

## II

(Akty o charakterze nieustawodawczym)

## AKTY PRZYJĘTE PRZEZ ORGANY Utworzone na mocy UMÓW MIĘDZYNARODOWYCH

lkjihuhJedynie oryginalne teksty EKG ONZ mają skutek prawny w międzynarodowym prawie publicznym. Status i datę wejścia w życie niniejszego regulaminu należy sprawdzać w najnowszej wersji dokumentu EKG ONZ dotyczącego statusu TRANS/WP.29/343, dostępnej pod adresem: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29docstts.html>

**Regulamin nr 49 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) Jednolite przepisy dotyczące działań, jakie mają zostać podjęte przeciwko emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych przez silniki o zapłonie samoczynnym (ZS) stosowane w pojazdach oraz emisji zanieczyszczeń gazowych z silników o zapłonie iskrowym (ZI) napędzanych gazem ziemnym lub skroplonym gazem węglowodorowym stosowanych w pojazdach**

Poprawki do Regulaminu nr 49 opublikowane w Dzienniku Urzędowym L 103 z 12.4.2008, s. 1.

Zawiera:

Suplement nr 1 do serii poprawek 05 – data wejścia w życie: 17 marca 2010 r.

Suplement nr 2 do serii poprawek 05 – data wejścia w życie: 19 sierpnia 2010 r.

Sprostowanie 1 do suplementu 2 – data wejścia w życie: 19 sierpnia 2010 r.

### Poprawki do spisu treści

Tytuł załącznika 4B otrzymuje brzmienie:

„Procedura badań dla silników z zapłonem samoczynnym (ZS) i silników z zapłonem iskrowym (ZI) napędzanych gazem ziemnym (NG) lub gazem płynnym (LPG) uwzględniająca wymogi ogólnoświatowego zharmonizowanego cyklu badań (WHDC, ogólnoświatowy przepis techniczny nr 4)”

Tytuł załącznika 9B otrzymuje brzmienie:

„Wymagania techniczne dla układów diagnostyki pokładowej (OBD)”

Dodaje się nowy załącznik 9C:

Załącznik 9C – „Wymagania techniczne dla oceny rzeczywistego działania układów diagnostyki pokładowej (OBD)

Dodatek 1 – Grupy układów monitorujących”

Dodaje się nowy załącznik 10:

„Załącznik 10 – Wymagania techniczne dla emisji poza cyklem badania (OCE)”

## Poprawki do załączników

Istniejący załącznik 4B zastępuje się nowym załącznikiem 4B:

### „ZAŁĄCZNIK 4B

**Procedura badań dla silników z zapłonem samoczynnym (ZS) i silników z zapłonem iskrowym (ZI) napędzanych gazem ziemnym (NG) lub gazem płynnym (LPG) uwzględniająca wymogi ogólnoświatowego zharmonizowanego cyklu badań (WHDC, ogólnoświatowy przepis techniczny nr 4)**

#### 1. ZASTOSOWANIE

Niniejszy załącznik nie ma obecnie zastosowania do homologacji typu zgodnie z niniejszym regulaminem. Będzie on miał zastosowanie w przeszłości.

#### 2. Zastrzeżony. <sup>(1)</sup>

#### 3. DEFINICJE, SYMBOLE I SKRÓTY

##### 3.1. Definicje

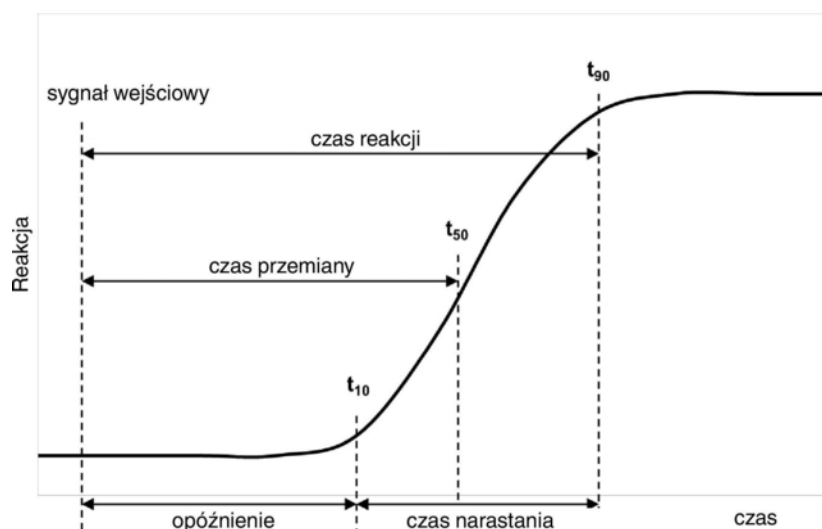
Do celów niniejszego regulaminu:

- 3.1.1. »ciągła regeneracja« oznacza proces regeneracji układu oczyszczania spalin, który zachodzi stale lub przynajmniej raz na każde badanie WHTC w stanie ciepłym. Taki proces regeneracji nie wymaga specjalnej procedury testowej;
- 3.1.2. »opóźnienie« oznacza odstęp czasu między zmianą składnika do pomiaru w punkcie odniesienia a reakcją układu wynoszącą 10 % odczytu końcowego ( $t_{10}$ ), przy czym sonda próbkująca pełni rolę punktu odniesienia. Dla składników gazowych jest to zasadniczo czas przeniesienia mierzonego składnika z sondy próbkującej do czujnika;
- 3.1.3. »układ deNO<sub>x</sub>« oznacza układ oczyszczania spalin zaprojektowany w celu zmniejszenia emisji tlenków azotu (NO<sub>x</sub>) (np. aktywne i pasywne katalizatory mieszanki ubogiej NO<sub>x</sub>, absorbenty NO<sub>x</sub> oraz układy Selekttywnej Redukcji Katalitycznej (SCR));
- 3.1.4. »silnik Diesla« oznacza silnik wysokoprężny pracujący na zasadzie zapłonu samoczynnego;
- 3.1.5. »pełzanie« oznacza różnicę między reakcją zerową lub reakcją zakresu przyrządu pomiarowego przed badaniem emisji i po ich badaniu;
- 3.1.6. »rodzina silników« oznacza utworzoną przez producenta grupę silników, których projekty zdefiniowane w pkt 5.2 niniejszego załącznika mają podobne charakterystyki emisji spalin; wszystkie silniki należące do rodziny muszą spełniać obowiązujące wymagania dotyczące obowiązujących wartości granicznych emisji zanieczyszczeń;
- 3.1.7. »układ silnika« oznacza silnik, układ kontroli emisji oraz interfejs komunikacyjny (sprzęt i komunikaty) między elektronicznymi jednostkami sterowania układem silnika (ECU) i jakimkolwiek mechanizmem napędowym lub jednostką sterowania pojazdu;
- 3.1.8. »typ silnika« oznacza kategorię silników, które nie różnią się pod względem podstawowych właściwości silnika;

<sup>(1)</sup> Numeracja niniejszego załącznika jest zgodna z numeracją ogólnoświatowego przepisu technicznego dot. WHDC. Niektóre punkty tego przepisu nie są jednak niezbędne do celów niniejszego załącznika.

- 3.1.9. »układ oczyszczania spalin« oznacza katalizator (oksydacyjny lub trójdrożny), filtr cząstek stałych, układ deNO<sub>x</sub>, kombinowany filtr cząstek stałych deNO<sub>x</sub> lub jakiegokolwiek inne urządzenie do redukcji emisji zainstalowane za silnikiem. Definicja ta nie obejmuje układu recyrkulacji gazów spalinych (EGR), który uznaje się za integralną część silnika;
- 3.1.10. »metoda pełnego rozcieńczania strumienia« oznacza proces mieszania całego strumienia spalin z rozcieńczalnikiem zanim część rozcieńczonych spalin zostanie oddzielona w celu przeprowadzenia analizy;
- 3.1.11. »zanieczyszczenia gazowe« oznaczają tlenek węgla, węglowodory lub węglowodory niemietanowe (przyjmując stosunek CH<sub>1,85</sub> dla oleju napędowego, CH<sub>2,525</sub> dla LPG i CH<sub>2,93</sub> dla NG oraz zakładaną cząsteczkę CH<sub>3</sub>O<sub>0,5</sub> dla silników Diesla zasilanych etanolem), metan (przyjmując stosunek CH<sub>4</sub> dla NG) i tlenki azotu (wyrażone jako ekwiwalent dwutlenku azotu (NO<sub>2</sub>));
- 3.1.12. »wysokie obroty ( $n_{hi}$ )« oznaczają najwyższą prędkość obrotową silnika, przy której występuje 70 % maksymalnej mocy znamionowej;
- 3.1.13. »niskie obroty ( $n_{lo}$ )« oznaczają najniższą prędkość obrotową silnika, przy której występuje 55 % maksymalnej mocy znamionowej;
- 3.1.14. »moc maksymalna ( $P_{max}$ )« oznacza moc maksymalną w kW podaną przez producenta;
- 3.1.15. »prędkość obrotowa przy maksymalnym momencie obrotowym« oznacza prędkość, przy której silnik osiąga maksymalny moment obrotowy, zgodnie ze wskazaniami producenta;
- 3.1.16. »znormalizowana wartość momentu obrotowego« oznacza wartość momentu obrotowego silnika wyrażoną w procentach, sprowadzoną do możliwej do wytworzenia maksymalnego momentu obrotowego przy danej prędkości obrotowej silnika;
- 3.1.17. »zapotrzebowanie operatora« oznacza sygnał wejściowy zadany przez operatora w celu sterowania mocą wyjściową silnika. Operatorem może być człowiek (tj. sterowanie ręczne) lub regulator (tj. sterowanie automatyczne) mechanicznie lub elektronicznie wprowadzający sygnał wejściowy wyznaczający moc wyjściową silnika. Sygnał wyjściowy może być wzbudzany za pomocą pedału lub sygnału przyspieszenia, dźwigni lub sygnału regulacji przepływu paliwa, dźwigni lub sygnału zmiany przełożenia, lub ustawienia lub sygnału regulatora;
- 3.1.18. »silnik macierzysty« oznacza silnik wybrany z rodziny silników w taki sposób, że jego charakterystyka emisji jest reprezentatywna dla tej rodziny silników;
- 3.1.19. »urządzenie do oddzielania cząstek stałych« oznacza układ usuwania cząstek stałych ze spalin, zaprojektowany w celu zmniejszenia emisji cząstek stałych (PM) poprzez ich oddzielenie mechaniczne, aerodynamiczne, dyfuzyjne lub inercyjne;
- 3.1.20. »metoda częściowego rozcieńczania strumienia« oznacza proces oddzielania części przepływu spalin i mieszania jej z odpowiednią ilością rozcieńczalnika, a następnie doprowadzenia do filtra do pobierania próbek cząstek stałych;
- 3.1.21. »cząstki stałe (PM)« oznaczają materiał nagromadzony na określonym środku filtrującym po rozcieńczeniu spalin czystym przefiltrowanym rozcieńczalnikiem do temperatury mieszczącej się w granicach 315 K (42 °C)–325 K (52 °C); jest to przede wszystkim węgiel, skondensowane węglowodory oraz siarczany wraz z towarzyszącą im wodą;
- 3.1.22. »regeneracja okresowa« oznacza proces regeneracji układu oczyszczania spalin, która zachodzi regularnie, zazwyczaj co najmniej raz na 100 godzin normalnej pracy silnika. Podczas cyklu regeneracji normy emisji mogą być przekroczone;
- 3.1.23. »liniowy cykl badania w warunkach ustalonych« oznacza cykl badania obejmujący ciąg faz badania pracy silnika w ustalonych warunkach przy prędkości i momencie obrotowym określonych dla każdej fazy oraz zachowaniu liniowych zmian pomiędzy kolejnymi fazami (badanie WHSC);

- 3.1.24. »prędkość znamionowa« oznacza maksymalną prędkość silnika przy pełnym obciążeniu, na jaką pozwala regulator obrotów zgodnie z opisem producenta, lub, jeżeli nie istnieje taki regulator, prędkość, przy której silnik wytwarza maksymalną moc, zgodnie z opisem producenta w dokumentacji handlowej i serwisowej;
- 3.1.25. »czas reakcji« oznacza różnicę w czasie między zmianą składnika mierzonego w punkcie odniesienia a reakcją układu wynoszącą 90 % odczytu końcowego ( $t_{90}$ ), przy czym punktem odniesienia jest sonda próbkująca, a zmiana mierzonego składnika wynosi przynajmniej 60 % pełnej skali (FS) i zachodzi w czasie krótszym niż 0,1 sekundy. Czas reakcji układu obejmuje czas opóźnienia reakcji układu i czas narastania układu;
- 3.1.26. »czas narastania« oznacza okres czasu między 10 % a 90 % reakcją odczytu końcowego ( $t_{90}-t_{10}$ );
- 3.1.27. »reakcja zakresu« oznacza średni czas reakcji na gaz kalibracyjny w przedziale czasu wynoszącym 30 sekund;
- 3.1.28. »jednostkowe emisje« oznaczają emisje masowe określone w g/kWh;
- 3.1.29. »cykl badania« oznacza ciąg punktów testowych o określonej prędkości i momencie obrotowym, w których badany jest silnik w ustalonych (badanie WHSC) lub w niustalonych warunkach eksploatacji (badanie WHTC);
- 3.1.30. »czas przemiany« oznacza różnicę czasu między czasem zmiany składnika mierzonego w punkcie odniesienia a czasem reakcji układu stanowiącym 50 % odczytu końcowego ( $t_{50}$ ) przy czym sonda próbkująca pełni rolę punktu odniesienia. Czas przemiany stosowany jest do zestrainowania sygnałów różnych przyrządów pomiarowych;
- 3.1.31. »cykl badania w warunkach niustalonych« oznacza cykl badania z sekwencją znormalizowanych wartości prędkości i momentu obrotowego, które zmieniają się stosunkowo szybko w czasie (WHTC);
- 3.1.32. »okres eksploatacji« oznacza odpowiedni przebieg lub okres, w którym należy zapewnić zgodność z właściwymi limitami emisji gazów i cząstek stałych;
- 3.1.33. »reakcja zerowa« oznacza średni czas reakcji na gaz zerowy w przedziale czasu wynoszącym 30 sekund.



Rys. 1

Definicje reakcji układu

## 3.2. Ogólne oznaczenia

Symbol	Jednostka	Pojęcie
$a_1$	—	Nachylenie linii regresji
$a_0$	—	Punkt przecięcia linii regresji z osią y
$A/F_{st}$	—	Stosunek stechiometryczny powietrza do paliwa
$c$	ppm/obj. %	Stężenie
$c_d$	ppm/obj. %	Stężenie w stanie suchym
$c_w$	ppm/obj. %	Stężenie w stanie mokrym
$c_b$	ppm/obj. %	Stężenie tła
$C_d$	—	Współczynnik wypływu SSV
$c_{gas}$	ppm/ppm/obj. %	Stężenie składników gazowych
$d$	m	Średnica
$d_V$	m	Średnica gardzieli zwężki
$D_0$	$m^3/s$	Punkt przecięcia funkcji kalibracji PDP
$D$	—	Współczynnik rozcieńczenia
$\Delta t$	s	Przedział czasu
$e_{gas}$	g/kWh	Jednostkowa emisja składników gazowych
$e_{PM}$	g/kWh	Jednostkowa emisja cząstek stałych
$e_r$	g/kWh	Jednostkowa emisja podczas regeneracji
$e_w$	g/kWh	Ważona emisja jednostkowa
$E_{CO_2}$	%	Tłumienie $CO_2$ analizatora $NO_x$
$E_E$	%	Sprawność dla etanu
$E_{H_2O}$	%	Schłodzenie wody analizatora $NO_x$
$E_M$	%	Sprawność dla metanu
$E_{NO_x}$	%	Sprawność konwertera $NO_x$
$f$	Hz	Częstotliwość pobierania próbek danych
$f_a$	—	Laboratoryjny współczynnik powietrza
$F_s$	—	Stała stechiometryczna
$H_a$	g/kg	Wilgotność bezwzględna powietrza wlotowego
$H_d$	g/kg	Wilgotność bezwzględna rozcieńczalnika
$i$	—	Indeks oznaczający pomiar natychmiastowy (np. 1 Hz)
$k_c$	—	Współczynnik typowy dla węgla
$k_{f,d}$	$m^3/kg$ paliwa	Dodatkowa ilość suchych spalin powstających w czasie pracy silnika
$k_{f,w}$	$m^3/kg$ paliwa	Dodatkowa ilość mokrych spalin powstających w czasie pracy silnika
$k_{h,D}$	—	Współczynnik korekcji wilgotności dla emisji $NO_x$ z silników o zapłonie samoczynnym
$k_{h,G}$	—	Współczynnik korekcji wilgotności dla emisji $NO_x$ z silników o zapłonie iskrowym
$k_{r,u}$	—	Zwiększające współczynnik korygujący regeneracji
$k_{r,d}$	—	Zmniejszający współczynnik korygujący regeneracji
$k_{w,a}$	—	Współczynnik korekcji powietrza wlotowego w stanie suchym na mokry
$k_{w,d}$	—	Współczynnik korekcji rozcieńczalnika w stanie suchym na mokry
$k_{w,e}$	—	Współczynnik korekcji rozcieńczonych spalin w stanie suchym na mokry
$k_{w,r}$	—	Współczynnik korekcji nierozcieńczonych spalin ze stanu suchego na mokry

Symbol	Jednostka	Pojęcie
$K_V$	—	Współczynnik kalibracji CFV
$\lambda$	—	Wskaźnik powietrza nadmiarowego
$m_b$	mg	Masa próbki cząstek stałych w zebranych rozpuszczalniku
$m_d$	kg	Masa próbki powietrza rozcieńczającego przepuszczonego przez filtry do próbkowania cząstek stałych
$m_{ed}$	kg	Łączna masa rozcieńczonych spalin w cyklu
$m_{edf}$	kg	Masa ekwiwalentu rozcieńczonych gazów spalinowych w cyklu badania
$m_{ew}$	kg	Łączna masa spalin w cyklu
$m_{gas}$	g	Masa emisji gazowych w cyklu badania
$m_f$	mg	Masa filtra do próbkowania cząstek stałych
$m_p$	mg	Masa zebranej próbki cząstek stałych
$m_{PM}$	g	Masa emisji cząstek stałych w cyklu badania
$m_{se}$	kg	Masa próbki spalin pobranej w cyklu badania
$m_{sed}$	kg	Masa rozcieńczonych spalin przechodzących przez tunel rozcieńczający
$m_{sep}$	kg	Masa rozcieńczonych spalin przechodzących przez filtry do próbkowania cząstek stałych
$m_{ssd}$	kg	Masa wtórnego rozcieńczalnika
$M$	Nm	Moment obrotowy
$M_a$	g/mol	Masa cząsteczkowa powietrza wlotowego
$M_d$	g/mol	Masa cząsteczkowa rozcieńczalnika
$M_e$	g/mol	Masa cząsteczkowa spalin
$M_f$	Nm	Moment obrotowy pochłaniany przez wyposażenie dodatkowe/urządzenia przeznaczone do zamontowania
$M_{gas}$	g/mol	Masa cząsteczkowa składników gazowych
$M_r$	Nm	Moment obrotowy pochłaniany przez wyposażenie dodatkowe/urządzenia przeznaczone do demontażu
$n$	—	Liczba pomiarów
$n_r$	—	Liczba pomiarów z regeneracją
$n$	min <sup>-1</sup>	Prędkość obrotowa silnika
$n_{hi}$	min <sup>-1</sup>	Wysoka prędkość obrotowa silnika
$n_{lo}$	min <sup>-1</sup>	Niska prędkość obrotowa silnika
$n_{pref}$	min <sup>-1</sup>	Preferowana prędkość obrotowa silnika
$n_p$	r/s	Prędkość pompy PDP
$p_a$	kPa	Ciśnienie pary nasyconej w powietrzu wlotowym silnika
$p_b$	kPa	Całkowite ciśnienie atmosferyczne
$p_d$	kPa	Ciśnienie pary nasyconej w rozcieńczalniku
$P_f$	kW	Moc pochłaniana wyposażenie dodatkowe/urządzenia przeznaczone do zamontowania
$p_p$	kPa	Ciśnienie bezwzględne
$p_r$	kW	Ciśnienie pary wodnej po kąpeli chłodzącej
$p_s$	kPa	Ciśnienie atmosferyczne suchego powietrza
$P$	kW	Moc

Symbol	Jednostka	Pojęcie
$P_r$	kW	Moc pochłaniana przez wyposażenie dodatkowe/urządzenia przeznaczone do demontażu
$q_{mad}$	kg/s	Masowe natężenie przepływu powietrza wlotowego w stanie suchym
$q_{maw}$	kg/s	Masowe natężenie przepływu powietrza wlotowego w stanie mokrym
$q_{mCe}$	kg/s	Masowe natężenie przepływu węgla w nierozcieńczonych spalinach
$q_{mCf}$	kg/s	Masowe natężenie przepływu węgla do silnika
$q_{mCp}$	kg/s	Masowe natężenie przepływu w układzie częściowego rozcieńczania strumienia
$q_{mdew}$	kg/s	Masowe natężenie przepływu rozcieńczonych spalin w stanie mokrym
$q_{mdw}$	kg/s	Masowe natężenie przepływu rozcieńczalnika w stanie mokrym
$q_{medf}$	kg/s	Równoważne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych spalin w stanie mokrym
$q_{mew}$	kg/s	Masowe natężenie przepływu spalin w stanie mokrym
$q_{mex}$	kg/s	Masowe natężenie przepływu próbki pobranej z tunelu rozcieńczającego
$q_{mf}$	kg/s	Masowe natężenie przepływu paliwa
$q_{mp}$	kg/s	Natężenie przepływu próbek spalin do układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin
$q_{vCVS}$	$m^3/s$	Objęściowe natężenie przepływu CVS
$q_{vs}$	$dm^3/min$	Natężenie przepływu w układzie analizy spalin
$q_{vt}$	$cm^3/min$	Natężenie przepływu gazu znakującego
$r^2$	—	Współczynnik determinacji
$r_d$	—	Współczynnik rozcieńczenia
$r_D$	—	Stosunek średnicy SSV
$r_h$	—	Współczynnik reakcji FID dla węglowodorów
$r_m$	—	Współczynnik reakcji FID dla metanolu
$r_p$	—	Stosunek ciśnienia SSV
$r_s$	—	Średni wskaźnik pobierania próbek
$\rho$	$kg/m^3$	Gęstość
$\rho_e$	$kg/m^3$	Gęstość gazów spalinowych
$\sigma$	—	Odchylenie standardowe
$s$	—	Odchylenie standardowe
$T$	K	Temperatura bezwzględna
$T_a$	K	Temperatura bezwzględna powietrza wlotowego
$t$	s	Czas
$t_{10}$	s	Czas między sygnałem wejściowym i uzyskaniem wartości równej 10 % odczytu końcowego
$t_{50}$	s	Czas między impulsem wejściowym i osiągnięciem 50 % odczytu końcowego
$t_{90}$	s	Czas między impulsem wejściowym i osiągnięciem 90 % odczytu końcowego
$u$	—	Stosunek gęstości (lub mas cząsteczkowych) składników gazowych i spalin podzielony przez 1 000
$V_0$	$m^3/r$	Objętość gazu pompowanego przez PDP podczas jednego obrotu
$V_s$	$dm^3$	Pojemność układu stanowiska analitycznego spalin
$W_{act}$	kWh	Rzeczywista praca w cyklu podczas cyklu badania
$W_{ref}$	kWh	Referencyjna praca w cyklu podczas cyklu badania
$X_0$	$m^3/r$	Funkcja kalibracji PDP

## 3.3. Symbole i skróty dotyczące składu paliwa

$w_{\text{ALF}}$	zawartość wodoru w paliwie, % wagowo
$w_{\text{BET}}$	zawartość węgla w paliwie, % wagowo
$w_{\text{GAM}}$	zawartość siarki w paliwie, % wagowo
$w_{\text{DEL}}$	zawartość azotu w paliwie, % wagowo
$w_{\text{EPS}}$	zawartość tlenu w paliwie, % wagowo
$\alpha$	stosunek molowy wodoru (H/C)
$\gamma$	stosunek molowy siarki (S/C)
$\delta$	stosunek molowy azotu (N/C)
$\varepsilon$	stosunek molowy tlenu (O/C)

W odniesieniu do paliwa  $\text{CH}_\alpha\text{O}_\varepsilon\text{N}_\delta\text{S}_\gamma$

## 3.4. Symbole i skróty dla związków chemicznych

C1	Równoważnik węglowy 1 dla węglowodoru
$\text{CH}_4$	Metan
$\text{C}_2\text{H}_6$	Etan
$\text{C}_3\text{H}_8$	Propan
CO	Tlenek węgla
$\text{CO}_2$	Dwutlenek węgla
DOP	Dioktyloftalan
HC	Węglowodory
$\text{H}_2\text{O}$	Woda
NMHC	Węglowodory niemietanowe
$\text{NO}_x$	Tlenki azotu
NO	Tlenek azotu
$\text{NO}_2$	Dwutlenek azotu
PM	Cząstki stałe

## 3.5. Skróty

CFV	Zwężka przepływu krytycznego
CLD	Detektor chemiluminescencyjny
CVS	Pobieranie próbek o stałej objętości
de $\text{NO}_x$	Układ oczyszczania z $\text{NO}_x$
EGR	Powtórny obieg gazów spalinowych
FID	Detektor jonizacji płomienia
GC	Chromatograf gazowy
HCLD	Podgrzewany detektor chemiluminescencyjny
HFID	Podgrzewany detektor jonizacji płomienia
LPG	Gaz płynny
NDIR	Niedyspersyjny analizator działający na zasadzie pochłaniania podczerwieni
NG	Gaz ziemny



NMC	Separator węglowodorów niemietanowych
PDP	Pompa wyporowa
Per cent FS	Procent pełnej skali
PFS	Układ częściowego rozcieńczania przepływu spalin
SSV	Zwężka poddźwiękowa
VGT	Turbina o zmiennej geometrii

#### 4. WYMAGANIA OGÓLNE

Układ silnika powinien być tak zaprojektowany, skonstruowany i zmontowany, aby umożliwić w warunkach normalnego użytkowania spełnianie przez silnik przepisów niniejszego załącznika w całym okresie eksploatacji zgodnie z definicją zawartą w niniejszym regulaminie.

#### 5. WYMAGANIA EKSPLOATACYJNE

##### 5.1. Emisje zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych

Emisje zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych przez silnik określa się w ramach cykli badań WHTC i WHSC, jak opisano w pkt 7. Układy pomiarowe muszą spełniać wymogi liniowości, o których mowa w pkt 9.2, a także specyfikacje określone w pkt 9.3 (pomiar emisji zanieczyszczeń gazowych), pkt 9.4 (pomiar emisji cząstek stałych) oraz w dodatku 3.

Organ udzielający homologacji może zatwierdzić inne układy lub analizatory, jeżeli okaże się, że dają one równoważne wyniki w rozumieniu pkt 5.1.1.

##### 5.1.1. Równoważność

Określenie równoważności układów opiera się na analizie korelacji siedmiu par próbek (lub większej ich liczby) między układem używanym a jednym z układów opisanych w niniejszym załączniku.

»Wyniki« odnoszą się do ważonych wartości emisji określonego cyklu. Badania korelacji wykonuje się w tym samym laboratorium i komorze do badań oraz na tym samym silniku i zaleca się ich równoczesne przeprowadzenie. Równoważność średnich wyników par próbek ustala się za pomocą statystyki badań F i badań t, zgodnie z opisem w dodatku 4, pkt A.4.3, uzyskanej w warunkach panujących w laboratoryjnej komorze do badań i silniku. Wartości oddalone wyznacza się zgodnie z ISO 5725 i wyłącza z bazy danych. Układy wykorzystywane do przeprowadzania badań korelacji zatwierdza organ udzielający homologacji.

##### 5.2. Rodzina silników

##### 5.2.1. Informacje ogólne

Rodzina silników charakteryzuje się określonymi parametrami konstrukcyjnymi. Parametry te są wspólne dla wszystkich silników danej rodziny. Producent silników może określić, które silniki należą do jednej rodziny, pod warunkiem że spełnione są wymogi zawarte w pkt 5.2.3. Rodzinę silników zatwierdza organ udzielający homologacji. Producent przedstawia organowi udzielającemu homologacji odpowiednie informacje dotyczące poziomów emisji poszczególnych silników należących do danej rodziny.

##### 5.2.2. Przypadki szczególne

W niektórych przypadkach może występować interakcja między parametrami. Fakt ten należy uwzględnić w celu zagwarantowania, że w skład rodziny silników wchodzi wyłącznie silniki o podobnych właściwościach emisji spalin. Przypadki takie powinny zostać ustalone przez producenta i zgłoszone przez niego do organu udzielającego homologacji. Sytuację taką uwzględnia się jako kryterium dla utworzenia nowej rodziny silników.

Jeżeli pewne urządzenia lub elementy niewymienione w pkt 5.2.3 mają znaczny wpływ na poziom emisji, powinny zostać zidentyfikowane przez producenta zgodnie z dobrą praktyką inżynierską oraz zostać zgłoszone do organu udzielającego homologacji. Sytuację taką uwzględnia się jako kryterium dla utworzenia nowej rodziny silników.

Oprócz parametrów wymienionych w pkt 5.2.3 producent może wprowadzić dodatkowe kryteria pozwalające na określenie rodzin silników o węższym zakresie. Parametry te nie muszą być parametrami mającymi wpływ na poziom emisji.

#### 5.2.3. Parametry definiujące rodzinę silnika

##### 5.2.3.1. Cykl spalania

- a) cykl 2-suwowy;
- b) cykl 4-suwowy;
- c) silnik obrotowy;
- d) inne.

##### 5.2.3.2. Konfiguracja cylindrów

###### 5.2.3.2.1. Położenie cylindrów w bloku silnika

- a) widlaste (V);
- b) szeregowo;
- c) promieniowo;
- d) inne (typu F, W itd.).

###### 5.2.3.2.2. Względne położenie cylindrów

Silniki z takim samym blokiem mogą należeć do tej samej rodziny, pod warunkiem że ich wymiary średnicy mierzone od środka do środka są takie same.

##### 5.2.3.3. Główne chłodziwo

- a) powietrze;
- b) woda;
- c) olej.

##### 5.2.3.4. Pojemność skokowa cylindra

###### 5.2.3.4.1. Silnik z cylindrami o jednostkowej pojemności skokowej $\geq 0,75 \text{ dm}^3$

Aby silniki o pojemności skokowej cylindra  $\geq 0,75 \text{ dm}^3$  można było uznać za należące do tej samej rodziny, rozpiętość jednostkowych pojemności skokowych ich cylindrów nie może przekraczać 15 % największej pojemności skokowej cylindra należącego do rodziny.

###### 5.2.3.4.2. Silnik o jednostkowej pojemności skokowej $< 0,75 \text{ dm}^3$

Aby silniki o jednostkowej pojemności skokowej cylindra  $< 0,75 \text{ dm}^3$  można było uznać za należące do tej samej rodziny, rozpiętość jednostkowych pojemności skokowych ich cylindrów nie może przekraczać 30 % największej pojemności skokowej cylindra należącego do rodziny.

5.2.3.4.3. Silnik z cylindrami o innych granicznych wartościach jednostkowej pojemności skokowej

Silniki z cylindrami, których jednostkowa pojemność skokowa przekracza limity określone w pkt 5.2.3.4.1 i 5.2.3.4.2, można uznać za należące do tej samej rodziny pod warunkiem zatwierdzenia przez organ udzielający homologacji. Zatwierdzenie takie opiera się na elementach technicznych (obliczenia, symulacje, wyniki badań itd.) wykazujących, iż przekroczenie wspomnianych granicznych wartości nie ma znaczącego wpływu na poziom emisji danego typu silników.

5.2.3.5. Metoda zasysania powietrza

- a) zasysane samorzutne;
- b) doładowanie pod ciśnieniem;
- c) doładowanie pod ciśnieniem z chłodnicą powietrza doładowanego.

5.2.3.6. Rodzaj paliwa

- a) olej napędowy;
- b) gaz ziemny (NG);
- c) gaz płynny (LPG);
- d) etanol.

5.2.3.7. Typ komory spalania

- a) komora otwarta;
- b) komora dzielona;
- c) inne typy.

5.2.3.8. Typy zapłonu

- a) zapłon iskrowy;
- b) zapłon samoczynny.

5.2.3.9. Zawory i szczeliny

- a) konfiguracja;
- b) liczba zaworów na cylinder.

5.2.3.10. Sposób doprowadzania paliwa

- a) doprowadzenie paliwa płynnego
  - (i) pompa oraz (wysokociśnieniowy) przewód i wtryskiwacz;
  - (ii) pompa rządowa lub rozdzielcza;
  - (iii) zespół pompy i zespół wtryskiwacza;
  - (iv) układ wspólnej szyny (common rail);
  - (v) gaźnik(-i);
  - (vi) inne;

- b) doprowadzenie paliwa gazowego
  - (i) w postaci gazu;
  - (ii) w postaci cieczy;
  - (iii) mieszalniki;
  - (iv) inne;
- c) inne sposoby.

#### 5.2.3.11. Różne urządzenia

- a) układ recyrkulacji gazów spalinowych (EGR);
- b) wtrysk wody;
- c) wtrysk powietrza;
- d) inne.

#### 5.2.3.12. Strategia sterowania elektronicznego

Obecność lub brak jednostki kontroli elektronicznej (ECU) silnika uważa się za podstawowy parametr rodziny silników.

W przypadku silników sterowanych elektronicznie producent przedstawia elementy techniczne będące podstawą zgrupowania silników w tej samej rodzinie, tzn. powody, dla których można oczekiwać, że silniki te będą spełniać te same wymogi w zakresie emisji.

Elementami tymi mogą być obliczenia, symulacje, szacunki, opisy parametrów wtrysku, wyniki badań itd.

Przykłady sterowanych elementów to:

- a) rozrząd;
- b) ciśnienie wtrysku;
- c) wtrysk wielopunktowy;
- d) ciśnienie doładowania;
- e) VGT;
- f) EGR.

#### 5.2.3.13. Układy oczyszczania spalin

Funkcja i kombinacje następujących urządzeń są uznawane za kryteria przynależności do rodziny silników:

- a) katalizator utleniający;
- b) katalizator trójdrożny;
- c) układ DeNO<sub>x</sub> z selektywną redukcją NO<sub>x</sub> (dodanie czynnika redukującego);
- d) inne układy DeNO<sub>x</sub>;

- e) pochłaniacz cząstek stałych z regeneracją pasywną;
- f) pochłaniacz cząstek stałych z regeneracją aktywną;
- g) inne pochłaniacze cząstek stałych;
- h) inne urządzenia.

W przypadku gdy dany silnik został homologowany bez układu oczyszczania spalin jako silnik macierzysty lub jako członek rodziny, jeżeli został wyposażony w katalizator utleniający, można go włączyć do tej samej rodziny silników, pod warunkiem że nie wymaga paliwa o innych parametrach.

Jeżeli silnik wymaga paliwa o szczególnych parametrach (np. filtry cząstek stałych wymagające szczególnych dodatków do paliwa, które umożliwiają proces regeneracji), to decyzja o jego włączeniu do danej rodziny jest uzależniona od elementów technicznych dostarczonych przez producenta. Elementy te powinny wskazywać, że przewidywany poziom emisji silnika w nie wyposażonego jest zgodny z tą samą wartością graniczną, co w przypadku silnika niewyposażonego w takie elementy.

W przypadku gdy dany silnik został homologowany z układem oczyszczania spalin jako silnik macierzysty lub jako członek rodziny, której silnik macierzysty jest wyposażony w ten sam układ oczyszczania spalin, to silnika tego, jeżeli nie został wyposażony w układ oczyszczania spalin, nie można włączyć do tej samej rodziny silników.

#### 5.2.4. Wybór silnika macierzystego

##### 5.2.4.1. Silniki o zapłonie samoczynnym

Po zatwierdzeniu rodziny silników przez organ udzielający homologacji silnik macierzysty rodziny wybiera się, wykorzystując podstawowe kryterium najwyższej dawki paliwa na suw dla deklarowanej prędkości przy maksymalnym momencie obrotowym. W przypadku gdy kryterium podstawowe spełniają dwa lub większa liczba silników, silnik macierzysty wybiera się, stosując kryterium dodatkowe najwyższej dawki paliwa na skok przy prędkości znamionowej.

##### 5.2.4.2. Silniki o zapłonie iskrowym

Po zatwierdzeniu rodziny silników przez organ udzielający homologacji silnik macierzysty rodziny wybiera się, wykorzystując podstawowe kryterium największej pojemności skokowej. W przypadku gdy nadrzędne kryterium spełniają dwa lub większa liczba silników, silnik macierzysty wybiera się, stosując kryteria dodatkowe w następującym porządku:

- a) najwyższa dawka paliwa na skok przy prędkości odpowiadającej deklarowanej mocy znamionowej;
- b) najwyższa wartość kąta wyprzedzenia zapłonu;
- c) najniższy współczynnik EGR.

##### 5.2.4.3. Uwagi dotyczące wyboru silnika macierzystego

Organ udzielający homologacji może stwierdzić, że najmniej korzystny poziom emisji rodziny silników najlepiej określić poprzez badanie dodatkowych silników. W takim przypadku producent silnika dostarcza odpowiednich informacji w celu określenia, które z silników badanej rodziny mogą wykazać najwyższy poziom emisji.

Jeżeli silniki należące do rodziny posiadają inne cechy, które można uznać za wpływające na emisję spalin, cechy te należy określić i wziąć pod uwagę przy wyborze silnika macierzystego.

Jeżeli silniki z danej rodziny wykazują te same poziomy emisji podczas różnych okresów trwałości użytkowej, fakt ten należy wziąć pod uwagę przy wyborze silnika macierzystego.

## 6. WARUNKI BADANIA

## 6.1. Laboratoryjne warunki badania

Mierzy się temperaturę bezwzględną ( $T_a$ ) powietrza wlotowego w silniku, wyrażaną w stopniach Kelvina, i ciśnienie suchego powietrza ( $p_s$ ), wyrażane w kPa, i wyznacza się parametr  $f_a$  zgodnie z następującymi przepisami. W silnikach wielocylindrowych z wydzielonymi grupami kolektorów wlotowych, przykładowo w silnikach widlastych («V»), mierzy się średnią temperaturę poszczególnych grup. Parametr  $f_a$  podaje się w wynikach badań. W celu uzyskania lepszej powtarzalności i odtwarzalności wyników badań, zaleca się, aby parametr  $f_a$  zawierał się w przedziale  $0,93 \leq f_a \leq 1,07$ .

## a) Silniki o zapłonie samoczynnym:

Silniki wolnossące i z doładowaniem mechanicznym:

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

Silniki z doładowaniem, z chłodzeniem powietrza wlotowego lub bez takiego chłodzenia:

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

## b) Silniki o zapłonie iskrowym:

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

## 6.2. Silniki z chłodzeniem powietrza doładowanego

Należy rejestrować temperaturę powietrza doładowanego, która przy znamionowej prędkości obrotowej i pełnym obciążeniu nie powinna różnić się o więcej niż  $\pm 5$  K od maksymalnej temperatury powietrza doładowanego określonej przez producenta. Temperatura chłodziwa powinna wynosić co najmniej 293 K (20 °C).

Jeżeli stosuje się laboratoryjny układ badawczy lub dmuchawę zewnętrzną, należy dobrać takie natężenie przepływu chłodziwa, aby temperatura powietrza doładowanego przy prędkości znamionowej i pełnym obciążeniu nie różniła się o więcej niż  $\pm 5$  K od maksymalnej temperatury powietrza doładowanego określonej przez producenta. Należy utrzymywać temperaturę i natężenie przepływu chłodziwa w chłodnicy powietrza doładowanego w powyższych granicach wartości zadanych przez cały cykl badania, chyba że powoduje to niereprezentatywne przechłodzenie powietrza doładowanego. Pojemność chłodnicy powietrza doładowanego powinna być zgodna z dobrą praktyką inżynierską i reprezentatywna dla instalacji znajdującej się w fabrycznych silnikach. Układ laboratoryjny powinien być tak skonstruowany, aby ograniczał do minimum gromadzenie się kondensatu. Nagromadzony kondensat należy odprowadzić, a wszystkie zawory spustowe powinny zostać całkowicie zamknięte przed badaniem emisji.

Jeżeli producent silnika podaje graniczne wartości spadków ciśnienia w układzie chłodzenia powietrza doładowanego, należy zadbać, aby spadek ciśnienia w układzie chłodzenia powietrza doładowanego w warunkach pracy silnika określonych przez producenta nie przekraczał granicznej(-ych) wartości wskazanej(-ych) przez producenta. Spadek ciśnienia mierzy się w punktach określonych przez producenta.

## 6.3. Moc silników

Podstawą pomiaru emisji jednostkowych jest moc silnika i cykl pracy silnika zgodnie z pkt 6.3.1–6.3.5.

## 6.3.1. Ogólna instalacja silnika

Silnik bada się z wyposażeniem dodatkowym/urządzeniami wymienionymi z dodatku 7.

Jeżeli wyposażenie dodatkowe/urządzenia nie są zainstalowane zgodnie z wymogami, ich moc uwzględnia się zgodnie z pkt 6.3.2–6.3.5.

## 6.3.2. Wyposażenie dodatkowe/urządzenia instalowane na czas badania emisji

Jeżeli instalacja wyposażenia dodatkowego/urządzeń niezbędnych zgodnie z dodatkiem 7 na stanowisku pomiarowym nie byłaby właściwa, wyznacza się pochłanianą przez nie moc i odejmuje ją od zmierzonej mocy silnika (referencyjnej i rzeczywistej) w całym zakresie prędkości obrotowych silnika WHTC i przy prędkościach badania WHSC.

