolutni tlak pri vstopu v venturijevo cev (kPa) in

T absolutna temperatura pri vstopu v venturijevo cev (K).

Če se uporablja sistem s kompenzacijo pretoka (brez izmenjevalnika toplote), se trenutna masa emisij izračuna in integrira med ciklom. V tem primeru se trenutna masa razredčenih izpušnih plinov izračuna na naslednji način:

$$M_{TOWT,i} = 1,293 \cdot \Delta t_i \cdot K_v \cdot P_A / T^{0,5}$$

kjer je Δt_i časovni interval (s).

– Sistem SSV-CVS

Če se temperatura razredčenih izpušnih plinov z uporabo izmenjevalnika toplote med ciklom ohranja v okviru ± 11 K, se masni pretok med ciklom izračuna na naslednji način:

$$M_{TOWT} = 1,293 \cdot Q_{SSV}$$

kjer je:

$$Q_{SSV} = A_0 \cdot d^2 \cdot C_d \cdot P_A \cdot \sqrt{\left[\frac{1}{T} \cdot (r^{1,4286} - r^{1,7143}) \cdot \left(\frac{1}{1 - \beta^4 \cdot r^{1,4286}} \right) \right]}$$

A_0 zbirna vrednost konstant in pretvornikov enot

$$\left(\frac{m^3}{min} \right) \left(\frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \right) \left(\frac{1}{mm^2} \right) = 0,006111 \text{ v enotah SI;}$$

d premer zožitve SSV (m);

T temperatura na vstopu v venturijevo cev (K);

P_A absolutni tlak pri vstopu v venturijevo cev (kPa) in

$$1 - \frac{\Delta P}{P_A}$$

Če se uporablja sistem s kompenzacijo pretoka (brez izmenjevalnika toplote), se trenutna masa emisij izračuna in integrira med ciklom. V tem primeru se trenutna masa razredčenih izpušnih plinov izračuna na naslednji način:

$$M_{TOWT} = 1,293 \cdot Q_{SSV} \cdot \Delta t_i$$

kjer je Δt_i časovni interval (s).

Izračun realnega časa se začne s primerno vrednostjo za C_d , na primer 0,98 ali s primerno vrednostjo za Q_{SSV} . Če se izračun začne s Q_{SSV} , se začetna vrednost Q_{SSV} uporabi za ovrednotenje Re .

Med vsemi preskusi emisij mora biti Reynoldsovo število v zožitvi SSV v okviru Reynoldsovih števil, ki se uporabljajo za izpeljavo kalibracijske krivulje, prikazane v točki 3.2. dodatka 2 k prilogi 3.

2.2.2. Korekcija NO_x za vlažnost

Ker je emisija NO_x odvisna od pogojev zunanega zraka, se koncentracija NO_x korigira glede na vlažnost zunanega zraka s pomočjo faktorjev v naslednjih enačbah:

$$K_H = \frac{1}{1 - 0,0182 \cdot (H_a - 10,71) + 0,0045 \cdot (T_a - 298)}$$

kjer je:

$$H_a = \frac{6,22 \cdot R_a \cdot P_a}{P_B - P_a \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

Opomba: H_a se lahko izpelje iz izmerjene relativne vlažnosti, kakor je opisano zgoraj, ali iz izmerjenega rosišča in izmerjenega tlaka vodne pare ali iz meritev s suhim/vlažnim termometrom, z uporabo splošno veljavnih enačb.

2.2.3. Izračun masnih pretokov emisij

2.2.3.1. Sistemi s konstantnim masnim pretokom

Pri sistemih z izmenjevalnikom toplote se masa onesnaževal M_{GAS} določi z:

$$M_{GAS} = u \cdot Conc \cdot M_{TOTW}$$

kjer je

u razmerje med gostoto sestavine izpušnega plina in gostoto razredčenega izpušnega plina, kot je navedeno v tabeli točke 1.3.4. tega dodatka k prilogi 3;

$Conc$ povprečne korigirane koncentracije ozadja med ciklom, od merjenja z integracijo (obvezno za NO_x in HC) ali v vreče (ppm) in

M_{TOTW} skupna masa razredčenih izpušnih plinov med ciklom, kot določa točka 2.2.1 tega dodatka k prilogi 3.

Ker je emisija NO_x odvisna od pogojev zunanjega zraka, se koncentracija NO_x korigira glede na vlažnost zunanjega zraka s pomočjo faktorja K_H v skladu s točko 2.2.2. tega dodatka k prilogi 3.

Koncentracije, izmerjene na suhi osnovi, se v skladu s točko 1.3.2. tega dodatka k prilogi 3 pretvorijo na vlažno osnovo.

2.2.3.1.1. Določitev korigiranih koncentracij ozadja

Neto koncentracije plinastih onesnaževal dobimo tako, da od izmerjenih koncentracij odštejemo povprečno koncentracijo onesnaževal iz ozadja v zraku za redčenje. Povprečne vrednosti koncentracij ozadja se lahko določi z metodo vzorčenja v vreče ali z zveznim merjenjem z integracijo. Uporabi se naslednja enačba:

$$Conc = Conc_e - Conc_d \cdot (1 - (1/DF))$$

Faktor redčenja se izračuna na naslednji način:

$$DF = 13,4 / (Conc_{eCO_2} + (Conc_{eCO} + Conc_{eHC}) \cdot 10^{-4})$$

2.2.3.2. Sistemi s kompenzacijo pretoka

Pri sistemih, ki nimajo izmenjevalnika toplote, se masa onesnaževal M_{GAS} določi z izračunom trenutnih masnih emisij in integracijo trenutnih vrednosti skozi ves cikel. Prav tako se korekcija ozadja uporabi neposredno na vrednost trenutne koncentracije. Uporabi se naslednja enačba:

$$M_{GAS} = \sum_{i=1}^n (M_{TOTW,i} \cdot Conc_{e,i} \cdot u) - (M_{TOTW} \cdot Conc_d \cdot (1 - 1/DF) \cdot u)$$

kjer je:

u razmerje med gostoto sestavine izpušnih plinov in gostoto razredčenih izpušnih plinov, kot je navedeno v tabeli točke 1.3.4. tega dodatka k prilogi 3;

