

Príloha č. 4
k nariadeniu vlády č. 584/2004 Z. z.**TESTOVACIE POSTUPY PRE ZÁŽIHOVÉ MOTORY****1. ÚVOD**

- 1.1 Táto príloha ustanovuje spôsob určenia emisií plyných škodlivín z testovaných motorov.
- 1.2 Test sa musí vykonať s motorom namontovaným na skúšobnej stolici a pripojeným k dynamometru.

2. PODMIENKY TESTU

2.1 Podmienky testu motora

Meria sa absolútna teplota (T_a) vzduchu nasávaného do motora vyjadrená v kelvinoch a atmosférický tlak suchého vzduchu (p_s) vyjadrený v kPa. Parameter f_a sa určí takto:

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

2.1.1 Platnosť testu

Na uznanie platnosti testu musí parameter f_a spĺňať

$$0,93 \leq f_a \leq 1,07$$

2.1.2 Motory s chladením plniaceho vzduchu

Musí sa zaznamenať teplota chladiaceho média a teplota plniaceho vzduchu.

2.2 Sací systém motora

Testovaný motor musí byť vybavený systémom nasávania vzduchu, ktorého odpor pri nasávaní vzduchu je v rámci 10 % horného limitu určeného výrobcom pre čistý vzduchový filter v prevádzkových podmienkach motora špecifikovaných výrobcom, pri ktorých nastáva maximálny prietok vzduchu príslušnej aplikácie motora.

Pre malé zážihové motory so zdvihovým objemom $< 1\,000\text{ cm}^3$ možno použiť systém reprezentujúci inštalovaný motor.

2.3 Výfukový systém motora

Testovaný motor musí byť vybavený výfukovým systémom, ktorého protitlak výfukových plynov je v rámci 10 % horného limitu určeného výrobcom v prevádzkových podmienkach motora, pri ktorých sa dosiahne maximálny udávaný výkon príslušnej aplikácie motora.

Pre malé zážihové motory so zdvihovým objemom $< 1\,000\text{ cm}^3$ možno použiť systém reprezentujúci inštalovaný motor.

2.4 Chladiaci systém

Použije sa chladiaci systém motora s dostatočným objemom na udržiavanie motora v normálnych prevádzkových teplotách predpísaných výrobcom. Toto ustanovenie sa vzťahuje na jednotky, ktoré musia byť odpojené, aby sa mohol merať výkon, napr. dýchadlo, pri ktorom musí byť chladiaci ventilátor odmontovaný, aby sa dosiahol prístup ku kľukovému hriadeľu.

2.5 Mazací olej

Použije sa mazací olej, ktorý spĺňa špecifikácie výrobcu motora pre určitý motor a predpokladané použitie. Výrobcovia musia používať mazadlá reprezentujúce komerčne dostupné motorové mazacie oleje.

Špecifikácie mazacieho oleja použitého na test sa musia zaznamenať v bode 1.2 časti 2 prílohy č. 7 pre zážihové motory a predložia sa s výsledkami testu.

2.6 Nastaviteľné karburátory

Motory s obmedzene nastaviteľnými karburátormi sa testujú v oboch extrémnych nastaveniach.

2.7 Testovacie palivo

Použije sa referenčné palivo špecifikované v prílohe č. 5.

Oktánové číslo a hustota referenčného paliva použitého na test sa zaznamená v bode 1.1.1 časti 2 prílohy č. 7 pre zážihové motory.

Pri dvojdobých motoroch sa pomer zmesi paliva a oleja musí rovnať pomeru odporúčenému výrobcom. Podiel oleja v zmesi palivo/olej dodávanej do dvojdobých motorov a z toho vyplývajúca hustota paliva sa zaznamenajú v bode 1.1.3 časti 2 prílohy č. 7 pre zážihové motory.

2.8 Určenie nastavení dynamometra

Meranie emisií je založené na nekorigovanom brzdnom účinku. Pomocné zariadenia potrebné len na prevádzku strojového zariadenia, ktoré môžu byť namontované na motore, sa pri teste odstránia. Ak sa pomocné zariadenia neodstránili, určí sa výkon, ktorý absorbovali, aby sa vypočítali nastavenia dynamometra s výnimkou motorov, pri ktorých také zariadenia tvoria integrálnu časť motora (napr. chladiace ventilátory pri vzduchovo chladených motoroch).

Odpor pri prívode vzduchu a protitlaku výfukového potrubia sa pri motoroch, pri ktorých je to možné, nastaví tak, aby zodpovedal horným limitom výrobcu v súlade s bodmi 2.2 a 2.3. Hodnoty maximálneho krútiaceho momentu pri určených testovacích otáčkach sa musia určiť experimentálne, aby sa mohli vypočítať hodnoty krútiaceho momentu pre špecifikované testovacie fázy. Pri motoroch, ktoré nie sú určené na prevádzku nad určitý rozsah otáčok na krivke krútiaceho momentu pri plnom zaťažení, musí maximálny krútiaci moment pri skúšobných otáčkach udať výrobca. Nastavenie motora pre každú testovaciu fázu sa vypočíta takto:

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

S je nastavenie dynamometra [kW],

P_M je maximálny pozorovaný alebo udávaný výkon pri testovacích otáčkach v testovacích podmienkach (časť 2 prílohy č. 7) [kW],

P_{AE} je udávaný celkový výkon akéhokoľvek pomocného zariadenia inštalovaného s cieľom testu [kW], ktoré sa nevyžaduje podľa časti 3 prílohy č. 7,

L je podiel krútiaceho momentu špecifikovaného pre testovaciu fázu.

Ak je pomer

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0,03 ,$$

hodnotu P_{AE} môže overiť typovo schvaľujúci technický orgán.

3. PRIEBEH TESTU

3.1 Inštalovanie meracieho vybavenia

Prístroje a vzorkovacie sondy sa inštalujú podľa požiadaviek. Pri použití plnoprietokového riadiaceho systému na riadenie výfukových plynov sa musí k systému pripojiť výfuková trubica.

3.2 Spustenie systému riadenia a motora

Riadiaci systém a motor sa spúšťajú a zahrievajú dovtedy, kým sa všetky teploty a tlaky nestabilizujú pri plnom zaťažení a menovitých otáčkach (bod 3.5.2).

3.3 Nastavenie riadiaceho pomeru

Celkový riadiaci pomer nesmie byť menší než štyri.

Pri systémoch s regulovanou koncentráciou CO_2 alebo NO_x sa musí obsah riadiaceho vzduchu merať na začiatku a na konci každého testu. Namerané hodnoty východiskových koncentrácií CO_2 alebo NO_x riadiaceho vzduchu sa môžu pred testom a po teste líšiť maximálne o 100 $\mu g/g$, resp. 5 $\mu g/g$.

Pri použití systému analýzy riedených výfukových plynov sa príslušné východiskové koncentrácie určia odberom vzoriek riadiaceho vzduchu do odberového vaku v celom rozsahu priebehu testu.

Priebežná (bez vaku) východisková koncentrácia sa môže odobrať minimálne v troch bodoch, na začiatku, na konci a v bode blízko stredu cyklu a spriemerovať. Na žiadosť výrobcu možno merania východiskových hodnôt vynechať.

3.4 Kontrola analyzátorov

Emisné analyzátory musia byť nastavené na nulu a musí sa kalibrovať merací rozsah.

3.5 Testovací cyklus

3.5.1 Špecifikácia (c) pre strojové zariadenia podľa bodu 1 A, 3 prílohy č. 1.

Pri prevádzke dynamometra na testovanom motore sa musí dodržať nasledujúci testovací cyklus pre daný typ strojového zariadenia:

cyklus D¹⁾ pre motory s konštantnými otáčkami a premenlivým zaťažením, napr. elektrické agregáty;
 cyklus G1 pre ručne neprenosné motory pre aplikácie so strednými otáčkami;
 cyklus G2 pre ručne neprenosné motory pre aplikácie s menovitými otáčkami;
 cyklus G3 pre ručne prenosné motory.

3.5.1.1 Testovacie fázy a váhové faktory

Cyklus D											
Číslo testovacej fázy	1	2	3	4	5						
Otáčky motora	Menovité otáčky					Stredné otáčky					Nízke voľnobežné otáčky
Zaťaženie ⁽¹⁾ %	100	75	50	25	10						
Váhový faktor	0,05	0,25	0,3	0,3	0,1						

Cyklus G1											
Číslo testovacej fázy						1	2	3	4	5	6
Otáčky motora	Menovité otáčky					Stredné otáčky					Nízke voľnobežné otáčky
Zaťaženie ⁽¹⁾ %						100	75	50	25	10	0
Váhový faktor						0,09	0,2	0,29	0,3	0,07	0,05

Cyklus G2											
Číslo testovacej fázy	1	2	3	4	5					6	
Otáčky motora	Menovité otáčky					Stredné otáčky					Nízke voľnobežné otáčky
Zaťaženie ⁽¹⁾ %	100	75	50	25	10					0	
Váhový faktor	0,09	0,2	0,29	0,3	0,07					0,05	

Cyklus G3											
Číslo testovacej fázy	1									2	
Otáčky motora	Menovité otáčky					Stredné otáčky					Nízke voľnobežné otáčky
Zaťaženie ⁽¹⁾ %	100									0	
Váhový faktor	0,85 ^(*)									0,15 ^(*)	

⁽¹⁾ Hodnoty zaťaženia sú percentuálnymi hodnotami krútiaceho momentu zodpovedajúceho základnému menovitému výkonu definovanému ako disponibilný maximálny výkon počas postupu s meniacim sa výkonom, ktorý môže byť spustený na neobmedzený počet hodín za rok medzi určenými intervalmi údržby a v určených podmienkach okolia; údržba sa vykonáva podľa predpisu výrobcu. Na lepšiu ilustráciu definície základného výkonu pozri obrázok 2 normy.²⁾

^(*) Pre etapu I sa môže použiť 0,90 a 0,10 namiesto 0,85 a 0,15.

¹⁾ Totožné s cyklom D2 normy ISO 8168-4.

²⁾ STN ISO 8528-1: 1993.

3.5.1.2 Voľba vhodného testovacieho cyklu

Ak je hlavný účel používania modelu motora známy, môže sa testovací cyklus zvoliť podľa príkladov uvedených v bode 3.5.1.3. Ak je hlavný účel používania modelu motora neistý, zvolí sa vhodný testovací cyklus podľa špecifikácie motora.

3.5.1.3 Príklady

cyklus D

elektrické agregáty s premenlivým zaťažením vrátane elektrických agregátov na lodiach a vo vlakoch (nie na pohon), chladiace jednotky, zväracie agregáty, plynové kompresory;

cyklus G1

trávnikové kosačky s motorom vpredu alebo vzadu, golfové vozíky, zametače trávnikov, ručne vedené rotačné alebo valcové trávnikové kosačky, zariadenia na odpratávanie snehu, drviče odpadkov;

cyklus G2

prenosné generátory, čerpadlá, zväracie prístroje a vzduchové kompresory, zariadenia na úpravu trávnikov a záhradné zariadenia, ktoré pracujú pri menovitých otáčkach motora;

cyklus G3

dúchadlá, reťazové píly, nožnice na živé ploty, prenosné píly, motorové kultivátory, prístroje na striekanie, sacie zariadenia.

3.5.2 Kondicionovanie motora

Zahrievanie motora a systému musí byť pri maximálnych otáčkach a krútiacom momente, aby sa stabilizovali parametre motora podľa odporúčaní výrobcu.

Čas kondicionovania by mal zabrániť pôsobeniu usadením vo výfukovom systéme z predchádzajúceho testu. Medzi fázami testu sa vyžaduje aj čas stabilizácie z dôvodu minimalizácie vzájomného ovplyvňovania jednotlivých fáz.