## 6.3.3. Wyposażenie dodatkowe/urządzenia demontowane na czas badania

Wówczas gdy zdemontowanie wyposażenia dodatkowego/urządzeń, które nie są niezbędne zgodnie z dodatkiem 7, nie jest możliwe, pochłanianą przez nie moc można wyznaczyć i dodać do zmierzonej mocy silnika (referencyjnej i rzeczywistej) w całym zakresie prędkości obrotowych silnika WHTC i przy prędkościach badania WHSC. Jeżeli otrzymana wartość przekracza 3 % mocy maksymalnej przy prędkości badania, fakt ten podaje się do wiadomości organu udzielającego homologacji.

## 6.3.4. Określenie mocy dodatkowej

Moc pochłanianą przez wyposażenie dodatkowe/urządzenia należy ustalić wyłącznie, jeżeli:

- a) wyposażenie dodatkowe/urządzenia niezbędne zgodnie z dodatkiem 7 nie są zamontowane na silniku;

lub

- b) wyposażenie dodatkowe/urządzenia, które nie są niezbędne zgodnie z dodatkiem 7, są zamontowane na silniku.

Wartości mocy dodatkowej i metodę pomiarową/obliczeniową stosowaną do określenia mocy dodatkowej w całym obszarze roboczym cykli badań podaje producent silnika, a zatwierdza organ udzielający homologacji.

## 6.3.5. Praca silnika w cyklu

Do obliczenia referencyjnej i rzeczywistej pracy silnika w cyklu (zob. pkt 7.4.8 i 7.8.6) wykorzystuje się moc silnika ustaloną zgodnie z pkt 6.3.1. W takim przypadku  $P_f$  i  $P_r$  we wzorze 4 wynoszą zero, a  $P$  równa się  $P_m$ .

Jeżeli wyposażenie dodatkowe/urządzenia zainstalowano zgodnie z pkt 6.3.2 lub 6.3.3, pochłanianą przez nie moc wykorzystuje się do skorygowania każdej chwilowej wartości mocy uzyskanej w cyklu  $P_{m,i}$  według poniższego wzoru:

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

gdzie:

$P_{m,i}$  to zmierzona moc silnika, kW

$P_{f,i}$  to moc pochłaniana przez montowane wyposażenie dodatkowe/urządzenia, kW

$P_{r,i}$  to moc pochłaniana przez demontowane wyposażenie dodatkowe/urządzenia, kW

#### 6.4. Układ dolotowy silnika

Zastosowany układ dolotowy silnika lub laboratoryjny układ badawczy powinien charakteryzować się oporami przepływu nie większymi niż  $\pm 300$  Pa maksymalnej wartości granicznej podanej przez producenta dla czystego filtra powietrza, prędkości znamionowej oraz pełnego obciążenia. Różnicę ciśnienia statycznego powodowaną przez opory mierzy się w punkcie wyznaczonym przez producenta.

#### 6.5. Układ wydechowy silnika

Zastosowany układ wydechowy silnika lub laboratoryjny układ badawczy powinien charakteryzować się przeciwcisnieniem wydechu w granicach od 80 do 100 % górnej wartości granicznej wskazanej przez producenta dla prędkości znamionowej i pełnego obciążenia. Jeżeli maksymalny opór wynosi nie więcej niż 5 kPa, wartość zadana nie powinna być niższa od górnej wartości granicznej niż o 1,0 kPa. Układ wydechowy musi spełniać wymagania dotyczące pobierania próbek spalin określone w pkt 9.3.10 i 9.3.11.

#### 6.6. Silnik z układem oczyszczania spalin

Jeżeli silnik wyposażony jest w układ oczyszczania spalin, średnica rury wydechowej przed sekcją rozprężania, w której znajduje się urządzenie do oczyszczania spalin, w odległości równej co najmniej czterem średnicom rury wydechowej od tej sekcji musi mieć taką samą średnicę jak stosowana lub jak wskazana przez producenta. Odległość od kołnierza kolektora wydechowego lub wylotu turbosprężarki do układu oczyszczania spalin powinna być taka sama jak w pojeździe lub nie przekraczać odległości wskazanej przez producenta. Przeciwcisnienie wydechu lub opory przepływu powinny spełniać takie same kryteria jak podane powyżej i mogą być ustalane za pomocą zaworu. W przypadku urządzenia do oczyszczania spalin o zmiennych oporach przepływu opory maksymalne określa się dla stanu układu oczyszczania spalin (na poziomie dezaktywacji/starzenia się oraz regeneracji/obciążania) wskazanego przez producenta. Jeżeli maksymalny opór przepływu wynosi 5 kPa, wartość zadana powinna różnić się od górnej wartości granicznej o co najmniej 1,0 kPa. Pojemnik z urządzeniem oczyszczającym można zdjąć na czas badań pozorowanych oraz odzworowania silnika i zastąpić równoważnym pojemnikiem zawierającym nieaktywny katalizator.

Emisje zmierzone w cyklu badania powinny być reprezentatywne dla emisji w warunkach drogowych. W przypadku silnika wyposażonego w układ oczyszczania spalin wymagający użycia odczynnika producent wskazuje odczynnik, jaki należy zastosować we wszystkich badaniach.

Silniki wyposażone w układy oczyszczania spalin z ciągłą regeneracją nie wymagają specjalnej procedury badania, lecz proces regeneracji należy wykazać zgodnie z pkt 6.6.1.

W przypadku silników wyposażonych w układy oczyszczania spalin z okresową regeneracją, jak opisano w pkt 6.6.2, wyniki badania emisji są korygowane, aby uwzględnić regenerację. W tym przypadku średnia emisji zależy od częstotliwości regeneracji wyrażonej jako ułamek liczby badań, podczas których zachodzi regeneracja.

##### 6.6.1. Ciągła regeneracja

Emisje mierzy się w ustabilizowanym układzie oczyszczania spalin, co gwarantuje powtarzalność emisji. Proces regeneracji powinien nastąpić co najmniej raz podczas badania WHTC w stanie ciepłym, a producent powinien określić normalne warunki, w jakich zachodzi regeneracja (ilość sa-dzy, temperatura, przeciwcisnienie wydechu itp.).



Aby wykazać, że proces regeneracji jest ciągły, należy przeprowadzić co najmniej trzy badania WHTC w stanie ciepłym. W celu wykazania ciągłego charakteru regeneracji silnik nagrzewa się zgodnie z pkt 7.4.1, poddaje kondycjonowaniu zgodnie z pkt 7.6.3 i rozpoczyna się badanie WHTC w stanie ciepłym. Kolejne badania w stanie ciepłym rozpoczyna się po kondycjonowaniu zgodnie z pkt 7.6.3. Podczas badań należy rejestrować temperaturę i ciśnienie spalin (temperaturę przed i za układem oczyszczania spalin, przeciwcisnienie wydechu itp.).

Jeżeli warunki określone przez producenta wystąpią podczas badania, a wyniki trzech (lub więcej) badań WHTC w stanie ciepłym nie różnią się od siebie o więcej niż  $\pm 25\%$  lub  $0,005\text{ g/kWh}$ , w zależności od tego, która z wartości jest wyższa, układ oczyszczania spalin uznaje się za układ z regeneracją ciągłą i zastosowanie mają ogólne przepisy dotyczące badania zawarte w pkt 7.6 (WHTC) i pkt 7.7 (WHSC).

Jeżeli układ oczyszczania spalin posiada tryb bezpieczeństwa, który powoduje przełączenie układu na tryb okresowej regeneracji, sprawdza się go zgodnie z przepisami pkt 6.6.2. W tym szczególnym przypadku wartości graniczne emisji mogą zostać przekroczone i nie są ważne.

#### 6.6.2. Regeneracja okresowa

W przypadku układów oczyszczania spalin, których działanie polega na procesie okresowej regeneracji, emisje należy zmierzyć podczas co najmniej trzech badań WHTC w stanie ciepłym przeprowadzonych jeden raz z regeneracją i dwa razy bez regeneracji na ustabilizowanym układzie oczyszczania spalin, a wyniki poddać ważeniu zgodnie z równaniem 5.

Proces regeneracji powinien wystąpić przynajmniej raz podczas badania WHTC w stanie ciepłym. Silnik może być wyposażony w przełącznik, umożliwiający wstrzymanie lub uruchomienie procesu regeneracji, pod warunkiem że operacja ta nie wpływa na pierwotną kalibrację silnika.

Producent deklaruje normalne warunki, w jakich zachodzi proces regeneracji (ilość sadzy, temperatura, przeciwcisnienie wydechu itp.) i czas jej trwania. Producent podaje także częstotliwość regeneracji wyrażoną jako stosunek liczby badań, podczas których zachodzi regeneracja, do liczby badań bez regeneracji. Dokładna procedura określania tej częstotliwości opiera się na danych dotyczących użytkowania na podstawie dobrej praktyki inżynierskiej i jest uzgadniana przez organ udzielający homologacji.

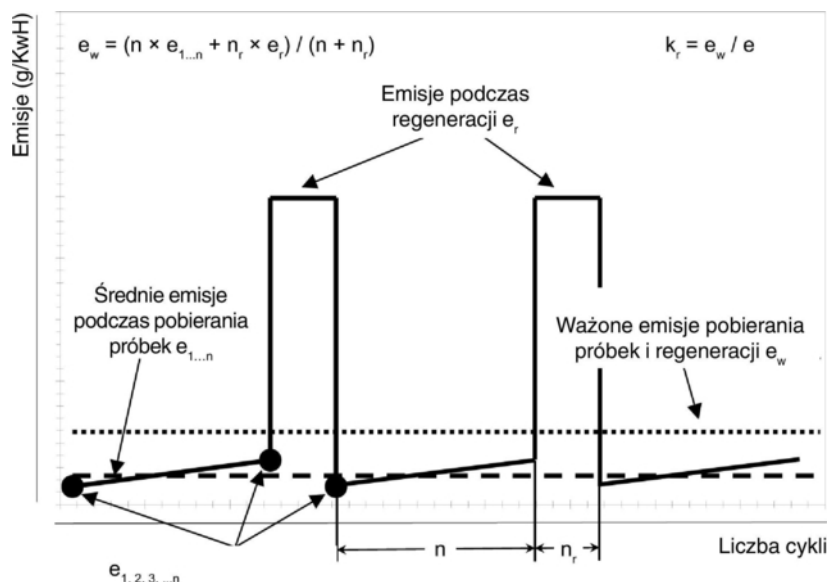
Producent dostarcza układ oczyszczania spalin obciążony w taki sposób, aby proces regeneracji występował w nim podczas badania WHTC. Dla potrzeb tego badania silnik nagrzewa się zgodnie z pkt 7.4.1, poddaje kondycjonowaniu zgodnie z pkt 7.6.3 i rozpoczyna się badanie WHTC w stanie ciepłym. Regeneracja nie powinna wystąpić podczas nagrzewania silnika.

Średnie emisje jednostkowe pomiędzy fazami regeneracji są określane na podstawie średniej arytmetycznej kilku, w przybliżeniu jednakowo odległych w czasie, wyników badań WHTC w stanie ciepłym ( $\text{g/kWh}$ ). Zaleca się przeprowadzenie co najmniej jednego badania WHTC w stanie ciepłym możliwie w jak najmniejszym odstępzie czasu przed badaniem regeneracji i jednego badania WHTC bezpośrednio po badaniu regeneracji. Alternatywnie producent może przedstawić dane wykazujące, iż poziom emisji pozostaje niezmienny ( $\pm 25\%$  lub  $0,005\text{ g/kWh}$ , w zależności od tego, która z tych wielkości jest wyższa) między fazami regeneracji. W takim przypadku można wykorzystać pomiar emisji dokonany tylko podczas jednego badania WHTC.

Podczas badania regeneracji rejestruje się wszystkie dane niezbędne do wykrycia regeneracji (emisje CO lub  $\text{NO}_x$ , temperatura przed i za układem oczyszczania spalin, przeciwcisnienie wydechu itp.).

Podczas badania regeneracji obowiązujące limity emisji mogą zostać przekroczone.

Procedurę badania przedstawiono w sposób schematyczny na rys. 2.



Rys. 2

#### Schemat regeneracji okresowej

Wynik emisji uzyskany w badaniu WHTC w stanie ciepłym należy poddać ważeniu przy pomocy następującego równania:

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

gdzie:

- n liczba badań WHTC w stanie ciepłym bez regeneracji
- $n_r$  liczba badań WHTC w stanie ciepłym z regeneracją (przynajmniej jedno badanie)
- $\bar{e}$  średnia wartość emisji jednostkowej bez regeneracji, g/kWh
- $\bar{e}_r$  średnia wartość emisji jednostkowej z regeneracją, g/kWh

Przy ustalaniu  $\bar{e}_r$  stosuje się następujące postanowienia:

- a) jeżeli regeneracja trwa dłużej niż jedno badanie WHTC w stanie ciepłym, przeprowadzane są kolejne pełne badania WHTC w stanie ciepłym i kontynuowane są pomiary emisji bez kondycjonowania i wyłączania silnika, do czasu zakończenia regeneracji, a następnie obliczana jest średnia z badań WHTC w stanie ciepłym;
- b) jeżeli regeneracja zostanie zakończona podczas badania WHTC w stanie ciepłym, badanie jest kontynuowane do samego końca.

W porozumieniu z organem udzielającym homologacji współczynniki korygujące układu regeneracji można stosować w sposób multiplikatywny c) lub addytywny d) na podstawie dobrej praktyki inżynierskiej;

- c) multiplikatywne współczynniki korygujące oblicza się w następujący sposób:

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

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

- d) addytywne współczynniki korygujące oblicza się w następujący sposób:

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

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

W odniesieniu do wyliczeń emisji jednostkowych w pkt 8.6.3 współczynniki korygujące układu regeneracji stosuje się w następujący sposób:

- e) w przypadku badania bez regeneracji,  $k_{r,u}$  odpowiednio mnoży się przez emisję jednostkową  $e$ , lub do nich dodaje, w równaniach 69 lub 70;
- f) w przypadku badania z regeneracją,  $k_{r,d}$  odpowiednio mnoży się przez emisję jednostkową  $e$  lub odejmuje od niej w równaniach 69 lub 70.

Na wniosek producenta współczynniki korygujące układu regeneracji:

- g) mogą być zastosowane w odniesieniu do innych silników z tej samej rodziny;
- h) mogą być zastosowane w odniesieniu do innych rodzin silników wyposażonych w ten sam układ oczyszczania spalin, po uprzednim zatwierdzeniu przez organ udzielający homologacji, opartym na dostarczonych przez producenta dowodach technicznych wykazujących, że emisje obu rodzin są podobne.

#### 6.7. Układ chłodzenia

Należy stosować układ chłodzenia silnika o sprawności wystarczającej do utrzymania silnika w granicach normalnej temperatury roboczej przewidzianej przez producenta.

#### 6.8. Olej silnikowy

Producent wskazuje użyty olej silnikowy, który powinien być reprezentatywny dla olejów dostępnych na rynku, przy czym specyfikacje użytego podczas badania oleju odnotowuje się i przedstawia wraz z wynikami badania.

#### 6.9. Specyfikacje dla paliwa wzorcowego

Specyfikacje paliwa wzorcowego zostały podane w dodatku 2 do niniejszego załącznika dla silników o zapłonie samoczynnym oraz w załącznikach 6 i 7 dla silników napędzanych CNG i LPG.

Temperatura paliwa powinna być zgodna z zaleceniami producenta.

#### 6.10. Emisje ze skrzyni korbowej

Emisje ze skrzyni korbowej nie mogą być odprowadzane bezpośrednio do otaczającej atmosfery, z następującym wyjątkiem: silniki wyposażone w turbosprężarki, pompy, dmuchawy lub sprężarki doładowujące powietrze mogą odprowadzać emisje ze skrzyni korbowej do otaczającej atmosfery, jeśli emisje te zostaną dodane do emisji spalin (fizycznie lub matematycznie) podczas wszystkich badań poziomu emisji. Producenci korzystający z tego wyjątku instalują silniki w sposób umożliwiający skierowanie wszystkich emisji ze skrzyni korbowej do układu pobierania próbek emisji.

Na potrzeby niniejszego punktu emisji ze skrzyni korbowej, kierowanych do przewodów wydechowych przed układem oczyszczania spalin podczas pracy silnika, nie uznaje się za emisje odprowadzane bezpośrednio do otaczającej atmosfery.

Emisje z otwartej skrzyni korbowej kierowane są do układu wydechowego w celu przeprowadzenia pomiaru emisji w następujący sposób:

- a) Materiały, z których wykonane są przewody, powinny być gładkie, przewodzić prąd elektryczny i nie wchodzić w reakcje z emisjami ze skrzyni korbowej. Długość przewodów powinna być ograniczona do minimum.
- b) Liczbę łuków rurowych w stosowanych w laboratorium przewodach skrzyni korbowej należy ograniczyć do minimum, a promień każdego łuku rurowego, których nie da się uniknąć, powinien być jak największy.
- c) Stosowane w laboratorium przewody wydechowe skrzyni korbowej powinny być podgrzewane, cienkościenne i spełniać wymogi producenta silnika dotyczące ciśnienia wstecznego w skrzyni korbowej.
- d) Przewody wydechowe skrzyni korbowej są podłączane do wylotu nierozcieńczonych spalin za układem oczyszczania spalin, za zainstalowanym dławieniem przepływu spalin, ale przed wszelkimi sondami próbkującymi w odległości zapewniającej całkowite wymieszanie ze spalinami pochodzącymi z silnika przed pobraniem próbek. Przewód wydechowy skrzyni korbowej jest wprowadzony w swobodny strumień spalin, aby uniknąć efektu warstwy granicznej i ułatwić wymieszanie. Wylot przewodu wydechowego skrzyni korbowej może być skierowany w dowolnym kierunku względem strumienia nierozcieńczonych spalin.

## 7. PROCEDURY BADAWCZE

### 7.1. Zasady pomiaru emisji

W celu pomiaru emisji jednostkowych silnik jest uruchamiany w cyklach badań określonych w pkt 7.2.1 i 7.2.2. Pomiar emisji jednostkowych wymaga określenia masy składników znajdujących się w spalinach i odpowiedniego cyklu pracy silnika. Składniki ustala się za pomocą metod pobierania próbek opisanych w pkt 7.1.1 i 7.1.2.

#### 7.1.1. Ciągłe pobieranie próbek

Przy ciągłym pobieraniu próbek stężenie składnika bada się w sposób ciągły w spalinach nierozcieńczonych i rozcieńczonych. Stężenie mnoży się przez ciągłe natężenie przepływu spalin (nierozcieńczonych i rozcieńczonych) w miejscu pobierania próbek emisji, aby ustalić masowe natężenie przepływu składnika. Emisje danego składnika są sumowane w sposób ciągły przez cały cykl badań. Otrzymana suma stanowi całkowitą masę emitowanego składnika.

#### 7.1.2. Okresowe pobieranie próbek

Przy okresowym pobieraniu próbek próbka nierozcieńczonych lub rozcieńczonych spalin jest pobierana w sposób ciągły i zachowywana w celu późniejszego przeprowadzenia pomiaru. Pobrana próbka powinna być proporcjonalna do natężenia przepływu spalin nierozcieńczonych i rozcieńczonych. Do przykładów okresowego pobierania próbek zalicza się gromadzenie rozcieńczonych składników gazowych w worku lub gromadzenie cząstek stałych (PM) na filtrze. Stężenia określone w wyniku okresowego pobierania próbek mnoży się przez całkowitą masę spalin lub przepływ masy (spalin nierozcieńczonych i rozcieńczonych), z których została pobrana próbka podczas cyklu badań. Otrzymany wynik stanowi całkowitą masę lub przepływ masy emitowanego składnika. W celu obliczenia stężenia PM ilość cząstek stałych nagromadzonych na filtrze z pobranych w sposób proporcjonalny próbek spalin dzieli się przez ilość przefiltrowanych spalin.

### 7.1.3. Procedury pomiaru

W niniejszym załączniku zastosowano dwie zasady pomiaru, które są funkcjonalnie równoważne. Obie procedury mogą być stosowane zarówno dla badania WHTC, jak i WHSC:

- a) próbki składników gazowych pobiera się w sposób ciągły z nieoczyszczonych gazów spaliny, a cząstki stałe mierzy się przy pomocy układu częściowego rozcieńczania przepływu;
- b) składniki gazowe i cząstki stałe mierzy się przy pomocy układu pełnego rozcieńczenia przepływu (układu CVS).

Dozwolone jest dowolne połączenie tych dwóch zasad (np. pomiaru gazów nieczyszczonych i pomiaru pełnego przepływu cząstek stałych).

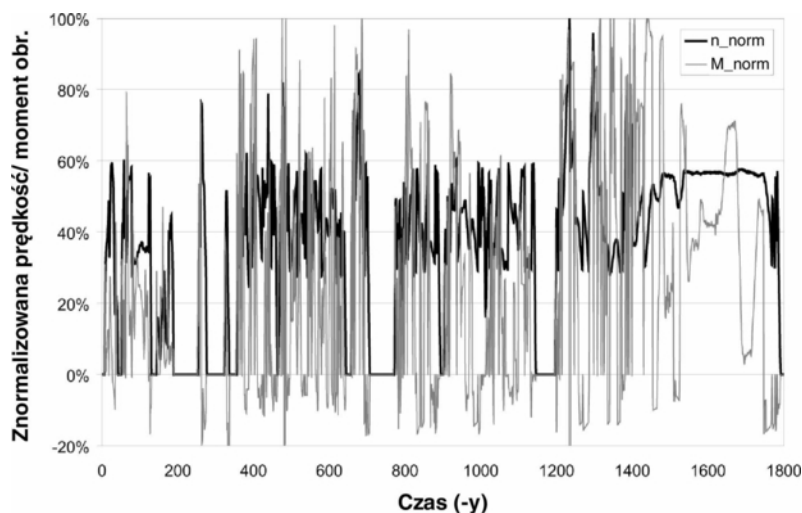
## 7.2. Cykle badań

### 7.2.1. Cykl badania w warunkach niestabilnych WHTC

Cykl badania w warunkach niestabilnych WHTC jest wymieniony w dodatku 1 jako składający się z sekundowych sekwencji znormalizowanych wartości prędkości i momentu obrotowego. W celu wykonania badania na komórce badawczej silnika, znormalizowane wartości powinny zostać przeliczone na rzeczywiste wartości dla konkretnego badanego silnika w oparciu o krzywą odwzorowania parametrów silnika. Przeliczenie to określane jest mianem denormalizacji, a uzyskany w ten sposób cykl badania mianem cyklu odniesienia dla badanego silnika. Przy powyższych wartościach prędkości i momentu obrotowego należy wykonać cykl badania na komórce badawczej silnika oraz odnotować wartości prędkości, momentu obrotowego i mocy. W celu zatwierdzenia przebiegu testowego należy przeprowadzić analizę regresji pomiędzy wartościami odniesienia i wartościami rzeczywistymi prędkości, momentu obrotowego i mocy po zakończeniu badania.

W celu obliczenia emisji jednostkowych w stanie zatrzymania oblicza się rzeczywistą pracę silnika w cyklu poprzez całkowanie rzeczywistej mocy silnika w cyklu. W celu zatwierdzenia cyklu rzeczywista praca w cyklu powinna mieścić się w wyznaczonych granicach pracy w cyklu odniesienia.

W przypadku zanieczyszczeń gazowych można zastosować ciągłe pobieranie próbek (nierozcieńczone lub rozcieńczone spaliny) lub okresowe pobieranie próbek (rozcieńczone spaliny). Próbka cząstek stałych powinna zostać rozcieńczona kondycjonowanym rozcieńczalnikiem (np. otaczającym powietrzem) i zebrana na odpowiednim pojedynczym filtrze. Cykl badania WHTC przedstawiono schematycznie na rys. 3.



Rys. 3

Cykl badania WHTC

## 7.2.2. Liniowy cykl badania w warunkach ustalonych WHSC

Liniowy cykl badania w warunkach ustalonych WHSC składa się z kilku znormalizowanych faz prędkości i obciążenia, które przelicza się na wartości odniesienia dla konkretnego badanego silnika w oparciu o krzywą odwzorowania parametrów pracy silnika. W każdej fazie silnik musi pracować przez wyznaczony czas, przy czym prędkość obrotowa i obciążenie są zmieniane co  $20 \pm 1$  s. W celu zatwierdzenia przebiegu testowego przeprowadza się analizę regresji pomiędzy wartościami odniesienia i wartościami rzeczywistymi prędkości, momentu obrotowego i mocy po zakończeniu badania.

Podczas cyklu badania mierzy się wartości stężeń każdego z zanieczyszczeń gazowych, natężenie przepływu spalin i moc. Zanieczyszczenia gazowe mogą być rejestrowane w sposób ciągły lub gromadzone w worku do pobierania próbek. Próbkę cząstek stałych rozcieńcza się kondycjonowanym rozcieńczalnikiem (np. otaczającym powietrzem). Podczas pełnej procedury badania pobiera się jedną próbkę na odpowiednim pojedynczym filtrze.

W celu obliczenia emisji jednostkowych w stanie zatrzymania oblicza się rzeczywistą pracę silnika w cyklu poprzez całkowanie rzeczywistej mocy silnika w cyklu.

Wartości dla cyklu WHSC przedstawiono w tabeli 1. Poza fazą 1 początek każdej fazy określa się jako rozpoczęcie przerwy z poprzedniej fazy.

Tabela 1

## Cykl badania WHSC

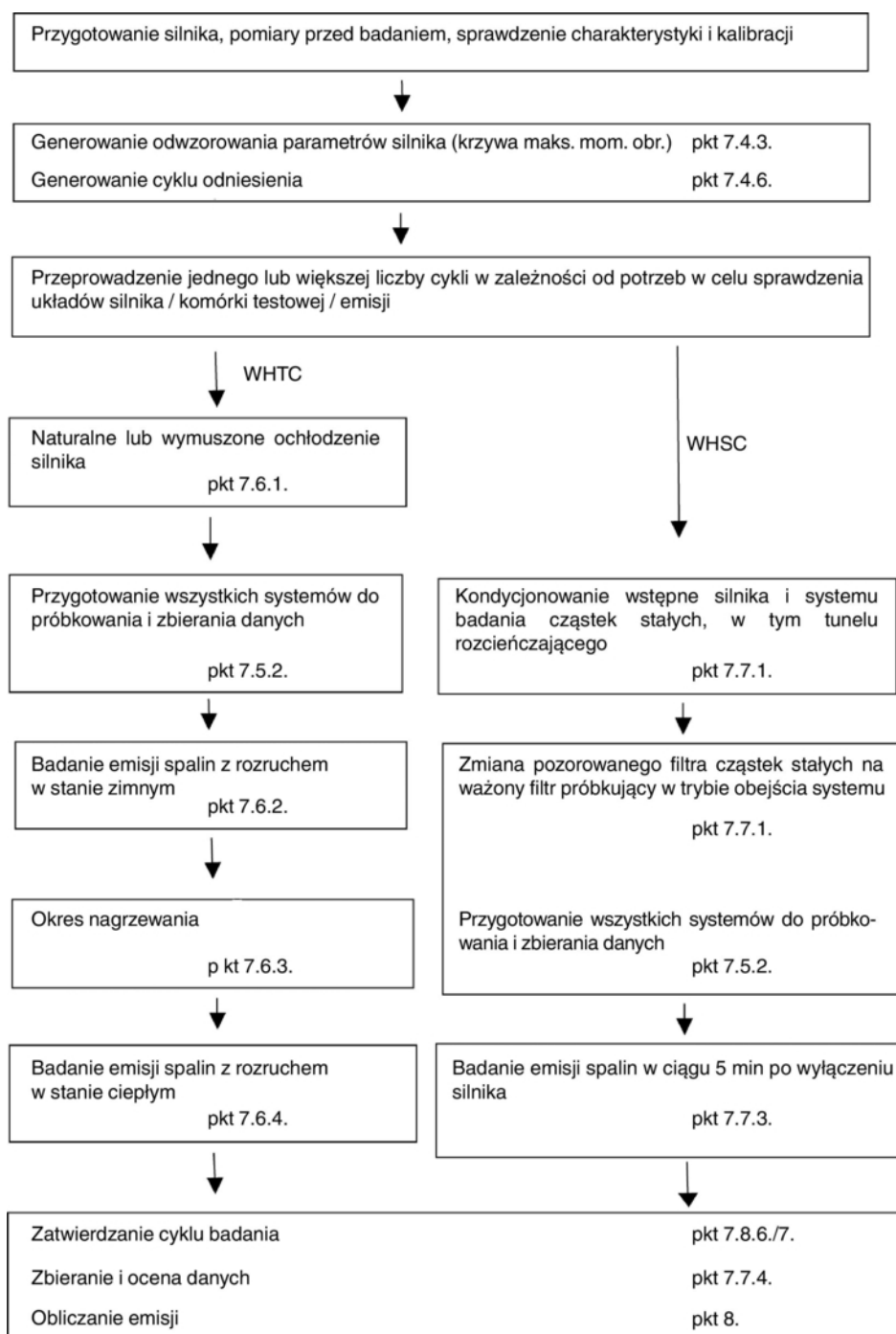
Faza	Znormalizowana prędkość (%)	Znormalizowany moment obrotowy (%)	Długość fazy obejmująca 20-sekundową przerwę
1	0	0	210
2	55	100	50
3	55	25	250
4	55	70	75
5	35	100	50
6	25	25	200
7	45	70	75
8	45	25	150
9	55	50	125
10	75	100	50
11	35	50	200
12	35	25	250
13	0	0	210
Suma			1 895

## 7.3. Ogólna sekwencja badania

Następujący wykres przedstawia ogólne zalecenia, które powinny być przestrzegane podczas badania. Szczegóły dotyczące poszczególnych elementów zostały opisane w odpowiednich punktach. W stosownych przypadkach dopuszcza się odchylenia od zaleceń, jednak szczegółowe wymogi zawarte w odpowiednich punktach mają charakter obowiązkowy.

W przypadku WHTC procedura badania obejmuje start w stanie zimnym, następnie naturalne lub wymuszone ochłodzenie silnika, po czym następuje okres nagrzewania i start w stanie ciepłym.

W przypadku WHSC procedura badania obejmuje start w stanie ciepłym po uprzednim kondycjonowaniu silnika w fazie 9 badania WHSC.



#### 7.4. Odwzorowanie parametrów silnika i cykl odniesienia

Poprzedzające badanie pomiary silnika, kontrole osiąarów silnika i kalibracje systemów wykonuje się przed procedurą odwzorowania parametrów silnika zgodnie z ogólną sekwencją badania przedstawioną w pkt 7.3.

Jako podstawę do uzyskania cyklu odniesienia badania WHTC i WHSC dokonuje się odwzorowania parametrów pracy silnika przy pełnym obciążeniu w celu uzyskania krzywej prędkości w zależności od maksymalnego momentu obrotowego oraz prędkości w zależności od mocy. Krzywą odwzorowania wykorzystuje się do denormalizacji prędkości silnika (pkt 7.4.6) i momentu obrotowego silnika (pkt 7.4.7).

#### 7.4.1. Nagrzewanie silnika

Silnik jest nagrzewany przy 75 % do 100 % maksymalnej mocy lub zgodnie z zaleceniami producenta oraz dobrą praktyką inżynierską. Pod koniec nagrzewania silnik pracuje przez co najmniej 2 minuty w celu ustabilizowania temperatury płynu chłodzącego silnika i oleju smarowego w granicach  $\pm 2\%$  jej średnich wartości lub dopóki nie zadziała termostat regulujący temperaturę silnika.

#### 7.4.2. Określanie zakresu prędkości odwzorowania

Minimalne i maksymalne prędkości odwzorowania wyznacza się w następujący sposób:

Minimalna prędkość odwzorowania = prędkość na biegu jałowym

Maksymalna prędkość odwzorowania =  $n_{hi} \times 1,02$  lub prędkość, przy której moment obrotowy pełnego obciążenia spada do zera w zależności od tego, która prędkość jest niższa.

#### 7.4.3. Krzywa odwzorowania parametrów silnika

Po ustabilizowaniu silnika zgodnie z pkt 7.4.1 odwzorowanie parametrów silnika przeprowadza się zgodnie z poniższą procedurą.

- a) Silnik jest odciążony i pracuje na biegu jałowym.
- b) Silnik pracuje przy maksymalnym zapotrzebowaniu operatora i minimalnej prędkości odwzorowywania.
- c) Prędkość obrotową silnika zwiększa się w tempie  $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$  z minimalnej do maksymalnej prędkości odwzorowywania, lub w sposób ciągły umożliwiając przejście z minimalnej do maksymalnej prędkości odwzorowywania w ciągu 4 do 6 min. Prędkość obrotowa silnika i moment obrotowy są rejestrowane z częstotliwością próbkowania co najmniej jednego punktu na sekundę.

Przy wyborze opcji b) w pkt 7.4.7 do ustalenia wartości ujemnego momentu obrotowego odniesienia, krzywa odwzorowania może przy minimalnym zapotrzebowaniu operatora przejść bezpośrednio z maksymalnej do minimalnej prędkości odwzorowania.

#### 7.4.4. Odwzorowywanie alternatywne

Jeżeli producent uważa, że powyższe techniki odwzorowywania nie są bezpieczne lub nie są reprezentatywne dla żadnego z rozważanych silników, możliwe jest wykorzystanie innych technik odwzorowywania. Techniki alternatywne muszą być zgodne z celem określonych procedur odwzorowywania wyznaczających maksymalnie dopuszczalny moment obrotowy dla wszystkich prędkości silnika uzyskanych w cyklach badania. Odstępstwa od technik odwzorowywania podanych w niniejszym punkcie wprowadzone ze względów bezpieczeństwa lub reprezentatywności zatwierdza organ udzielający homologacji podając uzasadnienie ich zastosowania. Jednakże wolno żadnym razie nie stosuje się metody ustalania krzywej momentu obrotowego, dla malejących prędkości obrotowych w przypadku silników z regulatorem lub z turbodoładowaniem.

#### 7.4.5. Badania powtarzalne

Nie ma potrzeby odwzorowywania parametrów silnika przed każdym cyklem badania. Parametry silnika są powtórnie odwzorowane przed cyklem badania, jeżeli:

- a) według dobrej praktyki inżynierskiej od ostatniego odwzorowania upłynął nadmiernie długi okres czasu; lub
- b) w silniku wprowadzono zmiany fizyczne lub go przekalibrowano, co mogło wpłynąć na osiągi silnika.



## 7.4.6. Denormalizacja prędkości silnika

W celu utworzenia cykli odniesienia znormalizowane prędkości z dodatku 1 (WHTC) i tabeli 1 (WHSC) należy zdenormalizować, używając następującego równania:

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

W celu ustalenia  $n_{\text{pref}}$  obliczana jest całka maksymalnego momentu obrotowego w przedziale  $n_{\text{idle}}$  do  $n_{95h}$  krzywej odwzorowania parametrów silnika wyznaczonej zgodnie z pkt 7.4.3.

Prędkości silnika na rys. 4 i 5 wyznacza się następująco:

$n_{\text{lo}}$  jest najniższą prędkością, przy której moc osiąga wartość 55 % maksymalnej mocy

$n_{\text{pref}}$  jest prędkością silnika, przy której całka maksymalnego momentu obrotowego stanowi 51 % całkowitej całki z przedziału  $n_{\text{idle}}$  do  $n_{95h}$

$n_{\text{hi}}$  jest najwyższą prędkością, przy której moc osiąga wartość 70 % maksymalnej mocy

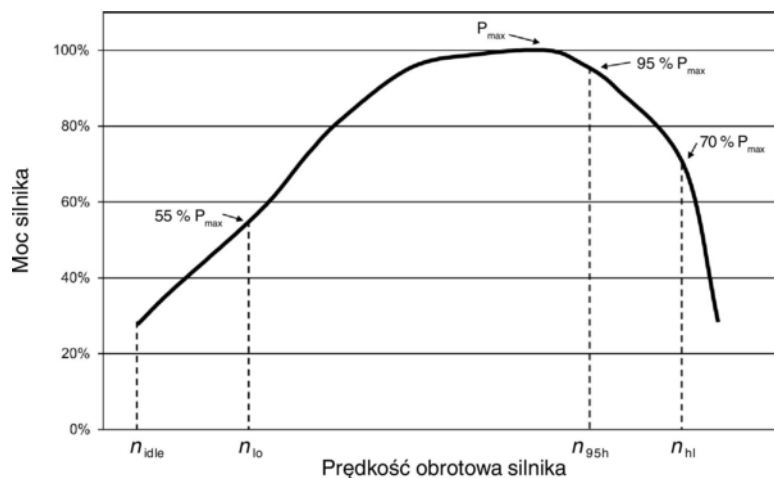
$n_{\text{idle}}$  jest prędkością biegu jałowego

$n_{95h}$  jest najwyższą prędkością, przy której moc osiąga wartość 95 % maksymalnej mocy

W przypadku silników (głównie silników o zapłonie samoczynnym) ze stromą charakterystyką statyzmu regulatora, w których odcięcie dopływu paliwa nie pozwala na pracę silnika z prędkością rzędu  $n_{\text{hi}}$  i  $n_{95h}$  stosuje się następujące postanowienia:

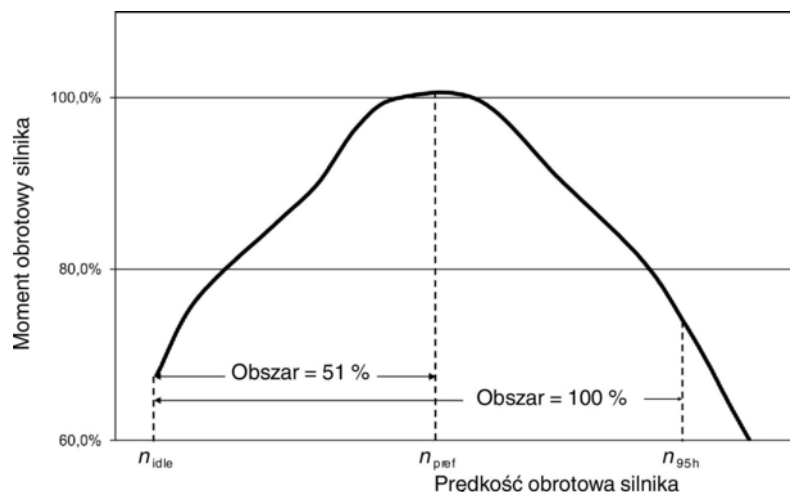
$n_{\text{hi}}$  w równaniu 9 zastępuje się  $n_{\text{pmax}} \times 1,02$

$n_{95h}$  zastępuje się  $n_{\text{pmax}} \times 1,02$



Rys. 4

**Definicje prędkości silnika przy badaniu**



Rys. 5

**Definicja  $n_{pref}$** 

## 7.4.7. Denormalizacja momentu obrotowego silnika

Wartości momentu obrotowego określone na schemacie dynamometru do pomiaru mocy silnika w dodatku 1 (WHTC) i w tabeli 1 (WHSC) są znormalizowane w odniesieniu do maksymalnego momentu obrotowego przy odpowiadającej prędkości. W celu utworzenia cykli odniesienia wartości momentu obrotowego dla każdej wartości prędkości odniesienia wyznaczonej w pkt 7.4.6 należy w następujący sposób zdenormalizować, korzystając z krzywej odwzorowania wyznaczonej zgodnie z pkt 7.4.3:

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

gdzie:

- $M_{norm,i}$  jest znormalizowanym momentem obrotowym, %
- $M_{max,i}$  jest maksymalnym momentem obrotowym z krzywej odwzorowania, Nm
- $M_{f,i}$  jest momentem obrotowym pochłanianym przez wyposażenie dodatkowe/urządzenia, jakie należy zamontować, Nm
- $M_{r,i}$  jest momentem obrotowym pochłanianym przez wyposażenie dodatkowe/urządzenia, jakie należy zdemonstrować, Nm

Jeżeli wyposażenie dodatkowe/urządzenia zamontowano zgodnie z pkt 6.3.1 i dodatkiem 7,  $M_f$  i  $M_r$  mają wartość zero.

Ujemne wartości momentu obrotowego punktów kontroli (m w dodatku 1) przyjmują, do celów utworzenia cyklu odniesienia, wartości odniesienia ustalone zgodnie z jednym z następujących sposobów:

- a) minus 40 % dodatniej wartości momentu obrotowego przy danej prędkości;
- b) odwzorowanie ujemnej wartości momentu obrotowego wymaganej do zmniejszenia prędkości odwzorowania silnika z maksymalnej do minimalnej;
- c) ustalenie ujemnej wartości momentu obrotowego niezbędnego dla pracy silnika na biegu jałowym i prędkości  $n_{hi}$  oraz liniowej interpolacji między tymi dwoma punktami.

#### 7.4.8. Obliczanie pracy w cyklu odniesienia

Pracę w cyklu odniesienia ustala się w cyklu badania poprzez jednoczesne obliczenie chwilowych wartości mocy silnika na podstawie prędkości odniesienia i momentu obrotowego odniesienia wyznaczonych w pkt 7.4.6 i 7.4.7. Chwilowe wartości mocy silnika łączy się w cyklu badania, aby obliczyć referencyjny cykl pracy  $W_{ref}$  (kWh). Jeżeli urządzenia dodatkowe nie są zamontowane zgodnie z pkt 6.3.1, chwilowe wartości mocy należy skorygować za pomocą równania 4 z pkt 6.3.5.

Tę samą metodologię wykorzystuje się do całkowania mocy odniesienia i mocy rzeczywistej. Jeżeli wyznacza się wartości między sąsiadującymi wartościami odniesienia lub wartościami zmierzonymi, używa się interpolacji liniowej. Podczas całkowania rzeczywistego cyklu pracy wszystkie ujemne wartości momentu obrotowego są przyjmowane jako równe zero i uwzględniane. Jeżeli całkowanie przeprowadza się przy częstotliwości niższej niż 5 Hz oraz jeżeli w określonym odcinku czasu wartość momentu obrotowego zmienia się z wartości dodatniej na ujemną, lub z ujemnej na dodatnią, wówczas część o wartości ujemnej przelicza się i przyjmuje jako równą zero. Część o wartości dodatniej należy włączyć do wartości całkowanej.