$M_{TOTW,i}$ trenutna masa razredčenih izpušnih plinov (točka 2.2.1. tega dodatka k prilogi 3);

M_{TOTW} skupna masa razredčenih izpušnih plinov med ciklom (točka 2.2.1. tega dodatka k prilogi 3) in

DF faktor redčenja, kot določa točka 2.2.3.1.1. tega dodatka k prilogi 3.

Ker je emisija NO_x odvisna od pogojev zunanega zraka, se koncentracija NO_x korigira glede na vlažnost zunanega zraka s pomočjo faktorja K_H v skladu s točko 2.2.2. tega dodatka k prilogi 3.

2.2.4. Izračun specifičnih emisij

Za vsako posamezno sestavino se specifične emisije (g/kWh) izračunajo na naslednji način:

$$\frac{(1/10) \cdot M_{gas,cold} + (9/10) \cdot M_{gas,hot}}{(1/10) \cdot W_{act,cold} + (9/10) \cdot W_{act,hot}}$$

kjer je:

$M_{gas,cold}$ skupna masa plinastega onesnaževala med ciklom hladnega zagona;

$M_{gas,hot}$ skupna masa plinastega onesnaževala med ciklom vročega zagona;

$W_{act,cold}$ dejansko delo cikla med ciklom hladnega zagona, kakor je določeno v točki 4.6.2. priloge 3 in

$W_{act,hot}$ dejansko delo cikla med ciklom vročega zagona, kakor je določeno v točki 4.6.2. priloge 3.

2.2.5. Izračun emisije delcev

2.2.5.1. Izračun masnega pretoka

Mase delcev $M_{PT,cold}$ in $M_{PT,hot}$ se izračunajo na naslednji način:

$$M_{PT} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \cdot \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

kjer je:

$M_{PT} = M_{PT,cold}$ za cikel hladnega zagona;

$M_{PT} = M_{PT,hot}$ za cikel vročega zagona in

M_{TOTW} skupna masa razredčenih izpušnih plinov v celotnem ciklu, kakor je določena v točki 2.2.1. tega dodatka k prilogi 3.

Če se uporablja sistem dvojnega redčenja, je treba maso sekundarnega zraka za redčenje odšteti od skupne mase dvojno redčenih izpušnih plinov, vzorčenih skozi filtre za delce.

$$M_{SAM} = M_{TOT} - M_{SEC}$$

Če je raven delcev iz okolice zraka za redčenje določena v skladu s točko 4.5.4. priloge 3, se lahko masa delcev korigira z ozadjem. V tem primeru se masi delcev $M_{PT,cold}$ in $M_{PT,hot}$ izračunata:

$$M_{PT} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \cdot \left(1 - \frac{1}{DF} \right) \right) \right] \cdot \frac{M_{TOTW}}{1000}$$

kjer je:

$M_{PT} = M_{PT,cold}$ za cikel hladnega zagona;

$M_{PT} = M_{PT,hot}$ za cikel vročega zagona in

DF faktor redčenja, kakor je določen v točki 2.2.3.1.1. tega dodatka k prilogi 3

2.2.5.2. Korekcijski faktor vlažnosti za delce

Ker je emisija delcev iz dizelskih motorjev odvisna od stanja zunanjega zraka, je treba masni pretok delcev za vlažnost zunanjega zraka korigirati s faktorjem K_p :

$$K_p = \frac{1}{[1 + 0,0133 \cdot (H_a - 10,71)]}$$

kjer je:

$$H_a = \frac{6,22 \cdot R_a \cdot P_a}{P_B - P_a \cdot R_a \cdot 10^{-2}}$$

Opomba: H_a se lahko izpelje iz izmerjene relativne vlažnosti, kakor je opisano zgoraj, ali iz izmerjenega rosišča in izmerjenega tlaka vodne pare ali iz meritev s suhim/vlažnim termometrom, z uporabo splošno veljavnih enačb.

2.2.5.3. Izračun specifičnih emisij

Specifične emisije (g/kWh) se izračunajo na naslednji način:

$$\frac{(1/10) \cdot K_{p,cold} \cdot M_{PT,cold} + (9/10) \cdot K_{p,hot} \cdot M_{PT,hot}}{(1/10) \cdot W_{act,cold} + (9/10) \cdot K_{act,hot}}$$

kjer je:

$M_{PT,cold}$ masa delcev med ciklom hladnega zagona;

$M_{PT,hot}$ masa delcev med ciklom vročega zagona;

$K_{p,cold}$ korekcijski faktor za vlažnost pri delcih med ciklom hladnega zagona;

$K_{p,hot}$ korekcijski faktor za vlažnost pri delcih med ciklom vročega zagona;

$W_{act,cold}$ dejansko delo cikla med ciklom hladnega zagona, kakor je določeno v točki 4.6.2 priloge 3 in

$W_{act,hot}$ dejansko delo cikla med ciklom vročega zagona, kakor je določeno v točki 4.6.2 priloge 3.