3.5.3 Postup testu

Testovacie cykly G1, G2 alebo G3 sa vykonávajú vo vzostupnom poradí uvedených čísel fáz príslušného cyklu. Odber vzoriek v každej fáze musí byť aspoň 180 s. Hodnoty koncentrácie výfukových emisií sa musia merať a zaznamenávať za posledných 120 s príslušného času odberu vzoriek. Pre každý merací bod musí byť trvanie fázy dostatočné na dosiahnutie tepelnej stálosti motora pred začiatkom odberu vzoriek. Trvanie fázy sa zaznamená a oznámi takto:

- pri motoroch pri testovacej konfigurácii s reguláciou otáčok dynamometra sa musia určené otáčky počas každej fázy testovacieho cyklu po počiatočnej prechodnej dobe udržiavať v rozsahu ± 1 % menovitých otáčok alebo $\pm 3 \text{ min}^{-1}$ podľa toho, ktoré z nich sú vyššie, okrem nízkych voľnobežných otáčok, ktoré musia byť v toleranciách udávaných výrobcom. Špecifikovaný krútiaci moment sa musí udržiavať tak, aby priemer v celom priebehu merania bol v rozmedzí ± 2 % maximálneho krútiaceho momentu pri testovacích otáčkach;
- pri motoroch pri testovacej konfigurácii s reguláciou zaťaženia dynamometra sa musia počas každej fázy testovacieho cyklu po počiatočnej prechodnej dobe stanovené otáčky udržiavať v rozsahu ± 2 % menovitých otáčok alebo $\pm 3 \text{ min}^{-1}$ podľa toho, ktoré z nich sú vyššie, ale v každom prípade sa musia udržiavať v rozmedzí ± 5 %, okrem nízkych voľnobežných otáčok, ktoré musia byť v toleranciách udávaných výrobcom.

Počas každej fázy testovacieho cyklu, keď je predpísaný krútiaci moment 50 % alebo väčší než maximálny krútiaci moment pri testovacích otáčkach, musí sa priemer špecifikovaného krútiaceho momentu počas trvania zberu údajov udržiavať v rozmedzí ± 5 % predpísaného krútiaceho momentu. Počas fáz testovacieho cyklu, keď je predpísaný krútiaci moment menší než 50 % maximálneho krútiaceho momentu pri testovacích otáčkach, musí sa priemer špecifikovaného krútiaceho momentu počas trvania zberu údajov udržiavať v rozmedzí ± 10 % predpísaného krútiaceho momentu alebo $\pm 0,5 \text{ Nm}$ podľa toho, ktorá hodnota je väčšia.

3.5.4 Odozva analyzátora

Výstup analyzátorov sa zaznamenáva na páskový zapisovač alebo sa meria ekvivalentným systémom zberu údajov, pričom výfukový plyn preteká cez analyzátory aspoň počas posledných 180 s každej fázy. Ak sa pri meraní riedeného CO a CO₂ použije odber vzoriek do vaku (bod 1.4.4 časť 1), vzorka sa musí umiestniť do vaku počas posledných 180 s každej fázy a vo vaku umiestnená vzorka sa musí analyzovať a zaznamenávať.

3.5.5 *Podmienky motora*

Pri každej fáze sa po stabilizovaní motora musia merať otáčky a zaťaženie motora, teplota nasávaného vzduchu a prietok paliva. Musia sa zaznamenať akékoľvek doplňujúce údaje potrebné na výpočet (body 1.1 a 1.2 časti 3).

3.6 *Opätovná kontrola analyzátorov*

Po emisnom teste sa na opätovnú kontrolu použije nulovací plyn a rovnaký kalibrovací plyn. Test sa považuje za platný, ak je rozdiel výsledkov dvoch meraní menší než 2 %.

Časť 1

1. POSTUP MERANIA A ODBERU VZORIEK

Plynné komponenty emitované motorom predloženým na testovanie sa merajú metódami uvedenými v prílohe č. 6, ktoré opisujú odporúčané analytické systémy pre plynné emisie (bod 1.1).

1.1 Špecifikácia dynamometra

Na vykonanie testovacích cyklov uvedených v bode 3.5.1 prílohy č. 4 sa musí použiť motorový dynamometer s primeranými charakteristikami. Prístrojové vybavenie na meranie krútiaceho momentu a otáčok musí umožniť meranie výkonu hriadeľa v rámci daných limitov. Môžu byť potrebné ďalšie výpočty.

Správnosť meracieho zariadenia musí byť taká, aby sa neprekročili maximálne tolerancie hodnôt uvedených v bode 1.3.

1.2 Prietok paliva a celkový prietok zriedených plynov

Na meranie prietoku paliva, z ktorého sa vychádza pri výpočte emisií, sa používajú prístroje so správnosťou určenou v bode 1.3. Ak sa použije plnoprietokový riediaci systém, celkový prietok riedených výfukových plynov (G_{TOTW}) sa meria s PDP alebo CFV – bod 1.2.1.2 prílohy č. 6. Správnosť musí zodpovedať ustanoveniam bodu 2.2 časti 2 prílohy č. 3.

1.3 Správnosť

Kalibrácia všetkých meracích prístrojov musí nadväzovať na národné (medzinárodné) etalóny, ktoré musia spĺňať požiadavky uvedené v tabuľkách 2 a 3.

Tabuľka 2 – Povolené odchýlky meracích prístrojov pre parametre vzťahujúce sa na motor

Číslo	Položka	Povolená odchýlka
1	Otáčky motora	$\pm 2 \%$ odčítanej hodnoty alebo $\pm 1 \%$ maximálnej hodnoty motora podľa toho, ktorá hodnota je väčšia
2	Krútiaci moment	$\pm 2 \%$ odčítanej hodnoty alebo $\pm 1 \%$ maximálnej hodnoty motora podľa toho, ktorá hodnota je väčšia
3	Spotreba paliva ⁽¹⁾	$\pm 2 \%$ maximálnej hodnoty motora
4	Spotreba vzduchu ⁽¹⁾	$\pm 2 \%$ odčítanej hodnoty alebo $\pm 1 \%$ maximálnej hodnoty motora podľa toho, ktorá hodnota je väčšia

⁽¹⁾ Výpočty emisií výfukových plynov sú v niektorých prípadoch založené na rôznych metódach merania alebo výpočtu. Z dôvodu obmedzených celkových tolerancií pre výpočet výfukových emisií musia byť povolené hodnoty pri niektorých položkách, použité v príslušných rovniciach, menšie ako povolené tolerancie.³⁾

Tabuľka 3 – Povolené odchýlky meracích prístrojov pre iné dôležité parametre

Číslo	Položka	Povolená odchýlka
1	Teplota ≤ 600 K	$\pm 2 \%$ K absolútna
2	Teplota ≥ 600 K	$\pm 2 \%$ odčítanej hodnoty
3	Tlak výfukových plynov	$\pm 0,2$ kPa absolútny
4	Podtlaky v sacom potrubí	$\pm 0,05$ kPa absolútny
5	Atmosférický tlak	$\pm 0,1$ kPa absolútny
6	Iné tlaky	$\pm 0,1$ kPa absolútny
7	Relatívna vlhkosť	± 3 absolútna
8	Absolútna vlhkosť	$\pm 5 \%$ odčítanej hodnoty
9	Prietok riediaceho vzduchu	$\pm 2 \%$ odčítanej hodnoty
10	Prietok zriedených výfukových plynov	$\pm 2 \%$ odčítanej hodnoty

³⁾ STN ISO 3046-3.

1.4 Určenie plynných komponentov

1.4.1 Všeobecné špecifikácie analyzátora

Analyzátory musia mať merací rozsah vhodný pre správnosť požadovanú na meranie koncentrácií komponentov výfukových plynov. Analyzátory by mali byť používané tak, aby nameraná koncentrácia bola v rozsahu 15 % až 100 % plného rozsahu stupnice.

Ak je hodnota plného rozsahu stupnice 155 µg/g (alebo µg/g C) alebo menej alebo ak sú použité odčítacie systémy (počítače, zariadenia na zber dát) s dostatočnou správnosťou a rozlíšením menším než 15 % plného rozsahu, sú akceptovateľné aj koncentrácie menšie než 15 % plného rozsahu stupnice. V tomto prípade sa musí urobiť dodatočné kalibrovanie s cieľom zaistiť správnosť kalibračných kriviek.

Elektromagnetická kompatibilita (EMC) zariadenia musí byť na takej úrovni, aby sa minimalizovali dodatočné chyby.

1.4.1.1 Správnosť

Analyzátor sa nesmie odchyľovať od menovitého kalibračného bodu o viac ako ± 2 % odčítanej hodnoty v celom meracom rozsahu okrem nuly a $\pm 0,3$ % plného rozsahu stupnice pri nule. Správnosť sa určí podľa kalibračných požiadaviek uvedených v bode 1.3.

1.4.1.2 Opakovateľnosť

Opakovateľnosť, ktorá je 2,5-násobok smerodajnej odchýlky 10 opakovaných odoziev na daný kalibračný alebo rozsahový plyn, nesmie byť väčšia ako ± 1 % z koncentrácie plného rozsahu pre každý interval použitý nad 155 µg/g (alebo µg/g C) alebo ± 2 % z každého intervalu použitého pod 155 µg/g (alebo µg/g C).

1.4.1.3 Hluk

Medzišpičková odozva analyzátora na nulovacie a kalibračné plyny alebo plyny na nastavenie meracieho rozsahu, počas ktoréhokoľvek 10-sekundového časového intervalu nesmie prekročiť 2 % plného rozsahu stupnice vo všetkých použitých intervaloch.

1.4.1.4 Kolísanie nuly

Nulová odozva je stredná odozva vrátane šumu na nulovací plyn počas 30-sekundového časového intervalu. Kolísanie nuly počas jednej hodiny musí byť menšie ako 2% plného rozsahu stupnice v najnižšom použitom intervale.

1.4.1.5 Kolísanie meracieho rozsahu

Meracia kalibračná odozva je stredná odozva vrátane šumu na kalibračný plyn počas 30-sekundového časového intervalu. Kolísanie meracieho rozsahu počas jednej hodiny musí byť menšie ako 2 % plného rozsahu v najnižšom použitom intervale.

1.4.2 Sušenie plynu

Výfukové plyny sa môžu merať vlhké alebo suché. Zariadenie na sušenie plynu smie mať minimálny vplyv na koncentráciu meraných plynov. Chemické sušičky nie sú prijateľnou metódou na odstraňovanie vody zo vzorky.

1.4.3 Analyzátory

Body 1.4.3.1 až 1.4.3.5 uvádzajú zásady merania, ktoré sa majú použiť. Podrobný opis systémov merania je uvedený v prílohe č. 6.

Merané plyny sa musia analyzovať nasledujúcimi prístrojmi. Pri nelineárnych analyzátoroch je povolené použitie linearizačných obvodov.

1.4.3.1 Analýza oxidu uhoľnatého (CO)

Typ analyzátora oxidu uhoľnatého musí byť nedisperzný infračervený a absorpčný (NDIR).

1.4.3.2 Analýza oxidu uhličitého (CO₂)

Typ analyzátora oxidu uhličitého musí byť nedisperzný infračervený a absorpčný (NDIR).

1.4.3.3 Analýza kyslíka (O₂)

Analyzátorom kyslíka musí byť paramagnetický detektor (PMD), snímač oxidu zirkoničitého (ZRDO) alebo elektrochemický snímač (ECS).

Snímače oxidu zirkoničitého sa neodporúčajú, keď koncentrácie HC a CO sú vysoké, ako aj pri zážihových motoroch s chudobnou zmesou. Pri elektrochemických snímačoch sa musí kompenzovať krížová citlivosť na CO₂ a NO_x.

1.4.3.4 Analýza uhl'ovodíkov (HC)

Analyzátorom uhl'ovodíkov pri odbere vzoriek neriedeného plynu musí byť ohrievaný detektor s ionizáciou plameňom (HFID) s detektorom, ventilmi, potrubím vyhrievaným tak, aby sa udržiavala teplota plynu $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$).

Analyzátorom uhl'ovodíkov pri odbere vzoriek riedeného plynu musí byť buď ohrievaný detektor s ionizáciou plameňom (HFID), alebo detektor s ionizáciou plameňom (FID).