#### 7.5. Procedury przed badaniem

##### 7.5.1. Instalacja urządzeń pomiarowych

Oprzyrządowanie i sondy próbkujące instaluje się stosownie do potrzeb. Jeżeli do rozcieńczania przepływu spalin używa się układu pełnego rozcieńczania przepływu, układ należy połączyć z rurą wydechową.

##### 7.5.2. Przygotowanie urządzeń pomiarowych do pobierania próbek

Przed rozpoczęciem pobierania próbek emisji należy wykonać następujące czynności:

- a) W ciągu 8 godzin przed pobraniem próbek emisji przeprowadza się próby szczelności zgodnie z pkt 9.3.4.
- b) Przy okresowym pobieraniu próbek podłącza się czyste zbiorniki, na przykład opróżnione worki.
- c) Wszystkie instrumenty pomiarowe uruchamia się zgodnie z instrukcjami producenta i dobrą praktyką inżynierską.
- d) Uruchamia się układy rozcieńczania, pompy do pobierania próbek, wentylatory chłodzące i systemy zbierania danych.
- e) Natężenie przepływu próbki dostosować do pożądanego poziomu, w razie potrzeby stosując przepływ obejściowy.
- f) Wymienniki ciepła w układzie pobierania próbek wstępnie rozgrzewa się lub schładza w zakresie ich temperatur roboczych dla potrzeb badania.
- g) Należy umożliwić ustabilizowanie się temperatury roboczej rozgrzanych lub schłodzonych komponentów, takich jak ciągi pobierania próbek, filtry, chłodnice i pompy.
- h) Układ rozcieńczania przepływu spalin włącza się co najmniej 10 minut przed sekwencją badania.
- i) Wszelkie elektroniczne układy całkujące należy wyzerować lub ponownie wyzerować przed rozpoczęciem przerwy między badaniami.

### 7.5.3. Sprawdzanie analizatorów gazu

Należy wybrać zakresy pomiarowe analizatorów gazu. Dozwolone jest stosowanie analizatorów emisji z automatycznym lub manualnym przełączaniem zakresu. W trakcie cyklu badania nie należy przełączać zakresu pomiarowego analizatorów emisji. Jednocześnie nie wolno przełączać wartości wzmacnienia analogowego wzmacniacza operacyjnego lub analogowych wzmacniaczy operacyjnych analizatora w trakcie cyklu badania.

Reakcję zerową i reakcję zakresu ustala się dla wszystkich analizatorów używając gazów spełniających wymagania norm międzynarodowych, które spełniają wymogi określone w pkt 9.3.3. Analizatory FID należy skalibrować na podstawie liczby atomów węgla równej 1 (C1).

### 7.5.4. Przygotowanie filtrów próbkujących cząstki stałe

Przynajmniej na godzinę przed badaniem każdy z filtrów należy umieścić na płytce Petriego, zabezpieczonej przed zanieczyszczeniami pyłowymi i umożliwiającej wymianę powietrza, oraz włożyć do komory wagowej dla ustabilizowania. Po zakończeniu okresu stabilizacji każdy z filtrów należy zważyć i odnotować wagę tara. Następnie filtry należy przechowywać w zamkniętej płytce Petriego lub w uszczelnionym uchwycie filtra do chwili rozpoczęcia badania. Filtr należy wykorzystać w ciągu ośmiu godzin od wyjęcia z komory wagowej.

### 7.5.5. Regulacja układu rozcieńczenia spalin

Przepływ całkowicie rozcieńczonych spalin w układzie pełnego rozcieńczania przepływu lub przepływ rozcieńczonych spalin w układzie częściowego rozcieńczania przepływu spalin ustawia się tak, aby wyeliminować kondensację wody w układzie, oraz aby uzyskać temperaturę powierzchni filtra zawartą między 315 K (42 °C) i 325 K (52 °C).

### 7.5.6. Uruchamianie układu pobierania próbek cząstek stałych

Należy włączyć układ pobierania próbek cząstek stałych i przełączyć go na przepływ przez układ obejściowy. Poziom łańcuch cząstek stałych w rozcieńczalniku można wyznaczyć poprzez pobieranie próbek rozcieńczalnika przed wprowadzeniem spalin do tunelu rozcieńczającego. Pomiar ten może zostać wykonany przed lub po badaniu. Jeżeli pomiar wykonuje się zarówno przed, jak i po cyklu badania, zmierzone wartości można uśrednić. Jeżeli stosuje się inny układ pobierania próbek dla pomiaru poziomu łańcucha, pomiar ten przeprowadza się równoległe do badania.

## 7.6. Przebieg w cyklu badania WHTC

### 7.6.1. Ochłodzenie silnika

Można zastosować procedurę naturalnego lub wymuszonego ochłodzenia silnika. W przypadku wymuszonego ochłodzenia stosuje się dobrą praktykę inżynierską w celu przygotowania układu nawiewającego chłodzące powietrze w stronę silnika, tłoczącego zimny olej przez układ smarowania silnika, obniżającego temperaturę płynu chłodzącego w układzie chłodzenia oraz obniżającego temperaturę układu oczyszczania spalin. W przypadku wymuszonego ochłodzenia układu oczyszczania spalin powietrze chłodzące jest stosowane dopiero gdy układ ochłodzi się poniżej swojej temperatury aktywacji katalizatora. Niedozwolone są wszelkie procedury chłodzenia, w wyniku których poziom emisji silnika nie jest reprezentatywny.

### 7.6.2. Badanie z rozruchem zimnego silnika

Badanie z rozruchem zimnego silnika rozpoczyna się, gdy temperatura oleju silnikowego, płynu chłodzącego oraz układu oczyszczania spalin zawiera się w przedziale 293–303 K (20–30 °C). Silnik uruchamia się przy użyciu jednej z następujących metod:

- a) silnik uruchamia się zgodnie z zaleceniami instrukcji obsługi wykorzystując rozrusznik silnika oraz odpowiednio naładowany akumulator lub odpowiednie źródło energii elektrycznej; lub
- b) silnik uruchamia się za pomocą dynamometru. Silnik uruchamia się przy wartości  $\pm 25\%$  normalnej prędkości rozruchowej. Rozruch przerywa się w ciągu 1 s po uruchomieniu silnika. Jeżeli silnik nie uruchomi się po 15 s rozruchu, czynność tę przerywa się i ustala przyczynę niepowodzenia w uruchomieniu silnika, chyba że instrukcja obsługi lub książka serwisowa wskazuje dłuższy czas jako normalny czas rozruchu korbowego.

### 7.6.3. Okres nagrzewania

Bezpośrednio po zakończeniu rozruchu w stanie zimnym silnik jest kondycjonowany w ramach badania rozruchu w stanie ciepłym przez  $10 \pm 1$  min okresu nagrzewania.

### 7.6.4. Badanie z rozruchem w stanie ciepłym

Silnik uruchamia się po zakończeniu okresu nagrzewania określonego w pkt 7.6.3 przy wykorzystaniu metod rozruchu opisanych w pkt 7.6.2.

### 7.6.5. Sekwencja badania

Zarówno w przypadku badania z rozruchem w stanie zimnym, jak i z rozruchem w stanie ciepłym sekwencja badania zaczyna się w momencie uruchomienia silnika. Po uruchomieniu silnika zainicjowany zostaje cykl kontrolny, tak aby praca silnika odpowiadała pierwszej zadanej wartości cyklu.

Badanie WHTC przeprowadza się zgodnie z cyklem odniesienia określonym w pkt 7.4. Punkty kontrolne prędkości i momentu obrotowego mają częstotliwość 5 Hz (zalecane 10 Hz) lub większą. Ustalony punkt oblicza się metodą liniowej interpolacji przy użyciu ustalonych punktów cyklu odniesienia rejestrowanych z częstotliwością 1 Hz. Rzeczywiste wartości prędkości obrotowej i momentu obrotowego silnika rejestruje się co najmniej co sekundę w trakcie cyklu badania (1 Hz), a impulsy można filtrować elektronicznie.

### 7.6.6. Gromadzenie istotnych danych dotyczących emisji

Z chwilą rozpoczęcia sekwencji badania jednocześnie uruchamia się urządzenia pomiarowe oraz:

- a) rozpoczyna się gromadzenie lub analizę rozcieńczalnika w przypadku stosowania układu pełnego rozcieńczania przepływu spalin;
- b) rozpoczyna się gromadzenie lub analizę rozcieńczonych lub nierozcieńczonych spalin, w zależności od stosowanej metody;
- c) rozpoczyna się pomiar ilości rozcieńczonych spalin oraz wymaganych temperatur i ciśnień;
- d) rozpoczyna się pomiar masowego natężenia przepływu spalin w przypadku stosowania analizy nierozcieńczonych spalin;
- e) rozpoczyna się rejestrowanie sygnałów zwrotnych prędkości i momentu obrotowego dynamometru.

Jeżeli stosuje się pomiar nierozcieńczonych spalin, stężenia emisji (węglowodorów, węglowodorów niemetanowych, CO i NO<sub>x</sub>) oraz masowe natężenie przepływu spalin mierzy się w sposób ciągły i rejestruje w układzie komputerowym z częstotliwością co najmniej 2 Hz. Wszystkie inne dane mogą być rejestrowane z częstotliwością co najmniej 1 Hz. W przypadku analizatorów analogowych rejestruje się reakcję, a dane kalibracyjne można zastosować w trybie *online* lub *offline* podczas oceny danych.

Jeżeli stosuje się układ pełnego rozcieńczania przepływu spalin, stężenie węglowodorów i NO<sub>x</sub> mierzy się w sposób ciągły w tunelu rozcieńczającym z częstotliwością co najmniej 2 Hz. Stężenia średnie wyznacza się całkując sygnały analizatora podczas cyklu badania. Czas reakcji układu nie przekracza 20 s i, gdy jest to niezbędne, koordynuje się go ze zmianami przepływu CVS i w razie potrzeby z czasem pobierania próbek/zwłoką początku cyklu badania. Stężenia CO, CO<sub>2</sub> i NMHC można ustalić całkując ciągłe pomiary lub analizując stężenia tych substancji zebranych w workach do pobierania próbek podczas cyklu. Stężenia zanieczyszczeń gazowych w rozcieńczalniku wyznacza się przed wejściem spalin do tunelu rozcieńczającego metodą całkowania lub gromadząc je w worku do pomiaru stężeń tła. Wszystkie pozostałe parametry, które należy zmierzyć, rejestruje się z minimalną częstotliwością jednego pomiaru na sekundę (1 Hz).

#### 7.6.7. Pobieranie próbek cząstek stałych

Na początku sekwencji badania przełącza się układ pobierania próbek cząstek stałych z obwodu obejściowego na gromadzenie cząstek.

Jeżeli stosuje się układ częściowego rozcieńczania przepływu spalin, pompę(-y) do pobierania próbek reguluje się w taki sposób, by natężenie przepływu przez sondę do pobierania próbek cząstek stałych lub przewód przesyłowy pozostawało proporcjonalne do masowego natężenia przepływu spalin, określonego zgodnie z pkt 9.4.6.1.

Jeżeli stosuje się układ pełnego rozcieńczania pełnego przepływu spalin, pompę(-y) do pobierania próbek reguluje się w taki sposób, by natężenie przepływu przez sondę do pobierania próbek cząstek stałych lub przewód przesyłowy utrzymywało się na poziomie wartości  $\pm 2,5\%$  ustalonego natężenia przepływu. Jeżeli stosuje się wyrównywanie przepływu (tzn. proporcjonalne sterowanie przepływem próbek), wykazuje się, że stosunek natężenia przepływu głównego w tunelu do przepływu cząstek stałych nie odbiega od ustalonej wartości o więcej niż  $\pm 2,5\%$  (z wyjątkiem pierwszych 10 s pobierania próbek). Rejestruje się średnią temperaturę i ciśnienie na mierniku(-ach) gazu lub wlocie do urządzenia przepływowego. Jeżeli z powodu nagromadzenia dużej ilości cząstek stałych na filtrze niemożliwe jest utrzymanie zadanego natężenia przepływu w całym cyklu (w zakresie  $\pm 2,5\%$ ), badanie uznaje się za nieważne. Badanie przeprowadza się ponownie przy niższym natężeniu przepływu próbek.

#### 7.6.8. Gaśnięcie silnika i nieprawidłowe funkcjonowanie urządzeń

Jeżeli silnik zgaśnie podczas badania z rozruchem w stanie zimnym, badanie uznaje się za nieważne. Silnik poddaje się kondycjonowaniu wstępnemu, ponownie uruchamia zgodnie z wymogami określonymi w pkt 7.6.2, oraz powtarza badanie.

Jeżeli silnik zgaśnie w jakimkolwiek momencie badania z rozruchem w stanie ciepłym, badanie uznaje się za nieważne. Silnik rozgrzewa się zgodnie z opisem w pkt 7.6.3, a badanie z rozruchem w stanie ciepłym powtarza. W takim przypadku nie ma konieczności powtarzania badania z rozruchem w stanie zimnym.

Jeżeli w trakcie cyklu badania ma miejsce awaria któregośkolwiek z urządzeń wykorzystywanych w badaniu, badanie uznaje się za nieważne i powtarza się je zgodnie z powyższymi przepisami.

#### 7.7. Przebieg w cyklu badania WHSC

##### 7.7.1. Wstępne kondycjonowanie układu rozcieńczania i silnika

Układ rozcieńczania i silnik uruchamia się i nagrzewa zgodnie z pkt 7.4.1. Po rozgrzaniu silnik i układ pobierania próbek poddaje się kondycjonowaniu wstępnemu, utrzymując silnik w ruchu w trybie 9 (zob. pkt 7.2.2, tabela 1) przez minimum 10 min z jednoczesnym uruchomieniem układu rozcieńczania. Podczas tych operacji można zebrać ślepe próbki emisji cząstek stałych. Filtry do pobierania próbek nie muszą być stabilizowane ani ważone i mogą zostać odrzucone. Natężenie przepływu ustawia się na przybliżone wartości natężenia przepływu wybrane dla badania. Po wstępnym kondycjonowaniu wyłącza się silnik.

##### 7.7.2. Rozruch silnika

Po upływie  $5 \pm 1$  min od zakończenia kondycjonowania wstępnego w trybie 9 zgodnie z opisem w pkt 7.7.1 silnik uruchamia się zgodnie z procedurą rozruchową zalecaną przez producenta w instrukcji obsługi, wykorzystując rozrusznik silnika lub dynamometr zgodnie z opisem w pkt 7.6.2.

##### 7.7.3. Sekwencja badania

Sekwencja badania rozpoczyna się po uruchomieniu silnika i w ciągu jednej minuty od skontrolowania pracy silnika w celu dopasowania do pierwszego trybu cyklu (bieg jałowy)

Badanie WHSC przeprowadza się zgodnie z kolejnością trybów cyklu badawczego przedstawioną w tabeli 1 w pkt 7.2.2.

#### 7.7.4. Gromadzenie istotnych danych dotyczących emisji

Z chwilą rozpoczęcia sekwencji badania jednocześnie uruchamia się urządzenia pomiarowe oraz:

- a) rozpoczyna się gromadzenie lub analizę rozcieńczalnika w przypadku stosowania układu pełnego rozcieńczania przepływu spalin;
- b) rozpoczyna się gromadzenie lub analizę rozcieńczonych lub nierozcieńczonych spalin, w zależności od stosowanej metody;
- c) rozpoczyna się pomiar ilości rozcieńczonych spalin oraz wymaganych temperatur i ciśnień;
- d) rozpoczyna się pomiar masowego natężenia przepływu spalin, w przypadku stosowania analizy nierozcieńczonych spalin;
- e) rozpoczyna się rejestrowanie sygnałów zwrotnych dotyczących prędkości i momentu obrotowego dynamometru.

Jeżeli stosuje się pomiar nierozcieńczonych spalin, stężenia emisji (węglowodorów, węglowodorów niemietanowych, CO i NO<sub>x</sub>) oraz masowe natężenie przepływu spalin mierzy się w sposób ciągły i rejestruje w układzie komputerowym z częstotliwością co najmniej 2 Hz. Wszystkie inne dane rejestruje się z częstotliwością co najmniej 1 Hz. W przypadku analizatorów analogowych rejestruje się reakcję, a dane kalibracyjne można zastosować w trybie *online* lub *offline* podczas analizy danych.

Jeżeli stosuje się układ pełnego rozcieńczania przepływu spalin, stężenie węglowodorów i NO<sub>x</sub> mierzy się w sposób ciągły w tunelu rozcieńczającym z częstotliwością co najmniej 2 Hz. Stężenia średnie wyznacza się, całkując sygnały analizatora w trakcie cyklu badania. Czas reakcji układu nie przekracza 20 s i, gdy jest to niezbędne, koordynuje się go ze zmianami przepływu CVS i w razie potrzeby z czasem pobierania próbek/zwłoką początku cyklu badania. Stężenia CO, CO<sub>2</sub> i NMHC można ustalić całkując ciągłe pomiary lub analizując stężenia tych substancji zebranych w workach do pobierania próbek podczas cyklu. Stężenia zanieczyszczeń gazowych w rozcieńczalniku wyznacza się przed wejściem spalin do tunelu rozcieńczającego całkując je lub zbierając w worku do pomiaru stężeń tła. Wszystkie pozostałe parametry, które należy zmierzyć, rejestruje się z minimalną częstotliwością jednego pomiaru na sekundę (1 Hz).

#### 7.7.5. Pobieranie próbek cząstek stałych

Na początku sekwencji badania przełącza się układ pobierania próbek cząstek stałych z obwodu obejściowego na gromadzenie cząstek. Jeżeli stosuje się układ częściowego rozcieńczania przepływu spalin, pompę(-y) do pobierania próbek reguluje się w taki sposób, by natężenie przepływu przez sondę do pobierania próbek cząstek stałych lub przewód przesyłowy pozostawało proporcjonalne do masowego natężenia przepływu spalin, określonego zgodnie z pkt 9.4.6.1.

Jeżeli stosuje się układ pełnego rozcieńczania przepływu spalin, pompę(-y) do pobierania próbek reguluje się w taki sposób, by natężenie przepływu przez sondę do pobierania próbek cząstek stałych lub przewód przesyłowy utrzymywało się na poziomie wartości  $\pm 2,5$  % ustalonego natężenia przepływu. Jeżeli wykorzystuje się wyrównywanie przepływu (tzn. proporcjonalne sterowanie przepływem próbek), wykazuje się, że stosunek natężenia przepływu głównego w tunelu do przepływu cząstek stałych nie odbiega od ustalonej wartości o więcej niż  $\pm 2,5$  % (z wyjątkiem pierwszych 10 s pobierania próbek). Rejestruje się średnią temperaturę i ciśnienie na mierniku(-ach) gazu lub wlocie do urządzenia przepływowego. Jeżeli z powodu nagromadzenia dużej ilości cząstek stałych na filtrze niemożliwe jest utrzymanie ustalonego natężenia przepływu w całym cyklu (w zakresie  $\pm 2,5$  %), badanie uznaje się za nieważne. Badanie przeprowadza się ponownie przy niższym natężeniu przepływu próbek.

#### 7.7.6. Gaśnienie silnika i nieprawidłowe funkcjonowanie urządzeń

Jeżeli silnik zgaśnie w którymkolwiek momencie cyklu, badanie uznaje się za nieważne. Silnik poddaje się kondycjonowaniu wstępnemu zgodnie z pkt 7.7.1, ponownie uruchamia zgodnie z pkt 7.7.2 oraz powtarza badanie.

Jeżeli w trakcie cyklu badania ma miejsce awaria któregokolwiek z urządzeń wykorzystywanych w badaniu, badanie uznaje się za nieważne i powtarza się je zgodnie z powyższymi przepisami.

#### 7.8. Procedury przeprowadzane po badaniu

##### 7.8.1. Czynności wykonywane po badaniu

Po zakończeniu badania kończy się pomiar masowego natężenia przepływu spalin, objętości rozcieńczonych spalin, przepływu gazu do worków zbiorczych oraz pracę pompy do pobierania próbek cząstek stałych. W przypadku układu z analizatorem całkowitym kontynuuje się pobieranie próbek do chwili upłynięcia czasów reakcji układu.

##### 7.8.2. Weryfikacja proporcjonalnego pobierania próbek

W odniesieniu do każdej proporcjonalnej próbki zbiorczej, takiej jak próbka z worka do pobierania próbek lub próbka cząstek stałych, weryfikuje się, czy zastosowano proporcjonalne pobieranie próbek zgodnie z pkt 7.6.7 i 7.7.5. Każdą próbkę, która nie spełnia tego wymogu, uznaje się za nieważną.

##### 7.8.3. Kondycjonowanie i ważenie cząstek stałych

Filtr cząstek stałych umieszcza się w przykrytym lub zaplombowanym pojemniku bądź zamyka się uchwyty filtra, aby zabezpieczyć filtry do pobierania próbek przed otaczającymi zanieczyszczeniami. Zabezpieczone w ten sposób filtry ponownie umieszcza się w komorze wagowej. Filtr poddaje się kondycjonowaniu przez co najmniej jedną godzinę, a następnie waży zgodnie z pkt 9.4.5. Odnawia się masę brutto filtra.

##### 7.8.4. Weryfikacja pełzania zera

Reakcje zera i punktu końcowego skali w zastosowanych zakresach analizatorów gazowych wyznacza się możliwie jak najszybciej, ale nie później niż w ciągu 30 minut od zakończenia cyklu badania lub w trakcie okresu rozgrzewania. Dla celów niniejszego punktu cykl badania definiuje się następująco:

- a) w przypadku WHTC: pełna sekwencja stan zimny – nagrzewanie – stan ciepły;
- b) w przypadku WHTC z rozruchem w stanie ciepłym (pkt 6.6): sekwencja nagrzewanie – stan ciepły;
- c) w przypadku WHTC z rozruchem w stanie ciepłym i wielokrotną regeneracją (pkt 6.6): łączna liczba badań z rozruchem w stanie ciepłym;
- d) w przypadku WHSC: cykl badania.

Do zjawiska pełzania zera analizatora stosują się następujące przepisy:

- a) reakcje zera i punktu końcowego skali przed badaniem oraz po badaniu można bezpośrednio wprowadzić do wzoru 66 w pkt 8.6.1 bez wyznaczania pełzania zera;
- b) jeżeli różnica wyników pełzania przed badaniem i po badaniu jest mniejsza niż 1 % pełnej skali, zmierzone stężenia można wykorzystać bez korekty lub korygować pod kątem pełzania zera zgodnie z pkt 8.6.1;
- c) jeżeli różnica wyników pełzania przed badaniem i po badaniu jest równa 1 % pełnej skali lub większa, badanie uznaje się za nieważne lub zmierzone stężenia koryguje się ze względu na pełzanie zera zgodnie z pkt 8.6.1.



#### 7.8.5. Analiza próbek gazów pobranych przy pomocy worków

Następujące czynności wykonuje się tak szybko, jak jest to możliwe:

- a) próbki gazów pobrane przy pomocy worków analizuje się nie później niż w ciągu 30 minut od zakończenia badania z rozruchem w stanie ciepłym lub w trakcie okresu rozgrzewania w przypadku badania z rozruchem w stanie zimnym;
- b) próbki tła analizuje się nie później niż w ciągu 60 minut od zakończenia badania z rozruchem w stanie ciepłym.

#### 7.8.6. Walidacja pracy w cyklu

Przed obliczeniem rzeczywistej pracy w cyklu pomija się wszystkie punkty zarejestrowane przy uruchamianiu silnika. Rzeczywistą pracę w cyklu wyznacza się w cyklu badania poprzez synchroniczne zastosowanie rzeczywistych wartości prędkości i momentu obrotowego do obliczenia chwilowych wartości mocy silnika. Rzeczywistą pracę w cyklu  $W_{act}$  (kWh) oblicza się, całkując chwilowe wartości mocy silnika w cyklu badania. Jeżeli dodatkowe urządzenia/przyrządy nie są zamontowane zgodnie z pkt 6.3.1, chwilowe wartości mocy są korygowane przy użyciu wzoru 4 z pkt 6.3.5.

Do całkowania rzeczywistej mocy silnika stosuje się tę samą metodę, co opisana w pkt 7.4.8.

Rzeczywistą pracę w cyklu  $W_{act}$  wykorzystuje się do porównania pracy w cyklu odniesienia  $W_{ref}$  oraz do obliczenia emisji jednostkowych w stanie zatrzymania (zob. pkt 8.6.3).

Wartość  $W_{act}$  znajduje się w przedziale od 85 % do 105 % wartości  $W_{ref}$ .

#### 7.8.7. Walidacyjne dane statystyczne z cyklu badania

Regresje liniowe wartości rzeczywistych ( $n_{act}$ ,  $M_{act}$ ,  $P_{act}$ ) i wartości odniesienia ( $n_{ref}$ ,  $M_{ref}$ ,  $P_{ref}$ ) przeprowadza się zarówno dla WHTC, jak i WHSC.

Aby zminimalizować zniekształcający efekt opóźnienia czasu reakcji między wartościami zarejestrowanymi i odniesienia, całą sekwencję sygnału zarejestrowanej prędkości i momentu obrotowego silnika można przyspieszyć lub opóźnić w czasie względem sekwencji odniesienia prędkości i momentu obrotowego. Jeżeli sygnały rzeczywiste są przesunięte, zarówno prędkość, jak i moment obrotowy przesuwa się o tę samą wielkość i w tym samym kierunku.

Stosuje się metodę najmniejszych kwadratów, przy czym najlepiej pasujący wzór ma postać:

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

gdzie:

- $y$  rzeczywista wartość prędkości ( $\text{min}^{-1}$ ), momentu obrotowego (Nm) lub mocy (kW)  
 $a_1$  nachylenie linii regresji  
 $x$  wartość odniesienia prędkości ( $\text{min}^{-1}$ ), momentu obrotowego (Nm) lub mocy (kW)  
 $a_0$  punkt przecięcia linii regresji z osią  $y$

Standardowy błąd szacunku (SEE)  $y$  względem  $x$  i współczynnik korelacji ( $r^2$ ) oblicza się dla każdej linii regresji.

Zaleca się wykonywanie tej analizy przy częstotliwości 1 Hz. Aby można było uznać badanie za ważne, powinny być spełnione wymagania podane w tabeli 2 (w przypadku WHTC) lub tabeli 3 (w przypadku WHSC).

Tabela 2

**Tolerancje linii regresji dla WHTC**

	Prędkość	Moment obrotowy	Moc
Standardowy błąd szacunku (SEE) y względem x	maksymalnie 5 % maksymalnej badanej prędkości	maksymalnie 10 % maksymalnego momentu obrotowego silnika	maksymalnie 10 % maksymalnej mocy silnika
Nachylenie linii regresji, $a_1$	0,95–1,03	0,83–1,03	0,89–1,03
Współczynnik korelacji, $r^2$	minimum 0,970	minimum 0,850	minimum 0,910
Punkt przecięcia linii regresji z osią y, $a_0$	maksymalnie 10 % prędkości biegu jałowego	$\pm 20$ Nm lub $\pm 2$ % maksymalnego momentu obrotowego w zależności od tego, która wartość jest wyższa	$\pm 4$ kW lub $\pm 2$ % maksymalnej mocy w zależności od tego, która wartość jest wyższa

Tabela 3

**Tolerancje linii regresji dla WHSC**

	Prędkość	Moment obrotowy	Moc
Standardowy błąd szacunku (SEE) na osi y względem osi x	maksymalnie 1 % maksymalnej badanej prędkości	maksymalnie 2 % maksymalnego momentu obrotowego silnika	maksymalnie 2 % maksymalnej mocy silnika
Nachylenie linii regresji, $a_1$	0,99–1,01	0,98–1,02	0,98–1,02
Współczynnik korelacji, $r^2$	minimum 0,990	minimum 0,950	minimum 0,950
Punkt przecięcia linii regresji z osią y, $a_0$	maksymalnie 1 % maksymalnej badanej prędkości	$\pm 20$ Nm lub $\pm 2$ % maksymalnego momentu obrotowego w zależności od tego, która wartość jest wyższa	$\pm 4$ kW lub $\pm 2$ % maksymalnej mocy w zależności od tego, która wartość jest wyższa

Wyłącznie do celów obliczenia regresji dopuszczalne jest pominięcie punktów przed tym obliczeniem, jeżeli przewiduje to tabela 4. Punktów tych nie pomija się jednak przy obliczaniu pracy w cyklu i emisji. Pomijanie punktów może być stosowane w odniesieniu do całości lub części cyklu.

Tabela 4

**Dopuszczalne pominięcia punktów z analizy regresji**

Zdarzenie	Warunki	Dopuszczalne pominięcia punktów
Minimalne zapotrzebowanie operatora (punkt jałowy)	$n_{ref} = 0$ % oraz $M_{ref} = 0$ % oraz $M_{act} > (M_{ref} - 0,02 M_{max. mapped torque})$ oraz $M_{act} < (M_{ref} + 0,02 M_{max. mapped torque})$	prędkość i moc
Minimalne zapotrzebowanie operatora (punkt monitorowania)	$M_{ref} < 0$ %	moc i moment obrotowy

Zdarzenie	Warunki	Dopuszczalne pominięcia punktów
Minimalne zapotrzebowanie operatora	$n_{act} \leq 1,02 n_{ref}$ oraz $M_{act} > M_{ref}$ lub $n_{act} > n_{ref}$ oraz $M_{act} \leq M_{ref}$ lub $n_{act} > 1,02 n_{ref}$ oraz $M_{ref} < M_{act} \leq (M_{ref} + 0,02 M_{max. mapped torque})$	moc i albo moment obrotowy, albo prędkość
Maksymalne zapotrzebowanie operatora	$n_{act} < n_{ref}$ oraz $M_{act} \geq M_{ref}$ lub $n_{act} \geq 0,98 n_{ref}$ oraz $M_{act} < M_{ref}$ lub $n_{act} < 0,98 n_{ref}$ oraz $M_{ref} > M_{act} \geq (M_{ref} - 0,02 M_{max. mapped torque})$	moc i albo moment obrotowy, albo prędkość

## 8. OBLICZANIE EMISJI

Ostateczne wyniki badania zaokrągla się jednorazowo do liczby miejsc dziesiętnych wskazanych w wartości granicznej dla danego zanieczyszczenia plus jedna dodatkowa znacząca cyfra, zgodnie z ASTM E 29-06B. Niedozwolone jest zaokrąglenie wartości pośrednich prowadzących do ostatecznego wyniku emisji jednostkowych w stanie zatrzymania.

Przykłady procedury obliczeniowej zamieszczono w dodatku 6.

Molowe obliczenia emisji, przeprowadzone zgodnie z załącznikiem 7 do ogólnoświatowego przepisu technicznego nr [xx] w sprawie protokołu badania emisji spalin w maszynach samojedznych nieporuszających się po drogach, są dozwolone za uprzednią zgodą organu udzielającego homologacji.

## 8.1. Korekta ze stanu suchego na wilgotny

Jeżeli emisje są mierzone w gazie suchym, zmierzone stężenie przelicza się na stężenie w gazie wilgotnym zgodnie z następującym wzorem:

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

gdzie:

$c_d$  stężenie w gazie suchym w ppm lub w % objętości

$k_w$  współczynnik korekty ze stanu suchego na wilgotny ( $k_{w,a}$ ,  $k_{w,e}$  lub  $k_{w,d}$  w zależności od zastosowanego wzoru)

## 8.1.1. Nerozcieńczone spaliny

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

lub

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

lub

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

przy czym:

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

oraz

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

gdzie:

$H_a$	wilgotność powietrza wlotowego, w g wody na kg suchego powietrza
$w_{ALF}$	zawartość wodoru w paliwie, w % wagowo
$q_{mf,i}$	chwilowe masowe natężenie przepływu paliwa, w kg/s
$q_{mad,I}$	chwilowe masowe natężenie przepływu suchego powietrza wlotowego, w kg/s
$p_r$	prężność par po kąpeli chłodzącej, w kPa
$p_b$	całkowite ciśnienie atmosferyczne, w kPa
$w_{DEL}$	zawartość azotu w paliwie, w % wagowo
$w_{EPS}$	zawartość tlenu w paliwie, w % wagowo
$\alpha$	stosunek molowy wodoru w paliwie
$c_{CO_2}$	stężenie CO <sub>2</sub> w spalinach suchych, w %
$c_{CO}$	stężenie CO w spalinach suchych, w %

Wzory 13 i 14 są w zasadzie identyczne, przy czym współczynnik 1,008 we wzorach 13 i 15 stanowi przybliżenie bliższego rzeczywistości mianownika ze wzoru 14.

#### 8.1.2. Rozcieńczone spaliny

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

lub

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

przy czym:

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

gdzie:

- $a$  stosunek molowy wodoru w paliwie  
 $c_{\text{CO}_2\text{w}}$  stężenie  $\text{CO}_2$  w spalinach wilgotnych, w %  
 $c_{\text{CO}_2\text{d}}$  stężenie  $\text{CO}_2$  w spalinach suchych, w %  
 $H_d$  wilgotność rozcieńczalnika, w g wody na kg suchego powietrza  
 $H_a$  wilgotność powietrza wlotowego, w g wody na kg suchego powietrza  
 $D$  współczynnik rozcieńczenia (zob. pkt 8.5.2.3.2)

### 8.1.3. Rozcieńczalnik

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

przy czym:

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

gdzie:

- $H_d$  wilgotność rozcieńczalnika, w g wody na kg suchego powietrza

### 8.2. Korekta $\text{NO}_x$ ze względu na wilgotność

Ponieważ emisje  $\text{NO}_x$  są uzależnione od warunków powietrza otoczenia, stężenie  $\text{NO}_x$  koryguje się pod kątem wilgotności przy pomocy współczynników podanych w pkt 8.2.1 lub 8.2.2. Wilgotność powietrza wlotowego  $H_a$  można uzyskać z pomiaru wilgotności względnej, pomiaru punktu rosy, pomiaru prężności par lub pomiaru przy pomocy termometru suchego/mokrego, z wykorzystaniem ogólnie przyjętych wzorów.

#### 8.2.1. Silniki o zapłonie samoczynnym

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

gdzie:

- $H_a$  wilgotność powietrza wlotowego, w g wody na kg suchego powietrza

#### 8.2.2. Silniki z zapłonem iskrowym

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

gdzie:

- $H_a$  wilgotność powietrza wlotowego, w g wody na kg suchego powietrza

## 8.3. Korekta wyporu filtra cząstek stałych

Masę filtra do pobierania próbek koryguje się ze względu na jego wypór w powietrzu. Korekta wyporu zależy od gęstości filtra do pobierania próbek, gęstości powietrza i gęstości odważników kalibracyjnych wagi i nie jest wliczana do wyporu samych cząstek stałych. Korektę wyporu stosuje się zarówno do masy tara filtra, jak i do masy brutto filtra.

Jeżeli gęstość materiału filtra nie jest znana, wykorzystuje się następujące gęstości:

- a) filtry z włókna szklanego powlekanego teflonem: 2 300 kg/m<sup>3</sup>;
- b) teflonowe filtry membranowe: 2 144 kg/m<sup>3</sup>;
- c) teflonowe filtry membranowe z dodatkowym pierścieniem polimetylopentenu: 920 kg/m<sup>3</sup>.

Dla odważników kalibracyjnych wykonanych ze stali nierdzewnej przyjmuje się gęstość 8 000 kg/m<sup>3</sup>. Jeżeli odważniki wykonane są z innego materiału, jego gęstość jest znana.

Stosuje się następujący wzór:

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

przy czym:

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

gdzie:

$m_{\text{uncor}}$	niekorygowana masa filtra cząstek stałych, w mg
$\rho_a$	gęstość powietrza, w kg/m <sup>3</sup>
$\rho_w$	gęstość odważników kalibrujących wagę, w kg/m <sup>3</sup>
$\rho_f$	gęstość filtra do pobierania próbek cząstek stałych, w kg/m <sup>3</sup>
$p_b$	całkowite ciśnienie atmosferyczne, w kPa
$T_a$	temperatura powietrza w otoczeniu wagi, w K
28,836	masa cząsteczkowa powietrza przy wilgotności odniesienia (282,5 K), w g/mol
8,3144	stała molowa gazu

Masę próbki cząstek stałych  $m_p$  zastosowaną w pkt 8.4.3 i 8.5.3 oblicza się w następujący sposób:

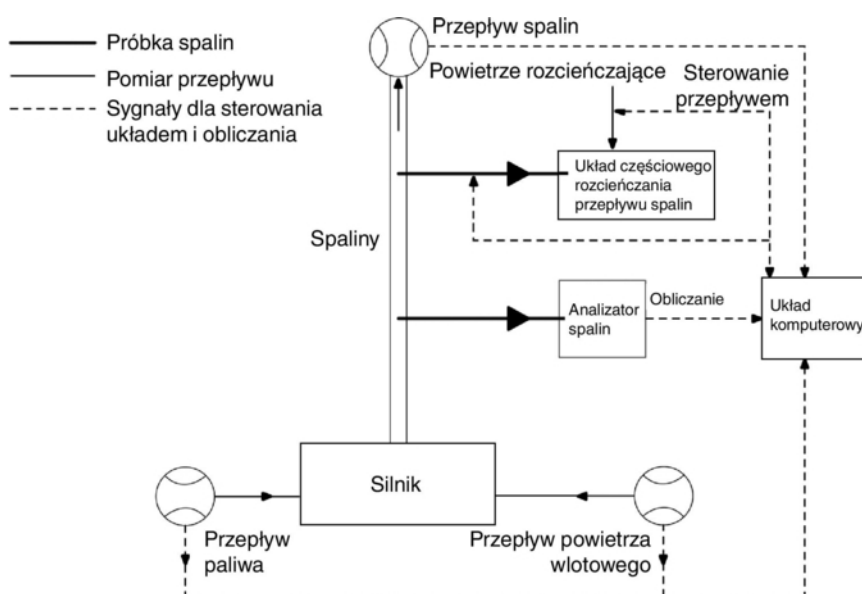
$$m_p = m_{f,G} - m_{f,T} \quad (27)$$

gdzie:

$m_{f,G}$	masa brutto filtra cząstek stałych skorygowana ze względu na wypór, w mg
$m_{f,T}$	masa tara filtra cząstek stałych skorygowana ze względu na wypór, w mg

## 8.4. Częściowe rozcieńczanie przepływu spalin (PFS) i pomiar gazów nierozcieńczonych

Impulsy zawierające chwilowe wartości stężeń składników gazowych wykorzystywane są do obliczenia masowego natężenia emisji poprzez pomnożenie przez chwilowe masowe natężenie przepływu spalin. Chwilowe masowe natężenie przepływu spalin może być zmierzone bezpośrednio lub obliczone przy pomocy metody pomiaru powietrza wlotowego i przepływu paliwa, metody pomiaru gazu znakującego lub pomiaru powietrza wlotowego i stosunku powietrza do paliwa. Szczególną uwagę poświęca się czasom reakcji poszczególnych instrumentów. Występujące różnice uwzględnia się w momencie uzgadniania sygnałów. W przypadku cząstek stałych sygnały dotyczące masowego natężenia przepływu spalin są wykorzystywane do sterowania układem częściowego rozcieńczania przepływu spalin w celu pobrania próbki proporcjonalnej do masowego natężenia przepływu spalin. Jakość tej proporcjonalności sprawdza się, stosując analizę metodą regresji pomiędzy próbką i przepływem spalin, zgodnie z pkt 9.4.6.1. Całą procedurę badania przedstawiono w sposób schematyczny na rys. 6.



Rys. 6

**Schemat układu pomiarowego nierozcieńczonego/częściowego przepływu spalin**

## 8.4.1. Oznaczenie przepływu masowego spalin

## 8.4.1.1. Wstęp

Do obliczania emisji w nierozcieńczonych spalinach oraz do kontrolowania układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin niezbędne jest poznanie masowego natężenia przepływu spalin. Do ustalenia masowego natężenia przepływu spalin można zastosować którąkolwiek z metod opisanych w pkt 8.4.1.3–8.4.1.7.

## 8.4.1.2. Czas reakcji

Dla potrzeb obliczeń emisji czas reakcji każdej z metod opisanych w pkt 8.4.1.3–8.4.1.7 jest równy czasowi reakcji analizatora wynoszącemu  $\leq 10$  s lub krótszy, zgodnie z wymogiem określonym w pkt 9.3.5.

Dla potrzeb sterowania układem częściowego rozcieńczania przepływu spalin wymagany jest krótszy czas reakcji. Dla układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin ze sterowaniem online czas reakcji wynosi  $\leq 0,3$  s. Dla układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin ze sterowaniem antycypowanym opartym na uprzednio zarejestrowanym przebiegu próbnym czas reakcji układu pomiaru przepływu spalin wynosi  $\leq 5$  s, a czas narastania  $\leq 1$  s. Czas reakcji układu określa producent przyrządu. Łączny czas reakcji wymagany dla przepływu spalin i układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin podano w pkt 9.4.6.1.

#### 8.4.1.3. Metoda pomiaru bezpośredniego

Pomiar bezpośredni chwilowego przepływu spalin przeprowadza się za pośrednictwem takich układów, jak:

- a) urządzenia wykorzystujące różnicę ciśnień, takie jak dysza przepływowa (szczegóły – zob. norma ISO 5167);
- b) przepływomierz ultradźwiękowy;
- c) przepływomierz wirowy.

Podjmuje się środki ostrożności celem uniknięcia błędów pomiarowych, które mogłyby skutkować błędami w zmierzonych wartościach emisji. Takie środki ostrożności obejmują ostrożną instalację urządzeń w układzie wydechowym zgodnie z zaleceniami producentów takich urządzeń i dobrą praktyką inżynierską. W szczególności instalacja takich urządzeń nie wpływa na wydajność silnika i emisje.