⁽¹⁾ Stopnjo masnega pretoka delcev PT_{mass} je treba pomnožiti s K_p (glej točko 1.4.1. tega dodatka k prilogi 3).

PRILOGA 3

Dodatek 4

ČASOVNI POTEK DELOVANJA DINAMOMETRA ZA PRESKUS NRTC

Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)
1	0	0	49	101	62	98	75	29
2	0	0	50	102	51	99	72	23
3	0	0	51	102	50	100	74	22
4	0	0	52	102	46	101	75	24
5	0	0	53	102	41	102	73	30
6	0	0	54	102	31	103	74	24
7	0	0	55	89	2	104	77	6
8	0	0	56	82	0	105	76	12
9	0	0	57	47	1	106	74	39
10	0	0	58	23	1	107	72	30
11	0	0	59	1	3	108	75	22
12	0	0	60	1	8	109	78	64
13	0	0	61	1	3	110	102	34
14	0	0	62	1	5	111	103	28
15	0	0	63	1	6	112	103	28
16	0	0	64	1	4	113	103	19
17	0	0	65	1	4	114	103	32
18	0	0	66	0	6	115	104	25
19	0	0	67	1	4	116	103	38
20	0	0	68	9	21	117	103	39
21	0	0	69	25	56	118	103	34
22	0	0	70	64	26	119	102	44
23	0	0	71	60	31	120	103	38
24	1	3	72	63	20	121	102	43
25	1	3	73	62	24	122	103	34
26	1	3	74	64	8	123	102	41
27	1	3	75	58	44	124	103	44
28	1	3	76	65	10	125	103	37
29	1	3	77	65	12	126	103	27
30	1	6	78	68	23	127	104	13
31	1	6	79	69	30			
32	2	1	80	71	30			
33	4	13	81	74	15			
34	7	18	82	71	23			
35	9	21	83	73	20			
36	17	20	84	73	21			
37	33	42	85	73	19			
38	57	46	86	70	33			
39	44	33	87	70	34			
40	31	0	88	65	47			
41	22	27	89	66	47			
42	33	43	90	64	53			
43	80	49	91	65	45			
44	105	47	92	66	38			
45	98	70	93	67	49			
46	104	36	94	69	39			
47	104	65	95	69	39			
48	96	71	96	66	42			
			97	71	29			

Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)
128	104	30
129	104	19
130	103	28
131	104	40
132	104	32
133	101	63
134	102	54
135	102	52
136	102	51
137	103	40
138	104	34
139	102	36
140	104	44
141	103	44
142	104	33
143	102	27
144	103	26
145	79	53
146	51	37
147	24	23
148	13	33
149	19	55
150	45	30
151	34	7
152	14	4
153	8	16
154	15	6
155	39	47
156	39	4
157	35	26
158	27	38
159	43	40
160	14	23
161	10	10
162	15	33
163	35	72
164	60	39
165	55	31
166	47	30
167	16	7
168	0	6
169	0	8
170	0	8
171	0	2
172	2	17
173	10	28
174	28	31
175	33	30
176	36	0
177	19	10
178	1	18
179	0	16
180	1	3

Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)
181	1	4
182	1	5
183	1	6
184	1	5
185	1	3
186	1	4
187	1	4
188	1	6
189	8	18
190	20	51
191	49	19
192	41	13
193	31	16
194	28	21
195	21	17
196	31	21
197	21	8
198	0	14
199	0	12
200	3	8
201	3	22
202	12	20
203	14	20
204	16	17
205	20	18
206	27	34
207	32	33
208	41	31
209	43	31
210	37	33
211	26	18
212	18	29
213	14	51
214	13	11
215	12	9
216	15	33
217	20	25
218	25	17
219	31	29
220	36	66
221	66	40
222	50	13
223	16	24
224	26	50
225	64	23
226	81	20
227	83	11
228	79	23
229	76	31
230	68	24
231	59	33
232	59	3
233	25	7

Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)
234	21	10
235	20	19
236	4	10
237	5	7
238	4	5
239	4	6
240	4	6
241	4	5
242	7	5
243	16	28
244	28	25
245	52	53
246	50	8
247	26	40
248	48	29
249	54	39
250	60	42
251	48	18
252	54	51
253	88	90
254	103	84
255	103	85
256	102	84
257	58	66
258	64	97
259	56	80
260	51	67
261	52	96
262	63	62
263	71	6
264	33	16
265	47	45
266	43	56
267	42	27
268	42	64

Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)
269	75	74	322	15	15	375	11	6
270	68	96	323	12	9			
271	86	61	324	13	27	376	9	5
272	66	0	325	15	28	377	9	12
273	37	0	326	16	28	378	12	46
274	45	37	327	16	31			
275	68	96	328	15	20	379	15	30
276	80	97	329	17	0	380	26	28
277	92	96	330	20	34	381	13	9
278	90	97	331	21	25	382	16	21
279	82	96	332	20	0			
280	94	81	333	23	25	383	24	4
281	90	85	334	30	58			
282	96	65	335	63	96	384	36	43
283	70	96	336	83	60	385	65	85
284	55	95	337	61	0	386	78	66
285	70	96	338	26	0	387	63	39
286	79	96	339	29	44	388	32	34
287	81	71	340	68	97	389	46	55
288	71	60	341	80	97	390	47	42
289	92	65	342	88	97	391	42	39
290	82	63	343	99	88	392	27	0
291	61	47	344	102	86	393	14	5
292	52	37	345	100	82	394	14	14
293	24	0	346	74	79	395	24	54
294	20	7	347	57	79	396	60	90
295	39	48	348	76	97	397	53	66
296	39	54	349	84	97	398	70	48
297	63	58	350	86	97	399	77	93
298	53	31	351	81	98	400	79	67
299	51	24	352	83	83	401	46	65
300	48	40	353	65	96	402	69	98
301	39	0	354	93	72	403	80	97
302	35	18	355	63	60	404	74	97
303	36	16	356	72	49	405	75	98
304	29	17	357	56	27	406	56	61
305	28	21	358	29	0	407	42	0
306	31	15	359	18	13	408	36	32
307	31	10	360	25	11	409	34	43
308	43	19	361	28	24			
309	49	63	362	34	53			
310	78	61	363	65	83			
311	78	46	364	80	44			
312	66	65	365	77	46			
313	78	97	366	76	50			
314	84	63	367	45	52			
315	57	26	368	61	98			
316	36	22	369	61	69			
317	20	34	370	63	49			
318	19	8	371	32	0			
319	9	10	372	10	8			
320	5	5	373	17	7			
321	7	11	374	16	13			

Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)
410	68	83	463	53	48	516	85	73
411	102	48	464	40	48	517	85	72
412	62	0	465	51	75	518	85	73
413	41	39	466	75	72	519	83	73
414	71	86	467	89	67	520	79	73
415	91	52	468	93	60	521	78	73
416	89	55	469	89	73	522	81	73
417	89	56	470	86	73	523	82	72
418	88	58	471	81	73	524	94	56
419	78	69	472	78	73	525	66	48
420	98	39	473	78	73	526	35	71
421	64	61	474	76	73	527	51	44
422	90	34	475	79	73	528	60	23
423	88	38	476	82	73	529	64	10
424	97	62	477	86	73	530	63	14
425	100	53	478	88	72	531	70	37
426	81	58	479	92	71	532	76	45
427	74	51	480	97	54	533	78	18
428	76	57	481	73	43	534	76	51
429	76	72	482	36	64	535	75	33
430	85	72	483	63	31	536	81	17
431	84	60	484	78	1	537	76	45
432	83	72	485	69	27	538	76	30
433	83	72	486	67	28	539	80	14
434	86	72	487	72	9	540	71	18
435	89	72	488	71	9	541	71	14
436	86	72	489	78	36	542	71	11
437	87	72	490	81	56	543	65	2
438	88	72	491	75	53	544	31	26
439	88	71	492	60	45	545	24	72
440	87	72	493	50	37	546	64	70
441	85	71	494	66	41	547	77	62
442	88	72	495	51	61	548	80	68
443	88	72	496	68	47	549	83	53
444	84	72	497	29	42	550	83	50
445	83	73	498	24	73			
446	77	73	499	64	71			
447	74	73	500	90	71			
448	76	72	501	100	61			
449	46	77	502	94	73			
450	78	62	503	84	73			
451	79	35	504	79	73			
452	82	38	505	75	72			
453	81	41	506	78	73			
454	79	37	507	80	73			
455	78	35	508	81	73			
456	78	38	509	81	73			
457	78	46	510	83	73			
458	75	49	511	85	73			
459	73	50	512	84	73			
460	79	58	513	85	73			
461	79	71	514	86	73			
462	83	44	515	85	73			

Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)
551	83	50
552	85	43
553	86	45
554	89	35
555	82	61
556	87	50
557	85	55
558	89	49
559	87	70
560	91	39
561	72	3
562	43	25
563	30	60
564	40	45
565	37	32
566	37	32
567	43	70
568	70	54
569	77	47
570	79	66
571	85	53
572	83	57
573	86	52
574	85	51
575	70	39
576	50	5
577	38	36
578	30	71
579	75	53
580	84	40
581	85	42
582	86	49
583	86	57
584	89	68
585	99	61
586	77	29
587	81	72
588	89	69
589	49	56
590	79	70
591	104	59
592	103	54
593	102	56
594	102	56
595	103	61
596	102	64
597	103	60
598	93	72
599	86	73
600	76	73
601	59	49
602	46	22
603	40	65

Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)
604	72	31
605	72	27
606	67	44
607	68	37
608	67	42
609	68	50
610	77	43
611	58	4
612	22	37
613	57	69
614	68	38
615	73	2
616	40	14
617	42	38
618	64	69
619	64	74
620	67	73
621	65	73
622	68	73
623	65	49
624	81	0
625	37	25
626	24	69
627	68	71
628	70	71
629	76	70
630	71	72
631	73	69
632	76	70
633	77	72
634	77	72
635	77	72
636	77	70
637	76	71
638	76	71
639	77	71
640	77	71
641	78	70
642	77	70
643	77	71
644	79	72
645	78	70
646	80	70
647	82	71
648	84	71
649	83	71
650	83	73
651	81	70
652	80	71
653	78	71
654	76	70
655	76	70
656	76	71

Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)
657	79	71
658	78	71
659	81	70
660	83	72
661	84	71
662	86	71
663	87	71
664	92	72
665	91	72
666	90	71
667	90	71
668	91	71
669	90	70
670	90	72
671	91	71
672	90	71
673	90	71
674	92	72
675	93	69
676	90	70
677	93	72
678	91	70
679	89	71
680	91	71
681	90	71
682	90	71
683	92	71
684	91	71
685	93	71
686	93	68
687	98	68
688	98	67
689	100	69
690	99	68
691	100	71

Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)
692	99	68	745	103	49	798	52	6
693	100	69	746	102	45	799	51	5
694	102	72	747	103	42	800	51	6
695	101	69	748	103	46	801	51	6
696	100	69	749	103	38	802	52	5
697	102	71	750	102	48	803	52	5
698	102	71	751	103	35	804	57	44
699	102	69	752	102	48	805	98	90
700	102	71	753	103	49	806	105	94
701	102	68	754	102	48	807	105	100
702	100	69	755	102	46	808	105	98
703	102	70	756	103	47	809	105	95
704	102	68	757	102	49	810	105	96
705	102	70	758	102	42	811	105	92
706	102	72	759	102	52	812	104	97
707	102	68	760	102	57	813	100	85
708	102	69	761	102	55	814	94	74
709	100	68	762	102	61	815	87	62
710	102	71	763	102	61	816	81	50
711	101	64	764	102	58	817	81	46
712	102	69	765	103	58	818	80	39
713	102	69	766	102	59	819	80	32
714	101	69	767	102	54	820	81	28
715	102	64	768	102	63	821	80	26
716	102	69	769	102	61	822	80	23
717	102	68	770	103	55	823	80	23
718	102	70	771	102	60	824	80	20
719	102	69	772	102	72	825	81	19
720	102	70	773	103	56	826	80	18
721	102	70	774	102	55	827	81	17
722	102	62	775	102	67	828	80	20
723	104	38	776	103	56	829	81	24
724	104	15	777	84	42	830	81	21
725	102	24	778	48	7	831	80	26
726	102	45	779	48	6	832	80	24
727	102	47	780	48	6			
728	104	40	781	48	7			
729	101	52	782	48	6			
730	103	32	783	48	7			
731	102	50	784	67	21			
732	103	30	785	105	59			
733	103	44	786	105	96			
734	102	40	787	105	74			
735	103	43	788	105	66			
736	103	41	789	105	62			
737	102	46	790	105	66			
738	103	39	791	89	41			
739	102	41	792	52	5			
740	103	41	793	48	5			
741	102	38	794	48	7			
742	103	39	795	48	5			
743	102	46	796	48	6			
744	104	46	797	48	4			

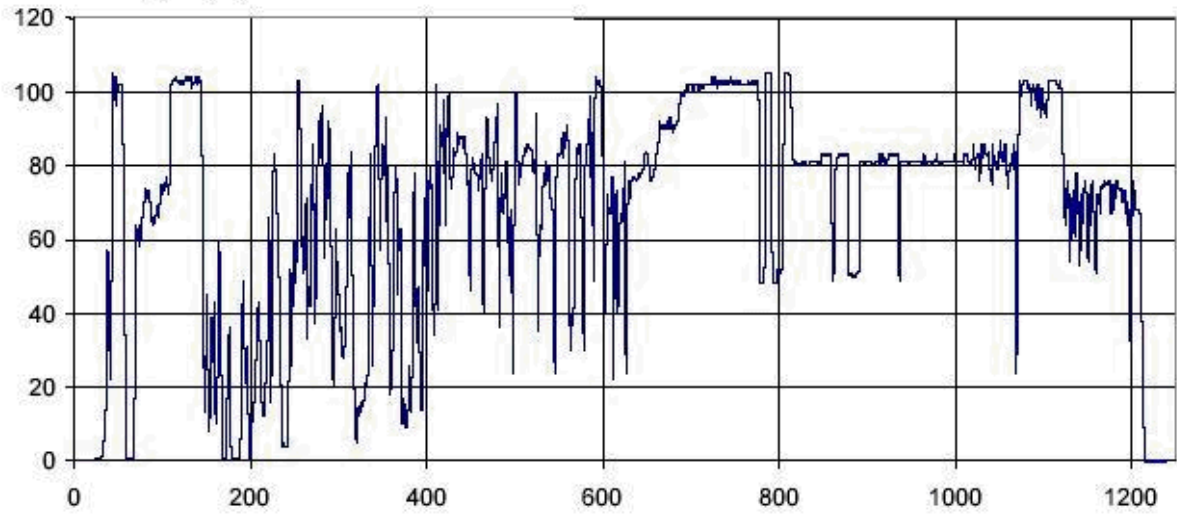
Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)
833	80	23	886	50	5	939	81	43
834	80	22	887	50	5			
835	81	21	888	51	5	940	81	42
836	81	24	889	51	5			
837	81	24	890	51	5	941	81	31
838	81	22	891	63	50	942	81	30
839	81	22	892	81	34			
840	81	21	893	81	25	943	81	35
841	81	31	894	81	29			
842	81	27	895	81	23	944	81	28
843	80	26	896	80	24			
844	80	26	897	81	24	945	81	27
845	81	25	898	81	28			
846	80	21	899	81	27	946	80	27
847	81	20	900	81	22			
848	83	21	901	81	19	947	81	31
849	83	15	902	81	17			
850	83	12	903	81	17	948	81	41
851	83	9	904	81	17			
852	83	8	905	81	15	949	81	41
853	83	7	906	80	15			
854	83	6	907	80	28	950	81	37
855	83	6	908	81	22			
856	83	6	909	81	24	951	81	43
857	83	6	910	81	19			
858	83	6	911	81	21	952	81	34
859	76	5	912	81	20			
860	49	8	913	83	26	953	81	31
861	51	7	914	80	63			
862	51	20	915	80	59	954	81	26
863	78	52	916	83	100			
864	80	38	917	81	73	955	81	23
865	81	33	918	83	53			
866	83	29	919	80	76	956	81	27
867	83	22	920	81	61			
868	83	16	921	80	50	960	81	33
869	83	12	922	81	37			
870	83	9	923	82	49	961	81	28
871	83	8	924	83	37			
872	83	7	925	83	25	962	80	34
873	83	6	926	83	17			
874	83	6	927	83	13	963	81	72
875	83	6	928	83	10			
876	83	6	929	83	8	964	81	49
877	83	6	930	83	7			
878	59	4	931	83	7	965	81	51
879	50	5	932	83	6			
880	51	5	933	83	6	966	80	55
881	51	5	934	83	6			
882	51	5	935	71	5	967	81	48
883	50	5	936	49	24			
884	50	5	937	69	64	968	81	36
885	50	5	938	81	50			
						969	81	39
						970	81	38
						971	80	41
						972	81	30

Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)
974	81	23	1 027	76	60	1 080	103	10
975	81	19	1 028	79	51	1 081	102	13
976	81	25	1 029	86	26	1 082	101	29
977	81	29	1 030	82	34	1 083	102	25
978	83	47	1 031	84	25	1 084	102	20
979	81	90	1 032	86	23	1 085	96	60
980	81	75	1 033	85	22	1 086	99	38
981	80	60	1 034	83	26	1 087	102	24
982	81	48	1 035	83	25	1 088	100	31
983	81	41	1 036	83	37	1 089	100	28
984	81	30	1 037	84	14	1 090	98	3
985	80	24	1 038	83	39	1 091	102	26
986	81	20	1 039	76	70	1 092	95	64
987	81	21	1 040	78	81	1 093	102	23
988	81	29	1 041	75	71	1 094	102	25
989	81	29	1 042	86	47	1 095	98	42
990	81	27	1 043	83	35	1 096	93	68
991	81	23	1 044	81	43	1 097	101	25
992	81	25	1 045	81	41	1 098	95	64
993	81	26	1 046	79	46	1 099	101	35
994	81	22	1 047	80	44	1 100	94	59
995	81	20	1 048	84	20	1 101	97	37
996	81	17	1 049	79	31	1 102	97	60
997	81	23	1 050	87	29	1 103	93	98
998	83	65	1 051	82	49	1 104	98	53
999	81	54	1 052	84	21	1 105	103	13
1 000	81	50	1 053	82	56	1 106	103	11
1 001	81	41	1 054	81	30	1 107	103	11
1 002	81	35	1 055	85	21	1 108	103	13
1 003	81	37	1 056	86	16	1 109	103	10
1 004	81	29	1 057	79	52	1 110	103	10
1 005	81	28	1 058	78	60	1 111	103	11
1 006	81	24	1 059	74	55	1 112	103	10
1 007	81	19	1 060	78	84	1 113	103	10
1 008	81	16	1 061	80	54	1 114	102	18
1 009	80	16	1 062	80	35	1 115	102	31
1 010	83	23	1 063	82	24	1 116	101	24
1 011	83	17	1 064	83	43	1 117	102	19
1 012	83	13	1 065	79	49	1 118	103	10
1 013	83	27	1 066	83	50	1 119	102	12
1 014	81	58	1 067	86	12	1 120	99	56
1 015	81	60	1 068	64	14	1 121	96	59
1 016	81	46	1 069	24	14	1 122	74	28
1 017	80	41	1 070	49	21	1 123	66	62
1 018	80	36	1 071	77	48			
1 019	81	26	1 072	103	11			
1 020	86	18	1 073	98	48			
1 021	82	35	1 074	101	34			
1 022	79	53	1 075	99	39			
1 023	82	30	1 076	103	11			
1 024	83	29	1 077	103	19			
1 025	83	32	1 078	103	7			
1 026	83	28	1 079	103	13			