1.4.3.5 Analýza oxidov dusíka (NO_x)

Analyzátorom oxidov dusíka musí byť chemiluminiscenčný detektor (CLD) alebo ohrievaný chemiluminiscenčný detektor (HCLD) s konvertorom NO₂/NO, ak sa meria na suchej báze. Ak sa meria na mokrej báze, musí sa použiť HCLD s konvertorom udržiavaným nad 333 K (55 °C) za predpokladu, že je splnená kontrola krížovej citlivosti vodnej pary (príloha č. 3, dodatok 2, bod 1.9.2.2). Pri oboch CLD a HCLD sa odber vzoriek musí udržiavať pri teplote steny 328 K až 473 K (55 °C až 200 °C) po konvertor pri meraní na suchej báze a po analyzátor pri meraní na mokrej báze.

1.4.4 Odber vzoriek plynných emisií

Ak je zloženie výfukových plynov ovplyvnené akýmkoľvek systémom na dodatočnú úpravu výfukových plynov, vzorka výfukových plynov sa musí odobrať za týmto zariadením.

Sonda na odber vzoriek plynných emisií by sa mala nachádzať na vysokotlakovej strane výfukového tlmiča a tak ďaleko od výstupu systému výfukových plynov, ako je to možné. Na zabezpečenie úplného zmiešania výfukových plynov motora pred sondou sa môže vložiť zmiešavacia komora medzi výstup tlmiča a odberovú sondu. Vnútorňý objem zmiešavacej komory nesmie byť menší ako 10-násobok zdvihového objemu valcov testovaného motora, mal by mať približne rovnaké rozmery, pokiaľ ide o výšku, šírku a hĺbku, a podobať sa kocke. Veľkosť zmiešavacej komory by mala byť čo najmenšia a čo najbližšie k motoru. Výfukové potrubie vychádzajúce zo zmiešavacej komory tlmiča by malo byť aspoň 610 mm od umiestnenia sondy a malo by mať dostatočnú veľkosť, aby sa minimalizoval protitlak. Teplota vnútorného povrchu zmiešavacej komory sa musí udržiavať nad rosným bodom výfukových plynov a odporúča sa minimálna teplota 338 K (65 °C).

Všetky komponenty sa môžu voliteľne merať priamo v riediacom tuneli alebo pomocou odberu vzorky do vaku a následného merania koncentrácie v odberovom vaku.

Časť 2

1. KALIBROVANIE ANALYTICKÝCH PRÍSTROJOV

1.1 Úvod

Každý analyzátor sa kalibruje podľa potreby, aby spĺňal požiadavky tohto nariadenia ohľadom správnosti. Kalibračná metóda, ktorá sa musí použiť, je popísaná v tomto bode pre analyzátory, ktoré sú uvedené v bode 1.4.3 časti 1.

1.2 Kalibračné plyny

Musí sa rešpektovať trvanlivosť všetkých kalibračných plynov a zaznamenať dátum použiteľnosti kalibračných plynov určený výrobcom.

1.2.1 Čisté plyny

Požadovaná čistota kalibračných plynov je definovaná nižšie uvedenými kontaminačnými limitmi. Pre prevádzku musia byť k dispozícii nasledujúce plyny:

- čistený dusík (kontaminácia $\leq 1 \mu\text{g/g C}$, $\leq 1 \mu\text{g/g CO}$, $\leq 400 \mu\text{g/g CO}_2$, $\leq 0,1 \mu\text{g/g NO}$),
- čistený kyslík (čistota $> 99,5$ objemového % O_2),
- zmes vodík–hélium (40 ± 2 % vodík, zvyškové hélium); (kontaminácia $\leq 1 \mu\text{g/g C}$, $\leq 400 \mu\text{g/g CO}_2$),
- čistený syntetický vzduch (kontaminácia $\leq 1 \mu\text{g/g C}$, $\leq 1 \mu\text{g/g CO}$, $\leq 400 \mu\text{g/g CO}_2$, $\leq 0,1 \mu\text{g/g NO}$) (obsah kyslíka 18 – 21 objemového %).

1.2.2 Kalibračné plyny a plyny na nastavenie meracieho rozsahu

K dispozícii musí byť zmes plynov s chemickým zložením

- C_3H_8 a čistený syntetický vzduch,
- CO a čistený dusík,
- a čistený dusík (množstvo NO_2 obsiahnuté v tomto kalibračnom plyne nesmie presiahnuť 5 % obsahu NO),
- CO_2 a čistený dusík,
- CH_4 a čistený syntetický vzduch,
- C_2H_6 a čistený syntetický vzduch.

Iné kombinácie plynov sú povolené, ak tieto plyny vzájomne nereagujú.

Skutočná koncentrácia kalibračného plynu na nastavenie meracieho rozsahu musí byť v rámci ± 2 % menovitej hodnoty. Všetky koncentrácie kalibračného plynu musia byť dané na objemovej báze (objemové percento alebo objemové $\mu\text{g/g}$).

Plyny použité na kalibrovanie a určenie meracieho rozsahu sa môžu získať aj pomocou presného zmiešavacieho zariadenia (rozdeľovača plynov), riedením pomocou čisteného N_2 alebo čisteného syntetického vzduchu. Správnosť zmiešavacieho zariadenia musí byť taká, aby sa mohla koncentrácia zriedených kalibračných plynov určiť s toleranciou $\pm 1,5$ %. Táto správnosť znamená, že základné plyny použité na zmiešanie musia byť známe so správnosťou aspoň ± 1 % a vychádzať z národných alebo medzinárodných noriem pre plyny. Overenie sa vykoná pri 15 % až 50 % plného rozsahu stupnice pre každé kalibrovanie s pomocou zmiešavacieho zariadenia.

Voliteľne sa môže zmiešavacie zariadenie kontrolovať prístrojom, ktorého stupnica je lineárna, napr. pomocou CLD, ak sa použije plyn obsahujúci NO . Kalibrácia prístroja sa realizuje priamym pripojením kalibračného plynu s maximálnou koncentráciou (na kalibráciu rozsahu merania) k prístroju. Zmiešavacie zariadenie sa kontroluje pri používaných nastaveniach a menovité hodnoty stupnice prístroja sa porovnávajú s koncentraciami kalibračného plynu. Rozdiely medzi oboma hodnotami musia byť v rámci 5 % menovitých hodnôt stupnice prístroja.

1.2.3 Overenie krížovej citlivosti kyslíka

Skúšobné plyny na kontrolu citlivosti kyslíka musia obsahovať propán s $350 \mu\text{g/g} \pm 75 \mu\text{g/g C}$ uhl'ovodíka. Hodnota koncentrácie sa určí so zohľadnením tolerancií kalibračného plynu pomocou chromatografickej analýzy celkových uhl'ovodíkov spolu s nečistotami alebo pomocou dynamického zmiešavania. Dusík je dominantným rozpúšťadlom zvyšku kyslíka. Zmes potrebná na testovanie benzínových motorov je takáto:

O_2 koncentrácia krížovej citlivosti	zvyšok
10 (9 až 11)	dusík,
5 (4 až 6)	dusík,
0 (0 až 1)	dusík.

1.3 Prevádzkový postup pri analyzátoroch a systéme na odber vzoriek

Prevádzkový postup pri analyzátoroch sa musí riadiť spúšťacími a prevádzkovými pokynmi výrobcu prístroja. V nich musia byť začlenené minimálne požiadavky uvedené v bodoch 1.4 až 1.9. Pre laboratórne prístroje, ako je GC prístroj a vysokovýkonné kvapalné chromatografy (HPLC), platí len bod 1.5.4.

1.4 Test netesnosti

Test netesnosti systému sa vykoná nasledovne. Sonda musí byť odpojená od výfukového systému a koniec sa musí uzavrieť. Zapne sa čerpadlo analyzátora. Po počiatočnej stabilizačnej perióde by mali všetky prietokomery ukazovať nulu. Inak sa skontroluje potrubie na odber vzoriek a koriguje sa chyba.

Maximálna povolená netesnosť na podtlakovej strane je 0,5 % skutočného prietoku pre kontrolovanú časť systému. Na odhad skutočných prietokov sa môžu použiť prietoky analyzátora a obtoku.

Alternatívne sa môže systém odsať na tlak s minimálnym podtlakom 20 kPa (80 kPa absolútny). Po počiatočnom stabilizačnom časovom intervale nesmie zvýšenie tlaku δp (kPa/min) prekročiť

$$\delta p = p / V_{\text{syst}} \times 0,005 \times fr$$

V_{syst} je objem systému [l],
 fr je prietok systému [l/min].

Ďalšou metódou je zavedenie krokovej zmeny koncentrácie na začiatku potrubia na odber vzoriek prepnutím z nulovacieho na kalibračný plyn. Ak po primeranom čase odčítaný údaj ukazuje nižšiu koncentráciu v porovnaní so zavedenou koncentráciou, poukazuje to na problémy kalibrovania alebo netesnosti.

1.5 Kalibračný postup

1.5.1 Prístrojová zostava

Prístrojová zostava sa kalibruje a kalibračné krivky overia pomocou kalibračných plynov. Môžu sa použiť rovnaké prietoky plynov ako pri odbere vzoriek výfukových plynov.

1.5.2 Čas ohrievania

Čas ohrievania by mal byť v súlade s odporúčaniami výrobcu. Ak nie je špecifikovaný, na ohrievanie analyzátorov sa odporúčajú minimálne dve hodiny.

1.5.3 Analyzátor NDIR a HFID

Podľa potreby sa vyladí analyzátor NDIR a optimalizuje sa plameň spaľovania analyzátora HFID (bod 1.9.1).

1.5.4 GC a HPCL

Oba prístroje sa kalibrujú podľa správnej laboratórnej praxe a odporúčania výrobcu.

1.5.5 Zostrojenie kalibračnej krivky

1.5.5.1 Všeobecné pokyny

- každý normálne používaný prevádzkový rozsah sa musí kalibrovať,
- použitím čisteného syntetického vzduchu (alebo dusíka) sa analyzátory CO, CO₂, NO_x a HC nastavujú na nulu,
- príslušné kalibračné plyny sa zavedú do analyzátorov, zaznamenajú sa hodnoty a zostroja sa kalibračné krivky,
- pre všetky rozsahy prístrojov s výnimkou najnižšieho rozsahu sa kalibračné krivky zostroja z aspoň 10 kalibračných rovnomerne rozmiestnených bodov (okrem nuly); pre najnižší rozsah prístroja sa kalibračná krivka zostrojí pomocou aspoň 10 kalibračných bodov (okrem nuly) rozmiestnených tak, aby polovica kalibračných bodov ležala pod 15 % plného rozsahu stupnice analyzátora a zvyšok nad 15 % plného rozsahu stupnice; pre všetky rozsahy sa musí najvyššia menovitá koncentrácia rovnať alebo byť vyššia než 90 % plného rozsahu stupnice,
- kalibračná krivka sa vypočíta metódou najmenších štvorcov; môže sa použiť lineárna alebo nelineárna rovnica s najlepšou zhodou,
- kalibračné body sa nesmú líšiť od čiary najlepšej zhody najmenších štvorcov o viac ako ± 2 % odčítanej hodnoty alebo ± 3 % plného rozsahu stupnice podľa toho, ktorá hodnota je väčšia,
- nulové nastavenie sa opäť skontroluje a podľa potreby sa kalibračný postup opakuje.

1.5.5.2 Alternatívne metódy

Ak je možné preukázať, že alternatívna technológia (napr. počítač, elektronicky riadený prepínač rozsahu atď.) môže poskytnúť ekvivalentnú správnosť, môžu sa tieto alternatívy použiť.

1.6 Overenie kalibrovania

Každý normálne používaný prevádzkový rozsah sa musí pred každou analýzou overiť podľa nasledujúceho postupu.

Kalibrovanie sa overuje pomocou nulovacieho plynu a plynu na určenie meracieho rozsahu, ktorých menovitá hodnota je väčšia než 80 % plnej stupnice meracieho rozsahu.

Ak sa pri dvoch uvažovaných bodoch zistená hodnota nelíši o viac než ± 4 % plnej stupnice od uvedenej referenčnej hodnoty, nastavovacie parametre sa môžu modifikovať. V opačnom prípade sa musí overiť plyn na stanovenie meracieho rozsahu alebo sa musí podľa bodu 1.5.5.1 zostrojiť nová kalibračná krivka.

1.7 Kalibrovanie analyzátora indikátorového plynu pre meranie prietoku výfukových plynov

Analyzátor na meranie koncentrácie indikátorového plynu sa kalibruje s použitím kalibračného plynu.