Przepływomierze spełniają wymogi liniowości, o których mowa w pkt 9.2.

#### 8.4.1.4. Metoda pomiaru powietrza i paliwa

Obejmuje ona pomiar przepływu powietrza i paliwa przy użyciu odpowiednich przepływomierzy. Chwilowy przepływ spalin oblicza się w następujący sposób:

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

gdzie:

- $q_{mew,i}$       chwilowe masowe natężenie przepływu spalin, w kg/s  
 $q_{maw,i}$       chwilowe masowe natężenie przepływu powietrza wlotowego, w kg/s  
 $q_{mf,i}$         chwilowe masowe natężenie przepływu paliwa, w kg/s

Przepływomierze spełniają wymogi liniowości, o których mowa w pkt 9.2, ale jednocześnie są wystarczająco dokładne, by spełniać również wymogi liniowości dla przepływu spalin.

#### 8.4.1.5. Metoda pomiaru gazu znakującego

Metoda ta obejmuje pomiar stężenia gazu znakującego w spalinach.

Do przepływu spalin wprowadza się określoną ilość gazu obojętnego (np. czystego helu), pełniącego funkcję gazu znakującego. Gaz ten miesza się ze spalinami i jest nimi rozcieńczany, ale nie reaguje w rurze wydechowej. Następnie mierzy się stężenie takiego gazu w próbce spalin.

Dla zapewnienia całkowitego wymieszania się gazu znakującego, sondę do pobierania próbek spalin umieszcza się w odległości 1 m lub odległości równej trzydziestokrotnej średnicy rury wydechowej, w zależności od tego, która z tych wartości jest większa, od punktu wprowadzenia gazu znakującego. Sondę do pobierania próbek można umieścić bliżej punktu wprowadzenia gazu, jeżeli całkowite wymieszanie jest potwierdzone poprzez porównanie stężenia gazu znakującego ze stężeniem odniesienia podczas wprowadzania gazu znakującego przed silnikiem.

Natężenie przepływu gazu znakującego ustawia się tak, aby jego stężenie przy jałowym biegu silnika po wymieszaniu było niższe niż pełna skala analizatora gazu znakującego.



Przepływ spalin oblicza się w następujący sposób:

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

gdzie:

$q_{mew,i}$	chwilowe masowe natężenie przepływu spalin, w kg/s
$q_{vt}$	natężenie przepływu gazu znakującego, w $\text{cm}^3/\text{min}$
$c_{mix,i}$	chwilowe stężenie gazu znakującego po wymieszaniu, w ppm
$\rho_e$	gęstość spalin, w $\text{kg}/\text{m}^3$ (por. tabela 4)
$c_b$	stężenie tła gazu znakującego w powietrzu wlotowym, w ppm

Stężenie tła gazu znakującego ( $c_b$ ) można określić poprzez uśrednienie stężenia tła zmierzonego bezpośrednio przed przebiegiem badania oraz po nim.

Stężenie tła można pominąć jeżeli jest ono niższe niż 1 % stężenia gazu znakującego po wymieszaniu ( $c_{mix,i}$ ) przy maksymalnym przepływie spalin.

Cały układ spełnia wymogi liniowości dla przepływu spalin, określone w pkt 9.2.

#### 8.4.1.6. Metoda pomiaru przepływu powietrza i stosunku ilości powietrza do paliwa

Metoda ta obejmuje obliczenie masy spalin na podstawie przepływu powietrza oraz stosunku powietrza do paliwa. Chwilowy przepływ masowy spalin oblicza się w następujący sposób:

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

przy czym:

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

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

gdzie:

$q_{maw,i}$	chwilowe masowe natężenie przepływu powietrza wlotowego, w kg/s
$A/F_{st}$	stosunek stechiometryczny powietrza do paliwa, w kg/kg
$\lambda_i$	chwilowy współczynnik nadmiaru powietrza
$c_{CO2d}$	stężenie $\text{CO}_2$ w spalinach suchych, w %
$c_{COd}$	stężenie CO w spalinach suchych, w ppm
$c_{HCw}$	stężenie węglowodorów (HC) w spalinach wilgotnych, w ppm

Przepływomierz powietrza oraz analizatory spełniają wymogi liniowości, o których mowa w pkt 9.2, a cały układ spełnia określone w tym punkcie wymogi liniowości dla przepływu spalin.

Jeżeli do pomiarów stosunku powietrza nadmiarowego wykorzystano urządzenie do pomiaru stosunku powietrza do paliwa, takie jak czujnik z dwutlenkiem cyrkonu, spełnia ono wymagania specyfikacji określone w pkt 9.3.2.7.

#### 8.4.1.7. Metoda bilansu węgla

Metoda ta obejmuje obliczenie masy spalin na podstawie przepływu paliwa oraz gazowych składników spalin, które zawierają węgiel. Chwilowy przepływ masowy spalin oblicza się w następujący sposób:

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

przy czym:

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

oraz

$$k_{fd} = -0,055594 \times w_{ALF} + 0,0080021 \times w_{DEL} + 0,0070046 \times w_{EPS} \quad (35)$$

gdzie:

$q_{mf,i}$	chwilowe masowe natężenie przepływu paliwa, w kg/s
$H_a$	wilgotność powietrza wlotowego, w g wody na kg suchego powietrza
$w_{BET}$	zawartość węgla w paliwie, w % wagowo
$w_{ALF}$	zawartość wodoru w paliwie, w % wagowo
$w_{DEL}$	zawartość azotu w paliwie, w % wagowo
$w_{EPS}$	zawartość tlenu w paliwie, w % wagowo
$c_{CO2d}$	stężenie CO <sub>2</sub> w spalinach suchych, w %
$c_{CO2d,a}$	stężenie CO <sub>2</sub> w suchym powietrzu wlotowym, w %
$c_{CO}$	stężenie CO w spalinach suchych, w ppm
$c_{HCw}$	stężenie węglowodorów (HC) w spalinach wilgotnych, w ppm

#### 8.4.2. Określanie składników gazowych

##### 8.4.2.1. Wstęp

Składniki gazowe w nierozcieńczonych spalinach emitowanych przez badany silnik mierzy się przy pomocy układów pobierania próbek i pomiaru opisanych w pkt 9.3 i dodatku 3. Procedurę oceny danych opisano w pkt 8.4.2.2.

W pkt 8.4.2.3 i 8.4.2.4 opisano dwie procedury obliczeniowe, które są równoważne dla paliw wzorcowych wymienionych w dodatku 2. Procedura opisana w pkt 8.4.2.3 jest bardziej bezpośrednia, ponieważ wykorzystuje tabelaryczne wartości  $u$  dla obliczenia stosunku danego składnika do gęstości spalin. Procedura opisana w pkt 8.4.2.4 jest dokładniejsza dla rodzajów paliw, które odbiegają od specyfikacji zawartych w dodatku 2, jednak wymaga podstawowej analizy składu paliwa.

## 8.4.2.2. Ocena danych

Istotne dane dotyczące emisji rejestruje się i przechowuje zgodnie z pkt 7.6.6.

Do celów obliczenia masowego natężenia emisji składników gazowych ślady zarejestrowanych stężeń oraz ślad masowego natężenia przepływu spalin wyrównuje się w czasie z uwzględnieniem czasu przemiany, zdefiniowanym w pkt 3.1.30. W związku z tym czas reakcji każdego analizatora emisji gazowej oraz układu przepływu masowego spalin ustala się zgodnie z przepisami zawartymi odpowiednio w pkt 8.4.1.2 i 9.3.5, i rejestruje.

## 8.4.2.3. Obliczanie masowego natężenia emisji w oparciu o dane tabelaryczne

Masę zanieczyszczeń (g/badanie) oblicza się poprzez obliczenie chwilowego masowego natężenia emisji ze stężeń nierozcieńczonych zanieczyszczeń oraz przepływu masowego spalin, wyrównanych w czasie z uwzględnieniem czasu przemiany, zgodnie z pkt 8.4.2.2, całkowanie wartości chwilowych w cyklu oraz pomnożenie scałkowanych wartości przez wartości  $u$  zamieszczone w tabeli 5. Jeżeli pomiaru dokonano w stanie suchym, przed dalszymi obliczeniami stosuje się korektę ze stanu suchego na wilgotny, o której mowa w pkt 8.1, w odniesieniu do chwilowych wartości stężeń.

Do celów obliczenia stężeń  $\text{NO}_x$  masowe natężenie emisji w stosownych przypadkach mnoży się przez współczynnik korekty wilgotności  $k_{h,D}$ , lub  $k_{h,G}$ , określony zgodnie z pkt 8.2.

Stosuje się następujący wzór:

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

gdzie:

- $u_{\text{gas}}$  odpowiednia wartość danego składnika spalin z tabeli 5
- $c_{\text{gas},i}$  chwilowe stężenie składnika w spalinach, w ppm
- $q_{\text{mew},i}$  chwilowy przepływ masowy spalin, w kg/s
- $f$  częstotliwość pobierania próbek danych, w Hz
- $n$  liczba pomiarów

Tabela 5

Wartości  $u$  i gęstości składników dla nierozcieńczonych spalin

Paliwo	$\rho_e$	Gaz					
		NO <sub>x</sub>	CO	HC	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
		$\rho_{\text{gas}}$ [kg/m <sup>3</sup> ]					
		2,053	1,250	( <sup>a</sup> )	1,9636	1,4277	0,716
$u_{\text{gas}}$ ( <sup>b</sup> )							
Olej napędowy	1,2943	0,001586	0,000966	0,000479	0,001517	0,001103	0,000553
Etanol	1,2757	0,001609	0,000980	0,000805	0,001539	0,001119	0,000561
CNG ( <sup>c</sup> )	1,2661	0,001621	0,000987	0,000528 ( <sup>d</sup> )	0,001551	0,001128	0,000565
Propan	1,2805	0,001603	0,000976	0,000512	0,001533	0,001115	0,000559
Butan	1,2832	0,001600	0,000974	0,000505	0,001530	0,001113	0,000558
Gaz płynny ( <sup>e</sup> )	1,2811	0,001602	0,000976	0,000510	0,001533	0,001115	0,000559

(<sup>a</sup>) w zależności od paliwa.

(<sup>b</sup>) przy  $\lambda = 2$ , suchym powietrzu, 273 K, 101,3 kPa.

(<sup>c</sup>) wartości  $u$  z dokładnością do 0,2 % dla następującego składu masy: C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %.

(<sup>d</sup>) NMHC na podstawie CH<sub>2,93</sub> (dla całości HC stosuje się współczynnik  $u_{\text{gas}}$  dla CH<sub>4</sub>).

(<sup>e</sup>) wartości  $u$  z dokładnością do 0,2 % dla następującego składu masy: C3 = 70 – 90 %; C4 = 10 – 30 %.

## 8.4.2.4. Obliczanie masowego natężenia emisji w oparciu o dokładne wzory

Masę zanieczyszczeń (g/badanie) oblicza się poprzez obliczenie chwilowego masowego natężenia emisji ze stężeń nierozcieńczonych zanieczyszczeń, wartości  $u$ , oraz przepływu masowy spalin, uzgodnionych w czasie z uwzględnieniem czasu przemiany, zgodnie z pkt 8.4.2.2, oraz poprzez całkowanie wartości chwilowych w cyklu. Jeżeli pomiaru dokonano w stanie suchym, przed dalszymi obliczeniami stosuje się korektę ze stanu suchego na wilgotny, o której mowa w pkt 8.1, w odniesieniu do chwilowych wartości stężeń.

Do celów obliczenia stężeń  $\text{NO}_x$  masowe natężenie emisji mnoży się przez współczynnik korekty wilgotności  $k_{h,D}$ , lub  $k_{h,G}$ , określony zgodnie z pkt 8.2.

Stosuje się następujący wzór:

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

gdzie:

- $u_{\text{gas},i}$  oblicza się ze wzoru 38 lub 39
- $c_{\text{gas},i}$  chwilowe stężenie składnika w spalinach, w ppm
- $q_{\text{mew},i}$  chwilowy przepływ masowy spalin, w kg/s
- $f$  częstotliwość pobierania próbek danych, w Hz
- $n$  liczba pomiarów

Chwilowe wartości  $u$  oblicza się w następujący sposób:

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

lub

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

przy czym:

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

gdzie:

- $M_{\text{gas}}$  masa cząsteczkowa składnika gazowego, w g/mol (por. dodatek 6)
- $M_{e,i}$  chwilowa masa cząsteczkowa spalin, w g/mol
- $\rho_{\text{gas}}$  gęstość składnika gazowego, w kg/m<sup>3</sup>
- $\rho_{e,i}$  chwilowa gęstość spalin, w kg/m<sup>3</sup>

Masę cząsteczkową spalin  $M_e$  oblicza się dla paliwa o składzie ogólnym  $\text{CH}_a\text{O}_\varepsilon\text{N}_\delta\text{S}_\gamma$ , przy założeniu całkowitego spalania, w następujący sposób:

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

gdzie:

- $q_{maw,i}$  chwilowe masowe natężenie przepływu powietrza wlotowego w stanie wilgotnym, w kg/s
- $q_{mf,i}$  chwilowe masowe natężenie przepływu paliwa, w kg/s
- $H_a$  wilgotność powietrza wlotowego, w g wody na kg suchego powietrza
- $M_a$  masa cząsteczkowa suchego powietrza wlotowego = 28,965 g/mol

Gęstość spalin  $\rho_e$  oblicza się w następujący sposób:

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

gdzie:

- $q_{mad,i}$  chwilowe masowe natężenie przepływu powietrza wlotowego w stanie suchym, w kg/s
- $q_{mf,i}$  chwilowe masowe natężenie przepływu paliwa, w kg/s
- $H_a$  wilgotność powietrza wlotowego, w g wody na kg suchego powietrza
- $k_{fw}$  współczynnik spalin w stanie wilgotnym typowy dla danego paliwa (wzór 16) w pkt 8.1.1.

#### 8.4.3. Określenie emisji cząstek stałych

##### 8.4.3.1. Ocena danych

Masę cząstek stałych oblicza się według wzoru 27 w pkt 8.3. Do celów oceny stężenia cząstek stałych rejestruje się łączną masę próbek ( $m_{sep}$ ), które przeszły przez filtr w czasie cyklu badania.

Za uprzednią zgodą organu udzielającego homologacji masę cząstek stałych można skorygować w celu uwzględnienia poziomu cząstek stałych w rozcieńczalniku, określonego zgodnie z pkt 7.5.6, zgodnie z dobrą praktyką inżynierską oraz specyfiką konstrukcji używanego układu pomiarowego.

##### 8.4.3.2. Obliczanie masowego natężenia emisji

W zależności od konstrukcji układu masę cząstek stałych (g/badanie) oblicza się zgodnie z jedną z metod opisanych w pkt 8.4.3.2.1 i 8.4.3.2.2 po dokonaniu korekty wyporu filtra próbki cząstek stałych zgodnie z pkt 8.3.

##### 8.4.3.2.1. Obliczenie oparte na stosunku pobierania próbek

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

gdzie:

- $m_p$  masa pobranych cząstek stałych w cyklu, w mg
- $r_s$  średni stosunek pobierania próbek w cyklu badania

przy czym:

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

gdzie:

- $m_{se}$  masa próbki w cyklu, w kg
- $m_{ew}$  łączny przepływ masowy spalin w cyklu, w kg
- $m_{sep}$  masa rozcieńczonych spalin przechodzących przez filtr gromadzący cząstki stałe, w kg
- $m_{sed}$  masa rozcieńczonych spalin przechodzących przez tunel rozcieńczający, w kg

W przypadku całkowitego układu pobierania próbek  $m_{sep}$  i  $m_{sed}$  są identyczne.

## 8.4.3.2.2. Obliczenie oparte na współczynniku rozcieńczenia

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

gdzie:

- $m_p$  masa pobranych cząstek stałych w cyklu, w mg  
 $m_{sep}$  masa rozcieńczonych spalin przechodzących przez filtr gromadzący cząstki stałe, w kg  
 $m_{edf}$  masa ekwiwalentu rozcieńczonych spalin w cyklu, w kg

Łączną masę ekwiwalentu rozcieńczonych spalin w cyklu określa się w następujący sposób:

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

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

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

gdzie:

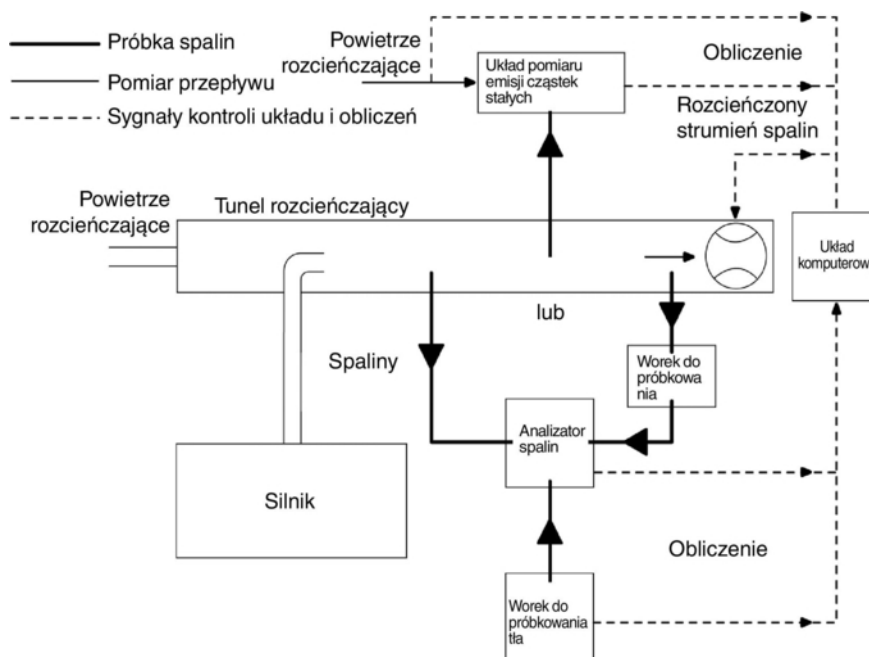
- $q_{medf,i}$  chwilowe ekwiwalentne masowe natężenie przepływu rozcieńczonych spalin, w kg/s  
 $q_{mew,i}$  chwilowe masowe natężenie przepływu spalin, w kg/s  
 $r_{d,i}$  chwilowy współczynnik rozcieńczenia  
 $q_{mdew,i}$  chwilowe masowe natężenie przepływu rozcieńczonych spalin, w kg/s  
 $q_{mdw,i}$  chwilowe masowe natężenie przepływu rozcieńczalnika, w kg/s  
 $f$  częstotliwość pobierania próbek danych, w Hz  
 $n$  liczba pomiarów

## 8.5. Pomiar pełnego rozcieńczenia przepływu spalin (CVS)

Impulsy dotyczące stężeń składników gazowych (określonych drogą całkowania w cyklu lub pobierania próbek przy użyciu worków) wykorzystywane są do obliczenia masowego natężenia emisji poprzez pomnożenie przez masowe natężenie przepływu rozcieńczonych spalin. Masowe natężenie przepływu spalin mierzy się przy pomocy układu pobierania próbek stałej objętości (CVS), który może wykorzystywać pompę waporową (PDP), zwężkę pomiarowej przepływu krytycznego (CFV) lub zwężkę poddźwiękową (SSV) z kompensacją przepływu lub bez.

W przypadku pobierania próbek przy użyciu worków i pobierania próbek cząstek stałych pobiera się proporcjonalną próbkę rozcieńczonych spalin z układu CVS. W przypadku układu bez kompensacji przepływu stosunek przepływu próbki do przepływu CVS nie różni się o więcej niż  $\pm 2,5\%$  od ustalonego punktu dla tego badania. W przypadku układu z kompensacją przepływu każda pojedyncza wartość natężenia przepływu jest stała z dopuszczalnymi wahaniami w granicach  $\pm 2,5\%$  wobec docelowej wartości.

Całą procedurę badania przedstawiono w sposób schematyczny na rys. 7.



Rys. 7

#### Schemat układu pomiarowego dla pełnego przepływu spalin

##### 8.5.1. Wyznaczanie przepływu rozcieńczonych spalin

###### 8.5.1.1. Wstęp

Do obliczenia poziomu emisji zanieczyszczeń w rozcieńczonych spalinach niezbędne jest ustalenie masowego natężenia przepływu rozcieńczonych spalin. Całkowity przepływ rozcieńczonych spalin w cyklu (kg/badanie) oblicza się na podstawie pomiaru wartości dla całego cyklu oraz odpowiadających danych kalibracyjnych przepływomierza ( $V_0$  dla PDP,  $K_V$  dla CFV,  $C_d$  dla SSV) zgodnie z jedną z metod opisanych w pkt 8.5.1.2–8.5.1.4. Jeżeli całkowity przepływ próbki cząstek stałych ( $m_{sep}$ ) przekracza 0,5 % całkowitego przepływu CVS ( $m_{cd}$ ), koryguje się przepływ CVS dla  $m_{sep}$  lub przepływ próbki cząstek stałych zwraca się do CVS przed skierowaniem do przepływomierza.

###### 8.5.1.2. Układ PDP-CVS

Jeżeli temperatura rozcieńczonych spalin utrzymywana jest na stałym poziomie (z tolerancją  $\pm 6$  K) w całym cyklu za pomocą wymiennika ciepła, przepływ masowy w ciągu cyklu oblicza się w następujący sposób:

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

gdzie:

- $V_0$  objętość gazu tłoczonego na obrót w warunkach badania, w  $m^3$ /obr.
- $n_p$  ogólna liczba obrotów pompy w badaniu
- $p_p$  ciśnienie bezwzględne na wlocie pompy, w kPa
- $T$  średnia temperatura rozcieńczonych spalin na wlocie do pompy, w K

Jeżeli używa się układu z kompensacją przepływu (tzn. bez wymiennika ciepła), w czasie cyklu oblicza się i całkuje chwilowe wartości masowego natężenia emisji. W tym przypadku chwilową masę rozcieńczonych spalin oblicza się następująco:

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

gdzie:

$n_{p,i}$  całkowita liczba obrotów pompy na przedział czasu

#### 8.5.1.3. Układ CFV-CVS

Jeżeli temperatura rozcieńczonych spalin utrzymywana jest na stałym poziomie (z tolerancją  $\pm 11$  K) w całym cyklu za pomocą wymiennika ciepła, przepływ masowy w ciągu cyklu oblicza się w następujący sposób:

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

gdzie:

$t$  czas cyklu, w s

$K_V$  współczynnik kalibracji zwężki przepływu krytycznego dla warunków normalnych,

$p_p$  ciśnienie bezwzględne na wlocie zwężki pomiarowej, w kPa

$T$  temperatura bezwzględna na wlocie zwężki pomiarowej, w K

Jeżeli używa się układu z kompensacją przepływu (tzn. bez wymiennika ciepła), w czasie cyklu oblicza się i całkuje chwilowe wartości masowego natężenia emisji. W tym przypadku chwilową masę rozcieńczonych spalin oblicza się następująco:

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

gdzie:

$\Delta t_i$  przedział czasu, w s

#### 8.5.1.4. Układ SSV-CVS

Jeżeli temperatura rozcieńczonych spalin utrzymywana jest na stałym poziomie (z tolerancją  $\pm 11$  K) w całym cyklu za pomocą wymiennika ciepła, przepływ masowy w ciągu cyklu oblicza się w następujący sposób:

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

przy czym:

$$Q_{SSV} = A_0 d_v^2 C_d p_p \sqrt{\left[ \frac{1}{T} (r_p^{1,4286} - r_p^{1,7143}) \cdot \left( \frac{1}{1 - r_{D'p}^{4,4286}} \right) \right]} \quad (54)$$

gdzie:

$A_0$  0,006111 w jednostkach SI  $\left( \frac{m^3}{min} \right) \left( \frac{K^2}{kPa} \right) \left( \frac{1}{mm^2} \right)$

$d_v$  średnica gardzieli SSV, w m

$C_d$  współczynnik wypływu SSV

$p_p$  ciśnienie bezwzględne na wlocie zwężki, w kPa



- $T$  temperatura na wlocie zwężki, w K
- $r_p$  stosunek gardzieli SSV do bezwzględnego ciśnienia statycznego na wlocie,  $1 - \frac{\Delta p}{P_a}$
- $r_D$  stosunek średnicy gardzieli SSV ( $d$ ) do wewnętrznej średnicy rury wlotowej ( $D$ )

Jeżeli używa się układu z kompensacją przepływu (tzn. bez wymiennika ciepła), w czasie cyklu oblicza się i całkuje chwilowe wartości masowego natężenia emisji. W tym przypadku chwilową masę rozcieńczonych spalin oblicza się następująco:

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

gdzie:

$\Delta t_i$  przedział czasu, w s

Obliczenia czasu rzeczywistego rozpoczyna się albo wartością umiarkowaną dla  $C_d$ , taką jak 0,98, albo wartością umiarkowaną dla  $Q_{SSV}$ . Jeżeli obliczenia są inicjowane wartością  $Q_{SSV}$ , do analizy liczby Reynoldsa wykorzystuje się wartość początkową  $Q_{SSV}$ .

Podczas wszystkich badań emisji liczba Reynoldsa na gardzieli SSV mieści się w zakresie liczb Reynoldsa wykorzystanych do ustalenia krzywej kalibracyjnej, o której mowa w pkt 9.5.4.

## 8.5.2. Określanie składników gazowych

### 8.5.2.1. Wstęp

Składniki gazowe w rozcieńczonych spalinach emitowanych przez badany silnik mierzy się przy użyciu metod opisanych w dodatku 3. Spaliny rozcieńcza się filtrowanym powietrzem otaczającym, powietrzem syntetycznym lub azotem. Przepustowość układu rozcieńczania pełnego przepływu jest wystarczająco duża, aby całkowicie wykluczyć możliwość zbierania się wody w układach pobierania próbek i rozcieńczania. W pkt 8.5.2.2 i 8.5.2.3 opisano dwie równoważne procedury dokonywania oceny danych i obliczeń.

### 8.5.2.2. Ocena danych

Istotne dane dotyczące emisji rejestruje się i przechowuje zgodnie z pkt 7.6.6.

### 8.5.2.3. Obliczanie masowego natężenia emisji

#### 8.5.2.3.1. Układy ze stałym masowym natężeniem przepływu

W odniesieniu do układów z wymiennikiem ciepła masę zanieczyszczeń (g/badanie) wyznacza się na podstawie następującego wzoru:

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

gdzie:

- $u_{gas}$  odpowiednia zawartość składnika spalin z tabeli 6
- $c_{gas}$  średnie, skorygowane o stężenie tła, stężenie danego składnika, w ppm
- $m_{ed}$  łączna masa rozcieńczonych spalin w cyklu, w kg

Jeżeli pomiaru dokonano w stanie suchym, stosuje się korektę ze stanu suchego na wilgotny zgodnie z pkt 8.1.

Do celów obliczenia stężeń  $NO_x$  masowe natężenie emisji w stosownych przypadkach mnoży się przez współczynnik korekty wilgotności  $k_{h,D}$ , lub  $k_{h,G}$ , określony zgodnie z pkt 8.2.

Wartości  $u$  przedstawiono w tabeli 6. W celu obliczenia wartości  $u_{\text{gas}}$  należy przyjąć, że gęstość rozcieńczonych spalin jest taka sama jak gęstość powietrza. W związku z tym wartości  $u_{\text{gas}}$  są identyczne dla pojedynczych składników gazowych, ale inne dla węglowodorów (HC).

Tabela 6

**Wartości  $u$  i gęstości składników dla rozcieńczonych spalin**

Paliwo	$\rho_{\text{de}}$	Gaz					
		NO <sub>x</sub>	CO	HC	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
		$\rho_{\text{gas}}$ [kg/m <sup>3</sup> ]					
		2,053	1,250	( <sup>a</sup> )	1,9636	1,4277	0,716
$u_{\text{gas}}$ ( <sup>b</sup> )							
Olej napędowy	1,293	0,001588	0,000967	0,000480	0,001519	0,001104	0,000553
Etanol	1,293	0,001588	0,000967	0,000795	0,001519	0,001104	0,000553
CNG ( <sup>c</sup> )	1,293	0,001588	0,000967	0,000517 ( <sup>d</sup> )	0,001519	0,001104	0,000553
Propan	1,293	0,001588	0,000967	0,000507	0,001519	0,001104	0,000553
Butan	1,293	0,001588	0,000967	0,000501	0,001519	0,001104	0,000553
Gaz płynny ( <sup>e</sup> )	1,293	0,001588	0,000967	0,000505	0,001519	0,001104	0,000553

(<sup>a</sup>) w zależności od paliwa.

(<sup>b</sup>) przy  $\lambda = 2$ , suchym powietrzu, 273 K, 101,3 kPa.

(<sup>c</sup>) wartości  $u$  z dokładnością do 0,2 % dla następującego składu masy: C = 66 – 76 %; H = 22 – 25 %; N = 0 – 12 %.

(<sup>d</sup>) NMHC na podstawie CH<sub>2,93</sub> (dla całości HC stosuje się współczynnik  $u_{\text{gas}}$  dla CH<sub>4</sub>).

(<sup>e</sup>) wartości  $u$  z dokładnością do 0,2 % dla następującego składu masy: C3 = 70 – 90 %; C4 = 10 – 30 %.

Alternatywnie wartości  $u$  można obliczyć w następujący sposób przy pomocy dokładnej metody obliczenia, opisanej ogólnie w pkt 8.4.2.4:

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

gdzie:

$M_{\text{gas}}$  masa cząsteczkowa składnika gazowego, w g/mol (por. dodatek 6)

$M_{\text{e}}$  masa cząsteczkowa spalin, w g/mol

$M_{\text{d}}$  masa cząsteczkowa rozcieńczalnika = 28,965 g/mol

$D$  współczynnik rozcieńczenia (zob. pkt 8.5.2.3.2)

## 8.5.2.3.2. Wyznaczanie stężeń skorygowanych stężeniem tła

Aby otrzymać stężenia netto zanieczyszczeń, od zmierzonych stężeń odejmuje się średnie stężenie tła zanieczyszczeń gazowych w rozcieńczalniku. Wartości średnie stężeń tła można ustalić metodą analizy próbki z worka lub za pomocą pomiaru ciągłego z całkowaniem. Stosuje się następujący wzór:

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

gdzie:

$c_{\text{gas,e}}$  stężenie mierzonego składnika w rozcieńczonych spalinach, w ppm

$c_{\text{d}}$  stężenie mierzonego składnika w rozcieńczalniku, w ppm

$D$  współczynnik rozcieńczenia

Współczynnik rozcieńczenia oblicza się w następujący sposób:

- a) dla silników napędzanych olejem napędowym i gazem płynnym

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

- b) dla silników napędzanych gazem ziemnym

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

gdzie:

- $c_{\text{CO}_2,e}$  stężenie CO<sub>2</sub> w rozcieńczonych spalinach w stanie wilgotnym, w % obj.  
 $c_{\text{HC},e}$  stężenie węglowodorów w rozcieńczonych spalinach w stanie wilgotnym, w ppm C1  
 $c_{\text{NMHC},e}$  stężenie NMHC w rozcieńczonych spalinach w stanie wilgotnym, w ppm C1  
 $c_{\text{CO},e}$  stężenie CO w rozcieńczonych spalinach w stanie wilgotnym, w ppm  
 $F_S$  stała stechiometryczna

Stałą stechiometryczną oblicza się w następujący sposób:

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

gdzie:

- $a$  stosunek molowy wodoru w paliwie (H/C)

Alternatywnie, jeśli skład paliwa nie jest znany, można wykorzystać następujące stałe stechiometryczne:

$$\begin{aligned} F_S \text{ (olej napędowy)} &= 13,4 \\ F_S \text{ (gaz płynny)} &= 11,6 \\ F_S \text{ (gaz ziemny)} &= 9,5 \end{aligned}$$

#### 8.5.2.3.3. Układy z kompensacją przepływu

W odniesieniu do układów bez wymiennika ciepła masę zanieczyszczeń (g/badanie) wyznacza się poprzez obliczenie chwilowego masowego natężenia emisji i całkowanie wartości chwilowych w cyklu. Bezpośrednio do wartości stężenia chwilowego stosuje się również korektę stężeniem tła. Stosuje się następujący wzór:

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

gdzie:

- $c_{\text{gas},e}$  stężenie mierzonego składnika w rozcieńczonych spalinach, w ppm  
 $c_d$  stężenie mierzonego składnika w rozcieńczalniku, w ppm  
 $m_{\text{ed},i}$  chwilowa masa rozcieńczonych spalin, w kg  
 $m_{\text{ed}}$  łączna masa rozcieńczonych spalin w cyklu, w kg  
 $u_{\text{gas}}$  wartość tabelaryczna pochodząca z tabeli 6  
 $D$  współczynnik rozcieńczenia

## 8.5.3. Określenie emisji cząstek stałych

## 8.5.3.1. Obliczanie masowego natężenia emisji

Masę cząstek stałych (g/badanie) oblicza się po dokonaniu korekty wyporu filtra próbki cząstek stałych zgodnie z pkt 8.3 w następujący sposób:

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

gdzie:

$m_p$  masa pobranych cząstek stałych w cyklu, w mg  
 $m_{sep}$  masa rozcieńczonych spalin przechodzących przez filtr gromadzący cząstki stałe, w kg  
 $m_{ed}$  masa rozcieńczonych spalin w cyklu, w kg

przy czym:

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

gdzie:

$m_{set}$  masa podwójnie rozcieńczonych spalin przepływająca przez filtr cząstek stałych, w kg  
 $m_{ssd}$  masa wtórnego rozcieńczalnika, w kg

Jeżeli poziom tła cząstek stałych w rozcieńczalniku ustala się zgodnie z pkt 7.5.6, w odniesieniu do masy cząstek stałych można dokonać korekty stężeniem tła. W takim przypadku masę cząstek stałych (g/badanie) oblicza się w następujący sposób:

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

gdzie:

$m_{sep}$  masa rozcieńczonych spalin przechodzących przez filtr gromadzący cząstki stałe, w kg  
 $m_{ed}$  masa rozcieńczonych spalin w cyklu, w kg  
 $m_{sd}$  masa próbki rozcieńczalnika pobranej przez urządzenie do pobierania próbek tła, w kg  
 $m_b$  masa cząstek stałych zebranych w tle w rozcieńczalniku, w mg  
 $D$  współczynnik rozcieńczenia określony zgodnie z pkt 8.5.2.3.2.

## 8.6. Ogólne obliczenia

## 8.6.1. Korekta błędu pełzania

W odniesieniu do weryfikacji błędu pełzania, o której mowa w pkt 7.8.4, skorygowaną wartość stężenia oblicza się w następujący sposób:

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

gdzie:

$c_{ref,z}$  stężenie odniesienia gazu zerowego (zwykle zero), w ppm  
 $c_{ref,s}$  stężenie odniesienia gazu zakresowego, w ppm

$c_{pre,z}$	stężenie gazu zerowego w analizatorze przed badaniem, w ppm
$c_{pre,s}$	stężenie gazu zakresowego w analizatorze przed badaniem, w ppm
$c_{post,z}$	stężenie gazu zerowego w analizatorze po badaniu, w ppm
$c_{post,s}$	stężenie gazu zakresowego w analizatorze po badaniu, w ppm
$c_{gas}$	stężenie próbki gazu, w ppm

Po zastosowaniu wszelkich innych korekt dla każdego składnika oblicza się dwa zestawy wyników emisji jednostkowych zgodnie z pkt 8.6.3. Jeden zestaw oblicza się z zastosowaniem nieskorygowanych stężeń, a drugi oblicza się z użyciem stężeń skorygowanych o błąd pełzania zgodnie ze wzorem 66.

W zależności od układu pomiarowego i zastosowanej metody obliczania nieskorygowane wartości emisji oblicza się zgodnie odpowiednio ze wzorem 36, 37 56, 57 lub 62. Do obliczenia skorygowanej wartości emisji  $c_{gas}$  we wzorach 36, 37 56, 57 lub 62 zastępuje się  $c_{cor}$  ze wzoru 66. Jeżeli w odpowiednim wzorze stosowane są wartości stężenia chwilowego  $c_{gas,i}$ , skorygowana wartość jest również stosowana jako wartość chwilowa  $c_{cor,i}$ . We wzorze 57 korektę stosuje się zarówno do stężenia zmierzonego, jak i do stężenia tła.

Porównanie polega na określeniu procentowego udziału nieskorygowanych wyników. Różnica nieskorygowanych i skorygowanych wartości współczynnika jednostkowych emisji mieści się w granicach  $\pm 4\%$  nieskorygowanych wartości współczynnika jednostkowych emisji lub w granicach  $\pm 4\%$  odpowiedniej wartości granicznej w zależności od tego, która z tych wartości jest większa. Jeżeli błąd pełzania jest większy niż  $4\%$ , badanie uznaje się za nieważne.

Jeżeli stosowana jest korekta błędu pełzania, przy zgłaszaniu emisji wykorzystuje się tylko wyniki emisji skorygowane o dryft.

#### 8.6.2. Obliczanie stężeń NMHC i CH<sub>4</sub>

Obliczanie stężeń NMHC i CH<sub>4</sub> zależy od zastosowanej metody kalibracji. FID do pomiaru bez NMC (dolny ciąg na schemacie przedstawionym na rys. 11, dodatek 3) kalibruje się propanem. Do celów kalibracji FID połączonego szeregowo z NMC (górny ciąg na schemacie przedstawionym na rys. 11, dodatek 3) dozwolone są następujące metody:

- gaz kalibracyjny – propan; propan omija NMC;
- gaz kalibracyjny – metan; metan przechodzi przez NMC.

W przypadku metody a) stężenia NMHC i CH<sub>4</sub> oblicza się w następujący sposób:

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

$$c_{CH_4} = \frac{c_{HC(w/oNMC)} \times (1 - E_M) - c_{HC(w/NMC)}}{E_E - E_M} \quad (68)$$

W przypadku metody b) stężenia NMHC i CH<sub>4</sub> oblicza się w następujący sposób:

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

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

gdzie:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$  stężenie węglowodorów (HC) z próbką gazu przepływającą przez NMC, w ppm

$c_{\text{HC(w/oNMC)}}$  stężenie węglowodorów (HC) z próbką gazu omijającą NMC, w ppm

$r_h$  współczynnik reakcji metanu wyznaczony zgodnie z pkt 9.3.7.2

$E_M$  wydajność metanu wyznaczona zgodnie z pkt 9.3.8.1

$E_E$  wydajność metanu wyznaczona zgodnie z pkt 9.3.8.2.

Jeżeli  $r_h < 1,05$ , współczynnik ten można pominąć we wzorach 67, 67a i 68a.

### 8.6.3. Obliczanie emisji jednostkowych

Emisje jednostkowe  $e_{\text{gas}}$  lub  $e_{\text{PM}}$  (g/kWh) oblicza się dla wszystkich składników spalin w następujący sposób, w zależności od rodzaju cyklu badania.

Dla badań WHSC, WHTC z rozruchem w stanie ciepłym i WHTC z rozruchem w stanie zimnym stosuje się następujący wzór:

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

gdzie:

$m$  masowe natężenie emisji składnika, w g/badanie

$W_{\text{act}}$  rzeczywista praca w cyklu określona zgodnie z pkt 7.8.6, w kWh.

Dla badania WHTC końcowy wynik badania jest średnią ważoną pomiędzy wynikami badania z rozruchem w stanie zimnym i w stanie ciepłym zgodnie z następującym wzorem:

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

gdzie:

$m_{\text{cold}}$  masa emisji składnika przy rozruchu w stanie zimnym, g/badanie

$m_{\text{hot}}$  masa emisji składnika przy rozruchu w stanie ciepłym, g/badanie

$W_{\text{act,cold}}$  rzeczywista praca w cyklu podczas badania przy rozruchu w stanie zimnym, kWh

$W_{\text{act,hot}}$  rzeczywista praca w cyklu podczas badania przy rozruchu w stanie ciepłym, kWh

Jeżeli zgodnie z pkt 6.6.2 ma zastosowanie okresowa regeneracja, współczynniki korygujące regeneracji  $k_{r,u}$  lub  $k_{r,d}$  należy odpowiednio pomnożyć przez emisje jednostkowe  $e$  określone w równaniach 69 i 70, lub do nich dodać.

## 9. SPECYFIKACJA I WERYFIKACJA URZĄDZEŃ

Niniejszy załącznik nie zawiera szczegółów dotyczących urządzeń lub układów mierzących przepływy, ciśnienie i temperaturę. W pkt 9.2 podano jedynie wymogi liniowości, które te urządzenia lub układy muszą spełniać do celów przeprowadzenia badania emisji.

## 9.1. Specyfikacja dynamometru

Do wykonania cykli badania opisanych w pkt 7.2.1 i 7.2.2 stosuje się dynamometr do pomiaru mocy silnika o odpowiednich właściwościach

Urządzenia mierzące moment obrotowy i prędkość muszą umożliwiać pomiar dokładności mocy na wale, co jest wymagane przez kryteria walidacji cyklu. Mogą być potrzebne dodatkowe obliczenia. Dokładność urządzeń pomiarowych musi być taka, by nie zostały przekroczone wymogi liniowości podane w pkt 9.2, tabela 7.

## 9.2. Wymogi liniowości

Kalibracja wszystkich urządzeń i układów pomiarowych musi być zgodna z normami krajowymi (międzynarodowymi). Urządzenia i układy pomiarowe muszą spełniać wymogi liniowości podane w tabeli 7. Weryfikację liniowości analizatorów gazów przeprowadza się zgodnie z pkt 9.2.1 co najmniej raz na 3 miesiące lub za każdym razem, gdy dokonuje się naprawy lub wymiany układu, która mogłaby wpłynąć na kalibrację. W przypadku pozostałych urządzeń i układów weryfikację liniowości przeprowadza się zgodnie z wewnętrznymi procedurami kontroli, wymogami producenta urządzenia lub wymogami normy ISO 9000.