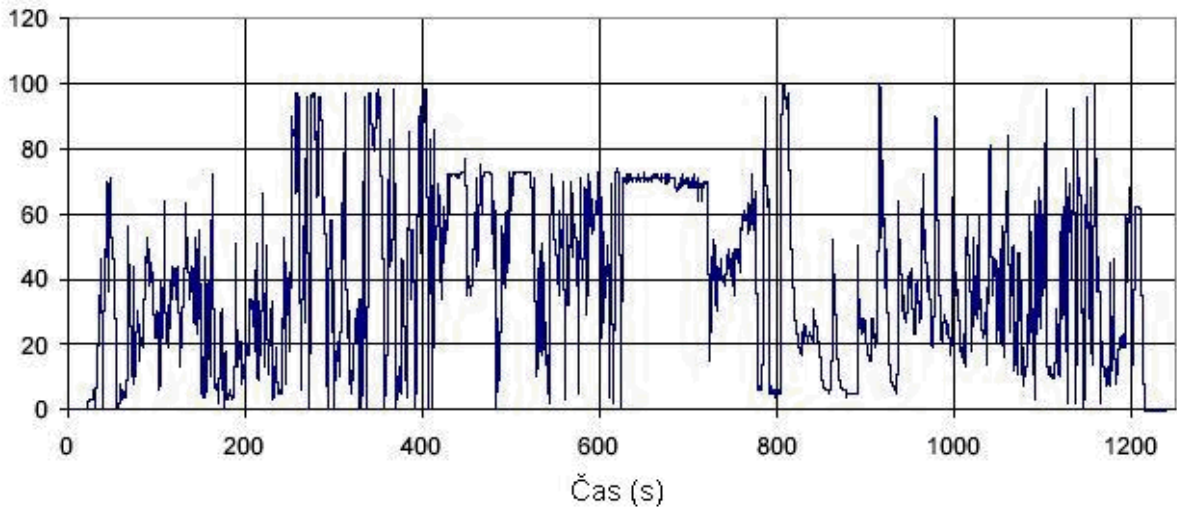
Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)	Time (s)	Norm. Speed (%)	Norm. Torque (%)
1 124	74	29	1 163	70	42	1 202	74	18
1 125	64	74	1 164	67	34	1 203	69	46
1 126	69	40	1 165	74	2	1 204	68	62
1 127	76	2	1 166	75	21	1 205	68	62
1 128	72	29	1 167	74	15	1 206	68	62
1 129	66	65	1 168	75	13	1 207	68	62
1 130	54	69	1 169	76	10	1 208	68	62
1 131	69	56	1 170	75	13	1 209	68	62
1 132	69	40	1 171	75	10	1 210	54	50
1 133	73	54	1 172	75	7	1 211	41	37
1 134	63	92	1 173	75	13	1 212	27	25
1 135	61	67	1 174	76	8	1 213	14	12
1 136	72	42	1 175	76	7	1 214	0	0
1 137	78	2	1 176	67	45	1 215	0	0
1 138	76	34	1 177	75	13	1 216	0	0
1 139	67	80	1 178	75	12	1 217	0	0
1 140	70	67	1 179	73	21	1 218	0	0
1 141	53	70	1 180	68	46	1 219	0	0
1 142	72	65	1 181	74	8	1 220	0	0
1 143	60	57	1 182	76	11	1 221	0	0
1 144	74	29	1 183	76	14	1 222	0	0
1 145	69	31	1 184	74	11	1 223	0	0
1 146	76	1	1 185	74	18	1 224	0	0
1 147	74	22	1 186	73	22	1 225	0	0
1 148	72	52	1 187	74	20	1 226	0	0
1 149	62	96	1 188	74	19	1 227	0	0
1 150	54	72	1 189	70	22	1 228	0	0
1 151	72	28	1 190	71	23	1 229	0	0
1 152	72	35	1 191	73	19	1 230	0	0
1 153	64	68	1 192	73	19	1 231	0	0
1 154	74	27	1 193	72	20	1 232	0	0
1 155	76	14	1 194	64	60	1 233	0	0
1 156	69	38	1 195	70	39	1 234	0	0
1 157	66	59	1 196	66	56	1 235	0	0
1 158	64	99	1 197	68	64	1 236	0	0
1 159	51	86	1 198	30	68	1 237	0	0
1 160	70	53	1 199	70	38	1 238	0	0
1 161	72	36	1 200	66	47			
1 162	71	47	1 201	76	14			

Grafični prikaz časovnega poteka delovanja dinamometra za preskus NRTC je prikazan na naslednji sliki:

Število vrtljajev (%)



Moment (%)



PRILOGA 3

Dodatek 5

ČASOVNE ZAHTEVE

1. ČAS TRAJANJA EMISIJ IN FAKTORJI REDČENJA

Ta dodatek velja samo za motorje na kompresijski vžig III.A in III.B in IV. stopnje zmanjšanja emisij.

Proizvajalci določijo vrednost faktorja redčenja DF za vsako s predpisi urejeno onesnaževalo za vse družine motorjev III.A in III.B stopnje zmanjšanja emisij. Ti faktorji poslabšanja se uporabljajo za tipsko odobritev in preskušanje med proizvodnjo.

1.1. Preskus za določitev DF

Proizvajalec opravi preskus trajnosti, da zbere zadostno število delovnih ur motorja skladno z razporedom preskusov na podlagi dobre inženirske prakse tako, da predstavlja delovanje motorja med obratovanjem karakteristično redčenje emisij. Obdobje preskusa trajnosti mora biti običajno enakovredno najmanj eni četrtini časa trajanja emisij (EDP).

Opravljen delovne ure motorja se lahko pridobi z delovanjem motorja na dinamometru ali iz dejanskega delovanja stroja. Lahko se uporabijo pospešeni preskusi trajnosti, pri čemer se program preskusa izvaja z višjim faktorjem obremenitve, kot je običajno na terenu. Faktor pospeševanja, ki število ur preskušanja trajnosti motorja povezuje z enakim številom ur trajanja emisij, določi proizvajalec motorja na podlagi dobre inženirske prakse.

Med izvajanjem preskusov trajnosti se ne sme servisirati ali nadomestiti nobene občutljive komponente, ki ni del obsega redne servisne dejavnosti, ki jo priporoča proizvajalec.

Preskusni motor, podsistemi ali komponente, ki se uporabijo za določitev faktorjev redčenja emisij izpušnih plinov za družino motorjev ali za družino motorjev s tehnološko enakovrednim sistemom za uravnavanje emisij, izbere proizvajalec motorja na podlagi dobre inženirske prakse. Merilo za izbiro je, da mora preskusni motor predstavljati lastnosti redčenja emisij za to družino motorjev, ki bo za pridobitev tipske odobritve uporabil tako dobljene vrednosti faktorjev redčenja. Motorji z različnimi premeri valjev in različno gibno prostornino, različno konfiguracijo, različnimi sistemi za krmiljenje pretoka zraka in različnimi sistemi za gorivo se lahko štejejo za enakovredne glede lastnosti redčenja emisij, če za tako trditev obstaja razumna tehnična podlaga.