Kalibrovacia krivka sa zostrojí pomocou aspoň 10 kalibračných bodov (okrem nuly) rozmiestnených tak, aby polovica kalibračných bodov ležala medzi 4 % a 20 % plného rozsahu stupnice analyzátora a zvyšok medzi 20 % a 100 % plného rozsahu stupnice. Kalibračná krivka sa vypočíta metódou najmenších štvorcov.

Kalibračná krivka sa nesmie líšiť o viac než ± 1 % plného rozsahu stupnice od menovitej hodnoty každého kalibračného bodu, v rozmedzí od 20 % do 100 % plného rozsahu stupnice. Nesmie sa tiež líšiť o viac než ± 2 % odčítanej hodnoty od menovitej hodnoty v rozmedzí od 4 % do 20 % plného rozsahu stupnice. Analyzátor sa nastaví na nulu a pred testom sa kalibruje s použitím nulovacieho a kalibračného plynu, ktorého menovitá hodnota je väčšia než 80 % plnej stupnice analyzátora.

1.8 Test účinnosti konvertora NO_x

Účinnosť konvertora použitého na zmenu NO₂ na NO sa testuje podľa ustanovení bodov 1.8.1 až 1.8.8 (obrázok 1 v časti 2 prílohy č. 3).

1.8.1 Usporiadanie testovacej zostavy

Účinnosť konvertorov sa môže testovať pomocou ozonizátora použitím testovacej zostavy znázornenej na obrázku 1 prílohy č. 3 a nižšie uvedeného postupu.

1.8.2 Kalibrovanie

CLD a HCLF sa musia kalibrovať v najpoužívanejšom prevádzkovom rozsahu podľa špecifikácií výrobcu pomocou nulovacieho a kalibračného plynu, ktorého obsah NO sa musí rovnať asi 80 % prevádzkového rozsahu a koncentrácia NO₂ plynnej zmesi musí byť menšia než 5 % koncentrácie NO. Analyzátor NO_x musí byť vo fáze NO, aby kalibračný plyn neprechádzal cez konvertor. Udaná koncentrácia sa musí zaznamenať.

1.8.3 Výpočet

Účinnosť konvertora NO_x sa vypočíta takto:

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

a je koncentrácia NO_x podľa bodu 1.8.6,

b je koncentrácia NO_x podľa bodu 1.8.7,

c je koncentrácia NO podľa bodu 1.8.4,

d je koncentrácia NO podľa bodu 1.8.5.

1.8.4 Pridanie kyslíka

Cez spojku tvaru T sa priebežne do prúdu plynu pridáva kyslík alebo nulovací vzduch, kým udávaná koncentrácia nie je asi o 20 % nižšia než udávaná kalibrovacia koncentrácia uvedená v bode 1.8.2. (Analyzátor je vo fáze NO).

Zaznamená sa udávaná koncentrácia (c) a ozonizátor ostáva počas procesu vypnutý.

1.8.5 Zapnutie ozonizátora

Následne sa zapne ozonizátor, aby vyrábala dostatok ozónu na zníženie koncentrácie NO na asi 20 % (minimálne 10 %) kalibrovacej koncentrácie uvedenej v bode 1.8.2. Zaznamená sa udávaná koncentrácia (d). (Analyzátor je vo fáze NO).

1.8.6 Fáza NO_x

Analyzátor NO sa potom prepne do fázy NO_x tak, aby zmes plynov (pozostávajúca z NO, NO₂, O₂ a N₂) prechádzala cez konvertor. Zaznamená sa udávaná koncentrácia (a). (Analyzátor je vo fáze NO_x).

1.8.7 Vypnutie ozonizátora

Ozonizátor je vypnutý. Zmes plynov uvedená v bode 1.8.6 prechádza cez konvertor do detektora a zaznamená sa udávaná koncentrácia (b). (Analyzátor je vo fáze NO_x).

1.8.8 Fáza NO

Po prepnutí na fázu NO s vypnutým ozonizátorom sa zastaví aj prúd kyslíka alebo syntetického vzduchu. Odčítaný údaj NO_x analyzátora sa nesmie odchyľovať o viac než ± 5 % od hodnoty nameranej podľa bodu 1.8.2. (Analyzátor je vo fáze NO).

1.8.9 Testovací interval

Účinnosť konvertora sa musí kontrolovať mesačne.

1.8.10 Požadovaná účinnosť

Účinnosť konvertora nesmie byť menšia než 90 %, ale odporúča sa vyššia účinnosť 95 %. Ak pri analyzátore v najbežnejšom rozsahu nemôže ozonizátor dosiahnuť zníženie z 80 % na 20 % podľa bodu 1.8.5, musí sa potom použiť najvyšší rozsah, ktorým sa dosiahne toto zníženie.

1.9 Nastavenie FID

1.9.1 Optimalizácia odozvy detektora

HFID musí byť nastavený tak, ako to určuje výrobca prístroja. Na optimalizáciu odozvy v najbežnejšom prevádzkovom rozsahu sa má použiť vo vzduchu kalibračný plyn z propánu.

S prietokom paliva a vzduchu nastaveným podľa odporúčania výrobcu sa musí do analyzátora zaviesť kalibračný plyn na nastavenie meracieho rozsahu 350 ± 75 $\mu\text{g/g C}$. Odozva v danom prietoku paliva sa určí z rozdielu medzi odozvou kalibračného plynu a odozvou nulovacieho plynu. Prietok paliva sa musí postupne nastaviť nad a pod špecifikáciu výrobcu. Pri týchto prietokoch paliva sa zaznamená kalibračná a nulová odozva. Graficky sa znázorní rozdiel medzi kalibračnou a nulovou odozvou a prietok paliva sa upraví podľa najhrubšej strany krivky. Toto je počiatočné nastavenie prietoku, ktoré sa môže ďalej optimalizovať v závislosti od výsledkov faktora odozvy uhl'ovodíkov a kontroly krížovej citlivosti kyslíka podľa bodov 1.9.2 a 1.9.3.

Ak krížová citlivosť kyslíka alebo faktor odozvy uhl'ovodíkov nespĺňajú nasledovné špecifikácie, prietok vzduchu sa postupne nastaví nad a pod špecifikácie výrobcu, body 1.9.2 a 1.9.3 sa opakujú pre každý prietok.

1.9.2 Faktory odozvy uhl'ovodíkov

Analyzátor sa kalibruje pomocou propánu vo vzduchu a čisteného syntetického vzduchu podľa bodu 1.5.

Faktory odozvy sa určujú pri uvedení analyzátora do prevádzky a po väčších intervaloch údržby. Faktor odozvy (R_f) pre príslušný druh uhl'ovodíka je pomer na FID odčítaného údaju C1 ku koncentrácii plynu vo valci, vyjadrený v $\mu\text{g/g C1}$.

Koncentrácia testovacieho plynu musí byť na takej úrovni, aby poskytovala odozvu približne 80 % plného rozsahu stupnice. Koncentrácia musí byť známa so správnosťou ± 2 % vo vzťahu ku gravimetrickej norme vyjadrenej v objeme. Plynový valec musí byť predkondicionovaný po dobu 24 hodín pri teplote 298 K (25 °C) ± 5 K.

Používané testovacie plyny a odporúčané rozsahy faktora odozvy sú

- metán a čistený syntetický vzduch $1,00 \leq R_f \leq 1,15$,
- propylén a čistený syntetický vzduch $0,90 \leq R_f \leq 1,1$,
- toluén a čistený syntetický vzduch $0,90 \leq R_f \leq 1,10$.

Tieto hodnoty sa vzťahujú na faktor odozvy (R_f) 1,00 pre propán a čistený syntetický vzduch.

1.9.3 *Kontrola krížovej citlivosti kyslíka*

Kontrola krížovej citlivosti kyslíka sa určí pri uvedení analyzátora do prevádzky a po väčších intervaloch údržby. Zvolí sa rozsah, v ktorom testovací plyn pre krížovú citlivosť kyslíka patrí do horných 50 %. Test sa vykoná s nastavenou požadovanou teplotou pece. Plyny pre krížovú citlivosť kyslíka sú špecifikované v bode 1.2.3. časti 2,

- analyzátor sa nastaví na nulu,
- analyzátor sa kalibruje s 0 % kyslíkovou zmesou pre nebenzínové motory,
- opäť sa skontroluje nulová odozva, a ak sa zmenila o viac ako 0,5 % plnej stupnice, opakujú sa kroky podľa bodov a) a b),
- zavedie sa kontrola krížovej citlivosti kyslíka v 5 % a 10 % zmesi,
- opäť sa skontroluje nulová odozva, a ak sa zmenila o viac ako ± 1 % plnej stupnice, test sa opakuje,
- krížová citlivosť kyslíka (% O₂) sa pre každú zmes v bode d) vypočíta

$$O_2I = \frac{(B - C)}{B} \times 100 \quad \text{ppmC} = \frac{A}{D}$$

A je koncentrácia uhl'ovodíkov ($\mu\text{g/g}$ C) kalibračného plynu použitého v b),

B je koncentrácia uhl'ovodíkov ($\mu\text{g/g}$ C) plynov použitých pri kontrole krížovej citlivosti kyslíka v d),

C je odozva analyzátora,

D je percento plného rozsahu stupnice odozvy analyzátora podľa A,

- percento krížovej citlivosti kyslíka (% O₂) musí byť menšie ako ± 3 % pre všetky predpísané plyny na kontrolu krížovej citlivosti kyslíka pred testom,
- ak je krížová citlivosť kyslíka väčšia ako ± 3 %, prietok vzduchu sa postupne nastaví nad a pod špecifikáciami výrobcu, pričom sa opakuje bod 1.9.1 pre každý prietok,
- ak je krížová citlivosť kyslíka väčšia ako ± 3 % po nastavení prietoku vzduchu, prietok paliva a prietok vzorky sa zmení, pričom sa opakuje bod 1.9.1 pre každé nové nastavenie,
- ak je krížová citlivosť kyslíka väčšia ako ± 3 %, analyzátor FID paliva alebo vzduch horáku sa pred testom opraví alebo vymení. Tento bod sa potom opakuje s opraveným alebo vymeneným zariadením alebo plyni.

1.10 *Krížová citlivosť pri analyzátoroch CO, CO₂, NO_x a O₂*

Plyny prítomné vo výfukových plynch, iné než analyzované plyny, môžu ovplyvňovať odčítané hodnoty niekoľkými spôsobmi. Pozitívna krížová citlivosť nastáva v prístrojoch NDIR a PMD, kde interferenčný plyn poskytuje rovnaký účinok ako meraný plyn, ale v menšej miere. Negatívna krížová citlivosť vzniká v prístrojoch NDIR interferenčným plynom rozširujúcim absorpčné pásmo meraného plynu a v prístrojoch CLD interferenčným plynom potlačujúcim žiarenie. Kontroly krížovej citlivosti v bodoch 1.10.1 a 1.10.2 sa musia vykonať pred počiatočným použitím analyzátora a po väčších intervaloch údržby, minimálne raz za rok.

1.10.1 *Kontrola krížovej citlivosti analyzátora CO*

Voda a CO₂ môžu ovplyvňovať výkon analyzátora CO, preto sa cez vodu musí prebublať pri izbovej teplote kalibračný plyn CO₂ s koncentráciou 80 % až 100 % plného rozsahu stupnice pri maximálnom prevádzkovom rozsahu použitom počas testovania a musí sa zaznamenať odozva analyzátora. Odozva analyzátora nesmie byť väčšia než 1 % plnej stupnice pri rozsahoch rovnajúcich sa alebo väčších než 300 $\mu\text{g/g}$ alebo väčšia než 3 $\mu\text{g/g}$ pri rozsahoch menších než 300 $\mu\text{g/g}$.

1.10.2 *Kontrola krížovej citlivosti analyzátora NO_x*

CO₂ a vodná para sa musia brať osobitne na zreteľ pri analyzátoroch CLD (a HCLD). Krížová citlivosť týchto plynov je úmerná ich koncentrácii, preto sa vyžadujú testovacie metódy na určenie krížovej citlivosti pri najvyšších očakávaných koncentráciách, ktoré sú zaregistrované počas testovania.