Tabela 7

## Wymogi liniowości urządzeń i układów pomiarowych

Układ pomiarowy	$ x_{\min} \cdot (a_1 - 1) + a_0 $	Nachylenie $a_1$	Błąd standardowy SEE	Współczynnik korelacji $r^2$
Prędkość obrotowa silnika	$\leq 0,05$ % maks.	0,98–1,02	$\leq 2$ % maks.	$\geq 0,990$
Moment obrotowy silnika	$\leq 1$ % maks.	0,98–1,02	$\leq 2$ % maks.	$\geq 0,990$
Przepływ paliwa	$\leq 1$ % maks.	0,98–1,02	$\leq 2$ % maks.	$\geq 0,990$
Przepływ powietrza	$\leq 1$ % maks.	0,98–1,02	$\leq 2$ % maks.	$\geq 0,990$
Przepływ spalin	$\leq 1$ % maks.	0,98–1,02	$\leq 2$ % maks.	$\geq 0,990$
Przepływ rozcieńczalnika	$\leq 1$ % maks.	0,98–1,02	$\leq 2$ % maks.	$\geq 0,990$
Przepływ rozcieńczonych spalin	$\leq 1$ % maks.	0,98–1,02	$\leq 2$ % maks.	$\geq 0,990$
Przepływ próbki	$\leq 1$ % maks.	0,98–1,02	$\leq 2$ % maks.	$\geq 0,990$
Analizatory gazów	$\leq 0,5$ % maks.	0,99–1,01	$\leq 1$ % maks.	$\geq 0,998$
Rozdzielacze gazu	$\leq 0,5$ % maks.	0,98–1,02	$\leq 2$ % maks.	$\geq 0,990$
Temperatury	$\leq 1$ % maks.	0,99–1,01	$\leq 1$ % maks.	$\geq 0,998$
Ciśnienia	$\leq 1$ % maks.	0,99–1,01	$\leq 1$ % maks.	$\geq 0,998$
Bilans cząstek stałych	$\leq 1$ % maks.	0,99–1,01	$\leq 1$ % maks.	$\geq 0,998$

## 9.2.1. Weryfikacja liniowości

## 9.2.1.1. Wstęp

Weryfikację liniowości przeprowadza się dla każdego układu pomiarowego wymienionego w tabeli 7. O ile nie przewidziano inaczej, do układu pomiarowego wprowadza się co najmniej 10 wartości odniesienia, a zmierzone wartości porównuje się z wartościami odniesienia wyznaczając parametry regresji liniowej metodą najmniejszych kwadratów zgodnie ze wzorem 11. Maksymalne wartości graniczne podane w tabeli 6 odnoszą się do maksymalnych wartości spodziewanych podczas badania.

## 9.2.1.2. Wymagania ogólne

Układy pomiarowe rozgrzewa się zgodnie z zaleceniem producenta urządzeń. Układy pomiarowe funkcjonują w przewidzianych dla nich warunkach temperatury, ciśnienia i przepływów.

### 9.2.1.3. Procedura

Weryfikację liniowości przeprowadza się dla każdego zwykle wykorzystywanego zakresu roboczego, uwzględniając następujące etapy:

- a) urządzenie zeruje się wprowadzając sygnał zerowy. W przypadku analizatorów gazów oczyszczone powietrze syntetyczne (lub azot) wprowadza się bezpośrednio do wlotu analizatora;
- b) urządzenie kalibruje się wprowadzając sygnał zakresowy. W przypadku analizatorów gazów odpowiedni gaz zakresowy wprowadza się bezpośrednio do wlotu analizatora;
- c) powtarza się procedurę zerowania opisaną w lit. a);
- d) weryfikację przeprowadza się, wprowadzając co najmniej 10 wartości odniesienia (w tym zero), które mieszczą się w zakresie od zera do najwyższych wartości spodziewanych podczas badania. W przypadku analizatorów gazów gazy o znanym stężeniu wprowadza się zgodnie z pkt 9.3.3.2 bezpośrednio do wlotu analizatora;
- e) przy częstotliwości rejestrowania wynoszącej co najmniej 1 Hz dokonuje się pomiaru wartości odniesienia, a mierzone wartości są rejestrowane przez 30 s;
- f) wykorzystuje się średnią arytmetyczną wartości z 30 s w celu obliczenia parametrów liniowej regresji metodą najmniejszych kwadratów zgodnie ze wzorem 11 w pkt 7.8.7;
- g) parametry regresji liniowej spełniają wymogi określone w tabeli 7 w pkt 9.2;
- h) ponownie sprawdza się zerowanie i w razie potrzeby powtarza procedurę weryfikacji.

## 9.3. Układ pomiaru emisji gazowych i pobierania próbek

### 9.3.1. Specyfikacje analizatorów

#### 9.3.1.1. Wymagania ogólne

Analizatory mają zakres pomiaru i czas reakcji odpowiedni dla dokładności wymaganej do mierzenia stężeń składników spalin w warunkach ustalonych i nieustalonych.

Aby ograniczyć dodatkowe błędy, kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) urządzeń odpowiada wyznaczonemu poziomowi.

#### 9.3.1.2. Dokładność

Dokładność, zdefiniowana jako odchylenie odczytu analizatora od wartości odniesienia, nie przekracza  $\pm 2\%$  odczytu lub  $\pm 0,3\%$  pełnej skali, w zależności od tego, która wartość jest większa.

#### 9.3.1.3. Precyzja

Precyzja, zdefiniowana jako 2,5-wielokrotność odchylenia standardowego 10 powtarzalnych reakcji na dany gaz kalibracyjny lub zakresowy, jest nie wyższa niż  $\pm 1\%$  pełnej skali dla każdego zakresu powyżej 155 ppm (lub ppmC) lub  $\pm 2\%$  dla każdego zakresu poniżej 155 ppm (lub ppmC).



## 9.3.1.4. Szum

Reakcja pik do pik (międzyszczytowa) analizatora na gaz zerowy i kalibracyjny lub zakresowy w dowolnym 10 sekundowym okresie nie przekracza 2 % pełnej skali wszystkich wykorzystywanych zakresów pomiarowych.

## 9.3.1.5. Błąd pełzania zera

Błąd pełzania zera określa producent przyrządu.

## 9.3.1.6. Błąd pełzania zakresu

Błąd pełzania zakresu określa producent przyrządu.

## 9.3.1.7. Czas narastania

Czas narastania dla analizatora zainstalowanego w układzie pomiarowym nie przekracza 2,5 s.

## 9.3.1.8. Suszenie gazu

Spaliny mogą być mierzone w stanie suchym lub wilgotnym. Ewentualne zastosowanie urządzenia do osuszania gazu ma niewielki wpływ na stężenie mierzonych gazów. Stosowanie osuszaczy chemicznych nie jest dopuszczalną metodą usuwania wody z próbki.

## 9.3.2. Analizatory gazów

## 9.3.2.1. Wstęp

W pkt 9.3.2.2–9.3.2.7 opisano zasady mające zastosowanie do pomiarów. Szczegółowy opis układów pomiarowych znajduje się w dodatku 3. Mierzone gazy są analizowane przy pomocy następujących przyrządów. W przypadku analizatorów nieliniowych dopuszcza się używanie obwodów linearyzujących.

## 9.3.2.2. Analiza tlenu węgla (CO)

Analizator tlenu węgla jest analizatorem typu niedyspersyjnego działającym na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego (NDIR).

9.3.2.3. Analiza dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>)

Analizator dwutlenku węgla jest analizatorem typu niedyspersyjnego działającym na zasadzie pochłaniania promieniowania podczerwonego (NDIR).

## 9.3.2.4. Analiza węglowodorów (HC)

Analizator węglowodorów jest podgrzewanym detektorem jonizacji płomienia (HFID), w którym detektor, zawory, przewody itd. są ogrzewane w sposób zapewniający utrzymanie temperatury gazu w przedziale  $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$  ( $190 \pm 10\text{ }^\circ\text{C}$ ). Opcjonalnie, w przypadku silników zasilanych gazem ziemnym i silników o zapłonie iskrowym, analizator węglowodorów może być niepodgrzewanym analizatorem jonizacji płomienia (FID); zależy to od zastosowanej metody (zob. dodatek 3, pkt A.3.1.3).

9.3.2.5. Analiza metanu (CH<sub>4</sub>) i węglowodorów niemietanowych (NMHC)

Wyznaczanie frakcji próbki zawierającej metan i niezawierającej metanu przeprowadza się z podgrzanym separatorem węglowodorów niemietanowych (NMC) i dwóch FID, zgodnie z dodatkiem 3, pkt A.3.1.4 i A.3.1.5. Stężenie składników wyznacza się zgodnie z pkt 8.6.2.

### 9.3.2.6. Analiza tlenków azotu (NO<sub>x</sub>)

Do pomiaru NO<sub>x</sub> przeznaczone są dwa instrumenty pomiarowe; można zastosować którykolwiek z nich, o ile spełnia on kryteria określone odpowiednio w pkt 9.3.2.6.1 lub 9.3.2.6.2. Dla celów określenia równoważności układu w drodze alternatywnej procedury pomiaru, zgodnej z pkt 5.1.1, dopuszczalne jest jedynie użycie CLD.

#### 9.3.2.6.1. Detektor chemiluminescencyjny (CLD)

Analizator tlenków azotu jest detektorem chemiluminescencyjnym (CLD) lub grzanym detektorem chemiluminescencyjnym (HCLD) z konwerterem NO<sub>2</sub>/NO, jeżeli pomiaru dokonuje się w stanie suchym. Jeżeli pomiaru dokonuje się w stanie wilgotnym, wykorzystuje się detektor HCLD z konwerterem o temperaturze wyższej niż 328 K (55 °C), pod warunkiem że sprawdzenie tłumiącego wpływu wody wypadło pozytywnie (zob. pkt 9.3.9.2.2). Zarówno w przypadku CLD, jak HCLD utrzymuje się temperaturę ścianek ciągu pobierania próbek na poziomie 328 K–473 K (55 °C–200 °C) na odcinku do konwertera dla pomiarów w stanie suchym oraz do analizatora dla pomiarów w stanie wilgotnym.

#### 9.3.2.6.2. Niedyspersyjny detektor promieniowania ultrafioletowego (NDUV)

Do pomiaru stężenia NO<sub>x</sub> stosuje się niedyspersyjny analizator promieniowania ultrafioletowego (NDUV). Jeżeli analizator NDUV mierzy wyłącznie stężenie NO, przed analizatorem tym umieszcza się konwerter NO<sub>2</sub>/NO. Temperatura analizatora NDUV jest utrzymywana na poziomie zapobiegającym skraplaniu się pary wodnej, chyba że przed konwerterem NO<sub>2</sub>/NO, jeśli jest stosowany, lub przed analizatorem zainstalowany jest osuszacz próbek.

#### 9.3.2.7. Pomiar stosunku powietrza do paliwa

Urządzeniem do pomiaru stosunku powietrza do paliwa, używanym do określenia przepływu spalin, jak podano w pkt 8.4.1.6, jest czujnik składu mieszanki paliwowo-powietrznej o szerokim zakresie działania lub cyrkonowy czujnik lambda. Czujnik montuje się bezpośrednio na rurze wydechowej, w miejscu, w którym temperatura spalin jest wystarczająco wysoka, by zapobiec kondensacji wody.

Dokładność czujnika i towarzyszących urządzeń elektronicznych mieści się w przedziale:

± 3 % odczytu	dla	$\lambda < 2$
± 5 % odczytu	dla	$2 \leq \lambda < 5$
± 10 % odczytu	dla	$5 \leq \lambda$

Aby spełnić powyższe wymagania dotyczące dokładności, czujnik kalibruje się zgodnie ze specyfikacją producenta.

### 9.3.3. Gazy

Należy przestrzegać maksymalnego okresu przechowywania wszystkich gazów.

#### 9.3.3.1. Gazy czyste

Wymagana czystość gazów jest określona wartościami granicznymi zanieczyszczenia podanymi poniżej. Do pracy dostępne są następujące gazy:

##### a) Dla nierozcieńczonych spalin

Oczyszczony azot

(Zanieczyszczenie  $\leq 1$  ppm Cl,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO)

Oczyszczony tlen

(Czystość  $> 99,5$  % obj. O<sub>2</sub>)

Mieszanka wodoru i helu (paliwo palnika FID)

( $40 \pm 1$  % wodór, hel jako dopełnienie)

(Zanieczyszczenie  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>)

Oczyszczone powietrze syntetyczne

(Zanieczyszczenie  $\leq 1$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 400$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,1$  ppm NO)

(Zawartość tlenu w granicach od 18 do 21 % obj.)

b) Dla rozcieńczonych spalin (opcjonalnie dla nierozcieńczonych spalin)

Oczyszczony azot

(Zanieczyszczenie  $\leq 0,05$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 10$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,02$  ppm NO)

Oczyszczony tlen

(Czystość  $> 99,5$  % obj. O<sub>2</sub>)

Mieszanka wodoru i helu (paliwo palnika FID)

( $40 \pm 1$  % wodór uzupełniony helem hel)

(Zanieczyszczenie  $\leq 0,05$  ppm C1,  $\leq 10$  ppm CO<sub>2</sub>)

Oczyszczone powietrze syntetyczne

(Zanieczyszczenie  $\leq 0,05$  ppm C1,  $\leq 1$  ppm CO,  $\leq 10$  ppm CO<sub>2</sub>,  $\leq 0,02$  ppm NO)

(Zawartość tlenu w granicach od 20,5 do 21,5 % obj.)

Jeżeli butle z gazem nie są dostępne, można użyć oczyszczacza gazu, jeśli można wykazać poziom zanieczyszczenia.

9.3.3.2. Gazy kalibracyjne i zakresowe

W stosownych przypadkach dostępne są mieszaniny gazów o następującym składzie chemicznym. Dopuszcza się inne mieszaniny gazów, o ile gazy te nie wchodzi z sobą w reakcję. Należy zapisać datę upływu okresu ważności gazów kalibracyjnych podaną przez producenta.

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> i oczyszczone powietrze syntetyczne (zob. pkt 9.3.3.1);

CO i oczyszczony azot;

NO i oczyszczony azot;

NO<sub>2</sub> i oczyszczone powietrze syntetyczne;

CO<sub>2</sub> i oczyszczony azot;

CH<sub>4</sub> i oczyszczone powietrze syntetyczne;

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> i oczyszczone powietrze syntetyczne

Rzeczywiste stężenie gazu kalibracyjnego i gazu zakresowego mieści się w przedziale  $\pm 1$  % wartości nominalnej i jest zgodne z normami krajowymi i międzynarodowymi. Wszystkie stężenia gazu kalibracyjnego wyraża się objętościowo (procent objętościowy lub objętość ppm).

## 9.3.3.3. Rozdzielacze gazu

Gazy stosowane do kalibracji i zakresowania można również uzyskać przy pomocy rozdzielaczy gazu (precyzyjnych urządzeń mieszających) rozcieńczających gazy oczyszczonym  $N_2$  lub oczyszczonym powietrzem syntetycznym. Dokładność rozdzielacza gazu jest taka, aby stężenie wymieszanych gazów kalibracyjnych charakteryzowało się dokładnością co najmniej  $\pm 2\%$ . Taka dokładność oznacza, że ilości gazów pierwotnych użytych do wytworzenia mieszaniny są znane z dokładnością co najmniej  $\pm 1\%$  i zgodne z normami krajowymi lub międzynarodowymi w zakresie gazów. Weryfikację przeprowadza się między 15 a 50 % pełnego zakresu dla każdej kalibracji z użyciem rozdzielacza gazu. Jeżeli pierwsza weryfikacja nie dała pozytywnego rezultatu, można przeprowadzić dodatkową weryfikację przy użyciu innego gazu kalibracyjnego.

Urządzenie mieszające można sprawdzić opcjonalnie przyrządem z układem liniowym, np. wykorzystując gaz NO z CLD. Wartość zakresową przyrządu ustawia się przy pomocy gazu zakresowego doprowadzanego bezpośrednio do przyrządu. Rozdzielacz gazu sprawdza się przy używanych ustawieniach, a wartość nominalną porównuje się ze stężeniem zmierzonym za pomocą przyrządu. Różnica ta w każdym punkcie wynosi  $\pm 1\%$  wartości nominalnej.

Do celów sprawdzenia liniowości zgodnie z pkt 9.2.1 rozdzielacz gazu charakteryzuje się dokładnością co najmniej  $\pm 1\%$ .

## 9.3.3.4. Gazy umożliwiające sprawdzenie interferencji tlenu

Gazy umożliwiające sprawdzenie interferencji tlenu to mieszanki propanu, tlenu i azotu. Zawierają one propan o stężeniu węglowodorów 350 ppm C  $\pm$  75 ppm C. Wartość stężenia określa się według tolerancji gazu kalibracyjnego stosując analizę chromatograficzną całości węglowodorów z zanieczyszczeniami lub w wyniku dynamicznego mieszania. Stężenia tlenu wymagane do badania silników z zapłonem iskrowym i z zapłonem samoczynnym podano w tabeli 8, przy czym dopełnienie stanowi oczyszczony azot.

Tabela 8

Gazy umożliwiające sprawdzenie interferencji tlenu

Typ silnika	Stężenie $O_2$ (%)
Zapłon samoczynny	21 (20–22)
Zapłon iskrowy i samoczynny	10 (9–11)
Zapłon iskrowy i samoczynny	5 (4–6)
Zapłon iskrowy	0 (0–1)

## 9.3.4. Kontrola szczelności

Przeprowadza się kontrolę szczelności układu. Sondę odłącza się od układu wydechowego i blokuje wlot. Pompa analizatora jest włączana. Po okresie wstępnej stabilizacji wszystkie mierniki przepływu powinny wskazywać w przybliżeniu zero, jeżeli nie ma wycieku. W przeciwnym razie sprawdza się ciągi pobierania próbek i naprawia awarię.

Maksymalne dopuszczalne natężenie wycieków po stronie podciśnienia wynosi 0,5 % natężenia przepływu wykorzystywanego w sprawdzanej części układu. Do ustalenia natężenia przepływów wykorzystywanych podczas pracy można wykorzystać przepływy przez analizator i obwód obejściowy.

Alternatywnie można obniżyć ciśnienie w układzie co najmniej do 20 kPa (80 kPa bezwzględne). Po wstępnym okresie stabilizacji przyrost ciśnienia  $\Delta p$  (kPa/min) w układzie nie przekracza:

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

gdzie:

$V_s$  objętość układu, w l

$q_{vs}$  natężenie przepływu przez układ, w l/min

Inną metodą jest zastosowanie zmiany stopnia stężenia na początku ciągu pobierania próbek poprzez przełączenie od zera na gaz zakresowy. Jeżeli dla właściwie skalibrowanego analizatora po upływie odpowiedniego czasu odczytane stężenie wynosi  $\leq 99\%$  w porównaniu do wprowadzonego stężenia, oznacza to nieszczelność, którą należy wyeliminować.

#### 9.3.5. Sprawdzenie czasu reakcji układu analitycznego

Ustawienia układu dla analizy czasu reakcji (tj. ciśnienie, natężenia przepływu, ustawienia filtra na analizatorach oraz inne elementy wpływające na czas reakcji) są identyczne z ustawieniami do pomiaru przebiegu testu. Oznaczanie czasu reakcji przeprowadza się z przełączaniem gazu bezpośrednio na wlocie do sondy do pobierania próbek. Przełączanie gazu wykonuje się w czasie krótszym niż 0,1 s. Gazy wykorzystywane podczas badań wywołują zmianę stężenia co najmniej o 60 % pełnej skali.

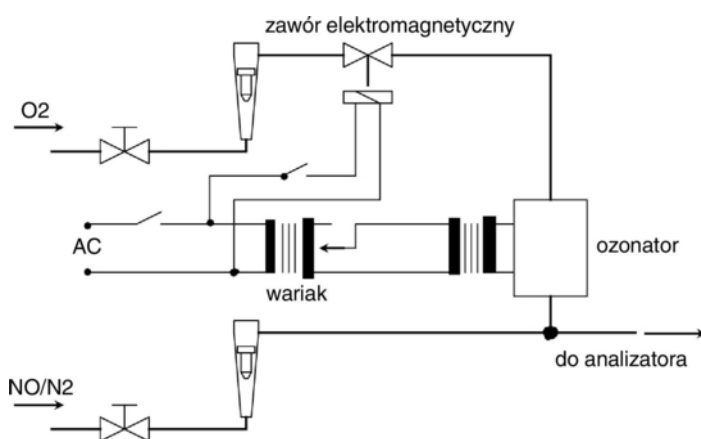
Rejestruje się ślad stężenia każdego pojedynczego składnika gazowego. Czas reakcji definiuje się jako różnicę czasu między przełączeniem gazu i odpowiednią zmianą zarejestrowanego stężenia. Czas reakcji układu ( $t_{90}$ ) obejmuje opóźnienie detektora pomiarowego oraz czas narastania detektora. Opóźnienie definiuje się jako okres czasu od zmiany ( $t_0$ ) do momentu, kiedy reakcja wynosi 10 % odczytu końcowego ( $t_{10}$ ). Czas narastania definiuje się jako czas upływający między 10 % a 90 % reakcji odczytu końcowego ( $t_{90}-t_{10}$ ).

Do zestrojenia czasowego sygnałów analizatora i przepływu spalin, czas przemiany definiuje się jako okres czasu od zmiany ( $t_0$ ) do momentu, kiedy reakcja wynosi 50 % odczytu końcowego ( $t_{50}$ ).

Czas reakcji układu musi wynosić  $\leq 10$  s przy czasie narastania  $\leq 2,5$  s zgodnie z pkt 9.3.1.7 dla wszystkich składników objętych limitami (CO, NO<sub>x</sub>, HC lub NMHC) oraz dla wszystkich stosowanych zakresów. Jeżeli do pomiaru NMHC jest stosowane urządzenie NMC, czas reakcji może przekroczyć 10 s.

#### 9.3.6. Sprawdzenie wydajności konwertera NO<sub>x</sub>

Wydajność konwertera używanego do konwersji NO<sub>2</sub> w NO sprawdza się w sposób przedstawiony w pkt 9.3.6.1–9.3.6.8 (zob. rys. 8).



Rys. 8

#### Schemat urządzenia do pomiaru sprawności konwertera NO<sub>2</sub>

##### 9.3.6.1. Ustawienie badania

Sprawność konwerterów sprawdza się przy pomocy ozonatora, stosując ustawienie pokazane schematycznie na rys. 8 oraz poniższą procedurę.

## 9.3.6.2. Kalibracja

CLD i HCLD kalibruje się w najbardziej powszechnie stosowanym zakresie roboczym, zgodnie ze specyfikacjami producenta, używając gazu zerowego i gazu zakresowego (zawartość NO musi wynosić około 80 % zakresu roboczego, a stężenie NO<sub>2</sub> w mieszance gazu musi wynosić mniej niż 5 % stężenia NO). Analizator NO<sub>x</sub> znajduje się w trybie NO, tak by gaz zakresowy nie przechodził przez konwerter. Należy zanotować wskazane stężenia.

## 9.3.6.3. Obliczanie

Wartość procentową sprawności konwertera oblicza się w następujący sposób:

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

gdzie:

- a* stężenie NO<sub>x</sub> zgodnie z pkt 9.3.6.6
- b* stężenie NO<sub>x</sub> zgodnie z pkt 9.3.6.7
- c* stężenie NO zgodnie z pkt 9.3.6.4
- d* stężenie NO zgodnie z pkt 9.3.6.5.

## 9.3.6.4. Dodawanie tlenu

Za pomocą trójkąta do przepływu gazu dodaje się w sposób ciągły tlen lub powietrze obojętne do chwili, gdy oznaczone stężenie osiągnie wartość o 20 % niższą niż oznaczone stężenie kalibracji przedstawione w pkt 9.3.6.2 (analizator pracuje w trybie NO).

Odnotowuje się wskazane stężenie (*c*). Podczas całego procesu ozonator jest wyłączony.

## 9.3.6.5. Uruchamianie ozonatora

Wyłączony ozonator wytwarza ilość ozonu wystarczającą do obniżenia stężenia NO do około 20 % (minimalnie 10 %) stężenia wskazywanego podczas kalibracji podanego w pkt 9.3.6.2. Odnotowuje się wskazane stężenie (*d*) (analizator pracuje w trybie NO).

9.3.6.6. Tryb NO<sub>x</sub>

Analizator NO przełącza się na tryb NO<sub>x</sub>, tak aby mieszanka gazu (zawierająca NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> i N<sub>2</sub>) przechodziła przez konwerter. Odnotowuje się wskazane stężenie (*a*) (analizator pracuje w trybie NO<sub>x</sub>).

## 9.3.6.7. Wyłączanie ozonatora

Ozonator jest wyłączony. Mieszanka gazów opisana w pkt 9.3.6.6 przechodzi przez konwerter do detektora. Odnotowuje się wskazane stężenie (*b*) (analizator pracuje w trybie NO<sub>x</sub>).

## 9.3.6.8. Tryb NO

Po przełączeniu na tryb NO z wyłączonym ozonatorem przepływ tlenu lub powietrza syntetycznego jest odcięty. Odczyt NO<sub>x</sub> z analizatora nie różni się od wartości zmierzonej zgodnie z 9.3.6.2 o więcej niż ± 5 % (analizator pracuje w trybie NO).

## 9.3.6.9. Odstęp między badaniami

Sprawność konwertera sprawdza się co najmniej raz na miesiąc.

#### 9.3.6.10. Wymagania dotyczące sprawności

Sprawność konwertera  $E_{\text{NO}_x}$  jest nie mniejsza niż 95 %.

Jeżeli przy analizatorze ustawionym na najczęściej używany zakres ozonator nie jest w stanie zapewnić redukcji z 80 % do 20 % zgodnie z pkt 9.3.6.5, używa się najwyższego zakresu, który spowoduje redukcję.

#### 9.3.7. Regulacja detektora jonizacji płomienia (FID)

##### 9.3.7.1. Optymalizacja reakcji detektora

FID reguluje się zgodnie z zaleceniami producenta przyrządu. Do zoptymalizowania reakcji w najczęściej używanym zakresie pomiarowym wykorzystuje się propan znajdujący się w gazie zakresowym.

Po ustawieniu przepływu paliwa i powietrza według zaleceń producenta do analizatora wprowadza się  $350 \pm 75$  ppm C gazu zakresowego. Reakcję przy określonym przepływie paliwa określa się z różnicy pomiędzy reakcją na gaz zakresowy i reakcją na gaz zerowy. Przepływ paliwa reguluje się przyrostowo powyżej i poniżej specyfikacji producenta. Odnotowuje się reakcję zera i punktu końcowego skali przy tych wartościach przepływu paliwa. Nanosi się na wykresie różnicę między reakcją zera i reakcją punktu końcowego skali, a przepływ paliwa reguluje się tak, aby znalazł się po stronie wykresu odpowiadającej wyższym wartościom. Jest to wstępne ustawienie wielkości przepływu, które może wymagać dalszej optymalizacji w zależności od wyników dotyczących współczynników reakcji dla węglowodorów oraz sprawdzenia interferencji tlenu, stosownie do pkt 9.3.7.2 i 9.3.7.3. Jeżeli współczynniki interferencji tlenu i reakcji dla węglowodorów nie spełniają poniższych wymogów, przepływ powietrza przyrostowo reguluje się powyżej i poniżej specyfikacji producenta, powtarzając dla każdego przepływu procedury opisane w pkt 9.3.7.2 i 9.3.7.3.

Opcjonalnie optymalizację można przeprowadzić przy wykorzystaniu procedur przedstawionych w dok. SAE nr 770141.

##### 9.3.7.2. Współczynniki reakcji dla węglowodorów

Przeprowadza się weryfikację liniowości przy użyciu propanu znajdującego się w powietrzu i oczyszczonym powietrzu syntetycznym zgodnie z pkt 9.2.1.3.

Współczynniki reakcji ustala się podczas wprowadzenia analizatora do pracy i po głównych okresach obsługowych. Współczynnik reakcji ( $r_h$ ) na niektóre rodzaje węglowodorów jest stosunkiem odczytu FID C1 do stężenia gazu w butli wyrażonym w ppm C1.

Stężenie gazu wykorzystywanego podczas badania jest na poziomie zapewniającym reakcję o wartości około 80 % pełnej skali. Stężenie jest znane z dokładnością  $\pm 2$  % objętościowo w odniesieniu do wzorca uzyskanego metodą grawimetryczną. Ponadto butla z gazem jest wstępnie kondycjonowana przez 24 godz. w temperaturze  $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$  ( $25 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ ).

Gazy używane podczas badania oraz zakresy względnego współczynnika reakcji są następujące:

- metan i oczyszczone powietrze syntetyczne  $1,00 \leq r_h \leq 1,15$
- propylen i oczyszczone powietrze syntetyczne  $0,90 \leq r_h \leq 1,1$
- toluen i oczyszczone powietrze syntetyczne  $0,90 \leq r_h \leq 1,1$

Wartości te odpowiadają współczynnikowi  $r_h$  wynoszącemu 1 dla propanu i oczyszczonego powietrza syntetycznego.

## 9.3.7.3. Sprawdzenie interferencji tlenu

Wyłącznie w przypadku analizatorów nierozcieńczonych spalin sprawdzenie interferencji tlenu wykonuje się w chwili wprowadzenia do pracy analizatora i po głównych okresach obsługowych.

Dobiera się zakres, w którym gazy umożliwiające sprawdzenie interferencji tlenu mieszczą się w górnych 50 %. Badanie przeprowadza się z wymaganymi ustawieniami temperatury pieca. Specyfikacje gazów umożliwiających sprawdzenie interferencji tlenu znajdują się w pkt 9.3.3.4.

- a) analizator jest zerowany;
- b) analizator kalibruje się przy pomocy mieszanki zawierającej 0 % tlenu w przypadku silników z zapłonem iskrowym. W przypadku silników z zapłonem samoczynnym urządzenia kalibruje się przy pomocy mieszanki zawierającej 21 % tlenu;
- c) ponownie sprawdza się wskazanie zera. Jeżeli zmieniło się ono o więcej niż 0,5 % pełnej skali, powtarza się czynności opisane w lit. a) i b) niniejszego punktu;
- d) wprowadza się gazy o stężeniu 5 % i 10 % umożliwiające sprawdzenie interferencji tlenu;
- e) ponownie sprawdza się wskazanie zera. Jeżeli wystąpiła zmiana większa niż  $\pm 1$  % pełnej skali, badanie powtarza się;
- f) interferencję tlenu  $E_{O_2}$  oblicza się dla każdej mieszanki wymienionej w lit. d) w następujący sposób:

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

przy czym reakcję analizatora oblicza się następująco:

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

gdzie:

- $c_{\text{ref,b}}$  jest stężeniem odniesienia HC na etapie b), w ppm C
- $c_{\text{ref,d}}$  jest stężeniem odniesienia HC na etapie d), w ppm C
- $c_{\text{FS,b}}$  jest stężeniem HC w punkcie końcowym skali na etapie b), w ppm c
- $c_{\text{FS,d}}$  jest stężeniem HC w punkcie końcowym skali na etapie d), w ppm c
- $c_{\text{m,b}}$  jest zmierzonym stężeniem HC na etapie b), w ppm C
- $c_{\text{m,d}}$  jest zmierzonym stężeniem HC na etapie d), w ppm C

- g) współczynnik interferencji tlenu  $E_{O_2}$  wynosi poniżej  $\pm 1,5$  % dla wszystkich gazów umożliwiających sprawdzenie interferencji tlenu przed badaniem;
- h) jeżeli współczynnik interferencji tlenu  $E_{O_2}$  przekracza  $\pm 1,5$  %, można podjąć działania naprawcze polegające na przyrostowym wyregulowaniu przepływu powietrza powyżej i poniżej specyfikacji producenta oraz przepływu paliwa i próbki;
- i) sprawdzenie interferencji tlenu powtarza się dla każdego nowego ustawienia.

## 9.3.8. Sprawność separatora węglowodorów niemietanowych (NMC)

NMC wykorzystuje się do usunięcia węglowodorów niemietanowych z próbki gazu poprzez utlenienie wszystkich węglowodorów z wyjątkiem metanu. W idealnych warunkach konwersja metanu wynosi 0 %, natomiast w przypadku innych węglowodorów reprezentowanych przez etan wynosi ona 100 %. Aby pomiar NMHC był dokładny, wyznacza się dwa poziomy sprawności wykorzystywane do obliczania masowego natężenia przepływu emisji NMHC (pkt 8.5.2).



## 9.3.8.1. Sprawność dla metanu

Gaz kalibracyjny z metanem przepuszcza się przez FID z otwartym oraz zamkniętym obwodem obejściowym NMC, a oba stężenia rejestruje się. Sprawność wyznacza się w następujący sposób:

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

gdzie:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$  stężenie HC z próbką  $\text{CH}_4$  przepływającą przez NMC, w ppm C

$c_{\text{HC(w/o NMC)}}$  stężenie HC z próbką  $\text{CH}_4$  omijającą NMC, w ppm C

## 9.3.8.2. Sprawność dla etanu

Gaz kalibracyjny składający się z etanu przepuszcza się przez FID z otwartym oraz zamkniętym obwodem obejściowym NMC, a oba stężenia rejestruje się. Sprawność wyznacza się w następujący sposób:

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

gdzie:

$c_{\text{HC(w/NMC)}}$  stężenie HC z próbką  $\text{C}_2\text{H}_6$  przepływającą przez NMC, w ppm C

$c_{\text{HC(w/o NMC)}}$  stężenie HC z próbką  $\text{C}_2\text{H}_6$  omijającą NMC, w ppm C

## 9.3.9. Efekty interferencji

Gazy inne niż analizowane mogą zakłócać odczyt na kilka sposobów. Interferencja dodatnia występuje w przyrządach NDIR, gdy gaz zakłócający daje ten sam efekt, co gaz mierzony, ale w mniejszym stopniu. Interferencja ujemna występuje w przyrządach NDIR, gdy gaz zakłócający poszerza pasmo pochłaniania gazu zmierzonego, oraz w przyrządach CLD, gdy gaz zakłócający tłumi reakcję. Przed pierwszym użyciem analizatora i po głównych okresach roboczych przeprowadza się sprawdzenie interferencji zgodnie z pkt 9.3.9.1 i 9.3.9.3.

## 9.3.9.1. Sprawdzenie interferencji analizatora CO

Woda i  $\text{CO}_2$  mogą zakłócać pracę analizatora CO. Dlatego gaz zakresowy  $\text{CO}_2$  o stężeniu 80–100 % pełnej skali maksymalnego zakresu roboczego użyty podczas badania przepuszcza się w formie pęcherzyków przez wodę w temperaturze pokojowej i rejestruje reakcję analizatora. Reakcja analizatora nie przekracza 2 % średniego stężenia CO oczekiwanego podczas badań.

Procedury określania interferencji w odniesieniu do  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$  można także przeprowadzać odrębnie. Jeżeli zastosowane poziomy  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$  są wyższe niż maksymalne poziomy oczekiwane podczas badań, każda zarejestrowana wartość interferencji jest pomniejszana przez pomnożenie zarejestrowanej interferencji przez iloraz maksymalnej oczekiwanej wartości stężenia i rzeczywistej wartości zastosowanej w trakcie procedury. Można przeprowadzić odrębne procedury określania interferencji w odniesieniu do stężeń  $\text{H}_2\text{O}$  niższych niż maksymalne poziomy oczekiwane podczas badań, ale zarejestrowana wartość interferencji  $\text{H}_2\text{O}$  jest pomniejszana przez pomnożenie zarejestrowanej interferencji przez iloraz maksymalnej oczekiwanej wartości stężenia  $\text{H}_2\text{O}$  i rzeczywistej wartości zastosowanej w trakcie procedury. Suma dwóch pomniejszonych wartości interferencji mieści się w zakresie określonym w niniejszym punkcie.

9.3.9.2. Sprawdzenie tłumienia analizatora NO<sub>x</sub> w przypadku analizatora CLD

Dwa gazy istotne dla analizatorów CLD (i HCLD) to CO<sub>2</sub> i para wodna. Reakcje tłumienia dla tych gazów są proporcjonalne do ich stężeń i w związku z tym wymagają zastosowania technik badań umożliwiających wyznaczenie poziomu tłumienia przy najwyższych oczekiwanych stężeniach obserwowanych podczas badań. Jeżeli w analizatorze CLD stosowane są algorytmy kompensacji wykorzystujące przyrządy do pomiaru H<sub>2</sub>O lub CO<sub>2</sub>, oceny tłumienia dokonuje się, gdy przyrządy te są aktywne, i z zastosowaniem algorytmów kompensacji.

9.3.9.2.1. Sprawdzenie tłumienia CO<sub>2</sub>

Gaz zakresowy CO<sub>2</sub> o stężeniu 80–100 % pełnej skali maksymalnego zakresu roboczego przepuszcza się przez analizator NDIR, a wartość CO<sub>2</sub> odnotowuje się jako A. Następnie rozcieńcza się go za pomocą około 50 % gazu zakresowego NO i przepuszcza przez analizator NDIR i CLD, a wartości CO<sub>2</sub> i NO odnotowuje, odpowiednio, jako B i C. Następnie odcina się dopływ CO<sub>2</sub> i przepuszcza przez analizator (H)CLD wyłącznie gaz zakresowy NO, a wartość NO odnotowuje jako D.

Wartość procentową tłumienia oblicza się następująco:

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

gdzie:

- A stężenie nierozcieńczonego CO<sub>2</sub> zmierzone analizatorem NDIR, w %
- B stężenie rozcieńczonego CO<sub>2</sub> zmierzone analizatorem NDIR, w %
- C stężenie rozcieńczonego NO zmierzone analizatorem (H)CLD, w ppm
- D stężenie rozcieńczonego NO zmierzone analizatorem (H)CLD, w ppm

Dozwolone jest zastosowanie alternatywnych metod rozcieńczania i obliczania stężeń gazów zakresowych CO<sub>2</sub> i NO, jak na przykład dynamiczne mieszanie/komponowanie, pod warunkiem że zostaną one zatwierdzone przez organ udzielający homologacji.

## 9.3.9.2.2. Sprawdzanie tłumienia wody

Sprawdzanie to dotyczy wyłącznie pomiarów stężenia gazu w stanie wilgotnym. Obliczenie tłumienia wody uwzględnia rozcieńczenie gazu zakresowego NO parą wodną oraz doprowadzenie stężenia pary wodnej mieszanki do wartości oczekiwanej podczas badań.

Gaz zakresowy NO o stężeniu 80–100 % pełnej skali normalnego zakresu roboczego przepuszcza się przez analizator (H)CLD, a wartość NO odnotowuje się jako D. Następnie gaz zakresowy NO przepuszcza się w formie bąbelków przez wodę w temperaturze pokojowej i przepuszcza przez analizator (H)CLD, a wartość NO odnotowuje jako C. Mierzy się temperaturę wody i odnotowuje jako F. Następnie określa się prężność par nasyconych mieszaniny odpowiadającą temperaturze kąpieli wodnej F i odnotowuje jako G.

Stężenie pary wodnej (w %) w mieszaninie oblicza się w następujący sposób:

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

i odnotowuje jako H. Oczekiwaną wartość stężenia rozcieńczonego gazu zakresowego NO (w parze wodnej) oblicza się następująco:

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

i odnotowuje jako  $D_e$ . W przypadku spalin z silników Diesla maksymalne stężenie pary wodnej w spalinach (w %) spodziewane podczas badania szacuje się, przy założeniu, że stosunek liczb atomowych H/C wynosi 1,8:1, na podstawie maksymalnego stężenia  $\text{CO}_2$  w spalinach A, w następujący sposób:

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

i odnotowuje jako  $H_m$ .

Wartość procentową tłumienia wody oblicza się następująco:

$$E_{\text{H}_2\text{O}} = 100 \times ((D_e - C) / D_e) \times (H_m / H) \quad (81)$$

gdzie:

$D_e$  oczekiwane stężenie rozcieńczonego gazu zakresowego NO, w ppm

$C$  zmierzone stężenie rozcieńczonego gazu zakresowego NO, w ppm

$H_m$  maksymalne stężenie pary wodnej, w %

$H$  rzeczywiste stężenie pary wodnej, w %

#### 9.3.9.2.3. Maksymalne dopuszczalne tłumienie

Łączne tłumienie  $\text{CO}_2$  i wody nie przekracza 2 % pełnej skali.

#### 9.3.9.3. Sprawdzenie tłumienia analizatora $\text{NO}_x$ w przypadku analizatora NDUV

Węglowodory i  $\text{H}_2\text{O}$  mogą zakłócać funkcjonowanie analizatora NDUV, powodując reakcję podobną do  $\text{NO}_x$ . Jeżeli w analizatorze NDUV stosowane są algorytmy kompensacji wykorzystujące pomiar innych gazów w celu zweryfikowania tej interferencji, jednocześnie takie pomiary są przeprowadzane podczas weryfikacji interferencji analizatora w celu sprawdzenia algorytmów.

##### 9.3.9.3.1. Procedura

Analizator NDUV jest uruchamiany, obsługiwany, zerowany i kalibrowany zgodnie z zaleceniami producenta urządzenia. Aby przeprowadzić tę weryfikację, zaleca się pobranie spalin z silnika. Do ilościowego określenia zawartości  $\text{NO}_x$  w spalinach stosuje się CLD. Reakcja CLD jest wykorzystywana jako wartość odniesienia. Mierzy się również poziom HC w spalinach przy pomocy analizatora FID. Reakcja FID jest wykorzystywana jako wartość odniesienia dla węglowodorów.