Vrednosti faktorjev redčenja DF drugega proizvajalca se lahko uporabijo, če obstaja tehten razlog za upoštevanje tehnološke enakovrednosti glede poslabšanja emisij, in če obstajajo dokazi, da so bili preskusi opravljeni skladno z določenimi zahtevami.

Preskušanje emisij se opravi skladno s postopki iz te direktive za preskusni motor po začetnem utekanju, vendar pred opravljanjem dejanskih delovnih ur, ter ob zaključku časa trajnosti. Preskušanje emisij se lahko opravi tudi v intervalih med trajanjem preskusa opravljenih delovnih ur in se uporabi pri določanju trenda redčenja.

Preskušanje trajnosti motorja ali preskušanje emisij, opravljeno zaradi določitve slabšanja se ne smejo opraviti v prisotnosti pristojnega upravnega organa.

1.1.1. Določitev vrednosti faktorjev redčenja DF iz preskusov trajnosti

Aditivni faktor redčenja je vrednost, ki se dobi, če se vrednost emisij, ki je določena na koncu časa trajanja emisij EDP, zmanjša za vrednost emisij, določene na začetku časa emisij EDP.

Množilni faktor redčenja se dobi, če se vrednost emisij, določeno na koncu časa trajanja emisij, deli z vrednostjo emisij, zabeleženo na začetku časa trajanja emisij.

Vrednosti faktorjev redčenja se določijo za vsako onesnaževalo, zajeto v zakonodaji. Pri določanju vrednosti faktorja redčenja v zvezi z $NO_x + HC$, se aditivni faktor redčenja določi na podlagi vsote onesnaževal, ne glede na to, da negativno redčenje za eno onesnaževalo ne sproži nujno tudi redčenja drugega onesnaževala. Za množilni faktor redčenja $NO_x + HC$ se določijo ločeni faktorji redčenja za HC in za NO_x in se ločeno uporabijo pri izračunavanju stopenj emisij iz rezultata preskusa emisij, preden se rezultančne vrednosti redčenja NO_x in HC kombinirajo in uporabijo pri ugotavljanju skladnosti z vzorcem.

Kadar se preskus ne opravi za celoten čas trajanja emisij, se vrednosti emisij na koncu časa trajanja emisij določijo z ekstrapolacijo trenda redčenja emisij za preskusno obdobje na celoten čas trajanja emisij.

Če so se rezultati preskušanja emisij redno beležili med opravljanjem preskusov trajnosti delovanja, se za določitev stopnje emisij na koncu časa trajanja emisij uporabijo standardne tehnike za statistično obdelavo podatkov, ki temeljijo na dobri praksi. Za določitev končnih emisij se lahko uporabi statistični pristop.

Če so izračunani rezultati za množilni faktor redčenja manjši od 1,0 ali manjši od 0 za aditivni faktor redčenja, se za faktor redčenja upošteva vrednost 1,0 oziroma 0.

Proizvajalec lahko s soglasjem pristojnega upravnega organa uporabi vrednosti faktorjev poslabšanja iz rezultatov preskusov trajnosti, ki so bili opravljeni zaradi pridobitve ustreznih potrdil za motorje na kompresijski vžig za težka gospodarska vozila. To se dovoli, če obstaja tehnološka enakovrednost med preskusnimi motorji za cestna vozila in družinami motorjev za necestne premične stroje glede uporabe vrednosti faktorjev redčenja za tipsko pridobitev. Vrednosti faktorjev redčenja, dobljene iz rezultatov preskusov trajanja emisij za motorje cestnih vozil, je treba izračunati na podlagi vrednosti časa trajanja emisij iz točke 2 tega dodatka k prilogi 3.

Če družina motorjev uporablja znano tehnologijo, se lahko uporabi analiza na podlagi dobre inženirske prakse namesto preskusov za določitev faktorja poslabšanja za to družino motorjev, če to odobri pristojni upravni organ.

1.2. Podatki o faktorjih redčenj in vloge za tipsko odobritev

Aditivni faktorji redčenja se navedejo za vsako onesnaževalo v prošnji za podelitev tipske odobritve za družino motorjev na kompresijski vžig, ki ne uporabljajo naprav za naknadno obdelavo izpušnih plinov.

Množilni faktorji redčenja se navedejo za vsako onesnaževalo v prošnji za podelitev tipske odobritve za družino motorjev na kompresijski vžig, ki uporabljajo naprave za naknadno obdelavo izpušnih plinov.

Proizvajalec pristojnemu upravnemu organu na zahtevo posreduje podatke, ki potrjujejo vrednosti faktorjev redčenja. Ti podatki običajno zajemajo rezultate preskusov emisij, časovni potek preskusa, postopke vzdrževanja ter če je potrebno, podatke, ki podpirajo inženirsko presojo tehnološke enakovrednosti.

2. ČASI TRAJANJA EMISIJ ZA MOTORJE III.A, III.B in IV. STOPNJE ZMANJŠANJA EMISIJ

2.1. Časi trajanja emisij

Proizvajalci uporabijo čase trajanja emisij (EDP) iz naslednje tabele

Razpon moči, kategorija	Čas trajanja emisij (ura)
< 37 kW, motorji s stalno vrtilno frekvenco	3.000
< 37 kW, motorji, ki niso motorji s stalno vrtilno frekvenco	5.000
> 37 kW	8.000
motorji za pogon plovil za plovbo po celinskih vodnih poteh	10.000
motorji za železniške pogonske vozove	10.000