1.10.2.1 *Kontrola krížovej citlivosti CO₂*

Kalibračný plyn CO₂ s koncentráciou 80 % až 100 % plného rozsahu stupnice maximálneho prevádzkového rozsahu musí prejsť cez analyzátor NDIR a musí sa zaznamenať hodnota CO₂ ako A. Potom sa musí zriediť na približne 50 % kalibračným plynom NO a musí prejsť cez NDIR a (H)CLD, pričom hodnoty CO₂ a NO sa zaznamenajú ako B, resp. C. Prívod CO₂ sa uzavrie a cez (H)CLD prechádza len kalibračný plyn NO a hodnota NO sa zaznamená ako D.

Křížová citlivosť sa vypočíta

$$\% \text{ křížovej citlivosti CO}_2 = \left[1 - \left(\frac{C \times A}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

A je obsah nezriedeného CO₂ meraná NDIR v %,

B je obsah zriedeného CO₂ meraná NDIR v %,

C je obsah zriedeného NO meraná CLD v µg/g,

D je obsah nezriedeného NO meraná CLD v µg/g.

Môžu sa použiť alternatívne metódy riedenia a zisťovania hodnôt kalibračného plynu CO₂ a NO, ako aj dynamického riedenia.

1.10.2.2 Kontrola křížovej citlivosti vodnej pary

Táto kontrola sa vzťahuje iba na merania mokrej koncentrácie plynu. Výpočet křížovej citlivosti vodnej pary musí zohľadňovať koncentrácia zriedeného NO vodnou parou a nastavenie koncentrácie vodnej pary zmesi na koncentráciu očakávanú počas testovania.

Kalibračný plyn NO s koncentráciou 80 % až 100 % plného rozsahu stupnice normálneho prevádzkového rozsahu musí prejsť cez (H)CLD a zaznamená sa hodnota NO ako D. Plyn NO musí potom prebublať cez vodu pri teplote miestnosti, prejsť cez (H)CLD a musí sa zaznamenať hodnota NO ako C. Určí sa teplota vody a zaznamená sa ako F. Tlak nasýtených pár zmesi sa určí a zaznamená ako G, ktorý zodpovedá teplote vody prebublávača (F). Koncentrácia vodnej pary (v %) zmesi sa vypočíta

$$H = 100 \times \left(\frac{G}{P_B} \right)$$

a zaznamená sa ako H. Očakávaná koncentrácia riedeného kalibračného plynu NO (vo vodnej pare) sa vypočíta

$$D_e = D \times \left(1 - \frac{H}{100} \right)$$

a zaznamená sa ako D_e.

Křížová citlivosť vodnej pary nesmie byť väčšia než 3 % plného rozsahu stupnice a vypočíta sa

$$\% \text{ křížová citlivosť H}_2\text{O} = 100 \times \left(\frac{D_e - C}{D_e} \right) \times \left(\frac{H_m}{H} \right)$$

D_e je očakávaná zriedená koncentrácia NO (µg/g),

C je zriedená koncentrácia NO (µg/g),

H_m je maximálna koncentrácia vodnej pary (%),

H je skutočná koncentrácia vodnej pary (%).

Je dôležité, aby kalibračný plyn NO obsahoval minimálnu koncentráciu NO₂ pre túto kontrolu, pretože absorpcia NO₂ vo vode sa vo výpočtoch křížovej citlivosti nebrala do úvahy.

1.10.3 Kontrola křížovej citlivosti analyzátora O₂

Odozva analyzátora PMD na plyny iné než kyslík je slabšia. Ekvivalenty kyslíka bežných prvkov výfukových plynov sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 – ekvivalenty kyslíka

Plyn	Ekvivalenty kyslíka
Oxid uhličitý (CO ₂)	- 0,623
Oxid uhoľnatý (CO)	- 0,354
Oxid dusnatý (NO)	+ 44,4
Oxid dusičitý (NO ₂)	+ 28,7
Voda (H ₂ O)	- 0,381

Ak sa majú vykonať merania s vyššou správnosťou, nameraná koncentrácia kyslíka sa koriguje podľa vzorca

$$\text{Křížová citlivosť} = \frac{(\text{Ekvivalent \% O}_2 \times \text{nameraná koncentrácia})}{100}$$

1.11 Kalibračné intervaly

Analyzátory sa kalibrujú podľa bodu 1.5 aspoň každé tri mesiace alebo kedykoľvek po oprave alebo zmene systému, ktoré by mohli ovplyvniť kalibráciu.

Časť 3

1. VYHODNOTENIE ÚDAJOV A VÝPOČTY

1.1 Vyhodnotenie údajov o plynných emisiách

Na vyhodnotenie plynných emisií sa spriemeruje tabuľkové odčítanie posledných 120 sekúnd každej fázy a počas každej fázy sa určia z priemerných tabuľkových odčítaných údajov a zodpovedajúcich kalibračných údajov priemerné koncentrácie (conc) HC, CO, NO_x a CO₂. Iný druh zaznamenávania sa môže použiť vtedy, ak zabezpečuje ekvivalentný zber údajov.

Priemerné východiskové koncentrácie (conc_d) sa môžu určiť z odčítaných údajov riediaceho vzduchu vo vaku alebo z priebežného (mimovakového) základného odčítavania a zodpovedajúcich kalibračných údajov.

1.2 Výpočet plynných emisií

Záverčné oznámené výsledky testu sa zistia takto:

1.2.1 Suchá/mokrú korekcia

Nameraná koncentrácia sa prepočíta na mokrá bázu podľa nasledovných vzorcov, ak už nie je nameraná na mokrej báze

$$\text{conc}(\text{mokrú}) = k_w \times \text{conc}(\text{suchá}).$$

Pre neriedené výfukové plyny

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\% \text{CO}[\text{suchý}] + \% \text{CO}_2[\text{suchý}] - 0,01 \times \% \text{H}_2[\text{suchý}] + k_{w2})}$$

α je pomer vodík/uhlík v palive.

Koncentrácia H₂ vo výfukových plynch sa vypočíta

$$\text{H}_2[\text{suchý}] = \frac{0,5 \times \alpha \times \% \text{CO}[\text{suchý}] \times (\% \text{CO}[\text{suchý}] + \% \text{CO}_2[\text{suchý}])}{\% \text{CO}[\text{suchý}] + 3 \times \% \text{CO}_2[\text{suchý}]}$$

Faktor k_{w2} sa vypočíta

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

H_a je absolútna vlhkosť nasávaného vzduchu v g vody na kg suchého vzduchu.

Pre riedené výfukové plyny
na meranie vlhkého CO₂

$$k_w = k_{w,e,1} = \left(1 - \frac{\alpha \times \% \text{CO}_2[\text{mokrá}]}{200} \right) - k_{w1}$$

na meranie suchého CO₂

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \% \text{CO}_2[\text{suchý}]}{200}} \right)$$

α je pomer vodíka a uhlíka v palive.

Faktor k_{w1} sa vypočíta takto:

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

H_d je absolútna vlhkosť riediaceho vzduchu v g vody na kg suchého vzduchu,

H_a je absolútna vlhkosť nasávaného vzduchu v g vody na kg suchého vzduchu.

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

Pre riediaci vzduch

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

Faktor k_{w1} sa vypočíta takto:

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

H_d je absolútna vlhkosť riadiaceho vzduchu v g vody na kg suchého vzduchu,

H_a je absolútna vlhkosť nasávaného vzduchu v g vody na kg suchého vzduchu.

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

Pre nasávaný vzduch (ak je iný než riadiaci vzduch)

$$k_{w,a} = 1 - k_{w2}$$

Faktor k_{w2} sa vypočíta takto:

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

H_a je absolútna vlhkosť nasávaného vzduchu v g vody na kg suchého vzduchu.

1.2.2 Korekcia vlhkosti na NO_x

Emisie NO_x závisia na podmienkach okolitého vzduchu, preto sa koncentrácia NO_x musí, berúc do úvahy vlhkosť, vynásobiť faktorom K_H

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \quad (\text{pre štvordobé motory})$$

$$K_H = 1 \quad (\text{pre dvojdobé motory}).$$

H_a je absolútna vlhkosť nasávaného vzduchu v g vody na kg suchého vzduchu.

1.2.3 Výpočet hmotnostných prietokov emisií

Hmotnostné prietoky emisií Gas_{mass} sa pre každú fázu vypočítajú takto:

a) pre neriedené výfukové plyny

$$\text{Gas}_{\text{mass}} = \frac{\text{MW}_{\text{Gas}}}{\text{MW}_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{CO}_2[\text{mokry}] - \% \text{CO}_2[\text{AIR}]) + \% \text{CO}[\text{mokry}] + \% \text{HC}[\text{mokry}]\}} \times \% \text{conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 100$$

G_{FUEL} [$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$] je hmotnostný prietok paliva;

MW_{Gas} [kg/kmol] je molekulová hmotnosť plynu podľa tabuľky 1

Tabuľka 1 – Molekulové hmotnosti⁴⁾

Plyn	MW_{Gas} [kg/kmol]
NO_x	46,01
CO	28,01
HC	$\text{MW}_{\text{HC}} = \text{MW}_{\text{FUEL}}$
CO_2	44,01

$\text{MW}_{\text{FUEL}} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 + \beta \times 15,9994$ [kg/kmol] je molekulová hmotnosť paliva s pomerom vodíka k uhlíku α a pomerom kyslíka k uhlíku β paliva⁵⁾;

$\text{CO}_2[\text{AIR}]$ je koncentrácia CO_2 v nasávanom vzduchu (predpokladá sa, že sa rovná 0,04 %, ak nie je nameraná).

b) pre riedené výfukové plyny⁶⁾

$$\text{Gas}_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}},$$

⁴⁾ V prípade NO_x sa koncentrácia musí vynásobiť korekčným faktorom vlhkosti K_H (korekčný faktor vlhkosti pre NO_x).

⁵⁾ V STN ISO 8178-1 je úplný vzorec molekulovej hmotnosti paliva. Vzorec zohľadňuje nielen pomer vodíka k uhlíku a pomer kyslíka k uhlíku, ale aj ostatné možné komponenty paliva (síru a dusík). Pretože sú zážihové motory testované s benzínom (určeným ako referenčné palivo v prílohe č. 5 obsahujúcom zvyčajne len uhlík a vodík, uvažuje sa so zjednodušeným vzorcom.

⁶⁾ V prípade NO_x sa koncentrácia musí vynásobiť korekčným faktorom vlhkosti K_H (korekčný faktor vlhkosti pre NO_x).

G_{TOTW} [$\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$] je hmotnostný prietok riedených výfukových plynov na mokrej báze, ktorý sa pri použití systému riedenia plného prietoku určí podľa prílohy č. 3 časti 1 bodu 1.2.4,
 conc_c je východisková korigovaná koncentrácia

$$\text{conc}_c = \text{conc} \times \text{conc}_d \times (1 - 1/DF)$$

s

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

Koeficient u je uvedený v tabuľke 2.

Tabuľka 2 – Hodnoty koeficientu u

Plyn	u	conc
NO_x	0,001587	$\mu\text{g/g}$
CO	0,000966	$\mu\text{g/g}$
HC	0,000479	$\mu\text{g/g}$
CO_2	15,19	%

Hodnoty koeficientu u sú založené na molekulovej hmotnosti riedených výfukových plynov rovnajúcej sa 29 [kg/mol]; hodnota HC vychádza z priemerného pomeru uhlíka k vodíku 1 : 1,85.

1.2.4 Výpočet špecifických emisií

Špecifické emisie (g/kWh) sa vypočítajú pre všetky jednotlivé komponenty takto:

$$\text{Jednotlivý plyn} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i)}{\sum_{i=1}^n (\text{P}_i \times \text{WF}_i)}$$

$$\text{P}_i = \text{P}_{\text{M},i} + \text{P}_{\text{AE},i}$$

Keď je na účely testu inštalované pomocné zariadenie, ako je chladiaci ventilátor alebo dúchadlo, absorbovaný výkon sa pripočíta k výsledkom s výnimkou motorov, pri ktorých také zariadenie tvorí integrálnu časť motora. Výkon chladiaceho ventilátora alebo dúchadla sa určí pri otáčkach použitých pre testy výpočtom zo štandardných charakteristík alebo praktickými testmi (časť 3 prílohy č. 7). Váhové faktory a počet fáz (n) použitých vo vyššie uvedenom výpočte sú uvedené v bode 3.5.1.1 prílohy č. 4.