Spaliny z silnika wprowadza się do analizatora NDUV z pominięciem osuszacza próbki, jeżeli jest on używany podczas badań. Uwzględnia się czas potrzebny do ustabilizowania się reakcji analizatora. Czas stabilizacji może obejmować czas potrzebny na oczyszczenie ciągu przesyłowego i odczytanie reakcji analizatora. Podczas gdy wszystkie analizatory mierzą stężenie próbki, rejestruje się dane z przedziału czasowego równego 30 s i oblicza średnie arytmetyczne w odniesieniu do trzech analizatorów.

Od średniej wartości zarejestrowanej przez NDUV odejmuje się średnią wartość zarejestrowaną przez CLD. Różnicę tę mnoży się przez iloraz oczekiwanego średniego stężenia HC i stężenia HC zmierzonego podczas weryfikacji zgodnie z następującym wzorem:

$$E_{\text{HC}/\text{H}_2\text{O}} = (c_{\text{NO}_x,\text{CLD}} - c_{\text{NO}_x,\text{NDUV}}) \times \left( \frac{c_{\text{HC},e}}{c_{\text{HC},m}} \right) \quad (82)$$

gdzie

$c_{\text{NO}_x,\text{CLD}}$  stężenie  $\text{NO}_x$  zmierzone przy pomocy CLD, w ppm

$c_{\text{NO}_x,\text{NDUV}}$  stężenie  $\text{NO}_x$  zmierzone przy pomocy NDUV, w ppm

$c_{\text{HC},e}$  oczekiwane maksymalne stężenie HC, w ppm

$c_{\text{HC},m}$  zmierzone stężenie HC, w ppm

### 9.3.9.3.2. Maksymalne dopuszczalne tłumienie

Łączne tłumienie HC i wody nie przekracza 2 % stężenia  $\text{NO}_x$  oczekiwanego podczas badań.

### 9.3.9.4. Osuszacz próbki

Osuszacz próbki usuwa z niej wodę, która mogłaby w innym wypadku zakłócać pomiar  $\text{NO}_x$ .

#### 9.3.9.4.1. Sprawność osuszacza próbki

W przypadku analizatorów CLD w stanie suchym wykazuje się, że dla najwyższego oczekiwanego stężenia pary wodnej  $H_m$  (zob. pkt 9.3.9.2.2), osuszacz próbki utrzymuje wilgotności CLD na poziomie  $\leq 5$  g wody/kg suchego powietrza (lub ok. 0,008 %  $\text{H}_2\text{O}$ ), co odpowiada 100 % wilgotności względnej przy temperaturze 3,9 °C i ciśnieniu 101,3 kPa. Ta specyfikacja wilgotności jest też równoważna 25 % wilgotności względnej przy 25 °C i 101,3 kPa. Można to wykazać mierząc temperaturę na wyjściu urządzenia osuszającego termicznie lub mierząc wilgotność przed CLD. Można również zmierzyć wilgotność spalin przechodzących przez CLD, pod warunkiem że jedyny przepływ wchodzący do CLD jest przepływem pochodzącym z urządzenia osuszającego.

#### 9.3.9.4.2. Wpływ osuszacza próbki na poziom $\text{NO}_2$

Ciekła woda pozostająca w niewłaściwie zaprojektowanym osuszaczu próbki może usuwać  $\text{NO}_2$  z próbki. Jeżeli osuszacz próbki jest stosowany razem z analizatorem NDUV bez konwertera  $\text{NO}_2/\text{NO}$  przed analizatorem,  $\text{NO}_2$  może być usuwany z próbki przed pomiarem zawartości  $\text{NO}_x$ .

Osuszacz próbki umożliwia pomiar co najmniej 95 % całkowitego  $\text{NO}_2$  przy maksymalnym oczekiwanym stężeniu  $\text{NO}_2$ .

### 9.3.10. Pobieranie próbek emisji nierozcieńczonych spalin – w stosownych przypadkach

Sondy do pobierania próbek emisji gazowych instaluje się w odległości co najmniej 0,5 m lub w odległości stanowiącej trzykrotność średnicy rury wydechowej w zależności od tego, która z tych wartości jest wyższa, przed ujściem układu wydechowego, ale dostatecznie blisko silnika, aby zapewnić temperaturę spalin na sondzie co najmniej równą 343 K (70 °C).

W przypadku silników wielocylindrowych z rozgałęzionym kolektorem wylotowym wlot sondy umieszcza się wystarczająco daleko za kolektorem wydechowym, aby zapewnić reprezentatywność próbki dla średniej emisji spalin ze wszystkich cylindrów. W silnikach wielocylindrowych z wydzielonymi grupami kolektorów wlotowych spalin, jak np. w silnikach widlastych ( $\ast V \ast$ ), zaleca się połączenie kolektorów wydechowych przed sondą do pobierania próbek. Jeżeli jest to trudne do wykonania, dopuszcza się pobieranie próbek z grupy o najwyższej emisji  $\text{CO}_2$ . Do obliczenia poziomu emisji spalin wykorzystuje się całkowite masowe natężenie przepływu spalin.

Jeżeli silnik wyposażony jest w układ oczyszczania spalin, próbkę spalin pobiera się za układem oczyszczania spalin.

### 9.3.11. Pobieranie próbek emisji rozcieńczonych spalin – w stosownych przypadkach

Rura wydechowa zainstalowana pomiędzy silnikiem a układem pełnego rozcieńczania przepływu spalin spełnia wymagania określone w dodatku 3. Sondę(-y) do pobierania próbek emisji zanieczyszczeń gazowych instaluje się w tunelu rozcieńczającym w punkcie, w którym rozcieńczalnik i spaliny są dobrze wymieszane oraz w bliskim sąsiedztwie sondy do pobierania próbek cząstek stałych.

Pobieranie próbek można zazwyczaj przeprowadzić na dwa sposoby:

- próbki emisji gromadzi się w czasie trwania cyklu w workach do pobierania próbek i mierzy po zakończeniu badania; w przypadku HC worek ogrzewa do temperatury  $464 \pm 11$  K ( $191 \pm 11$  °C); w przypadku  $\text{NO}_x$  temperatura worka jest wyższa od temperatury punktu rosy;
- próbki emisji pobierane są w sposób ciągły i całkowane w cyklu badania.

Stężenie tła jest wyznaczane przed tunelem rozcieńczania zgodnie z lit. a) lub b) i odejmowane od zmierzonych stężeń emisji zgodnie z pkt 8.5.2.3.2.

#### 9.4. Układ pomiaru i pobierania próbek cząstek stałych

##### 9.4.1. Ogólne specyfikacje

Do wyznaczenia masy cząstek stałych wymagany jest układ rozcieńczania i pobierania próbek cząstek stałych, filtry do pobierania próbek cząstek stałych, mikrowaga oraz komora wagowa o regulowanej temperaturze i wilgotności. Układ pobierania próbek cząstek stałych jest zaprojektowany w taki sposób, aby zapewnić pobranie reprezentatywnej próbki cząstek stałych, proporcjonalnej do przepływu spalin.

##### 9.4.2. Wymagania ogólne dla układu rozcieńczania

Określenie emisji cząstek stałych wymaga rozcieńczenia próbki filtrowanym powietrzem otaczającym, powietrzem syntetycznym lub azotem (rozcieńczalnikiem). Układ rozcieńczania ustawia się w taki sposób, aby:

- a) całkowicie wykluczyć możliwość kondensacji wody w układach pobierania próbek i rozcieńczania;
- b) utrzymywać temperaturę rozcieńczonych spalin w zakresie od 315 K do 325 K (42–52 °C) w odległości do 20 cm przed uchwytem (uchwyty) filtra lub za nim;
- c) temperatura rozcieńczalnika w pobliżu wejścia do tunelu rozcieńczającego wynosiła od 293 K do 325 K (20–52 °C);
- d) minimalny współczynnik rozcieńczenia wynosił od 5:1 do 7:1 oraz co najmniej 2:1 na etapie pierwotnego rozcieńczania w oparciu o maksymalny przepływ spalin z silnika;
- e) w przypadku układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin czas przebywania w układzie od momentu wprowadzenia rozcieńczalnika do uchwytu (uchwyty) filtra wynosił 0,5–5 s;
- f) w przypadku układu pełnego rozcieńczania przepływu spalin łączny czas przebywania w układzie od momentu wprowadzenia rozcieńczalnika do uchwytu (uchwyty) filtra wynosił 1–5 s, a czas przebywania w układzie wtórnego rozcieńczania – jeżeli układ taki jest stosowany – od momentu wtórnego wprowadzenia rozcieńczalnika do uchwytu (uchwyty) filtra wynosił co najmniej 0,5 s.

Dopuszcza się osuszanie rozcieńczalnika przed wprowadzeniem go do układu rozcieńczania, a jest to szczególnie przydatne, jeżeli wilgotność rozciezczalnika jest wysoka.

##### 9.4.3. Pobieranie próbek cząstek stałych

###### 9.4.3.1. Układ częściowego rozcieńczania przepływu spalin

Sonda do pobierania próbek cząstek stałych jest zainstalowana w bliskim sąsiedztwie sondy do pobierania próbek zanieczyszczeń gazowych, ale na tyle daleko, aby nie powodowała interferencji. W związku z tym przepisy dotyczące instalacji zawarte w pkt 9.3.10 stosują się także do pobierania próbek cząstek stałych. Ciąg pobierania próbek spełnia wymagania zawarte w dodatku 3.

W przypadku silników wielocylindrowych z rozgałęzionym kolektorem wylotowym wlot sondy umieszcza się wystarczająco daleko za kolektorem wydechowym, aby zapewnić reprezentatywność próbki dla średniej emisji spalin ze wszystkich cylindrów. W silnikach wielocylindrowych z wydzielonymi grupami kolektorów wlotowych spalin, jak np. w silnikach widlastych (»V«), zaleca się połączenie kolektorów wydechowych przed sondą do pobierania próbek. Jeżeli jest to trudne do wykonania, dopuszcza się pobieranie próbek z grupy o najwyższej emisji cząstek stałych. Do obliczenia poziomu emisji spalin wykorzystuje się całkowite masowe natężenie przepływu spalin w kolektorze.

#### 9.4.3.2. Układ pełnego rozcieńczania przepływu spalin

Sondę do pobierania próbek cząstek stałych zainstaluje się w tunelu rozcieńczającym w bliskim sąsiedztwie sondy do pobierania próbek zanieczyszczeń gazowych, ale na tyle daleko, aby nie powodowała interferencji. W związku z tym przepisy dotyczące instalacji zawarte w pkt 9.3.11 mają zastosowanie także do pobierania próbek cząstek stałych. Ciąg pobierania próbek spełnia wymagania zawarte w dodatku 3.

#### 9.4.4. Filtry do pobierania próbek cząstek stałych

Próbki cząstek stałych ze spalin rozcieńczonych pobiera się podczas sekwencji badania przy pomocy filtra spełniającego następujące wymagania zawarte w pkt 9.4.4.1–9.4.4.3.

##### 9.4.4.1. Specyfikacja filtrów

Wszystkie typy filtrów charakteryzują się co najmniej sprawnością 99 % zatrzymywania cząstek o wielkości 0,3 µm DOP (ftalan oktylu). Materiałem filtra jest:

- a) włókno szklane powlekane fluoropochodnymi węglowodorów (PTFE); lub
- b) membrana z fluoropochodnych węglowodorów (PTFE).

##### 9.4.4.2. Rozmiar filtra

Filtr jest kolisty i ma średnicę nominalną 47 mm (tolerancja  $46,50 \pm 0,6$  mm), a średnica dostępna (średnica powierzchni barwienia filtra) wynosi co najmniej 38 mm.

##### 9.4.4.3. Prędkość na wlocie filtra

Prędkość gazów na wlocie filtra wynosi 0,90–1,00 m/s, przy czym mniej niż 5 % zarejestrowanych wartości przepływu przekracza ten zakres. Jeżeli masa cząstek stałych na filtrze przekracza 400 µg, prędkość na wlocie filtra może być zmniejszona do 0,50 m/s. Prędkość na wlocie filtra jest obliczana jako objętościowe natężenie przepływu próbki w warunkach ciśnienia panującego przed filtrem i temperatury na wlocie filtra podzielone przez powierzchnię dostępną filtra.

#### 9.4.5. Specyfikacje komory wagowej i wagi analitycznej

Środowisko komory (lub pomieszczenia) jest wolne od zanieczyszczeń powietrza otaczającego (takich jak kurz, aerozol i substancje półlotne), które zanieczyszczałyby filtry cząstek stałych. Komora wagowa odpowiada wymaganym specyfikacjom przez co najmniej 60 min poprzedzających ważenie filtrów.

##### 9.4.5.1. Warunki dla komory wagowej

Temperaturę komory (lub pomieszczenia), w którym kondycjonuje się i waży filtry cząstek stałych utrzymuje się w przedziale  $295 \text{ K} \pm 1 \text{ K}$  ( $22 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ ) przez cały czas kondycjonowania i ważenia wszystkich filtrów. Wilgotność utrzymuje się na poziomie odpowiadającym temperaturze punktu rosy  $282,5 \text{ K} \pm 1 \text{ K}$  ( $9,5 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ ).

Jeżeli środowiska, w których prowadzona jest stabilizacja i ważenie są odrębne, temperatura otoczenia dla stabilizacji jest utrzymywana na poziomie  $295 \text{ K} \pm 3 \text{ K}$  ( $22 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$ ), ale wymóg dotyczący temperatury punktu rosy pozostaje na poziomie  $282,5 \text{ K} \pm 1 \text{ K}$  ( $9,5 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ ).

Rejestruje się wilgotność i temperaturę otoczenia.

#### 9.4.5.2. Ważenie filtra odniesienia

W ciągu 12 godzin od ważenia filtra do pobierania próbek, a najlepiej podczas ważenia takiego filtra, waży się co najmniej dwa nieużywane filtry odniesienia. Filtry te są wykonane z tego samego materiału, co filtry do pobierania próbek. Do wyników ważenia stosuje się korektę wyporu.

Jeżeli waga któregokolwiek filtra odniesienia ulega zmianie pomiędzy kolejnymi ważeniami filtra do pobierania próbek o ponad 10 µg, wszystkie filtry do próbek odrzuca się, a badanie emisji powtarza.

Filtry odniesienia są okresowo wymieniane w oparciu o dobrą ocenę inżynierską, ale co najmniej raz w roku.

#### 9.4.5.3. Waga analityczna

Waga analityczna wykorzystywana do określania masy filtrów spełnia wymogi liniowości, o których mowa w pkt 9.2, tabela 7. Oznacza to, że powinna charakteryzować się dokładnością (odchylenie standardowe) co najmniej 2 µg oraz rozdzielczością co najmniej 1 µg (1 cyfra = 1 µg).

Aby zapewnić dokładność ważenia filtrów, zaleca się zainstalowanie wagi:

- a) na platformie tłumiącej drgania, aby odizolować wagę od zewnętrznych źródeł hałasu i drgań;
- b) tak, aby osłonić wagę przed konwekcyjnym przepływem powietrza przy pomocy antystatycznej osłony, która jest elektrycznie uziemiona.

#### 9.4.5.4. Eliminacja wpływu statycznych ładunków elektrycznych

Przed ważeniem filtr neutralizuje się, np. przy pomocy neutralizatora polonowego lub urządzenia o podobnym skutku. Jeżeli stosowany jest filtr membranowy z fluoropochodnych węglowodorów (PTFE), mierzy się statyczny ładunek elektryczny, który nie przekracza wartości zerowej o więcej niż  $\pm 2,0$  V.

W otoczeniu wagi minimalizuje się statyczny ładunek elektryczny. Można w tym celu zastosować następujące metody:

- a) elektryczne uziemienie wagi;
- b) stosowanie pincety ze stali nierdzewnej, jeżeli próbki cząstek stałych są przenoszone ręcznie;
- c) uziemienie pincety przy pomocy przewodu uziemiającego lub wyposażenie operatora w przewód uziemiający posiadający wspólne uziemienie z wagą. Na przewodzie uziemiającym zainstalowany jest odpowiedni opornik, by chronić operatora przed przypadkowym porażeniem.

#### 9.4.5.5. Dodatkowe specyfikacje

Wszystkie części układu rozcieńczania i układu pobierania próbek od rury wydechowej do uchwytu filtra stykające się z nierozcieńczonymi i rozcieńczonymi spalinami są tak zaprojektowane, aby w jak największym stopniu ograniczyć osadzanie się lub przemianę cząstek stałych. Wszystkie części są wykonane z materiałów przewodzących elektryczność, które nie wchodzi w reakcję ze składnikami spalin, i są uziemione w celu wyeliminowania wpływu pola elektrycznego.

#### 9.4.5.6. Kalibracja przepływomierzy

Każdy przepływomierz stosowany w układzie pobierania próbek i częściowego rozcieńczania przepływu spalin poddaje się weryfikacji liniowości, jak opisano w pkt 9.2.1, tak często jak jest to konieczne w celu spełnienia wymogów dokładności niniejszego ogólnosiwiatowego przepisu technicznego. W celu ustalenia wartości odniesienia dla przepływów stosuje się dokładny przepływomierz zgodny z normami krajowymi lub międzynarodowymi. Kalibracje dla pomiaru przepływu metodą różnicy omówiono w pkt 9.4.6.2.

#### 9.4.6. Wymagania szczególne dla układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin

Układ częściowego rozcieńczania przepływu spalin musi być zaprojektowany w taki sposób, aby pobierał proporcjonalną próbkę spalin nierozcieńczonych ze strumienia wydechowego silnika, reagując w ten sposób na skoki natężenia przepływu strumienia spalin. Do tego celu niezbędne jest określenie takiego współczynnika rozcieńczenia ( $r_d$ ) lub pobierania próbek ( $r_s$ ), aby spełnić wymogi dokładności zawarte w pkt 9.4.6.2.

##### 9.4.6.1. Czas reakcji układu

Do sterowania układem częściowego rozcieńczania przepływu spalin konieczny jest system o krótkim czasie reakcji. Czas przekształcenia układu ustala się przy pomocy procedury opisanej w pkt 9.4.6.6. Jeżeli połączony czas przekształcenia pomiaru przepływu spalin (zob. pkt 8.3.1.2) oraz układu częściowego rozcieńczania wynosi  $\leq 0,3$  s, stosuje się sterowanie w trybie online. Jeżeli czas przekształcenia przekracza  $0,3$  s, stosuje się sterowanie antycypowane, opierające się na uprzednio zarejestrowanym przebiegu próbnym. W takim przypadku ogólny czas narastania wynosi  $\leq 1$  s, a ogólne opóźnienie  $\leq 10$  s.

Łączna reakcja układu jest zaprojektowana w taki sposób, aby zapewniała pobranie reprezentatywnej próbki cząstek stałych,  $q_{mp,i}$ , proporcjonalnej do przepływu masowego spalin. Aby określić proporcjonalność, przeprowadza się analizę metodą regresji  $q_{mp,i}$  w zależności od  $q_{mew,i}$  przy minimalnej częstotliwości zbierania danych  $5$  Hz, przy spełnieniu następujących kryteriów:

- współczynnik korelacji  $r^2$  regresji liniowej między  $q_{mp,i}$  i  $q_{mew,i}$  nie jest niższy niż  $0,95$ ;
- standardowy błąd szacunku  $q_{mp,i}$  dla  $q_{mew,i}$  nie przekracza  $5\%$  maksymalnej wartości  $q_{mp}$ ;
- $q_{mp}$  punkt przecięcia linii regresji nie przekracza  $\pm 2\%$  maksymalnej wartości  $q_{mp}$ .

Sterowanie antycypowane jest wymagane wówczas, gdy łączne czasy przekształcenia układu pobierania próbek cząstek stałych,  $t_{50,P}$ , i sygnału przepływu masowego spalin,  $t_{50,F}$ , wynoszą  $> 0,3$  s. W takim przypadku przeprowadza się badanie wstępne, a sygnał przepływu masowego spalin z badania wstępnego wykorzystuje do sterowania przepływem próbek do układu pobierania próbek cząstek stałych. Uznaje się, iż uzyskano odpowiednie sterowanie układem częściowego rozcieńczania, jeżeli przebieg czasowy  $q_{mew,pre}$  sterujący  $q_{mp}$  uzyskany w trakcie badania wstępnego jest przesunięty o czas antycypowany  $t_{50,P} + t_{50,F}$ .

Do ustalenia współzależności między  $q_{mp,i}$  i  $q_{mew,i}$  wykorzystuje się dane uzyskane podczas badania właściwego, przy czym czas  $q_{mew,i}$  jest synchronizowany o  $t_{50,F}$  względem  $q_{mp,i}$  (brak udziału  $t_{50,P}$  w synchronizacji czasu). Oznacza to, że przesunięcie czasu między  $q_{mew}$  i  $q_{mp}$  jest różnicą ich czasów przemiany, ustalonych w pkt 9.4.6.6.

##### 9.4.6.2. Specyfikacje dla pomiaru różnicowego przepływu

Dla układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin dokładność pomiaru przepływu próbki  $q_{mp}$  ma szczególne znaczenie, jeżeli przepływ nie jest mierzony bezpośrednio, ale oznaczany metodą pomiaru różnicowego:

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

W tym przypadku największy błąd różnicy jest taki, by dokładność  $q_{mp}$  pozostawała w granicach  $\pm 5\%$  przy współczynniku rozcieńczenia mniejszym niż  $15$ . Można go wyliczyć poprzez obliczenie średnich błędów kwadratowych każdego przyrządu pomiarowego.

Dopuszczalne dokładności  $q_{mp}$  można otrzymać przy pomocy jednej z następujących metod:

- dokładności bezwzględne  $q_{mdew}$  oraz  $q_{mdw}$  wynoszą  $\pm 0,2\%$ , co gwarantuje dokładność  $q_{mp} \leq 5\%$  przy współczynniku rozcieńczenia wynoszącym  $15$ . Jednakże przy większych współczynnikach rozcieńczenia pojawiają się większe błędy;



- b) kalibracja  $q_{mdw}$  względem  $q_{mdew}$  przeprowadzana jest w taki sposób, aby uzyskać te same dokładności dla  $q_{mp}$  jak w lit. a). Szczegóły opisano w pkt 9.4.6.2;
- c) dokładność  $q_{mp}$  wyznaczana jest pośrednio na podstawie dokładności współczynnika rozcieńczenia wyznaczonego gazem znakującym, np. CO<sub>2</sub>. Dla  $q_{mp}$  wymagane są dokładności równoważne metodzie a);
- d) dokładność bezwzględna  $q_{mdew}$  oraz  $q_{mdw}$  mieści się w przedziale  $\pm 2\%$  pełnej skali, maksymalny błąd różnicy między  $q_{mdew}$  oraz  $q_{mdw}$  mieści się w zakresie 0,2 %, a błąd liniowości mieści się w zakresie  $\pm 0,2\%$  najwyższej wartości  $q_{mdew}$  stwierdzonej podczas badania.

#### 9.4.6.3. Kalibracje dla pomiaru różnicowego przepływu

Przepływomierz lub przyrządy do pomiaru przepływu są kalibrowane w ramach jednej z następujących procedur, tak aby przepływ przez sondę  $q_{mp}$  do tunelu spełniał wymagania dotyczące dokładności zawarte w pkt 9.4.6.2:

- a) przepływomierz mierzący  $q_{mdw}$  podłącza się szeregowo do przepływomierza mierzącego  $q_{mdew}$ ; różnicę pomiaru między dwoma przepływomierzami kalibruje się dla co najmniej 5 punktów kontrolnych z wartościami przepływu rozłożonymi równomiernie między najniższą wartością  $q_{mdw}$  wykorzystaną podczas badania oraz wartością  $q_{mdew}$  wykorzystaną podczas badania. Tunel rozcieńczający może zostać ominięty;
- b) skalibrowane urządzenie przepływowe podłącza się szeregowo do przepływomierza mierzącego  $q_{mdew}$ , a dokładność sprawdza się w odniesieniu do wartości użytej w badaniu. Skalibrowane urządzenie przepływowe podłącza się szeregowo do przepływomierza mierzącego  $q_{mdw}$ , a dokładność sprawdza się dla co najmniej 5 ustawień odpowiadających współczynnikom rozcieńczenia z zakresu 3–50, względem wartości  $q_{mdew}$  wykorzystanej podczas badania;
- c) przewód przesyłowy TT odłącza się od układu wydechowego, a skalibrowane urządzenie pomiarowe przepływu o wystarczającym zakresie pomiaru  $q_{mp}$  podłącza się do przewodu przesyłowego. ustawia się na wartość  $q_{mdew}$  wykorzystywaną podczas badania, a  $q_{mdw}$  ustawia się sekwencyjnie na co najmniej 5 wartości odpowiadających współczynnikom rozcieńczenia z zakresu 3–50. Alternatywnie można zapewnić specjalną kalibracyjną ścieżkę przepływu, w której tunel jest omijany, ale przepływ całkowity oraz przepływ powietrza rozcieńczającego przez odpowiednie mierniki jest taki, jak w rzeczywistym badaniu;
- d) gaz znakujący wprowadza się do przewodu przesyłowego układu wydechowego TT. Gaz znakujący może być składnikiem spalin, jak CO<sub>2</sub> lub NO<sub>x</sub>. Po rozcieńczeniu w tunelu gaz znakujący mierzy się. Pomiar ten przeprowadza się dla 5 współczynników rozcieńczenia z zakresu od 3 do 50. Dokładność przepływu próbki ustala się na podstawie współczynnika rozcieńczenia  $r_d$ :

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

Aby zagwarantować dokładność  $q_{mp}$ , uwzględnia się dokładność analizatorów gazu.

#### 9.4.6.4. Sprawdzenie przepływu węgla

Zdecydowanie zaleca się sprawdzenie przepływu węgla z wykorzystaniem rzeczywistych spalin do wykrywania problemów z pomiarami i kontrolą oraz weryfikowania poprawności funkcjonowania układu częściowego rozcieńczania. Sprawdzenie przepływu węgla należy wykonywać co najmniej po każdej instalacji nowego silnika lub po wprowadzeniu istotnych zmian w konfiguracji komórki badawczej.

Silnik pracuje przy momencie obrotowym odpowiadającym szczytowemu obciążeniu oraz przy prędkości, lub w innym stanie ustalonym, podczas którego wytwarzane jest co najmniej 5 % CO<sub>2</sub>. Układ pobierania próbek przepływu częściowego pracuje przy współczynniku rozcieńczania wynoszącym ok. 15 do 1.

Jeżeli prowadzi się sprawdzanie przepływu węgla, stosuje się procedurę podaną w dodatku 5. Natężenia przepływu węgla oblicza się zgodnie ze wzorami 80–82 w dodatku 5. Wszystkie natężenia przepływu węgla powinny być zgodne ze sobą w granicach 3 %.

#### 9.4.6.5. Kontrola przed badaniem

Kontrolę przed badaniem przeprowadza się w ciągu 2 godzin poprzedzających badanie w następujący sposób.

Dokładność przepływomierzy kontroluje się stosując taką samą metodę jak w przypadku kalibracji (zob. pkt 9.4.6.2) dla co najmniej dwóch punktów, łącznie z wartościami przepływu  $q_{mdw}$  odpowiadającymi współczynnikom rozcieńczenia z zakresu od 5 do 15 dla wartości  $q_{mdew}$  wykorzystywanej podczas badania.

Jeśli można wykazać na podstawie rejestrów z procedury kalibracji zawartych w pkt 9.4.6.2, że kalibracja przepływomierza jest stabilna przez dłuższy okres czasu, kontrolę przed badaniem można pominąć.

#### 9.4.6.6. Ustalenie czasu przekształcenia

Ustawienia układu dla analizy czasu przekształcenia są dokładnie takie same jak podczas pomiarów w trakcie badania. Czas przekształcenia określa się przy pomocy następującej metody:

Niezależny przepływomierz odniesienia o zakresie pomiaru odpowiednim dla przepływu przez sondę, ustawia się szeregowo z sondą i ściśle z nią łączy. Czas przekształcenia dla takiego przepływomierza jest krótszy niż 100 ms w przypadku przepływu skokowego wielkości wykorzystywanej do pomiaru czasu reakcji, z wystarczająco małym dławieniem przepływu, aby uniknąć wpływu na dynamiczną wydajność układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin, oraz zgodny z dobrą praktyką inżynierską.

Zmianę skokową wprowadza się do układu przepływu spalin (lub przepływu powietrza, jeżeli obliczany jest przepływ spalin) układu częściowego rozcieńczania, z przepływu niskiego do co najmniej 90 % maksymalnego przepływu spalin. Wyzwalacz zmiany skokowej jest taki sam jak wyzwalacz użyty do uruchomienia sterowania antycypowanego podczas rzeczywistego badania. Rejestruje się stymulator skokowego przepływu spalin oraz reakcję przepływomierza przy częstotliwości pobierania próbek co najmniej 10 Hz.

Na podstawie tych danych wyznacza się czas przekształcenia dla układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin, czyli czasu, który upłynął między zainicjowaniem stymulacji skokowej a osiągnięciem punktu 50 % reakcji przepływomierza. W podobny sposób wyznacza się czasy przekształcenia dla sygnału  $q_{mp}$  układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin oraz sygnału  $q_{mew,i}$  miernika przepływu spalin. Sygnały te są wykorzystywane do kontroli regresji wykonywanej po każdym badaniu (zob. pkt 9.4.6.1).

Obliczenia powtarza się dla co najmniej 5 impulsów wzrostu i spadku, a wyniki uśrednia. Od tak uzyskanej wartości odejmuje się wewnętrzny czas przekształcenia (< 100 ms) przepływomierza referencyjnego. Jest to wartość »antycypowana« układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin, którą stosuje się zgodnie z pkt 9.4.6.1.

### 9.5. Kalibracja systemu CVS

#### 9.5.1. Przepisy ogólne

Układ CVS jest kalibrowany przy użyciu dokładnego przepływomierza oraz urządzenia dławiącego przepływ. Przepływ przez układ mierzy się przy różnych wartościach dławienia, ponadto mierzy się również parametry kontrolne układu i odnosi je do przepływu.

Można wykorzystać różnego typu mierniki przepływu, np. skalibrowaną zwężkę pomiarową, skalibrowany przepływomierz laminarny, skalibrowany przepływomierz turbinowy.

#### 9.5.2. Kalibracja pompy waporowej (PDP)

Wszystkie parametry pompy są mierzone równocześnie z parametrami zwężki pomiarowej podłączonej do pompy szeregowo. Obliczone natężenie przepływu ( $w \text{ m}^3/\text{s}$  na wlocie pompy, ciśnienie bezwzględne i temperatura) wykreśla się w zależności od funkcji korelacji stanowiącej wartość szczególnego połączenia parametrów pompy. Następnie wyznacza się wzór liniowy wiążący wydatek pompy oraz funkcję korelacji. Jeżeli układ CVS wyposażono w napęd o zróżnicowanej prędkości, kalibrację przeprowadza się oddzielnie dla każdego wykorzystywanego zakresu.

Podczas kalibracji utrzymuje się stałą temperaturę.

Przecieki występujące na wszystkich połączeniach między zwężką pomiarową a pompą CVS utrzymuje się na poziomie poniżej 0,3 % najniższego punktu przepływu (najwyższy poziom ciśnienia i najniższa prędkość PDP).

#### 9.5.2.1. Analiza danych

Współczynnik natężenia przepływu powietrza ( $q_{v, CVS}$ ) dla każdego ustawionego ciśnienia (co najmniej 6 nastawów) oblicza się w  $m^3/s$  z danych przepływomierza, stosując metodę zalecaną przez producenta. Natężenie przepływu powietrza następnie przelicza się na przepływ pompy ( $V_0$ ) w  $m^3/obr.$  przy temperaturze bezwzględnej i ciśnieniu bezwzględnym na wlocie pompy w następujący sposób:

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

gdzie:

$q_{v, CVS}$	natężenie przepływu powietrza w warunkach standardowych (101,3 kPa, 273 K), w $m^3/s$
$T$	temperatura na wlocie pompy, w K
$p_p$	ciśnienie bezwzględne na wlocie pompy, w kPa
$n$	prędkość pompy, w obr./s

Aby uwzględnić powiązania między wahaniami ciśnienia na pompie oraz współczynnikiem poślizgu pompy, oblicza się funkcję korelacji ( $X_0$ ) między prędkością pompy, różnicą ciśnień między wlotem i wylotem pompy oraz ciśnieniem bezwzględnym na wylocie pompy w następujący sposób:

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

gdzie:

$\Delta p_p$	różnica ciśnień między wlotem i wylotem pompy, w kPa
$p_p$	bezwzględne ciśnienie wylotowe na wylocie pompy, w kPa

Aby utworzyć wzór kalibracji, stosuje się równanie liniowe wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów:

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

$D_0$  i  $m$  oznaczają odpowiednio rzędną punktu przecięcia i nachylenie opisujące linie regresji.

W przypadku układu CVS o zróżnicowanej prędkości krzywe kalibracji wyznaczone dla różnych zakresów wydatku pompy są w przybliżeniu równoległe, a wartości punktu przecięcia ( $D_0$ ) wzrastają proporcjonalnie do spadku wydatku pompy.

Wartości wyliczone ze wzoru mieszczą się w zakresie  $\pm 0,5\%$  zmierzonej wartości  $V_0$ . Wartości  $m$  będą różne dla różnych pomp. Dopływ cząstek stałych z czasem spowoduje zwiększenie poślizgu pompy, co będzie odzwierciedlone niższymi wartościami  $m$ . Dlatego kalibrację przeprowadza się podczas uruchamiania pompy, po ważniejszych czynnościach obsługowych, oraz w przypadku, gdy w wyniku ogólnego sprawdzenia układu stwierdza się zmianę współczynnika poślizgu.

## 9.5.3. Kalibracja zwężki pomiarowej przepływu krytycznego (CFV)

Kalibracja CFV opiera się na wzorze przepływu dla zwężki pomiarowej przepływu krytycznego. Przepływ gazu jest funkcją ciśnienia wlotowego zwężki i temperatury.

Aby ustalić zakres występowania przepływu krytycznego,  $K_v$  wykreśla się jako funkcję ciśnienia wlotowego zwężki. Dla przepływu krytycznego (zdławionego)  $K_v$  będzie miała względnie stałą wartość. W miarę spadku ciśnienia (wzrost podciśnienia) przepływ w zwężce jest mniej dławiony i spada wartość  $K_v$ , co oznacza, że układ CFV pracuje poza dopuszczalnym zakresem.

## 9.5.3.1. Analiza danych

Współczynnik natężenia przepływu powietrza ( $q_{v, CVS}$ ) dla każdej wartości dławienia (co najmniej 8 nastaw) oblicza się w  $m^3/s$  z danych przepływomierza, wykorzystując metodę zalecaną przez producenta. Współczynnik kalibracji oblicza się w oparciu o dane kalibracji dla każdego ustawienia w następujący sposób:

$$K_v = \frac{q_{v, CVS} \times \sqrt{T}}{p_p} \quad (88)$$

gdzie:

$q_{v, CVS}$  natężenie przepływu powietrza w warunkach standardowych (101,3 kPa, 273 K), w  $m^3/s$

$T$  temperatura na wlocie zwężki pomiarowej, w K

$p_p$  ciśnienie bezwzględne na wlocie zwężki pomiarowej, w kPa

Oblicza się średnią wartość  $K_v$  i odchylenie standardowe. Odchylenie standardowe nie przekracza  $\pm 0,3 \%$  średniej wartości  $K_v$ .

## 9.5.4. Kalibracja zwężki poddźwiękowej (SSV)

Kalibracja układu SSV opiera się na wzorze przepływu dla zwężki poddźwiękowej. Przepływ gazu jest funkcją ciśnienia wlotowego oraz temperatury, spadku ciśnienia między wlotem i gardzielą SSV, jak pokazano we wzorze 43 (zob. pkt 8.5.1.4).

## 9.5.4.1. Analiza danych

Współczynnik natężenia przepływu powietrza ( $Q_{SSV}$ ) dla każdego ustawionego dławienia (co najmniej 16 nastawów) oblicza się w  $m^3/s$  z danych przepływomierza, wykorzystując metodę zalecaną przez producenta. Współczynnik wypływu oblicza się z danych kalibracyjnych dla każdego ustawienia w następujący sposób:

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

gdzie:

$Q_{SSV}$  natężenie przepływu powietrza w warunkach standardowych (101,3 kPa, 273 K), w  $m^3/s$

$T$  temperatura na wlocie zwężki pomiarowej, w K

$d_v$  średnica gardzieli SSV, w m

$r_p$  stosunek bezwzględnego ciśnienia statycznego w gardzieli do bezwzględnego ciśnienia statycznego na wlocie SSV =  $1 - \frac{\Delta p}{p_p}$

$r_D$  stosunek średnicy gardzieli SSV  $d_v$ , do wewnętrznej średnicy rury wlotowej  $D$

Do oznaczenia zakresu przepływu poddźwiękowego sporządza się wykres  $C_d$  jako funkcję liczby Reynoldsa  $Re$  dla gardzieli SSV.  $Re$  dla gardzieli SSV oblicza się przy pomocy następującego wzoru:

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

przy czym:

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

gdzie:

$$A_1 \quad 25,55152 \text{ w jednostkach SI} \left( \frac{1}{m^3} \right) \left( \frac{\text{min}}{s} \right) \left( \frac{mm}{m} \right)$$

$Q_{SSV}$  natężenie przepływu powietrza w warunkach standardowych (101,3 kPa, 273 K), w  $m^3/s$

$d_v$  średnica gardzieli SSV, w m

$\mu$  bezwzględna lub dynamiczna lepkość gazu, w kg/ms

$b$   $1,458 \times 10^6$  (stała empiryczna), w kg/ms  $K^{0,5}$

$S$  110,4 (stała empiryczna), w K

Jako że  $Q_{SSV}$  jest wkładem do wzoru  $Re$ , obliczenia rozpoczyna się od wstępnego odgadnięcia wartości  $Q_{SSV}$  lub  $C_d$  kalibracyjnej zwężki pomiarowej i powtarza do momentu uzyskania zbieżności  $Q_{SSV}$ . Metoda osiągnięcia zbieżności ma dokładność rzędu 0,1 % lub większą.

Dla minimum szesnastu punktów w obszarze przepływu poddźwiękowego wyliczone wartości  $C_d$  z wynikowego wzoru dopasowania krzywej kalibracji mieszczą się w przedziale  $\pm 0,5$  % zmierzonej wartości  $C_d$  dla każdego punktu kalibracji.

#### 9.5.5. Weryfikacja całego układu

Ogólną dokładność układu pobierania próbek CVS i układu analitycznego ustala się, wprowadzając znaną masę zanieczyszczeń gazowych do układu pracującego w normalnym trybie. Analizuje się substancję zanieczyszczającą i oblicza masę zgodnie z pkt 8.5.2.4, z wyjątkiem przypadku propanu, dla którego stosuje się współczynnik  $u$  wynoszący 0,000472 zamiast 0,000480 dla HC. Wykorzystuje się jedną z dwóch następujących technik.

##### 9.5.5.1. Pomiar za pomocą kryzy przepływu krytycznego

Do układu CVS wprowadza się znaną ilość czystego gazu (tlenku węgla lub propanu) przez skalibrowaną kryzę przepływu krytycznego. Jeżeli ciśnienie wlotowe jest wystarczająco wysokie, natężenie przepływu, które reguluje się za pomocą kryzy przepływu krytycznego, nie jest uzależnione od ciśnienia wylotowego kryzy (przepływu krytycznego). Układ CVS uruchamia się tak jak w przypadku badania normalnego poziomu emisji spalin na około 5–10 minut. Próbkę gazu analizuje się za pomocą standardowych urządzeń (worek do pobierania próbek lub metoda całkowania) i oblicza masę gazu.

Masa obliczona w ten sposób mieści się w zakresie  $\pm 3$  % znanej masy wprowadzonego gazu.

##### 9.5.5.2. Pomiar za pomocą techniki grawimetrycznej

Masę małej butli wypełnionej tlenkiem węgla lub propanem ustala się z dokładnością do  $\pm 0,01$  g. Układ CVS uruchamia się na około 5–10 minut tak jak podczas badania normalnej emisji spalin, jednocześnie wprowadzając do układu tlenek węgla lub propan. Ilość uwolnionego czystego gazu ustala się przez pomiar różnicy masy. Próbkę gazu analizuje się za pomocą standardowych urządzeń (worek do pobierania próbek lub metoda całkowania) i oblicza masę gazu.

Masa obliczona w ten sposób mieści się w zakresie  $\pm 3$  % znanej masy wprowadzonego gazu.