2. PRÍKLADY

2.1 Údaje týkajúce sa neriedených výfukových plynov zo štvordobého zážihového motora.

S odkazom na experimentálne údaje (tabuľka 3) sa výpočty prvýkrát vykonajú pre fázu 1 a rozšíria sa na všetky ostatné fázy, pričom sa použije rovnaký postup.

Tabuľka 3 – Experimentálne údaje štvordobého zážihového motora

Fáza		1	2	3	4	5	6
Otáčky motora	min^{-1}	2550	2550	2550	2550	2550	1480
Výkon	kW	9,96	7,5	4,88	2,36	0,94	0
Čiastkové zaťaženie	%	100	75	50	25	10	0
Váhové faktory	–	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Barometrický tlak	kPa	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1	101,1
Teplota vzduchu	$^{\circ}\text{C}$	20,5	21,3	22,4	22,4	20,7	21,7
Relatívna vlhkosť vzduchu	%	38,0	38,0	38,0	37,0	37,0	38,0
Absolútna vlhkosť vzduchu	$\text{g}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kg}_{\text{air}}$	5,696	5,986	6,406	6,236	5,614	6,136
CO suchý	$\mu\text{g/g}$	60995	40725	34646	41976	68207	37439
NO_x mokrý	$\mu\text{g/g}$	726	1541	1328	377	127	85
HC mokrý	$\mu\text{g/g C1}$	1461	1308	1401	2073	3024	9390
CO_2 suchý	% obj.	11,4098	12,691	13,058	12,566	10,822	9,516
Hmotnostný prietok paliva	$\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$	2,985	2,047	1,654	1,183	1,056	0,429
Pomer H/C α	–	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Pomer O/C β		0	0	0	0	0	0

2.1.1 Korekčný faktor k_w prevodu zo suchej na mokrú bázu

Korekčný faktor k_w prevodu zo suchej na mokrú bázu sa vypočíta na prevod meraní suchého CO a CO₂ na mokrej báze

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\% \text{ CO [suchý]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [suchý]}) - 0,01 \times \% \text{ H}_2 \text{ [suchý]} + k_{w2}}$$

$$\text{H}_2 \text{ [suchý]} = \frac{0,5 \times \alpha \times \% \text{ CO [suchý]} \times (\% \text{ CO [suchý]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [suchý]})}{\% \text{ CO [suchý]} + (3 \times \% \text{ CO}_2 \text{ [suchý]})}$$

a

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$\text{H}_2 \text{ [suchý]} = \frac{0,5 \times 1,85 \times 6,0995 \times (6,0995 + 11,4098)}{6,0995 + (3 \times 11,4098)} = 2,450\%$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times 5,696}{1000 + (1,608 \times 5,696)} = 0,009$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (6,0995 + 11,4098) - 0,01 \times 2,450 + 0,009} = 0,872$$

$$\text{CO [mokrý]} = \text{CO [suchý]} \times k_w = 60995 \times 0,872 = 53198 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2 \text{ [mokrý]} = \text{CO}_2 \text{ [suchý]} \times k_w = 11,410 \times 0,872 = 9,951\% \text{ obj.}$$

Tabuľka 4 – Mokré hodnoty CO a CO₂ v rôznych testovacích fázach

Fáza		1	2	3	4	5	6
H ₂ suchý	%	2,450	1,499	1,242	1,554	2,834	1,422
k _{w2}	–	0,009	0,010	0,010	0,010	0,009	0,010
k _w	–	0,872	0,870	0,869	0,870	0,874	0,894
CO mokrý	µg/g	53198	35424	30111	36518	59631	33481
CO ₂ mokrý	%	9,951	11,039	11,348	10,932	9,461	8,510

2.1.2 Emisie HC

$$\text{HC}_{\text{mass}} = \frac{\text{MW}_{\text{HC}}}{\text{MW}_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\% \text{ CO}_2 \text{ [mokrý]} - \% \text{ CO}_{2\text{AIR}}) + \% \text{ CO [mokrý]} + \% \text{ HC [mokrý]}\}} \times \% \text{ conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1000$$

$$\text{MW}_{\text{HC}} = \text{MW}_{\text{FUEL}}$$

$$\text{MW}_{\text{FUEL}} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 = 13,876$$

$$\text{HC}_{\text{mass}} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,1461 \times 2,985 \times 1000 = 28,361 \text{ g/h}$$

Tabuľka 5 – Emisie HC [g.h⁻¹] v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578

2.1.3 Emisie NO_x

Najprv sa vypočíta korekčný faktor vlhkosti K_H emisií NO_x

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2$$

$$K_H = 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times 5,696 - 0,862 \times 10^{-3} \times (5,696)^2 = 0,850$$

Tabuľka 6 – Korekčný faktor vlhkosti K_H emisií NO_x v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2	3	4	5	6
K_H	0,850	0,860	0,874	0,868	0,847	0,865

Potom sa vypočíta NO_{xmass} [$g \cdot h^{-1}$]

$$NO_{xmass} = \frac{MW_{NO_x}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2 [\text{mokrý}] - \%CO_{2AIR}) + \%CO [\text{mokrý}] + \%HC [\text{mokrý}]\}} \times \% \text{conc} \times K_H \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$NO_{xmass} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,073 \times 0,85 \times 2,985 \times 1000 = 39,717 \text{ g/h.}$$

Tabuľka 7 – Emisie NO_x [$g \cdot h^{-1}$] v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2	3	4	5	6
NO_{xmass}	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820

2.1.4 *Emisie CO*

$$CO_{mass} = \frac{MW_{CO}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2 [\text{mokrý}] - \%CO_{2AIR}) + \%CO [\text{mokrý}] + \%HC [\text{mokrý}]\}} \times \% \text{conc} \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{mass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,951 \times 2,985 \times 1000 = 6126,806 \text{ g/h.}$$

Tabuľka 8 – Emisie CO [$g \cdot h^{-1}$] v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2	3	4	5	6
CO_{mass}	2084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285

2.1.5 *Emisie CO_2*

$$CO_{2mass} = \frac{MW_{CO_2}}{MW_{FUEL}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2 [\text{mokrý}] - \%CO_{2AIR}) + \%CO [\text{mokrý}] + \%HC [\text{mokrý}]\}} \times \% \text{conc} \times G_{FUEL} \times 1000$$

$$CO_{2mass} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(9,951 - 0,04 + 5,3198 + 0,1461)} \times 0,951 \times 2,985 \times 1000 = 6126,806 \text{ g/h.}$$

Tabuľka 9 – Emisie CO_2 [$g \cdot h^{-1}$] v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2	3	4	5	6
CO_{2mass}	6126,806	4884,739	4117,202	2780,662	2020,061	907,648

2.1.6 *Špecifické emisie*

Špecifické emisie (g/kWh) sa vypočítajú pre všetky jednotlivé komponenty

$$\text{Jednotlivý plyn} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{mass_i} \times WF_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times WF_i)}$$

Tabuľka 10 – Emisie [$g \cdot h^{-1}$] a váhové faktory v rôznych testovacích fázach

Fáza		1	2	3	4	5	6
HC_{mass}	$g \cdot h^{-1}$	28,361	18,248	16,026	16,625	20,357	31,578
NO_{xmass}	$g \cdot h^{-1}$	39,717	61,291	44,013	8,703	2,401	0,820
CO_{mass}	$g \cdot h^{-1}$	2084,588	997,638	695,278	591,183	810,334	227,285
CO_{2mass}	$g \cdot h^{-1}$	6126,806	4884,739	4117,202	2780,662	2020,061	907,648
Výkon P_I	kW	9,96	7,50	4,88	2,36	0,94	0
Váhové faktory WF_I	–	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$HC = \frac{28,361 \times 0,090 + 18,248 \times 0,200 + 16,026 \times 0,290 + 16,625 \times 0,300 + 20,357 \times 0,070 + 31,578 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,11 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{39,717 \times 0,090 + 61,291 \times 0,200 + 44,013 \times 0,290 + 8,703 \times 0,300 + 2,401 \times 0,070 + 0,820 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 6,85 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{2084,59 \times 0,090 + 997,64 \times 0,200 + 695,28 \times 0,290 + 591,18 \times 0,300 + 810,33 \times 0,070 + 227,92 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 181,93 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{6126,81 \times 0,090 + 4884,74 \times 0,200 + 4117,20 \times 0,290 + 2780,66 \times 0,300 + 2020,06 \times 0,070 + 907,65 \times 0,050}{9,96 \times 0,090 + 7,50 \times 0,200 + 4,88 \times 0,290 + 2,36 \times 0,300 + 0,940 \times 0,070 + 0 \times 0,050} =$$

$$= 816,36 \text{ g/kWh.}$$

- 2.2 Údaje týkajúce sa neriedených výfukových plynov zo zážihového dvojdobého motora
S odkazom na experimentálne údaje (tabuľka 11) sa výpočty prvýkrát vykonajú pre fázu 1 a potom sa rozšíria na všetky ostatné fázy, pričom sa použije rovnaký postup.

Tabuľka 11 – Experimentálne údaje dvojdobého zážihového motora

Fáza		1	2
Otáčky motora	min ⁻¹	9500	2800
Výkon	kW	2,31	0
Čiastkové zaťaženie	%	100	0
Váhové faktory	–	0,9	0,1
Barometrický tlak	kPa	100,3	100,3
Teplota vzduchu	°C	25,4	25
Relatívna vlhkosť vzduchu	%	38,0	38,0
Absolútna vlhkosť vzduchu	g _{H2O} /kg _{air}	7,742	7,558
CO suchý	µg/g	37086	16150
NO _x mokrý	µg/g	183	15
HC mokrý	µg/g C1	14220	13179
CO ₂ suchý	% obj.	11,986	11,446
Hmotnostný prietok paliva	kg.h ⁻¹	1,195	0,089
Pomer H/C α	–	1,85	1,85
Pomer O/C β		0	0

- 2.2.1 *Korekčný faktor k_w prevodu zo suchej na mokrú bázu*

Korekčný faktor k_w prevodu zo suchej na mokrú bázu sa vypočíta na prevod meraní suchého CO a CO₂ na mokrej báze

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + \alpha \times 0,005 \times (\% \text{ CO [suchý]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [suchý]}) - 0,01 \times \% \text{ H}_2 \text{ [suchý]} + k_{w2}}$$

kde:

$$H_2 \text{ [suchý]} = \frac{0,5 \times \alpha \times \% \text{ CO [suchý]} \times (\% \text{ CO [suchý]} + \% \text{ CO}_2 \text{ [suchý]})}{\% \text{ CO [suchý]} + (3 \times \% \text{ CO}_2 \text{ [suchý]})}$$

$$H_2 \text{ [suchý]} = \frac{0,5 \times 1,85 \times 3,7086 \times (3,7086 + 11,986)}{3,7086 + (3 \times 11,986)} = 1,357\%$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times 7,742}{1000 + (1,608 \times 7,742)} = 0,012$$

$$k_w = k_{w,r} = \frac{1}{1 + 1,85 \times 0,005 \times (3,7086 + 11,986) - 0,01 \times 1,357 + 0,012} = 0,874$$

$$CO \text{ [mokrý]} = CO \text{ [suchý]} \times k_w = 37086 \times 0,874 = 32420 \text{ ppm}$$

$$CO_2 \text{ [mokrý]} = CO_2 \text{ [suchý]} \times k_w = 11,986 \times 0,874 = 10,478\% \text{ obj.}$$

Tabuľka 12 – Mokrú hodnoty CO a CO₂ v rôznych testovacích fázach

Fáza		1	2
H ₂ suchý	%	1,357	0,543
k _{w2}	–	0,012	0,012
k _w	–	0,874	0,887
CO mokrý	µg/g	32420	14325
CO ₂ mokrý	%	10,478	10,153