## DODATEK 1

## WYKAZ ODCZYTÓW DYNAMOMETRU W BADANIU WHTC

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

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

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



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

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

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

Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obr.	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obr.	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obr.
s	%	%	s	%	%	s	%	%
943	38,6	65,0	996	53,5	m	1049	28,2	15,7
944	42,3	61,9	997	47,8	m	1050	29,2	30,5
945	44,1	65,3	998	41,9	m	1051	31,1	52,6
946	45,3	63,2	999	35,9	m	1052	33,4	60,7
947	46,5	30,6	1000	44,3	0,0	1053	35,0	61,4
948	46,7	11,1	1001	52,6	m	1054	35,3	18,2
949	45,9	16,1	1002	43,4	m	1055	35,2	14,9
950	45,6	21,8	1003	50,6	0,0	1056	34,9	11,7
951	45,9	24,2	1004	57,8	m	1057	34,5	12,9
952	46,5	24,7	1005	51,6	m	1058	34,1	15,5
953	46,7	24,7	1006	44,8	m	1059	33,5	m
954	46,8	28,2	1007	48,6	0,0	1060	31,8	m
955	47,2	31,2	1008	52,4	m	1061	30,1	m
956	47,6	29,6	1009	45,4	m	1062	29,6	10,3
957	48,2	31,2	1010	37,2	m	1063	30,0	26,5
958	48,6	33,5	1011	26,3	m	1064	31,0	18,8
959	48,8	m	1012	17,9	m	1065	31,5	26,5
960	47,6	m	1013	16,2	1,9	1066	31,7	m
961	46,3	m	1014	17,8	7,5	1067	31,5	m
962	45,2	m	1015	25,2	18,0	1068	30,6	m
963	43,5	m	1016	39,7	6,5	1069	30,0	m
964	41,4	m	1017	38,6	0,0	1070	30,0	m
965	40,3	m	1018	37,4	5,4	1071	29,4	m
966	39,4	m	1019	43,4	9,7	1072	44,3	0,0
967	38,0	m	1020	46,9	15,7	1073	59,2	m
968	36,3	m	1021	52,5	13,1	1074	58,3	m
969	35,3	5,8	1022	56,2	6,3	1075	57,1	m
970	35,4	30,2	1023	44,0	0,0	1076	55,4	m
971	36,6	55,6	1024	31,8	20,9	1077	53,5	m
972	38,6	48,5	1025	38,7	36,3	1078	51,5	m
973	39,9	41,8	1026	47,7	47,5	1079	49,7	m
974	40,3	38,2	1027	54,5	22,0	1080	47,9	m
975	40,8	35,0	1028	41,3	0,0	1081	46,4	m
976	41,9	32,4	1029	28,1	26,8	1082	45,5	m
977	43,2	26,4	1030	31,6	49,2	1083	45,2	m
978	43,5	m	1031	34,5	39,5	1084	44,3	m
979	42,9	m	1032	36,4	24,0	1085	43,6	m
980	41,5	m	1033	36,7	m	1086	43,1	m
981	40,9	m	1034	35,5	m	1087	42,5	25,6
982	40,5	m	1035	33,8	m	1088	43,3	25,7
983	39,5	m	1036	33,7	19,8	1089	46,3	24,0
984	38,3	m	1037	35,3	35,1	1090	47,8	20,6
985	36,9	m	1038	38,0	33,9	1091	47,2	3,8
986	35,4	m	1039	40,1	34,5	1092	45,6	4,4
987	34,5	m	1040	42,2	40,4	1093	44,6	4,1
988	33,9	m	1041	45,2	44,0	1094	44,1	m
989	32,6	m	1042	48,3	35,9	1095	42,9	m
990	30,9	m	1043	50,1	29,6	1096	40,9	m
991	29,9	m	1044	52,3	38,5	1097	39,2	m
992	29,2	m	1045	55,3	57,7	1098	37,0	m
993	44,1	0,0	1046	57,0	50,7	1099	35,1	2,0
994	59,1	m	1047	57,7	25,2	1100	35,6	43,3
995	56,8	m	1048	42,9	0,0	1101	38,7	47,6

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

Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obr.	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obr.	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obr.
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1261	38,7	m	1314	51,0	100,0	1367	29,9	m
1262	37,1	m	1315	51,9	100,0	1368	28,7	m
1263	35,6	m	1316	52,6	100,0	1369	29,0	58,6
1264	34,2	m	1317	52,8	32,4	1370	29,7	88,5
1265	32,9	m	1318	47,7	0,0	1371	31,0	86,3
1266	31,8	m	1319	42,6	27,4	1372	31,8	43,4
1267	30,7	m	1320	42,1	53,5	1373	31,7	m
1268	29,6	m	1321	41,8	44,5	1374	29,9	m
1269	40,4	0,0	1322	41,4	41,1	1375	40,2	0,0
1270	51,2	m	1323	41,0	21,0	1376	50,4	m
1271	49,6	m	1324	40,3	0,0	1377	47,9	m
1272	48,0	m	1325	39,3	1,0	1378	45,0	m
1273	46,4	m	1326	38,3	15,2	1379	43,0	m
1274	45,0	m	1327	37,6	57,8	1380	40,6	m
1275	43,6	m	1328	37,3	73,2	1381	55,5	0,0
1276	42,3	m	1329	37,3	59,8	1382	70,4	41,7
1277	41,0	m	1330	37,4	52,2	1383	73,4	83,2
1278	39,6	m	1331	37,4	16,9	1384	74,0	83,7
1279	38,3	m	1332	37,1	34,3	1385	74,9	41,7
1280	37,1	m	1333	36,7	51,9	1386	60,0	0,0
1281	35,9	m	1334	36,2	25,3	1387	45,1	41,6
1282	34,6	m	1335	35,6	m	1388	47,7	84,2
1283	33,0	m	1336	34,6	m	1389	50,4	50,2
1284	31,1	m	1337	33,2	m	1390	53,0	26,1
1285	29,2	m	1338	31,6	m	1391	59,5	0,0
1286	43,3	0,0	1339	30,1	m	1392	66,2	38,4
1287	57,4	32,8	1340	28,8	m	1393	66,4	76,7
1288	59,9	65,4	1341	28,0	29,5	1394	67,6	100,0
1289	61,9	76,1	1342	28,6	100,0	1395	68,4	76,6
1290	65,6	73,7	1343	28,8	97,3	1396	68,2	47,2
1291	69,9	79,3	1344	28,8	73,4	1397	69,0	81,4
1292	74,1	81,3	1345	29,6	56,9	1398	69,7	40,6
1293	78,3	83,2	1346	30,3	91,7	1399	54,7	0,0
1294	82,6	86,0	1347	31,0	90,5	1400	39,8	19,9
1295	87,0	89,5	1348	31,8	81,7	1401	36,3	40,0
1296	91,2	90,8	1349	32,6	79,5	1402	36,7	59,4
1297	95,3	45,9	1350	33,5	86,9	1403	36,6	77,5
1298	81,0	0,0	1351	34,6	100,0	1404	36,8	94,3
1299	66,6	38,2	1352	35,6	78,7	1405	36,8	100,0
1300	67,9	75,5	1353	36,4	50,5	1406	36,4	100,0
1301	68,4	80,5	1354	37,0	57,0	1407	36,3	79,7
1302	69,0	85,5	1355	37,3	69,1	1408	36,7	49,5
1303	70,0	85,2	1356	37,6	49,5	1409	36,6	39,3
1304	71,6	85,9	1357	37,8	44,4	1410	37,3	62,8
1305	73,3	86,2	1358	37,8	43,4	1411	38,1	73,4
1306	74,8	86,5	1359	37,8	34,8	1412	39,0	72,9
1307	76,3	42,9	1360	37,6	24,0	1413	40,2	72,0
1308	63,3	0,0	1361	37,2	m	1414	41,5	71,2
1309	50,4	21,2	1362	36,3	m	1415	42,9	77,3
1310	50,6	42,3	1363	35,1	m	1416	44,4	76,6
1311	50,6	53,7	1364	33,7	m	1417	45,4	43,1
1312	50,4	90,1	1365	32,4	m	1418	45,3	53,9
1313	50,5	97,1	1366	31,1	m	1419	45,1	64,8

Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obr.	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obr.	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obr.
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1420	46,5	74,2	1473	50,4	83,4	1526	48,8	23,0
1421	47,7	75,2	1474	51,4	90,6	1527	49,1	67,9
1422	48,1	75,5	1475	52,3	93,8	1528	49,4	73,7
1423	48,6	75,8	1476	53,3	94,0	1529	49,8	75,0
1424	48,9	76,3	1477	54,2	94,1	1530	50,4	75,8
1425	49,9	75,5	1478	54,9	94,3	1531	51,4	73,9
1426	50,4	75,2	1479	55,7	94,6	1532	52,3	72,2
1427	51,1	74,6	1480	56,1	94,9	1533	53,3	71,2
1428	51,9	75,0	1481	56,3	86,2	1534	54,6	71,2
1429	52,7	37,2	1482	56,2	64,1	1535	55,4	68,7
1430	41,6	0,0	1483	56,0	46,1	1536	56,7	67,0
1431	30,4	36,6	1484	56,2	33,4	1537	57,2	64,6
1432	30,5	73,2	1485	56,5	23,6	1538	57,3	61,9
1433	30,3	81,6	1486	56,3	18,6	1539	57,0	59,5
1434	30,4	89,3	1487	55,7	16,2	1540	56,7	57,0
1435	31,5	90,4	1488	56,0	15,9	1541	56,7	69,8
1436	32,7	88,5	1489	55,9	21,8	1542	56,8	58,5
1437	33,7	97,2	1490	55,8	20,9	1543	56,8	47,2
1438	35,2	99,7	1491	55,4	18,4	1544	57,0	38,5
1439	36,3	98,8	1492	55,7	25,1	1545	57,0	32,8
1440	37,7	100,0	1493	56,0	27,7	1546	56,8	30,2
1441	39,2	100,0	1494	55,8	22,4	1547	57,0	27,0
1442	40,9	100,0	1495	56,1	20,0	1548	56,9	26,2
1443	42,4	99,5	1496	55,7	17,4	1549	56,7	26,2
1444	43,8	98,7	1497	55,9	20,9	1550	57,0	26,6
1445	45,4	97,3	1498	56,0	22,9	1551	56,7	27,8
1446	47,0	96,6	1499	56,0	21,1	1552	56,7	29,7
1447	47,8	96,2	1500	55,1	19,2	1553	56,8	32,1
1448	48,8	96,3	1501	55,6	24,2	1554	56,5	34,9
1449	50,5	95,1	1502	55,4	25,6	1555	56,6	34,9
1450	51,0	95,9	1503	55,7	24,7	1556	56,3	35,8
1451	52,0	94,3	1504	55,9	24,0	1557	56,6	36,6
1452	52,6	94,6	1505	55,4	23,5	1558	56,2	37,6
1453	53,0	65,5	1506	55,7	30,9	1559	56,6	38,2
1454	53,2	0,0	1507	55,4	42,5	1560	56,2	37,9
1455	53,2	m	1508	55,3	25,8	1561	56,6	37,5
1456	52,6	m	1509	55,4	1,3	1562	56,4	36,7
1457	52,1	m	1510	55,0	m	1563	56,5	34,8
1458	51,8	m	1511	54,4	m	1564	56,5	35,8
1459	51,3	m	1512	54,2	m	1565	56,5	36,2
1460	50,7	m	1513	53,5	m	1566	56,5	36,7
1461	50,7	m	1514	52,4	m	1567	56,7	37,8
1462	49,8	m	1515	51,8	m	1568	56,7	37,8
1463	49,4	m	1516	50,7	m	1569	56,6	36,6
1464	49,3	m	1517	49,9	m	1570	56,8	36,1
1465	49,1	m	1518	49,1	m	1571	56,5	36,8
1466	49,1	m	1519	47,7	m	1572	56,9	35,9
1467	49,1	8,3	1520	47,3	m	1573	56,7	35,0
1468	48,9	16,8	1521	46,9	m	1574	56,5	36,0
1469	48,8	21,3	1522	46,9	m	1575	56,4	36,5
1470	49,1	22,1	1523	47,2	m	1576	56,5	38,0
1471	49,4	26,3	1524	47,8	m	1577	56,5	39,9
1472	49,8	39,2	1525	48,2	0,0	1578	56,4	42,1

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



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

m = uruchamianie

## DODATEK 2

## PALIWO WZORCOWE DLA SILNIKÓW DIESLA

Parametr	Jednostka	Wartości graniczne <sup>(1)</sup>		Metoda badania <sup>(5)</sup>
		Minimalna	Maksymalna	
Liczba cetanowa		52	54	ISO 5165
Gęstość przy 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	833	837	ISO 3675
Destylacja:				
— 50 % obj.	°C	245		ISO 3405
— 95 % obj.	°C	345	350	
— końcowa temperatura wrzenia	°C		370	
Temperatura zapłonu	°C	55		ISO 2719
Temperatura blokowania zimnego filtra (CFPP)	°C		- 5	EN 116
Lepkość przy 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,3	3,3	ISO 3104
Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne	% m/m	2,0	6,0	EN 12916
Pozostałość koksowa Conradsona (10 % DR)	% m/m		0,2	ISO 10370
Zawartość popiołu	% m/m		0,01	EN-ISO 6245
Zawartość wody	% m/m		0,02	EN-ISO 12937
Zawartość siarki	mg/kg		10	EN-ISO 14596
Korozja miedzi w temp. 50 °C			1	EN-ISO 2160
Smarowność (średnica badanego zużycia w aparacie HFRR w temp 60 °C)	µm		400	CEC F-06-A-96
Liczba zubożenia	mg KOH/g		0,02	
Odporność na utlenianie w temp. 110 °C <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	h	20		EN 14112
FAME <sup>(4)</sup>	% obj.	4,5	5,5	EN 14078

<sup>(1)</sup> Podane w specyfikacjach wartości są »wartościami rzeczywistymi«. Dla ustalenia ich wartości dopuszczalnych, zastosowano warunki normy ISO 4259 »Przetwory naftowe – Wyznaczanie i stosowanie precyzji metod badania«; dla określenia wartości minimalnej wzięto pod uwagę minimalną różnicę 2 R powyżej 0; podczas ustalania wartości minimalnej i maksymalnej uwzględniono różnicę minimalną 4R (R = powtarzalność).

Bez uszczerbku dla powyższego środka, który jest niezbędny ze względów statystycznych, producent paliw powinien jednak zmierzać do osiągnięcia wartości 0, w przypadku kiedy ustalona maksymalna wartość wynosi 2R i do średniej wartości w przypadku podania wartości minimalnych i maksymalnych. Jeżeli niezbędne okaże się wyjaśnienie kwestii spełniania przez paliwa wymogów specyfikacji, obowiązujące będą przepisy normy ISO 4259.

<sup>(2)</sup> Nawet jeżeli kontrolowana jest stabilność utleniania, okres przydatności do użycia może być ograniczony. Należy zasięgnąć opinii dostawcy dotyczącej okresu składowania i przydatności do użycia.

<sup>(3)</sup> Odporność na utlenianie można wykazać poprzez zastosowanie EN-ISO 12205 lub EN 14112. Wymóg ten jest poddawany przeglądowi na podstawie ocen odporności na utlenianie i granicznych wartości badania, przeprowadzonych zgodnie z CEN/TC19.

<sup>(4)</sup> Jakość FAME zgodnie z EN 14214 (ASTM D 6751).

<sup>(5)</sup> Zastosowanie ma ostatnia wersja odpowiedniej metody.

## DODATEK 3

## URZĄDZENIA POMIAROWE

A.3.1. Niniejszy załącznik zawiera podstawowe wymogi oraz ogólne opisy układu próbkowania i analizy dla pomiarów emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych. Ponieważ różne konfiguracje mogą dać równoważne wyniki, nie jest wymagana dokładna zgodność z rysunkami zamieszczonymi w niniejszym dodatku. W celu uzyskania informacji dodatkowych i skoordynowania funkcji układów można wykorzystać takie podzespoły jak przyrządy, zawory, zawory elektromagnetyczne, pompy, przepływomierze i przełączniki. Pozostałe części, które nie są potrzebne do utrzymywania dokładności niektórych układów można wykluczyć, jeżeli ich wykluczenie opiera się na dobrej praktyce inżynierskiej.

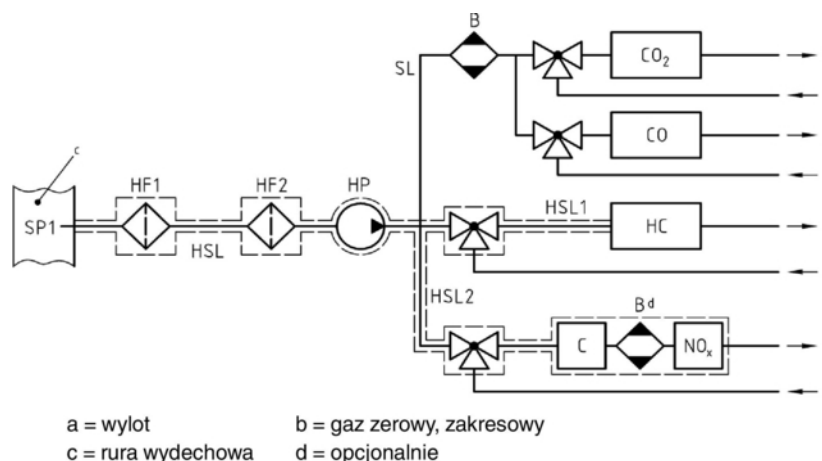
A.3.1.1. Układ analityczny

A.3.1.2. Opis układu analitycznego

Układ analityczny do oznaczania poziomów emisji zanieczyszczeń gazowych w nierozcieńczonych (rys. 9) lub rozcieńczonych (rys. 10) spalinach opisano w oparciu o wykorzystanie:

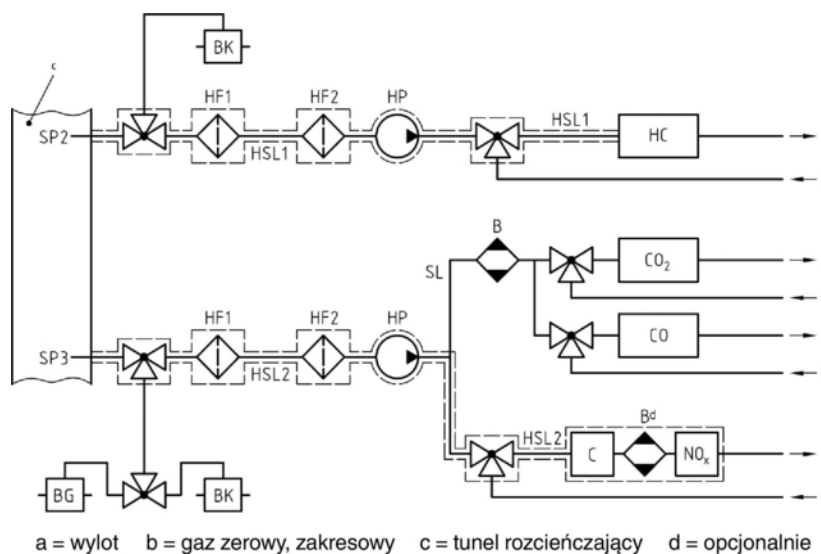
- analizatora HFID lub FID do pomiaru zawartości węglowodorów;
- analizatora NDIR do pomiaru zawartości tlenu węgla i dwutlenku węgla;
- analizatora HCLD lub CLD do pomiaru zawartości tlenków azotu.

Próbkę dla wszystkich składników należy pobrać za pomocą jednej sondy do próbkowania i wewnętrznie rozgałęzić do poszczególnych analizatorów. Opcjonalnie można wykorzystać dwie sondy do próbkowania położone blisko siebie. Należy sprawdzić czy w którymś z punktów układu analitycznego nie następuje niespodziewane skraplanie składników spalin (w tym wody i kwasu siarkowego).



Rysunek 9

Schemat przepływu układu analizy nierozcieńczonych spalin dla CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC



Rysunek 10

**Schemat przepływu układu analizy rozcieńczonych spalin dla CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HC**

A.3.1.3. Oznaczenia na rys. 9 i 10

EP Rura wydechowa

SP sonda do próbkowania spalin nierozcieńczonych (wyłącznie rys. 9)

Zaleca się stosowanie sondy ze stali nierdzewnej z wieloma otworami o zaślepionym zakończeniu. Wewnętrzna średnica nie przekracza średnicy wewnętrznej linii próbkowania. Grubość ścianki sondy nie powinna być większa niż 1 mm. Istnieją co najmniej trzy otwory umieszczone w trzech różnych płaszczyznach poprzecznych o rozmiarze umożliwiającym przepływ o w przybliżeniu takiej samej wielkości. Sonda powinna być włożona poprzecznie na głębokość co najmniej 80 % średnicy rury wydechowej. Można wykorzystać jedną lub dwie sondy do próbkowania.

SP2 Sonda HC do próbkowania rozcieńczonych spalin (wyłącznie rys. 10)

Sonda powinna:

- być umieszczona w pierwszych 254–762 mm grzanej linii próbkowania HSL1;
- mieć średnicę wewnętrzną wynoszącą co najmniej 5 mm;
- być zainstalowana w tunelu rozcieńczającym DT (zob. rys. 15) w punkcie, w którym rozcieńczalnik i spaliny są dobrze wymieszane (tzn. około 10-krotnej wartości średnicy tunelu poniżej punktu, w którym spaliny wchodzi do tunelu rozcieńczającego);
- być umieszczona w odpowiedniej odległości (promieniowo) od innych sond i ścianki tunelu, tak aby nie podlegała wpływom strug lub wirów;
- być ogrzewana tak, aby zwiększyć temperaturę strumienia gazów do  $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$  ( $190 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$ ) na wyjściu sondy lub  $385 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$  ( $112 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$ ) w przypadku silników z zapłonem iskrowym;
- nie być ogrzewana w przypadku pomiaru FID (w stanie zimnym).

SP3 Sonda do próbkowania rozcieńczonych spalin CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> (wyłącznie rys. 10)

Sonda powinna:

- a) być umieszczona na tej samej płaszczyźnie co SP 2;
- b) być umieszczona w odpowiedniej odległości (promieniowo) od innych sond i ścianki tunelu, tak aby nie podlegała wpływom strug lub wirów;
- c) c) być podgrzewana i izolowana na całej długości do temperatury minimalnej 328 K (55 °C) w celu zapobieżenia skraplaniu wody.

HF1 Ogrzewany filtr wstępny (fakultatywny)

Jego temperatura powinna być taka sama jak temperatura HSL1.

HF2 Ogrzewany filtr

Filtr powinien pochłaniać cząstki stałe z próbki gazów przed skierowaniem ich do analizatora. Jego temperatura powinna być taka sama jak temperatura HSL1. Filtr wymienia się w miarę potrzeb.

HSL1 Grzana linia próbkowania

Linia próbkowania dostarcza próbkę gazów z jednej sondy do punktu lub punktów rozdziału i analizatora HC.

Linia próbkowania powinna:

- a) mieć minimalną średnicę wewnętrzną 4 mm i maksymalną średnicę wewnętrzną 13,5 mm;
- b) być wykonana ze stali nierdzewnej lub PTFE;
- c) utrzymywać temperaturę ścianki  $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$  ( $190 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$ ) zmierzoną na każdym odcinku o kontrolowanej temperaturze, jeżeli temperatura spalin na sondzie do próbkowania jest równa lub niższa niż  $463 \text{ K}$  ( $190 \text{ °C}$ );
- d) utrzymywać temperaturę ścianki wyższą niż  $453 \text{ K}$  ( $180 \text{ °C}$ ), jeżeli temperatura spalin na sondzie do próbkowania jest wyższa niż  $463 \text{ K}$  ( $190 \text{ °C}$ );
- e) utrzymywać temperaturę gazów  $463 \text{ K} \pm 10 \text{ K}$  ( $190 \text{ °C} \pm 10 \text{ °C}$ ) bezpośrednio przed podgrzewanym filtrem HF2 i HFID.

HSL2 Grzana linia próbkowania  $\text{NO}_x$

Linia próbkowania powinna:

- a) utrzymywać temperaturę ścianki w zakresie  $328 \text{ K}$ – $473 \text{ K}$  ( $55 \text{ °C}$ – $200 \text{ °C}$ ), aż do konwertera dla pomiarów w stanie suchym, oraz do analizatora dla pomiarów w stanie wilgotnym;
- b) być wykonana ze stali nierdzewnej lub PTFE.

HP Ogrzewana pompa do próbkowania

Pompę ogrzewa się do temperatury HSL.

SL Linia próbkowania CO i  $\text{CO}_2$

Linia musi być wykonana z PTFE lub stali nierdzewnej. Może być ogrzewana lub nieogrzewana.

HC Analizator HFID

Ogrzewany detektor jonizacji płomienia (HFID) lub detektor jonizacji płomienia (FID) do określania stężenia węglowodorów. Temperaturę HFID utrzymuje się w przedziale  $453 \text{ K}$ – $473 \text{ K}$  ( $180 \text{ °C}$ – $200 \text{ °C}$ ).

CO, CO<sub>2</sub> Analizator NDIR

Analizatory NDIR do wyznaczania poziomu tlenu i dwutlenku węgla (fakultatywnie do wyznaczania współczynnika rozcieńczenia przy pomiarze cząstek stałych).

NO<sub>x</sub> Analizator CLD lub analizator NDUV

Analizator CLD, HCLD lub NDUV do wyznaczania poziomu tlenków azotu. Jeżeli używa się analizatora HCLD, utrzymuje się go w temperaturze 328 K–473 K (55° C–200° C).

B Osuszacz próbek (fakultatywny dla pomiaru NO)

Do schłodzenia i skroplenia wody zawartej w próbce spalin. Jest fakultatywny, jeżeli analizator jest wolny od zakłóceń wywołanych parą wodną jak opisano w pkt 9.3.9.2.2. Jeżeli wodę usunięto przez skraplanie, temperaturę próbki spalin lub punkt rosy kontroluje się w obrębie pułapki wodnej lub dalej. Temperatura próbki spalin lub punktu rosy nie może przekraczać 280 K (7 °C). Nie zezwala się na używanie osuszaczy chemicznych do usuwania wody z próbki.

BK Worek do próbkowania tła (fakultatywny; wyłącznie rys. 10)

Do pomiaru stężeń tła.

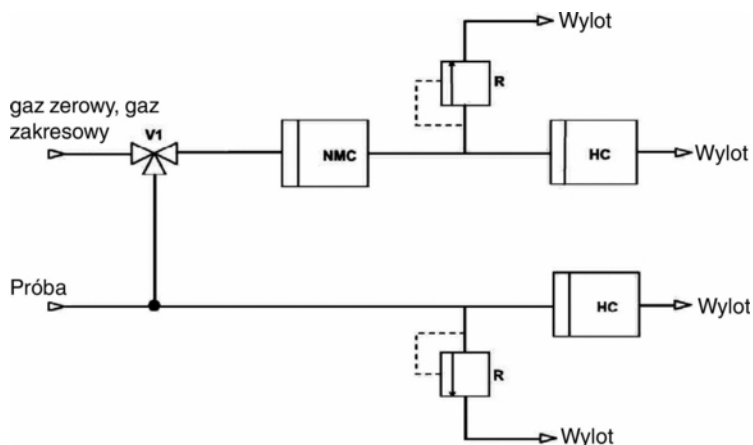
BG Worek do próbkowania (fakultatywny; wyłącznie rys. 10)

Do pomiaru stężeń w próbce.

#### A.3.1.4. Metoda separacji węglowodorów niemietanowych (NMC)

Separator utlenia wszystkie węglowodory z wyjątkiem CH<sub>4</sub> do CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O, tak aby podczas przepływu próbki przez NMC jedynie CH<sub>4</sub> był wykrywany przez HFID. Oprócz standardowej linii próbkowania HC (zob. rys. 9 i 10) należy zainstalować drugą linię próbkowania HC wyposażoną w separator, jak pokazano na rys. 11. Umożliwia to równoczesny pomiar wszystkich HC, CH<sub>4</sub> i NMHC.

Przed rozpoczęciem badania separator powinien się charakteryzować temperaturą wpływu katalitycznego na CH<sub>4</sub> i C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> równą lub wyższą niż 600 K (327 °C) przy wartościach H<sub>2</sub>O reprezentatywnych dla warunków strumienia spalin. Punkt rosy oraz poziom O<sub>2</sub> w próbkowanych spalinach musi być znany. Reakcję względną FID na CH<sub>4</sub> i C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> określa się zgodnie z pkt 9.3.8.



Rysunek 11

Schemat przepływu dla analizy metanu z wykorzystaniem NMC

## A.3.1.5. Części rysunku 11

NMC Separator węglowodorów niemietanowych

Do utleniania wszystkich węglowodorów z wyjątkiem metanu

HC

Podgrzewany detektor jonizacji płomienia (HFID) lub detektor jonizacji płomienia (FID) do mierzenia stężeń HC i CH<sub>4</sub>. Temperaturę HFID utrzymuje się w przedziale 453 K–473 K (180 °C–200 °C).

V1 Zawór rozdzielczy

Do sterowania przepływem gazu zerowego i gazu zakresowego

R Regulator ciśnienia

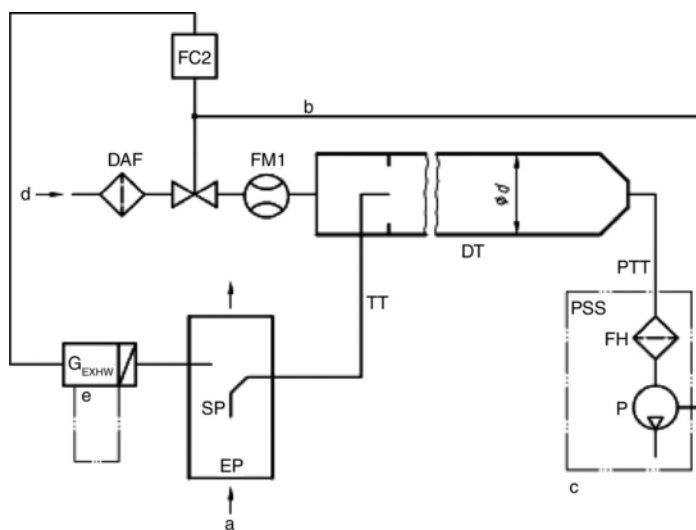
Do kontroli ciśnienia w linii próbkowania i przepływu kierowanego do HFID

## A.3.2. Układ rozcieńczania i próbkowania cząstek stałych

## A.3.2.1. Opis układu częściowego rozcieńczania

Układ rozcieńczania opisano w oparciu o układ rozcieńczania części strumienia spalin. Rozdzielanie strumienia spalin i proces następczego ich rozcieńczenia można przeprowadzić za pomocą różnego typu układów rozcieńczania. W przypadku następczego zbierania cząstek stałych całość lub część rozcieńczonych spalin kierowana jest do układu próbkowania cząstek stałych. Pierwsza metoda to metoda pełnego próbkowania, druga metoda to metoda częściowego próbkowania. Obliczanie współczynnika rozcieńczenia zależy od typu zastosowanego układu.

W przypadku układu pełnego próbkowania, jak pokazano na rys. 12, nierozcieńczone spaliny są przesyłane z rury wydechowej EP przez sondę SP i przewód przesyłowy TT do tunelu rozcieńczania DT. Całkowity przepływ przez tunel jest regulowany za pomocą sterownika przepływu FC2 oraz pompy próbkowania P układu próbkowania cząstek stałych (zob. rys. 16). Przepływ powietrza rozcieńczającego jest sterowany sterownikiem przepływu FC1, mogącym wykorzystywać  $q_{mew}$  lub  $q_{maw}$  i  $q_{mf}$  jako sygnały sterujące, dla zapewnienia pożądanego rozdziału przepływu spalin. Natężenie przepływu próbki w DT jest różnicą całkowitego natężenia przepływu oraz natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego. Natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego mierzy się za pomocą przepływomierza FM1, natomiast ogólne natężenie przepływu za pomocą urządzenia mierzącego przepływ FM3 układu próbkowania cząstek stałych (zob. rys. 16). Współczynnik rozcieńczenia oblicza się na podstawie wartości tych dwóch natężeń przepływu.

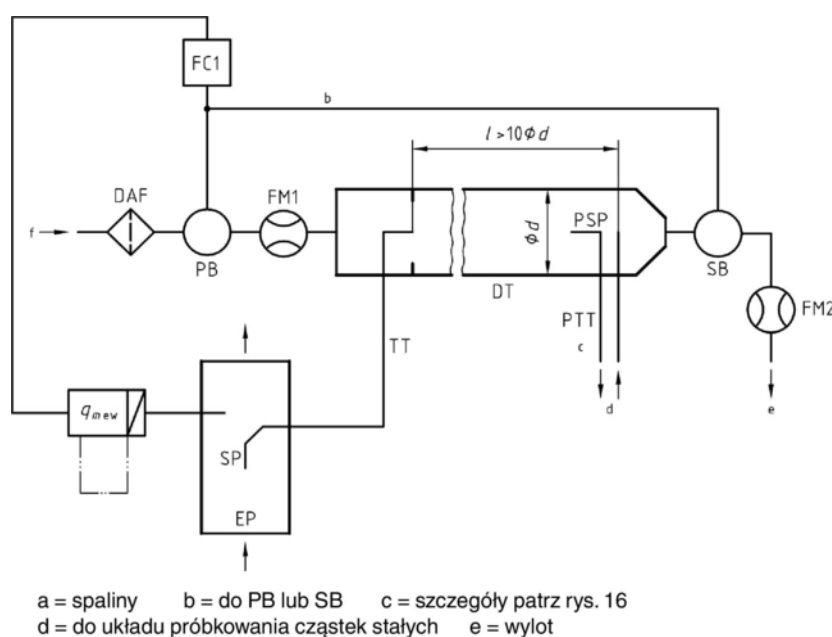


a = spaliny b = opcjonalnie c = szczegóły patrz rys. 16

Rysunek 12

Schemat układu częściowego rozcieńczania strumienia spalin (typ pełnego próbkowania)

W przypadku układu częściowego próbkowania, jak pokazano na rys. 13, nierozcieńczone spaliny są przesyłane z rury wydechowej EP przez sondę SP i przewód przesyłowy TT do tunelu rozcieńczającego DT. Całkowity przepływ przez tunel jest regulowany za pomocą sterownika przepływu FC1 podłączonego do przepływu powietrza rozcieńczającego lub do dmuchawy ssącej dla całkowitego przepływu przez tunel. Sterownik przepływu FC1 może wykorzystywać  $q_{mew}$  lub  $q_{maw}$  i  $q_{mf}$  jako sygnały sterujące, dla zapewnienia pożądanego rozdziału przepływu spalin. Natężenie przepływu próbki w DT jest różnicą całkowitego natężenia przepływu oraz natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego. Natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego jest mierzone za pomocą przepływomierza FM1, a całkowity przepływ za pomocą przepływomierza FM2. Współczynnik rozcieńczenia oblicza się na podstawie wartości tych dwóch natężeń przepływu. Z tunelu rozcieńczającego DT pobiera się próbkę cząstek stałych za pomocą układu próbkowania cząstek stałych (zob. rys. 16).



Rysunek 13

#### Schemat układu częściowego rozcieńczenia strumienia spalin (typ częściowego próbkowania)

##### A.3.2.2. Oznaczenia na rys. 12 i 13

EP      Rura wydechowa

Rura wydechowa może być izolowana. Aby obniżyć bezwładność cieplną zaleca się użycie rury wydechowej o stosunku grubości do średnicy 0,015 lub mniejszym. Wykorzystanie odcinków elastycznych ograniczone jest współczynnikiem długości do średnicy wynoszącym 12 lub mniej. Łuki rurowe należy zminimalizować w celu ograniczenia osadzania bezwładnościowego. Jeżeli układ obejmuje tłumik stanowiska badawczego, tłumik ten można również zaizolować. Zaleca się użycie prostej rury na 6 średnic rury przed i 3 średnice za końcówką sondy.

SP      Sonda do próbkowania

Sonda powinna być sondą jednego z następujących rodzajów:

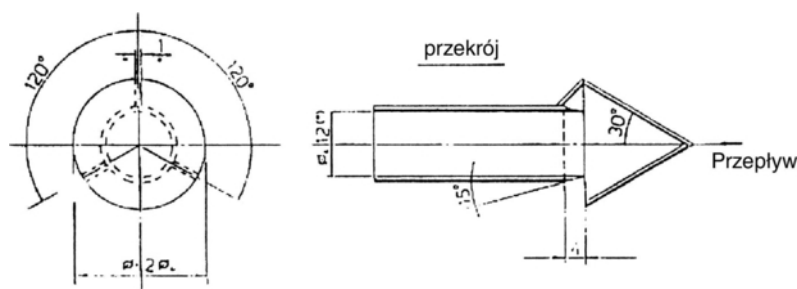
- przewód otwarty, zwrócony czołem w stronę przeciwną do przepływu, znajdujący się w osi rury;
- przewód otwarty, zwrócony czołem w stronę przepływu, znajdujący się w osi rury;



- c) sonda z wieloma otworami, jak opisano w pkt A.3.1.3 w części »SP«;
- d) osłonięta sonda skierowana w kierunku przeciwnym do przepływu, jak pokazano na rys. 14.

Minimalna średnica wewnętrzna końcówki sondy wynosi 4 mm. Minimalny stosunek średnicy między rurą wydechową i sondą wynosi 4.

Przy wykorzystywaniu sondy typu a) należy bezpośrednio przed uchwytem filtra zainstalować preklasyfikator inercyjny (typu cyklonicznego lub udarowego) o 50 % punkcie odcięcia między 2,5  $\mu\text{m}$  a 10  $\mu\text{m}$ .



Rysunek 14

#### Schemat sondy osłoniętej

TT Przewód przesyłowy spalin

Przewód przesyłowy powinien być możliwie jak najkrótszy, ale:

- a) nie dłuższy niż 0,26 mm w odniesieniu do 80 % długości, mierzac pomiędzy końcem sondy a etapem rozcieńczenia;

lub

- b) nie dłuższy niż 1 m w przypadku podgrzewania powyżej 150 °C w odniesieniu do 90 % długości mierzonej pomiędzy końcem sondy a etapem rozcieńczenia.

Powinna być równa lub większa od średnicy sondy, jednak nie większą niż 25 mm i powinna wychodzić w osi tunelu rozcieńczającego zgodnie z kierunkiem przepływu.

W odniesieniu do lit. a) izolacja powinna być wykonana przy wykorzystaniu materiału o maksymalnym współczynniku przewodzenia ciepła 0,05 W/mK, a grubość izolacji powinna odpowiadać średnicy sondy.

FC1 Sterownik przepływu

Do sterowania przepływem dmuchawy ciśnieniowej PB i/lub dmuchawy ssącej SB należy wykorzystać sterownik przepływu. Może on być powiązany z sygnałami analizatora przepływu spalin, o których mowa w pkt 8.4.1. Sterownik przepływu może zostać zainstalowany powyżej lub poniżej odpowiedniej dmuchawy. Jeżeli wykorzystuje się źródło powietrza pod ciśnieniem, FC1 steruje bezpośrednio przepływem powietrza.

FM1 Przepływomierz

Miernik gazu lub inna aparatura przepływowa do pomiaru natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego. FM1 jest opcjonalny jeżeli dmuchawę ciśnieniową PB skalibrowano do pomiaru przepływu.

DAF Filtr powietrza rozcieńczającego

Powietrze rozcieńczające (powietrze otaczające, powietrze syntetyczne lub azot) filtruje się filtrem o wysokiej wydajności (HEPA), którego wstępna wydajność próbkowania wynosi co najmniej 99,97 % zgodnie z normą EN 1822-1 (klasa filtra H14 lub wyższa), ASTM 1471-93 lub równoważną normą.

FM2 Przepływomierz (typ częściowego próbkowania, wyłącznie rys. 13)

Miernik gazu lub inna aparatura przepływowa do pomiaru przepływu rozcieńczonych spalin. FM2 jest opcjonalny jeżeli dmuchawę ssącą SB skalibrowano do mierzenia przepływu.

PB Dmuchawa ciśnieniowa (typ częściowego próbkowania, wyłącznie rys. 13)

Do sterowania natężeniem przepływu powietrza rozcieńczającego PB można podłączyć do sterowników przepływu FC1 lub FC2. PB nie jest wymagana, jeżeli używa się przepustnicy. PB może być wykorzystywana do mierzenia przepływu powietrza rozcieńczającego, jeżeli została skalibrowana.

SB Dmuchawa ssąca (typ częściowego próbkowania, wyłącznie rys. 13)

SB można wykorzystać do mierzenia natężenia przepływu rozcieńczonych spalin, jeżeli została skalibrowana.

DT Tunel rozcieńczający (przepływ częściowy)

Tunel rozcieńczający:

- a) powinien mieć długość wystarczającą do całkowitego wymieszania spalin z rozcieńczalnikiem w warunkach przepływu turbulentnego (liczba Reynoldsa  $Re$  wyższa niż 4 000, gdzie wartość  $Re$  oparta jest na wewnętrznej średnicy tunelu rozcieńczającego) w przypadku układu częściowego próbkowania, co oznacza, że całkowite wymieszanie nie jest wymagane w przypadku układu pełnego próbkowania;
- b) powinien być wykonany ze stali nierdzewnej;
- c) może być ogrzewany do temperatury ścianki nie wyższej niż 325K (52 °C);
- d) może być izolowany.

PSP Sonda do próbkowania cząstek stałych (typ częściowego próbkowania, wyłącznie rys. 13)

Sonda do próbkowania cząstek stałych jest głównym elementem przewodu przesyłowego cząstek stałych PTT (patrz pkt A.3.2.6) oraz:

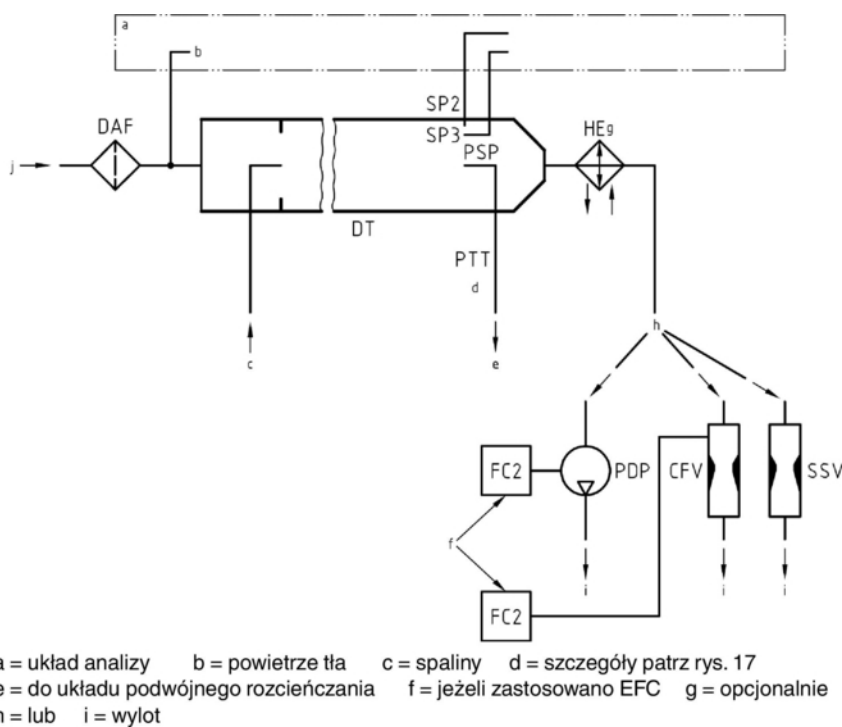
- a) instaluje się ją w kierunku przeciwnym do przepływu, w punkcie, w którym rozcieńczalnik oraz spaliny są właściwie wymieszane, tzn. w osi tunelu rozcieńczającego (DT) w odległości 10 średnic tunelu od punktu, w którym spaliny są wprowadzane do tunelu;
- b) powinna mieć minimalną średnicę wewnętrzną 8 mm;
- c) może być ogrzewana do temperatury ścianki nie wyższej niż 325 K (52° C) przez bezpośrednie ogrzewanie lub przez wstępne ogrzewanie rozcieńczalnika, pod warunkiem że temperatura rozcieńczalnika nie przekracza 325 K (52° C) przed wprowadzeniem spalin do tunelu rozcieńczającego;
- d) może być izolowana.