2.2.2 *Emisie HC*

$$HC_{\text{mass}} = \frac{MW_{\text{HC}}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2 [\text{mokrý}] - \%CO_{2\text{AIR}}) + \%CO [\text{mokrý}] + \%HC [\text{mokrý}]\}} \times \% \text{conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1000$$

$$MW_{\text{HC}} = MW_{\text{FUEL}}$$

$$MW_{\text{FUEL}} = 12,011 + \alpha \times 1,00794 = 13,876$$

$$HC_{\text{mass}} = \frac{13,876}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 0,1422)} \times 1,422 \times 1,195 \times 1000 = 112,520 \text{ g/h.}$$

Tabuľka 13 – Emisie HC [g.h⁻¹] v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2
HC _{mass}	112,520	9,119

2.2.3 *Emisie NO_x*

Korekčný faktor vlhkosti K_H emisií NO_x sa pri dvojdobých motoroch rovná 1

$$NO_{x\text{mass}} = \frac{MW_{\text{NO}_x}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2 [\text{mokrý}] - \%CO_{2\text{AIR}}) + \%CO [\text{mokrý}] + \%HC [\text{mokrý}]\}} \times \% \text{conc} \times K_H \times G_{\text{FUEL}} \times 1000$$

$$NO_{x\text{mass}} = \frac{46,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 5,2420 + 0,1422)} \times 0,0183 \times 1 \times 1,195 \times 1000 = 4,800 \text{ g/h.}$$

Tabuľka 14 – Emisie NO_x [g.h⁻¹] v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2
NO _{xmass}	4,800	0,034

2.2.4 *Emisie CO*

$$CO_{\text{mass}} = \frac{MW_{\text{CO}}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2 [\text{mokrý}] - \%CO_{2\text{AIR}}) + \%CO [\text{mokrý}] + \%HC [\text{mokrý}]\}} \times \% \text{conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1000$$

$$CO_{\text{mass}} = \frac{28,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 3,2420 \times 1,195 \times 1000 = 517,851 \text{ g/h.}$$

Tabuľka 15 – Emisie CO [g.h⁻¹] v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2
CO	517,851	20,007

2.2.5 *Emisie CO₂*

$$CO_{2\text{mass}} = \frac{MW_{\text{CO}_2}}{MW_{\text{FUEL}}} \times \frac{1}{\{(\%CO_2 [\text{mokrý}] - \%CO_{2\text{AIR}}) + \%CO [\text{mokrý}] + \%HC [\text{mokrý}]\}} \times \% \text{conc} \times G_{\text{FUEL}} \times 1000$$

$$CO_{2\text{mass}} = \frac{44,01}{13,876} \times \frac{1}{(10,478 - 0,04 + 3,2420 + 1,422)} \times 10,478 \times 1,195 \times 1000 = 2629,658 \text{ g/h.}$$

Tabuľka 16 – Emisie CO₂ [g.h⁻¹] v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2
CO _{2mass}	2629,658	222,799

2.2.6 *Špecifické emisie*

Špecifické emisie (g./kWh) sa vypočítajú pre všetky jednotlivé komponenty

$$\text{Jednotlivý plyn} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times \text{WF}_i)} .$$

Tabuľka 17 – Emisie [g.h⁻¹] a váhové faktory v rôznych testovacích fázach

Fáza		1	2
HC _{mass}	g.h ⁻¹	112,520	9,119
NO _{xmass}	g.h ⁻¹	4,800	0,034
CO _{mass}	g.h ⁻¹	517,851	20,007
CO _{2mass}	g.h ⁻¹	2629,658	222,799
Výkon P _{II}	kW	2,31	0
Váhové faktory WF _I	–	0,85	0,15

$$\text{HC} = \frac{112,52 \times 0,85 + 9,119 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 49,4 \text{ g/kWh}$$

$$\text{NO}_x = \frac{4,800 \times 0,85 + 0,034 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 2,08 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO} = \frac{517,851 \times 0,85 + 20,007 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 225,71 \text{ g/kWh}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{2629,658 \times 0,85 + 222,799 \times 0,15}{2,31 \times 0,85 + 0 \times 0,15} = 1155,4 \text{ g/kWh} .$$

2.3 Údaje, týkajúce sa riedených výfukových plynov zo štvordobého zážihového motora.

S odkazom na experimentálne údaje (tabuľka 18) sa výpočty prvýkrát vykonajú pre fázu 1 a potom sa rozšíria na všetky ostatné fázy, pričom sa použije rovnaký postup.

Tabuľka 18 – Experimentálne údaje štvordobého zážihového motora

Fáza		1	2	3	4	5	6
Otáčky motora	min ⁻¹	3060	3060	3060	3060	3060	2100
Výkon	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Čiastkové zaťaženie	%	100	75	50	25	10	0
Váhové faktory	–	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050
Barometrický tlak	kPa	980	980	980	980	980	980
Teplota nasávaného vzduchu ⁽¹⁾	°C	25,3	25,1	24,5	23,7	23,5	22,6
Relatívna vlhkosť nasávaného vzduchu ⁽¹⁾	%	19,8	19,8	20,6	21,5	21,9	23,2
Absolútna vlhkosť nasávaného vzduchu ⁽¹⁾	g _{H2O} /kg _{air}	4,08	4,03	4,05	4,03	4,05	4,06
CO suchý	μg/g	3681	3465	2541	2365	3086	1817
NO _x mokrý	μg/g	85,4	49,2	24,3	5,8	2,9	1,2
HC mokrý	μg/g C1	91	92	77	78	119	186
CO ₂ suchý	% obj.	1,038	0,814	0,649	0,457	0,330	0,208
CO suchý (výhodiskový)	μg/g	3	3	3	2	2	3
NO _x mokrý (výhodiskový)	μg/g	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
HC mokrý (výhodiskový)	μg/g C1	6	6	5	6	6	4
CO ₂ suchý (výhodiskový)	% obj.	0,042	0,041	0,041	0,040	0,040	0,040
Hmotnostný prietok zriedených výfukových plynov G _{TOTW}	kg.h ⁻¹	625,722	627,171	623,549	630,792	627,895	561,267
Pomer H/C α	–	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Pomer O/C β		0	0	0	0	0	0

⁽¹⁾ Podmienky pre riediaci vzduch zodpovedajú podmienkam pre nasávaný vzduch.

2.3.1 Korekčný faktor k_w prevodu zo suchej na mokrú bázu

Korekčný faktor k_w prevodu zo suchej na mokrú bázu sa vypočíta na prevod meraní suchého CO a CO₂ na mokrej báze

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - k_{w1})}{1 + \frac{\alpha \times \% \text{CO}_2 [\text{suchý}]}{200}} \right)$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$DF = \frac{13,4}{\% \text{conc}_{\text{CO}_2} + (\text{ppm conc}_{\text{CO}} + \text{ppm conc}_{\text{HC}}) \times 10^{-4}}$$

$$DF = \frac{13,4}{1,038 + (3681 + 91) \times 10^{-4}} = 9,465$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]}{1000 + 1,608 \times [4,08 \times (1 - 1/9,465) + 4,08 \times (1/9,465)]} = 0,007$$

$$k_w = k_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - 0,007)}{1 + \frac{1,85 \times 1,038}{200}} \right) = 0,984$$

$$\text{CO} [\text{mokrý}] = \text{CO} [\text{suchý}] \times k_w = 3681 \times 0,984 = 3623 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2 [\text{mokrý}] = \text{CO}_2 [\text{suchý}] \times k_w = 1,038 \times 0,984 = 1,0219 \%$$

Tabuľka 19 – Mokrú hodnoty CO a CO₂ pre zriedený výfukový plyn v rôznych testovacích fázach

Fáza		1	2	3	4	5	6
DF		9,465	11,454	14,707	19,100	20,612	32,788
k _{w1}	–	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
k _w	–	0,984	0,986	0,988	0,989	0,991	0,992
CO mokrý	µg/g	3623	3417	2510	2340	3057	1802
CO ₂ mokrý	%	1,0219	0,8028	0,6412	0,4524	0,3264	0,2066

Pre riediaci vzduch:

$$k_{w,d} = 1 - k_{w1}$$

Pritom je faktor k_{w1} rovnaký ako už vypočítaný faktor pre zriedený výfukový plyn.

$$k_{w,d} = 1 - 0,007 = 0,993$$

$$\text{CO [mokrý]} = \text{CO [suchý]} \times k_w = 3 \times 0,993 = 3 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_2 \text{ [mokrý]} = \text{CO}_2 \text{ [suchý]} \times k_w = 0,042 \times 0,993 = 0,0421\% \text{ obj.}$$

Tabuľka 20 – Mokrú hodnoty CO a CO₂ pre riediaci vzduch v rôznych testovacích fázach

Fáza		1	2	3	4	5	6
k _{w1}	–	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
k _w	–	0,993	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994
CO mokrý	µg/g	3	3	3	2	2	3
CO ₂ mokrý	%	0,0421	0,0405	0,0403	0,0398	0,0394	0,0401

2.3.2 Emisie HC

$$\text{HC}_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

$$\begin{aligned} u &= 0,000478 \text{ z tabuľky 2} \\ \text{conc}_c &= \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/\text{DF}) \\ \text{conc}_c &= 91 - 6 \times (1 - 1/9,465) = 86 \text{ µg/g} \\ \text{HC}_{\text{mass}} &= 0,000478 \times 86 \times 625,722 = 25,666 \text{ g.h}^{-1}. \end{aligned}$$

Tabuľka 21 – Emisie HC [g.h⁻¹] v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	25,666	25,993	21,607	21,850	34,074	48,963

2.3.3 Emisie NO_x

Vypočíta sa faktor K_H pre korekciu emisií NO_x

$$\begin{aligned} K_H &= 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times H_a - 0,862 \times 10^{-3} \times H_a^2 \\ K_H &= 0,6272 + 44,030 \times 10^{-3} \times 4,8 - 0,862 \times 10^{-3} \times (4,08)^2 = 0,79. \end{aligned}$$

Tabuľka 22 – Korekčný faktor vlhkosti K_H emisií NO_x v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2	3	4	5	6
K _H	0,793	0,791	0,791	0,790	0,791	0,792

$$\text{NO}_{x\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

$$\begin{aligned} u &= 0,001587 \text{ z tabuľky 2,} \\ \text{conc}_c &= \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/\text{DF}), \\ \text{conc}_c &= 85 - 0 \times (1 - 1/9,465) = 85 \text{ µg/g,} \\ \text{NO}_{x\text{mass}} &= 0,001587 \times 85 \times 0,79 \times 625,722 = 67,168 \text{ g.h}^{-1}. \end{aligned}$$

Tabuľka 23 – Emisie NO_x [g.h⁻¹] v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2	3	4	5	6
NO _{xmass}	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,821

2.3.4 Emisie CO

$$CO_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

$$\begin{aligned} u &= 0,000966 \text{ z tabuľky 2,} \\ \text{conc}_c &= \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/\text{DF}), \\ \text{conc}_c &= 3622 - 3 \times (1 - 1/9,465) = 3620 \mu\text{g/g,} \\ CO_{\text{mass}} &= 0,000966 \times 3620 \times 625,722 = 2188,001 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}. \end{aligned}$$

Tabuľka 24 – Emisie CO [g.h⁻¹] v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2	3	4	5	6
CO _{mass}	2188,001	2068,760	1510,187	1424,792	1853,109	975,435

2.3.5 Emisie CO₂

$$CO_{2\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

$$\begin{aligned} u &= 15,19 \text{ z tabuľky 2,} \\ \text{conc}_c &= \text{conc} - \text{conc}_d \times (1 - 1/\text{DF}), \\ \text{conc}_c &= 1,0219 - 0,0421 \times (1 - 1/9,465) = 0,9842 \% \text{ obj.,} \\ CO_{2\text{mass}} &= 15,19 \times 0,9842 \times 625,722 = 9354,488 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}. \end{aligned}$$

Tabuľka 25 – Emisie CO₂ [g.h⁻¹] v rôznych testovacích fázach

Fáza	1	2	3	4	5	6
CO _{2mass}	9354,488	7295,794	5717,531	3973,503	2756,113	1420,229

2.3.6 Špecifické emisie

Špecifické emisie (g/kWh) sa vypočítajú pre všetky jednotlivé komponenty

$$\text{Jednotlivý plyn} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Gas}_{\text{mass}_i} \times \text{WF}_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \times \text{WF}_i)}.$$

Tabuľka 26 – Emisie [g.h⁻¹] a váhové faktory v rôznych testovacích fázach

Fáza		1	2	3	4	5	6
HC _{mass}	g.h ⁻¹	25,666	25,993	21,607	21,850	34,040	48,963
NO _{xmass}	g.h ⁻¹	67,168	38,721	19,012	4,621	2,319	0,811
CO _{mass}	g.h ⁻¹	2188,001	2068,760	1510,187	1424,792	1853,109	975,435
CO _{2mass}	g.h ⁻¹	9354,488	7295,794	5717,531	3973,503	2756,113	1430,229
Výkon P _i	kW	13,15	9,81	6,52	3,25	1,28	0
Váhové faktory WF _i	–	0,090	0,200	0,290	0,300	0,070	0,050

$$HC = \frac{25,666 \times 0,090 + 25,993 \times 0,200 + 21,607 \times 0,290 + 21,850 \times 0,300 + 34,074 \times 0,070 + 48,963 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 4,12 \text{ g/kWh}$$

$$NO_x = \frac{67,168 \times 0,090 + 38,721 \times 0,200 + 19,012 \times 0,290 + 4,621 \times 0,300 + 2,319 \times 0,070 + 0,811 \times 0,050}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 3,42 \text{ g/kWh}$$

$$CO = \frac{2188,001 \times 0,090 + 2068,760 \times 0,2 + 1510,187 \times 0,29 + 1424,792 \times 0,3 + 1853,109 \times 0,07 + 975,435 \times 0,05}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} = 271,15 \text{ g/kWh}$$

$$CO_2 = \frac{9354,488 \times 0,090 + 729,794 \times 0,2 + 5717,531 \times 0,29 + 3973,503 \times 0,3 + 2756,113 \times 0,07 + 1430,229 \times 0,05}{13,15 \times 0,090 + 9,81 \times 0,200 + 6,52 \times 0,290 + 3,25 \times 0,300 + 1,28 \times 0,070 + 0 \times 0,050} =$$

$$= 887,53 \text{ g/kWh.}$$

Časť 4

1. ZHODA S EMISNÝMI NORMAMI

Tento dodatok sa vzťahuje len na zážihové motory v etape II.

- 1.1 Emisné normy výfukových plynov pre motory v etape II uvedené v bode 4.2 prílohy č. 1 sa vzťahujú na emisie z motorov z hľadiska ich času emisnej trvanlivosti (EPD) stanoveného v súlade s touto časťou.
- 1.2 Pri všetkých motoroch v etape II, ak sú správne testované podľa postupov ustanovených týmto nariadením a emisie všetkých testovaných motorov, reprezentujúcich rad motorov, po vynásobení faktorom zhoršenia (DF) ustanoveným v tejto časti sú menšie alebo rovnajú sa každej emisnej norme etapy II (emisný limit radu motorov (FEL), pokiaľ je to aplikovateľné) pre danú motorovú triedu, tento rad motorov sa považuje za rad, ktorého emisie zodpovedajú emisným normám pre danú motorovú triedu. Ak ktorýkoľvek testovaný motor reprezentujúci rad motorov má emisie, ktoré po vynásobení faktorom zhoršenia (DF) ustanoveným v tejto časti sú väčšie než ktorákoľvek jednotlivá emisná norma (FEL, pokiaľ je to aplikovateľné) pre danú motorovú triedu, tento rad motorov sa považuje za rad, ktorého emisie nezodpovedajú emisným normám pre danú motorovú triedu.
- 1.3 Výrobcovia motorov malých sérií majú možnosť použiť faktory zhoršenia pre HC + NO_x a CO z tabuľky 1 a 2 v tomto bode, alebo môžu vypočítať faktory zhoršenia pre HC + NO_x a CO podľa postupu popísaného v bode 1.3.1. Pre technológie, ktoré nepatria do tabuliek 1 a 2 v tomto bode, sa musí použiť postup uvedený v bode 1.4 tejto časti.

Tabuľka 1: Pridelené faktory zhoršenia ručne prenosných motorov pre HC + NO_x a CO pre výrobcov malých sérií

Trieda motora	Dvojdobé motory		Štvordobé motory		Motory s dodatočnou úpravou výfukových plynov
	HC + NO _x	CO	HC + NO _x	CO	
SH:1	1,1	1,1	1,5	1,1	Faktory zhoršenia sa musia vypočítať s použitím vzorca uvedeného v bode 1.3.1
SH:2	1,1	1,1	1,5	1,1	
SH:3	1,1	1,1	1,5	1,1	

Tabuľka 2: Pridelené faktory zhoršenia ručne neprenosných motorov pre HC + NO_x a CO pre výrobcov malých sérií

Trieda motora	Motory s rozvodom SV		Motory s rozvodom OHV		Motory s dodatočnou úpravou výfukových plynov
	HC + NO _x	CO	HC + NO _x	CO	
SN:1	2,1	1,1	1,5	1,1	Faktory zhoršenia sa musia vypočítať s použitím vzorca uvedeného v bode 1.3.1
SN:2	2,1	1,1	1,5	1,1	
SN:3	2,1	1,1	1,5	1,1	
SN:4	1,6	1,1	1,4	1,1	

- 1.3.1 Vzorec pre výpočet faktora zhoršenia pre motory s dodatočnou úpravou výfukových plynov:

$$DF = [(NE * EDF) - (CC * F)] / (NE - CC)$$

kde:

- DF = faktor zhoršenia,
 NE = úroveň emisií nového motora pred katalyzátorom (g/kWh),
 EDF = faktor zhoršenia pri motoroch bez katalyzátora podľa tabuľky 1,
 CC = množstvo premenené k časovému bodu 0 v g/kWh,
 F = 0,8 pre HC a 0,0 pre NO_x pre všetky triedy motorov,
 E = 0,8 pre CO pre všetky triedy motorov.

- 1.4 Výrobcovia uplatnia pridelený alebo vypočítaný DF pre každú regulovanú škodlivinu pri všetkých rodinách motorov etapy II. Také DF sa použijú pri typovom schvaľovaní a testovaní výrobnéj linky.

- 1.4.1 Pre motory, ktoré nepoužívajú pridelené DF podľa tabuliek 1 a 2 tohto bodu, sa DF stanoví takto:

- 1.4.1.1 Na minimálne jednom motore, ktorý reprezentuje zvolenú konfiguráciu a prebiehajúcu výrobu motorov, ktorá pravdepodobne prekročí emisné normy HC + NO_x (prípadne FEL), sa po počte hodín, ktoré zodpovedajú stabilizovaným emisiám, vykoná (úplný) postup testovania emisií popísaný v tomto nariadení.

- 1.4.1.2 Ak sa testuje viac než jeden motor, vypočíta sa priemer výsledkov a v porovnaní s platnou limitnou hodnotou sa zaokrúhli na jedno desatinné miesto.
- 1.4.1.3 Podľa starnutia motora sa znovu vykoná emisné testovanie. Postup starnutia by sa mal stanoviť tak, aby výrobca mohol primerane predvídať očakávané zhoršenie emisií v priebehu času životnosti motora, berúc do úvahy opotrebenie a ostatné zhoršujúce mechanizmy očakávané pri typickom spotrebiteľskom používaní, ktoré by mohli ovplyvniť emisné správanie. Ak sa testuje viac než jeden motor, vypočíta sa priemer výsledkov a v porovnaní s platnou limitnou hodnotou sa zaokrúhli na jedno desatinné miesto.
- 1.4.1.4 Na konci času trvanlivosti sa emisie (prípadne priemerné emisie) rozdelia na každú regulovanú škodlivinu pomocou stabilizovaných emisií (prípadne priemerných emisií) a zaokrúhli sa na dve desatinné miesta. Výsledné číslo je faktor zhoršenia DF, v prípade, že DF je väčší ako 1,00, v tomto prípade bude DF 1,0.
- 1.4.1.5 Podľa uváženia výrobcu sa môžu medzi testovacím bodom stabilizovaných emisií a časom emisnej trvanlivosti naplánovať dodatočné emisné testovacie body. Ak sa plánujú medzitesty, testovacie body sa musia rovnomerne rozmiestniť v priebehu času emisnej trvanlivosti (EPD) (± 2 hodiny) a jeden taký testovací bod musí byť v jednej polovici úplného času emisnej trvanlivosti (± 2 hodiny).
- Pre každú škodlivinu HC + NO_x a CO sa medzi dátovými bodmi musí urobiť priamka, pričom sa prvý test zakreslí k časovému bodu nula a použije sa metóda najmenších štvorcov. Faktor zhoršenia vyplynie z vypočítaných emisií na konci času trvanlivosti, vydelených vypočítanými emisiami v časovom bode nula.
- 1.4.1.6 Vypočítané faktory zhoršenia môžu obsahovať aj iné motorové rady než tie, ktoré sa brali za základ pri výpočte, ak výrobca pred typovým schválením predloží schvaľovaciemu orgánu prijateľné zdôvodnenie, že pri príslušných radoch motorov sa na základe použitej konštrukcie a technológie dá oprávnené očakávať, že majú podobné emisné charakteristiky zhoršenia.

Zoznam konštrukčných skupín a technológie je uvedený nižšie

- konvenčné dvojdobé motory bez systému dodatočnej úpravy výfukových plynov,
- konvenčné dvojdobé motory s keramickým katalyzátorom s tým istým aktívnym materiálom a plniacou látkou a tým istým počtom komôrok na cm²,
- konvenčné dvojdobé motory s kovovým katalyzátorom s tým istým aktívnym materiálom a plniacou látkou, podkladom a tým istým počtom komôrok na cm²,
- dvojdobé motory vybavené vrstveným vyplachovacím systémom,
- štvordobé motory s katalyzátorom (definovaným vyššie) s rovnakou technológiou ventilov a identickým mazacím systémom,
- štvordobé motory bez katalyzátora s rovnakou technológiou ventilov a identickým mazacím systémom.

2. ČASY EMISNEJ TRVANLIVOSTI PRE MOTORY ETAPY II

- 2.1 Výrobcovia musia pri typovom schvaľovaní vyhlásiť aplikovateľnú kategóriu EDP pre každý rad motorov. Taká kategória musí byť kategóriou, ktorá sa najviac približuje predpokladanej praktickej životnosti zariadenia, v ktorom majú byť motory inštalované podľa údajov výrobcu motora. Výrobcovia musia uchovávať údaje, na základe ktorých bola zvolená kategória EDP pre každý rad motorov. Také údaje sa musia na požiadanie predložiť schvaľovaciemu orgánu.
- 2.1.1 Pre ručne prenosné motory výrobcovia vyberú kategóriu EDP z tabuľky 1.

Tabuľka 1: kategórie EDP pre ručne prenosné motory (hodiny)

Kategória	1	2	3
Trieda SH:1	50	125	300
Trieda SH:2	50	125	300
Trieda SH:3	50	125	300

2.1.2 Pre ručne neprenosné motory: výrobcovia vyberú kategóriu EDP z tabuľky 2.

Tabuľka 2: kategórie EDP pre ručne neprenosné motory (hodiny)

Kategória	1	2	3
Trieda SN:1	50	125	300
Trieda SN:2	125	250	500
Trieda SN:3	125	250	500
Trieda SN:4	250	500	1000

2.1.3 Výrobcovia musia schvaľovaciemu orgánu vierohodne preukázať, že vyhlásená životnosť je primeraná. Údaje na podporu výrobcovej voľby kategórie EDP pre daný rad motorov musia obsahovať minimálne

- prehľad o rozpätí životnosti zariadenia, v ktorom majú byť predmetné motory inštalované,
- technické posudky starých motorov v prevádzke, aby sa zistilo, kedy sa výkon motora zhorší na úroveň, pri ktorej sa zníži použiteľnosť a/alebo spoľahlivosť na takú mieru, že je potrebná generálka alebo výmena motora,
- vyhlásenie o záruke a záručných dobách,
- marketingové podklady, týkajúce sa životnosti motora,
- prípady porúch oznámené zákazníkmi, a
- technické posudky životnosti špecifických motorových technológií, materiálov alebo konštrukcií, v hodinách.