## A.3.2.3. Opis układu pełnego rozcieńczania

Układ rozcieńczania opisano na rys. 15 w oparciu o rozcieńczanie ogólnego przepływu nierozcieńczonych spalin w tunelu rozcieńczającym DT przy wykorzystaniu CVS (próbkowanie stałej objętości).

Natężenie przepływu rozcieńczonych spalin mierzy się przy pomocy pompy wyporowej (PDP), zwężki przepływu krytycznego (CFV) lub zwężki poddźwiękowej (SSV). Do pobierania proporcjonalnej próbki cząstek stałych oraz do wyznaczania natężenia przepływu można użyć wymiennika ciepła (HE) lub elektronicznego kompensatora przepływu (EFC). Ponieważ wyznaczanie masy cząstek stałych opiera się na znajomości całkowitego przepływu rozcieńczonych spalin, nie jest konieczne obliczenie współczynnika rozcieńczenia.

Do celów pobrania próbki cząstek stałych próbka rozcieńczonych spalin kierowana jest do układu próbkowania cząstek stałych (patrz rys. 17). Mimo iż jest to po części układ rozcieńczania, układ podwójnego rozcieńczania opisuje się jako odmianę układu próbkowania cząstek stałych, ponieważ zawiera on większość części typowego układu próbkowania cząstek stałych.



Rysunek 15

## Schemat układu pełnego rozcieńczania (CVS)

## A.3.2.4. Oznaczenia na rys. 15

EP      Rura wydechowa

Długość rury wydechowej od wylotu kolektora wydechowego spalin silnika, wylotu turbosprężarki doładowującej lub urządzenia do oczyszczania spalin do tunelu rozcieńczania nie może przekraczać 10 m. Jeżeli długość układu przekracza 4 m, wtedy ta część przewodów, która przekracza 4 m powinna być izolowana, z wyjątkiem dymomierza zainstalowanego szeregowo, jeżeli jest on wykorzystywany. Grubość promieniowa izolacji powinna wynosić co najmniej 25 mm. Współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacyjnego powinien mieć wartość nie wyższą niż 0,1 W/mK mierzoną w temperaturze 673 K. Aby obniżyć bezwładność cieplną rury wydechowej zalecany jest stosunek grubości rury wydechowej do średnicy wynoszący 0,015 lub mniej. Wykorzystanie odcinków elastycznych ograniczone jest współczynnikiem długości do średnicy wynoszącym 12 lub mniej.

**PDP** Pompa wyporowa

PDP mierzy całkowity przepływ rozcieńczonych spalin na podstawie liczby obrotów pompy i jej pojemności. Przeciwi ciśnienie układu wydechowego nie powinno być sztucznie obniżane za pomocą układu PDP lub układ dolotu rozcieńczalnika. Statyczne przeciwi ciśnienie mierzone z pracującym układem PDP powinno pozostawać w granicach  $\pm 1,5$  kPa ciśnienia statycznego mierzonego bez podłączenia PDP przy tej samej prędkości i obciążeniu silnika. Temperatura mieszanki gazów bezpośrednio przy wlocie PDP powinna mieścić się w zakresie  $\pm 6$  K względem średniej temperatury roboczej mierzonej podczas badania, jeżeli nie stosuje się kompensacji przepływu. Kompensację przepływu można stosować tylko wtedy, gdy temperatura na wlocie PDP nie przekracza 323 K (50 °C).

**CFV** Zwężka przepływu krytycznego

CFV mierzy przepływ całkowity spalin utrzymując przepływ w stanie zdławienia (przepływ krytyczny). Statyczne ciśnienie wsteczne mierzone przy pracującym układzie CFV powinno pozostawać w granicach  $\pm 1,5$  kPa ciśnienia statycznego mierzonego bez podłączenia CFV przy tej samej prędkości i obciążeniu silnika. Temperatura mieszanki gazów bezpośrednio przy wlocie CFV powinna mieścić się w zakresie  $\pm 11$  K względem średniej temperatury roboczej mierzonej podczas badania, jeżeli nie stosuje się kompensacji przepływu (EFC).

**SSV** Zwężka poddźwiękowa

SSV mierzy całkowity przepływ rozcieńczonych spalin wykorzystując funkcję przepływu gazu zwężki poddźwiękowej w zależności od ciśnienia wlotowego oraz temperatury i spadku ciśnienia między wlotem zwężki a gardzielą. Statyczne przeciwi ciśnienie mierzone przy pracującym układzie SSV powinno pozostawać w granicach  $\pm 1,5$  kPa ciśnienia statycznego mierzonego bez podłączenia SSV przy tej samej prędkości i obciążeniu silnika. Temperatura mieszanki gazów bezpośrednio przy wlocie SSV powinna mieścić się w zakresie  $\pm 11$  K względem średniej temperatury eksploatacyjnej mierzonej podczas badania, jeżeli nie stosuje się kompensacji przepływu (EFC).

**HE** Wymiennik ciepła (fakultatywny)

Wymiennik ciepła powinien mieć dostateczną pojemność do utrzymania temperatury w granicach podanych powyżej. Jeżeli stosuje się EFC, wymiennik ciepła nie jest wymagany.

**EFC** Elektroniczna kompensacja przepływu (opcjonalna)

Jeżeli temperatura na wlocie układu PDP, CFV lub SSV nie jest utrzymywana w granicach podanych powyżej, wymagany jest układ kompensacji przepływu dla ciągłego pomiaru natężenia przepływu i sterowania proporcjonalnym próbkowaniem w układzie podwójnego rozcieńczania. W tym celu do utrzymywania proporcjonalności natężenia przepływu próbki przez filtry cząstek stałych układu podwójnego rozcieńczania (zob. rys. 17) w granicach  $\pm 2,5$  % używa się sygnałów ciągłego pomiaru natężenia przepływu.

**DT** Tunel rozcieńczający (przepływ pełny)

Tunel rozcieńczający:

- a) powinien mieć wystarczająco małą średnicę aby wywoływać przepływ turbulentny (liczba Reynoldsa  $Re$  wyższa niż 4 000, gdzie wartość  $Re$  oparta jest na wewnętrznej średnicy tunelu rozcieńczania) i długość wystarczającą do całkowitego wymieszania spalin z rozcieńczalnikiem;
- b) może być izolowany;
- c) może być ogrzany do temperatury ścianki wystarczającej do wyeliminowania skraplania.

Spaliny silnika powinny być skierowane do punktu, w którym są wprowadzane do tunelu rozcieńczającego i dokładnie wymieszane. Można wykorzystać dyszę mieszającą.

W przypadku układu podwójnego rozcieńczania próbka z tunelu rozcieńczającego kierowana jest do tunelu wtórnego rozcieńczania, gdzie jest dalej rozcieńczana, a następnie przechodzi przez filtry do próbkowania (zob. rys. 17). Układ wtórnego rozcieńczania powinien zapewnić dopływ wtórnego rozcieńczalnika wystarczający do utrzymania temperatury podwójnie rozcieńczonego przepływu spalin, tuż przed filtrem cząstek stałych, między 315 K (42 °C) a 325 K (52 °C).

DAF      Filtr powietrza rozcieńczającego

Powietrze rozcieńczające (powietrze otaczające, powietrze syntetyczne lub azot) filtruje się filtrem o wysokiej wydajności (HEPA), którego wstępna wydajność pobierania wynosi co najmniej 99,97 % zgodnie z normą EN 1822-1 (klasa filtra H14 lub wyższa), ASTM 1471-93 lub równoważną normą.

PSP      Sonda do próbkowania cząstek stałych

Sonda jest głównym elementem PTT oraz:

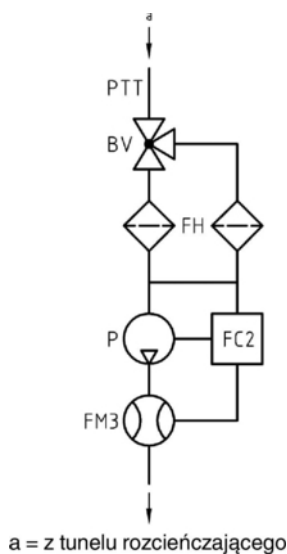
- a) powinna być zainstalowana zwrócona czołem w kierunku przeciwnym do przepływu, w punkcie, gdzie rozcieńczalnik oraz spaliny są właściwie wymieszane, tj. w osi tunelu rozcieńczającego DT w odległości 10 średnic tunelu od punktu, w którym spaliny są wprowadzane do tunelu;
- b) powinna mieć minimalną średnicą wewnętrzną 8 mm;
- c) może być ogrzewana do temperatury ścianki nie wyższej niż 325 K (52 °C) przez bezpośrednie ogrzewanie lub przez wstępne ogrzewanie rozcieńczalnika, pod warunkiem że temperatura powietrza nie przekracza 325 K (52 °C) przed wprowadzeniem spalin do tunelu rozcieńczania;
- d) może być izolowana.

#### A.3.2.5. Opis układu próbkowania cząstek stałych.

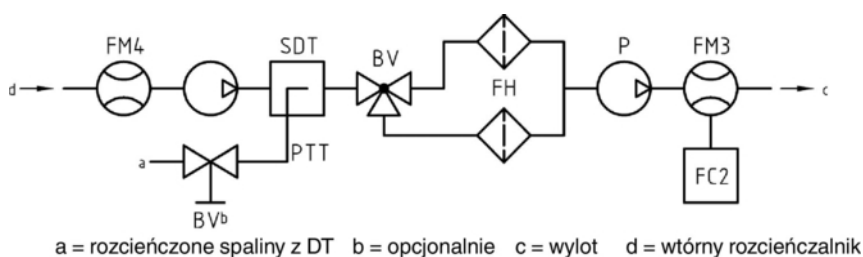
Do zbierania cząstek stałych na filtrze cząstek stałych niezbędny jest układ próbkowania cząstek stałych, jak pokazano na rys. 16 i 17. W przypadku pełnego próbkowania i częściowego rozcieńczania strumienia, polegającego na przepuszczaniu pełnego przepływu rozcieńczonych spalin przez filtry, układ rozcieńczania i próbkowania tworzą na ogół zintegrowaną całość (zob. rys. 12). W przypadku częściowego próbkowania i częściowego rozcieńczania strumienia, polegającego na przepuszczaniu części przepływu rozcieńczonych spalin przez filtry, układ rozcieńczania i układ próbkowania są na ogół odrębnymi jednostkami.

W przypadku układu częściowego rozcieńczania próbka rozcieńczonych spalin jest przesyłana z tunelu rozcieńczającego DT przez sondę do próbkowania cząstek stałych PSP i przewód przesyłowy cząstek stałych PTT przy pomocy pompy próbkującej P, jak pokazano na rys. 16. Następnie próbka przepuszczana jest przez uchwyt lub uchwyty filtra FH, w którym znajdują się filtry do próbkowania cząstek stałych. Natężenie przepływu próbki sterowane jest sterownikiem przepływu FC3.

W przypadku układu rozcieńczania pełnego przepływu należy zastosować układ próbkowania cząstek stałych o podwójnym rozcieńczeniu, jak pokazano na rys. 17. Próbka rozcieńczonych spalin jest przesyłana z tunelu rozcieńczającego DT przez sondę do próbkowania cząstek stałych PSP i przewód przesyłowy cząstek stałych PTT do tunelu rozcieńczania wtórnego SDT, gdzie są one ponownie rozcieńczane. Następnie próbka przepuszczana jest przez uchwyt lub uchwyty filtra FH z filtrami do próbkowania cząstek stałych. Natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego jest zazwyczaj stałe, natomiast natężenie przepływu próbki jest sterowane sterownikiem przepływu FC3. Jeżeli wykorzystuje się elektroniczną kompensację przepływu EFC (zob. rys. 15), pełny przepływ rozcieńczonych spalin wykorzystuje się jako sygnał sterujący dla FC3.



Rysunek 16

**Schemat układu próbkowania cząstek stałych**

Rysunek 17

**Schemat układu próbkowania cząstek stałych o podwójnym rozcieńczeniu**

A.3.2.6. Oznaczenia na rys. 16 (wyłącznie układ częściowego rozcieńczania) i 17 (wyłącznie układ pełnego rozcieńczania)

PTT    Przewód przesyłowy cząstek stałych

Przewód przesyłowy:

- powinien być obojętny wobec PM;
- może być ogrzewany do temperatury ścianki nie wyższej niż 325K (52 °C);
- może być izolowany.

SDT    Tunel rozcieńczania wtórnego (wyłącznie rys. 17)

Tunel rozcieńczania wtórnego:

- powinien mieć długość i średnicę wystarczającą do spełnienia wymogów dotyczących czasu przebywania zawartych w pkt 9.4.2 lit. f);
- może być ogrzewany do temperatury ścianki nie wyższej niż 325K (52 °C);
- może być izolowany.

FH Uchwyt filtra

Uchwyt filtra:

- a) ma nachylenie stożka o wartości  $12.5^\circ$  (od osi) w stronę przejścia od średnicy linii przesyłowej do średnicy czola filtra;
- b) może być ogrzewany do temperatury ścianki nie wyższej niż 325K (52 °C);
- c) może być izolowany.

Możliwe jest zastosowanie wielokrotnych zmieniaaczy filtrów (automatycznych zmieniaaczy) pod warunkiem, że pomiędzy filtrami do próbkowania nie zachodzi żadna interakcja.

Filtry membranowe PTFE należy montować w specjalnej kasecie w uchwycie filtra.

Jeżeli zastosowano sondę do próbkowania zwróconą w stronę przeciwną do kierunku przepływu, należy zainstalować, bezpośrednio przed uchwytem filtra, preklasyfikator inercyjny o 50 % punkcie odcięcia między  $2,5 \mu\text{m}$  a  $10 \mu\text{m}$ .

P Pompa do próbkowania

FC2 Sterownik przepływu

Sterownika przepływu używa się do sterowania natężenia przepływu próbki cząstek stałych.

FM3 Przepływomierz

Miernik gazu lub inna aparatura przepływowa do pomiaru natężenia przepływu próbki cząstek stałych przez filtr cząstek stałych. Może być zainstalowany za pompą do próbkowania P lub przed nią.

FM4 Przepływomierz

Miernik gazu lub inna aparatura przepływowa do pomiaru natężenia przepływu wtórnego powietrza rozcieńczającego przez filtr cząstek stałych.

BV Zawór kulowy (fakultatywny)

Zawór kulowy powinien mieć wewnętrzną średnicę nie mniejszą niż wewnętrzna średnica przewodu przesyłowego cząstek stałych PTT, oraz czas przełączania krótszy niż 0,5 s.

—

## DODATEK 4

## DANE STATYSTYCZNE

## A.4.1. Średnia wartość i odchylenie standardowe

Wartość średniej arytmetycznej oblicza się w następujący sposób:

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

Odchylenie standardowe oblicza się w następujący sposób:

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

## A.4.2. Analiza regresji

Nachylenie regresji oblicza się następująco:

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

Punkt przecięcia regresji z osią y oblicza się następująco:

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

Standardowy błąd oceny oblicza się w następujący sposób:

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

Współczynnik determinacji oblicza się w następujący sposób:

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

## A.4.3. Oznaczanie równoważności układu

Oznaczanie równoważności układu zgodnie z pkt 5.1.1 opiera się na badaniu korelacji między układem kandydującym a jednym z akceptowanych układów odniesienia zawartych w niniejszym załączniku, przeprowadzonym na 7 par próbek (lub więcej), z wykorzystaniem odpowiednich cykli badań. Wykorzystywane kryteria równoważności to badanie F i dwustronne badanie t-Student.



Ta metoda statystyczna bada hipotezę, zgodnie z którą standardowe odchylenie próbki i wartości średniej dla emisji zmierzonych przez układ kandydujący nie różni się od standardowego odchylenia i średniej wartości próbki dla emisji zmierzonych przez układ odniesienia. Hipotezę należy zbadać na podstawie 10 % poziomu ważności wartości F i t. Krytyczne wartości F i t dla 7 do 10 par próbek podano w tabeli 9. Jeżeli wartości F i t wyliczone zgodnie z poniższymi wzorami są większe od wartości krytycznych F i t, układ kandydujący nie jest równoważny.

Należy wykorzystać następującą procedurę: Indeksy dolne R i C odnoszą się do odpowiednio do układu odniesienia i kandydującego:

- a) Przeprowadzić przynajmniej 7 równoległych badań z układami kandydującym i układami odniesienia. Liczba badań jest wyrażona jako  $n_R$  i  $n_C$ .

- b) Obliczyć średnie wartości  $\bar{x}_R$  i  $\bar{x}_C$  oraz standardowe odchylenie  $s_R$  i  $s_C$ .

- c) Obliczyć wartość F według poniższego wzoru:

$$F = \frac{s_{\text{major}}^2}{s_{\text{minor}}^2} \quad (98)$$

(większą z dwóch wartości odchylenia standardowego, tj.  $s_R$  lub  $s_C$ , należy wstawić w liczniku)

- d) Obliczyć wartość t według poniższego wzoru:

$$t = \frac{|\bar{x}_C - \bar{x}_R|}{\sqrt{s_C^2 / n_C + s_R^2 / n_R}} \quad (99)$$

- e) Porównać wyliczone wartości F i t z krytycznymi wartościami F i t odnoszącymi się do odpowiedniej liczby badań, wskazanej w tabeli 9. Jeżeli zostaną wybrane większe próbki, należy porównać tabele statystyczne dla 10 % poziomu ważności (90 % pewności).

- f) Ustalić stopień wolności (*df*) według poniższych wzorów:

$$\text{dla badania F:} \quad df1 = n_R - 1, \quad df2 = n_C - 1 \quad (100)$$

$$\text{dla badania t:} \quad df = (n_C + n_R - 2) / 2 \quad (101)$$

- g) Ustalić równoważność w następujący sposób:

- (i) jeżeli  $F < F_{\text{kryt}}$  i  $t < t_{\text{kryt}}$ , układ kandydujący jest równoważny z układem odniesienia zawartym w niniejszym załączniku;

- (ii) jeżeli  $F \geq F_{\text{crit}}$  lub  $t \geq t_{\text{crit}}$ , układ kandydujący jest różny od układu odniesienia zawartego w niniejszym załączniku;

Tabela 9

**Wartości F i t dla wybranych wielkości prób**

Wielkość próby	Badanie F		Badanie t	
	<i>df</i>	$F_{\text{crit}}$	<i>df</i>	$t_{\text{crit}}$
7	6,6	3,055	6	1,943
8	7,7	2,785	7	1,895
9	8,8	2,589	8	1,860
10	9,9	2,440	9	1,833

## DODATEK 5

## KONTROLA PRZEPLYWU WĘGLA

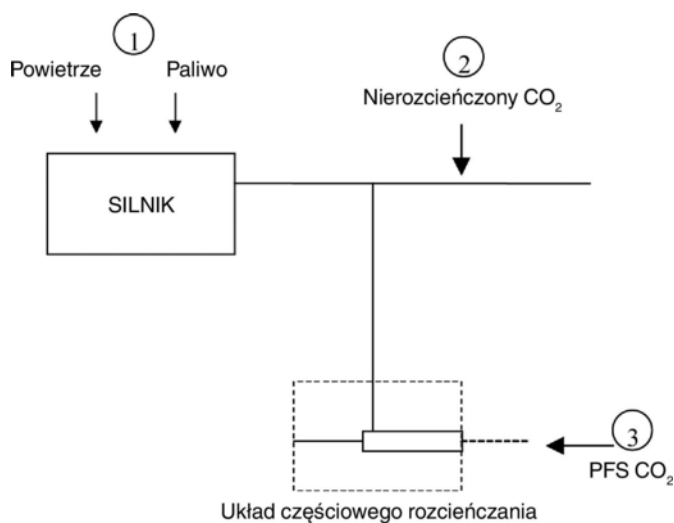
## A.5.1. Wstęp

Tylko niewielka część węgla w spalinach pochodzi z paliwa, z czego minimalna część pojawia się w spalinach jak CO<sub>2</sub>. Stanowi to podstawę kontroli układu w oparciu o pomiar CO<sub>2</sub>.

Przepływ węgla w układach pomiaru spalin oznaczany jest na podstawie natężenia przepływu paliwa. Przepływ węgla w różnych punktach układu próbkowania emisji gazowych i pyłowych oznacza się ze stężenia CO<sub>2</sub> oraz natężeń przepływu gazów w tych punktach.

Ponieważ silnik jest znanym źródłem przepływu węgla, obserwując ten przepływ w układzie wdechowym oraz na wylotach układu częściowego rozcieńczania i próbkowania cząstek stałych można zweryfikować szczelność i dokładność pomiaru przepływu. Kontrola taka ma tę zaletę, że składniki pracują w rzeczywistych warunkach badania silnika pod względem temperatury i przepływu.

Rys. 18 pokazuje punkty próbkowania, w których sprawdzany ma być przepływ węgla. Równania dla obliczania przepływu węgla w każdym z punktów zamieszczono poniżej.



Rysunek 18

## Punkty pomiaru dla przepływu węgla

## A.5.2. Natężenie przepływu węgla w silniku (lokalizacja 1)

Masowe natężenie przepływu węgla w silniku, dla paliwa CH<sub>α</sub>O<sub>ε</sub> określa wzór:

$$q_{mCf} = \frac{12\beta}{12\beta + \alpha + 16\varepsilon} \times q_{mf} \quad (102)$$

gdzie:

$q_{mf}$  masowe natężenie przepływu paliwa, kg/s

## A.5.3. Natężenie przepływu węgla w spalinach nierozcieńczonych (lokalizacja 2)

Masowe natężenie przepływu węgla w rurze wydechowej silnika wyznacza się ze stężenia CO<sub>2</sub> w spalinach nieczyszczonych oraz z masowego natężenia przepływu spalin:

$$q_{mCe} = \left( \frac{c_{CO_2,r} - c_{CO_2,a}}{100} \right) \times q_{mew} \times \frac{12,011}{M_e} \quad (103)$$

gdzie:

$c_{CO_2,r}$  stężenie CO<sub>2</sub> w nierozcieńczonych spalinach w stanie wilgotnym, %

$c_{CO_2,a}$  stężenie CO<sub>2</sub> w powietrzu otaczającym w stanie wilgotnym, %

$q_{mew}$  masowe natężenie przepływu spalin w stanie wilgotnym, kg/s

$M_e$  masa cząsteczkowa spalin, g/mol

Jeżeli stężenie CO<sub>2</sub> zostało zmierzone w gazie suchym, należy je przeliczyć na stężenie w gazie wilgotnym, zgodnie z pkt 8.1.

## A.5.4. Natężenie przepływu węgla w układzie rozcieńczania (lokalizacja 3)

W przypadku układu częściowego rozcieńczania należy również uwzględnić stosunek rozdzielania. Natężenie przepływu węgla oznacza się ze stężenia rozcieńczonego CO<sub>2</sub>, masowego natężenia przepływu masy spalin oraz natężenia przepływu próbek:

$$q_{mCp} = \left( \frac{c_{CO_2,d} - c_{CO_2,a}}{100} \right) \times q_{mdew} \times \frac{12,011}{M_e} \times \frac{q_{mew}}{q_{mp}} \quad (104)$$

gdzie:

$c_{CO_2,d}$  stężenie CO<sub>2</sub> w stanie wilgotnym w rozcieńczonych spalinach na wylocie tunelu rozcieńczającego, %

$c_{CO_2,a}$  stężenie CO<sub>2</sub> w powietrzu otaczającym w stanie wilgotnym, %

$q_{mew}$  masowe natężenie przepływu spalin w stanie wilgotnym, kg/s

$q_{mp}$  natężenie przepływu próbek spalin do układu częściowego rozcieńczania strumienia spalin, kg/s

$M_e$  masa cząsteczkowa spalin, g/mol

Jeżeli stężenie CO<sub>2</sub> zostało zmierzone w gazie suchym, należy je przeliczyć na stężenie w gazie wilgotnym zgodnie z pkt 8.1.

## A.5.5. Obliczanie masy cząsteczkowej spalin

Masę cząsteczkową spalin oblicza się z równania 41 (zob. pkt 8.4.2.4).

Alternatywnie można wykorzystać poniższe masy cząsteczkowe:

$M_e$  (olej napędowy) = 28,9 g/mol

$M_e$  (LPG) = 28,6 g/mol

$M_e$  (NG) = 28,3 g/mol

## DODATEK 6

## PRZYKŁAD PROCEDURY OBLICZENIOWEJ

## A.6.1. Procedura denormalizacji prędkości i momentu obrotowego

Przykładowo następujący punkt badania powinien zostać zdenormalizowany:

% prędkości = 43 %

% momentu obrotowego = 82 %

Przy następujących wartościach:

$n_{lo}$  = 1 015 min<sup>-1</sup>

$n_{hi}$  = 2 200 min<sup>-1</sup>

$n_{pref}$  = 1 300 min<sup>-1</sup>

$n_{idle}$  = 600 min<sup>-1</sup>

co daje:

$$\begin{aligned} \text{prędkość rzeczywista} &= \frac{43 \times (0,45 \times 1015 + 0,45 \times 1300 + 0,1 \times 2200 - 600) \times 2,0327}{100} + 600 \\ &= 1\,178 \text{ min}^{-1} \end{aligned}$$

gdzie maksymalny moment obrotowy uzyskany z krzywej odwzorowania przy 1 178 min<sup>-1</sup> wynosi 700 Nm.

$$\text{rzeczywisty moment obrotowy} = \frac{82 \times 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

## A.6.2. Podstawowe dane do obliczeń stechiometrycznych

Masa atomowa wodoru	1,00794 g/atom
Masa atomowa węgla	12,011 g/atom
Masa atomowa siarki	32,065 g/atom
Masa atomowa azotu	14,0067 g/atom
Masa atomowa tlenu	15,9994 g/atom
Masa atomowa argonu	39,9 g/atom
Masa cząsteczkowa wody	18,01534 g/mol
Masa cząsteczkowa dwutlenku węgla	44,01 g/mol
Masa cząsteczkowa tlenku węgla	28,011 g/mol
Masa cząsteczkowa tlenu	31,9988 g/mol
Masa cząsteczkowa azotu	28,011 g/mol
Masa cząsteczkowa tlenku azotu	30,008 g/mol
Masa cząsteczkowa dwutlenku azotu	46,01 g/mol
Masa cząsteczkowa dwutlenku siarki	64,066 g/mol
Masa cząsteczkowa suchego powietrza	28,965 g/mol

Nie zakładając żadnych efektów ściśliwości, wszystkie gazy biorące udział w strumieniu wlotowym, w procesie spalania i emisji spalin mogą być uznane za obecne w stanie idealnym, w związku z czym wszystkie obliczenia objętościowe mogą opierać się na objętości molowej wynoszącej 22,414 l/mol zgodnie z hipotezą Avogadro.

## A.6.3. Emisje zanieczyszczeń gazowych (dla oleju napędowego)

Dane pomiarowe do obliczania chwilowego masowego natężenia emisji z poszczególnych punktów cyklu badawczego (częstotliwość próbkowania danych = 1 Hz) podano poniżej. W tym przykładzie poziomy CO i NO<sub>x</sub> mierzy się w stanie suchym, HC w stanie wilgotnym. Stężenie HC podano w równoważniku propanu (C3) i musi ono zostać pomnożone przez 3, aby otrzymać równoważnik C1. Procedura obliczeniowa dla pozostałych punktów cyklu jest identyczna.

W celu lepszego zobrazowania, przykład obliczenia zawiera zaokrąglone pośrednie wyniki poszczególnych etapów. Należy zaznaczyć, że dla rzeczywistych obliczeń nie jest dozwolone zaokrąglanie pośrednich wyników (zob. pkt 8).

T <sub>a,i</sub> (K)	H <sub>a,i</sub> (g/kg)	W <sub>act</sub> kWh	q <sub>mew,i</sub> (kg/s)	q <sub>maw,i</sub> (kg/s)	q <sub>mf,i</sub> (kg/s)	c <sub>HC,i</sub> (ppm)	c <sub>CO,i</sub> (ppm)	c <sub>NOx,i</sub> (ppm)
295	8,0	40	0,155	0,150	0,005	10	40	500

Przyjmuje się następujący skład paliwa:

Składnik	Stosunek molowy	% wagowo
H	α = 1,8529	w <sub>ALF</sub> = 13,45
C	β = 1,0000	w <sub>BET</sub> = 86,50
S	γ = 0,0002	w <sub>GAM</sub> = 0,050
N	δ = 0,0000	w <sub>DEL</sub> = 0,000
O	ε = 0,0000	w <sub>EPS</sub> = 0,000

Etap 1: Korekta ze stanu suchego na wilgotny (pkt 8.1):

$$\text{Wzór (16): } k_f = 0,055584 \times 13,45 - 0,0001083 \times 86,5 - 0,0001562 \times 0,05 = 0,7382$$

$$\text{Wzór (13): } k_{w,a} = \left( 1 - \frac{1,2434 \times 8 + 111,12 \times 13,45 \times \frac{0,005}{0,148}}{773,4 + 1,2434 \times 8 + \frac{0,005}{0,148} \times 0,7382 \times 1000} \right) \times 1,008 = 0,9331$$

$$\begin{aligned} \text{Wzór (12): } \quad c_{\text{CO},i} \text{ (wilgotny)} &= 40 \times 0,9331 &&= 37,3 \text{ ppm} \\ c_{\text{NOx},i} \text{ (wilgotny)} &= 500 \times 0,9331 &&= 466,6 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Etap 2: Korekcja NO<sub>x</sub> ze względu na wilgotność i temperaturę (pkt 8.2.1):

$$\text{Wzór (23): } k_{h,D} = \frac{15,698 \times 8,00}{1000} + 0,832 = 0,9576$$

Etap 3: Obliczenie chwilowych emisji dla każdego odrębnego punktu cyklu (pkt 8.4.2.3):

$$\begin{aligned} \text{Wzór (36): } \quad m_{\text{HC},i} &= 10 \times 3 \times 0,155 &&= 4,650 \\ m_{\text{CO},i} &= 37,3 \times 0,155 &&= 5,782 \\ m_{\text{NOx},i} &= 466,6 \times 0,9576 \times 0,155 &&= 69,26 \end{aligned}$$

Etap 4: Obliczenie masy emisji w trakcie cyklu poprzez całkowanie chwilowych wartości emisji i wartości u z tabeli 5 (pkt 8.4.2.3):

Przyjmuje się następujące obliczenie dla cyklu WHTC (1 800 s) i takich samych emisji w każdym punkcie cyklu.

$$\begin{aligned} \text{Wzór (36): } m_{\text{HC}} &= 0,000479 \times \sum_{i=1}^{1800} 4,650 &&= 4,01 \text{ g/badanie} \\ m_{\text{CO}} &= 0,000966 \times \sum_{i=1}^{1800} 5,782 &&= 10,05 \text{ g/badanie} \\ m_{\text{NOx}} &= 0,001586 \times \sum_{i=1}^{1800} 69,26 &&= 197,72 \text{ g/badanie} \end{aligned}$$

Etap 5: Obliczanie emisji jednostkowych (pkt 8.6.3):

$$\begin{aligned} \text{Wzór (69): } e_{\text{HC}} &= 4,01 / 40 &&= 0,10 \text{ g/kWh} \\ e_{\text{CO}} &= 10,05 / 40 &&= 0,25 \text{ g/kWh} \\ e_{\text{NOx}} &= 197,72 / 40 &&= 4,94 \text{ g/kWh} \end{aligned}$$

#### A.6.4. Poziomy emisji cząstek stałych (olej napędowy)

$P_{b,b}$ (kPa)	$P_{b,a}$ (kPa)	$W_{\text{act}}$ (kWh)	$q_{\text{mew},i}$ (kg/s)	$q_{\text{mf},i}$ (kg/s)	$q_{\text{mdw},i}$ (kg/s)	$q_{\text{mdew},i}$ (kg/s)	$m_{\text{uncor},b}$ (mg)	$m_{\text{uncor},a}$ (mg)	$m_{\text{sep}}$ (kg)
99	100	40	0,155	0,005	0,0015	0,0020	90,0000	91,7000	1,515

Etap 1: Obliczenie  $m_{\text{edf}}$  (pkt 8.4.3.2.2):

$$\begin{aligned} \text{Wzór (48): } r_{d,i} &= \frac{0,002}{(0,002 - 0,0015)} &&= 4 \\ \text{Wzór (47): } q_{\text{medf},i} &= 0,155 \times 4 &&= 0,620 \text{ kg/s} \\ \text{Wzór (46): } m_{\text{edf}} &= \sum_{i=1}^{1800} 0,620 &&= 1,116 \text{ kg/badanie} \end{aligned}$$

Etap 2: Korekcja wyporu dla masy cząstek stałych (pkt 8.3):

Przed badaniem:

$$\begin{aligned} \text{Wzór (26): } \rho_{a,b} &= \frac{99 \times 28,836}{8,3144 \times 295} &&= 1,164 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Wzór (25): } m_{f,T} &= 90,0000 \times \frac{(1 - 1,164 / 8000)}{(1 - 1,164 / 2300)} &&= 90,0325 \text{ mg} \end{aligned}$$

Po badaniu:

$$\begin{aligned} \text{Wzór (26): } \rho_{a,a} &= \frac{100 \times 28,836}{8,3144 \times 295} &&= 1,176 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Wzór (25): } m_{f,G} &= 91,7000 \times \frac{(1 - 1,176 / 8000)}{(1 - 1,176 / 2300)} &&= 91,7334 \text{ mg} \\ \text{Wzór (27): } m_p &= 91,7334 \text{ mg} - 90,0325 \text{ mg} &&= 1,7009 \text{ mg} \end{aligned}$$

Etap 3: Obliczenie emisji masy cząstek stałych (pkt 8.4.3.2.2):

$$\text{Wzór (45): } m_{\text{PM}} = \frac{1,7009 \times 1116}{1,515 \times 1000} = 1,253 \text{ g/badanie}$$

Etap 4: Obliczenie właściwych emisji (pkt 8.6.3):

$$\text{Wzór (69): } e_{\text{PM}} = 1,253 / 40 = 0,031 \text{ g/kWh}$$

## DODATEK 7

## INSTALACJA URZĄDZEŃ DODATKOWYCH I WYPOSAŻENIA DLA BADAŃ EMISJI

Numer	Urządzenia dodatkowe	Montowane na czas badania emisji
1	Układ dolotu Kolektor wlotowy Układ kontroli emisji ze skrzyni korbowej Osprzęt kontrolny dla podwójnie rozgałęzionego przewodu wlotowego Przepływomierz powietrza Przewody wlotu powietrza Filtr powietrza Tłumik wlotowy Ogranicznik prędkości	Tak Tak Tak Tak Tak, lub urządzenia komory do badań Tak, lub urządzenia komory do badań Tak, lub urządzenia komory do badań Tak
2	Podgrzewacz indukcyjny kolektora wlotowego	Tak, jeśli możliwe jest ustawienie w najbardziej korzystnych warunkach
3	Układ wydechowy Kolektor wydechowy Rury łączące Tłumik Rura wydechowa Ogranicznik wydmuchu Urządzenie doładowujące	Tak Tak Tak Tak Nie, lub całkowicie otwarty Tak
4	Pompa zasilająca paliwowa	Tak
5	Osprzęt silników gazowych System kontroli elektrycznej, miernik przepływu powietrza itd. Reduktor ciśnienia Aparat wyparowy Mieszalnik	Tak Tak Tak Tak
6	Urządzenie wtrysku paliwa Filtr wstępny Filtr Pompa Przewód rurowy wysokiego ciśnienia Wtryskiwacz Zawór wlotu powietrza Elektroniczne systemy sterowania, czujnik itd. Regulator/układ kontroli Automatyczny stoper pełnego obciążenia dla zębatego sterowniczej w zależności od warunków atmosferycznych	Tak Tak Tak Tak Tak Tak Tak Tak Tak
7	Układ chłodzenia płynem Chłodnica Wentylator Osłona wentylatora Pompa wodna Termostat	Nie Nie Nie Tak Tak, może być zamontowany całkowicie otwarty

Numer	Urządzenia dodatkowe	Montowane na czas badania emisji
8	Układ chłodzenia powietrzem	
	Osłona	Nie
	Wentylator lub dmuchawa	Nie
	Regulator temperatury	Nie
9	Urządzenia elektryczne	
	Prądnica	Nie
	Cewka lub cewki	Tak
	Instalacja elektryczna	Tak
	Elektroniczny system sterowania	Tak
10	Układ doładowania wlotu powietrza	
	Sprężarka napędzana bezpośrednio przez silnik lub przez gazy wydechowe	Tak
	Chłodnica powietrza doładowanego	Tak, lub system komory do badań
	Pompa układu chłodzenia lub wentylator (napędzany przez silnik)	Nie
	Urządzenie kontrolne chłodziwa	Tak
11	Urządzenie przeciwzabrudzeniowe (układ oczyszczania spalin)	Tak
12	Urządzenie rozruchowe	Tak, lub system komory do badań
13	Pompa oleju układu smarowania	Tak“



Zmiana załącznika 9B

Tytuł otrzymuje brzmienie:

**„WYMAGANIA TECHNICZNE DLA UKŁADÓW DIAGNOSTYKI POKŁADOWEJ (OBD)”**

Punkt 1 otrzymuje brzmienie:

„1. ZASTOSOWANIE

Załącznik ten ma zastosowanie do silników napędzanych olejem napędowym lub gazem (NG lub LPG) przeznaczonych do instalacji w pojazdach drogowych, ale nie ma zastosowania do silników dwupaliwowych.

Uwaga: Załącznik 9B ma zastosowanie zamiast załącznika 9A na mocy decyzji Umawiających się Stron, pod warunkiem, że stosuje się również załącznik 4B. Jeśli Umawiająca się Strona podejmuje decyzję o zastosowaniu niniejszego załącznika, niektóre wymogi załącznika 9A mogą pozostać w mocy na wyraźny wniosek tej Umawiającej się Strony, pod warunkiem, że wymogi te nie są sprzeczne z przepisami niniejszego załącznika.”

Punkt 3.35 otrzymuje brzmienie:

„3.35. »cykl nagrzewania« oznacza pracę silnika wystarczającą do zwiększenia temperatury płynu chłodzącego o przynajmniej 22 K (22 °C / 40 °F) w stosunku do temperatury początkowej i osiągnięcia minimalnej temperatury 333 K (60 °C / 140 °F) (²).”

Punkt 3.36 otrzymuje brzmienie:

„3.36. Skróty

CV	Wentylacja skrzyni korbowej
DOC	Katalizator utleniający dla silników Diesla
DPF	Filtr cząstek stałych w silnikach Diesla lub pochłaniacz cząstek stałych obejmujący poddane katalizie DPF oraz pochłaniacze o ciągłej regeneracji (CRT)
DTC	Diagnostyczny kod błędu
EGR	Recyrkulacja spalin
HC	Węglowodór
LNT	Pochłaniacz ubogich NO <sub>x</sub> (lub absorber NO <sub>x</sub> )
LPG	Gaz płynny
MECS	Strategia kontroli nieprawidłowości związanych z emisjami
NG	Gaz ziemny
NO <sub>x</sub>	Tlenki azotu
OTL	Wartości graniczne OBD
PM	Cząstki stałe
SCR	Selektywna Redukcja Katalityczna
SW	Wycieraczki
TFF	Monitorowanie całkowitych awarii funkcjonalnych
VGT	Turbosprężarka o zmiennej geometrii
VVT	Zmienne ustawienie rozrządu”

Punkt 4.3. otrzymuje brzmienie:

„4.3. Wymogi dotyczące rejestrowania informacji OBD

W przypadku gdy dana nieprawidłowość ...

W przypadku, gdy potwierdzona i aktywna nieprawidłowość nie jest już wykrywana przez układ podczas pełnej sekwencji eksploatacyjnej, otrzymuje status »wcześniej aktywny« w momencie rozpoczęcia kolejnej sekwencji eksploatacyjnej i zachowuje go do czasu usunięcia przez narzędzie skanujące lub usunięcia z pamięci komputera informacji OBD związanej z tą nieprawidłowością zgodnie z pkt 4.4.»

Punkt 4.7.1.2. pozycja (1) zachowuje w wersji polskiej dotychczasowe brzmienie: „aktywne DTC dla nieprawidłowości klasy B1”.

Punkt 5.2.3. otrzymuje brzmienie:

„5.2.3. Niski poziom paliwa

Producenci mogą wystąpić o zatwierdzenie wyłączenia układów monitorujących, na które ma wpływ niski poziom / niskie ciśnienie paliwa lub wyczerpywanie się paliwa (np. diagnoza nieprawidłowości układu paliwowego lub zapłonu) w następujący sposób:

	OLEJ NAPEŁDOWY	GAZ	
		NG	LPG
a) Niski poziom paliwa w odniesieniu do takiego wyłączenia nie może przekraczać 100 litrów lub 20 % nominalnej pojemności zbiornika, w zależności od tego, która wartość jest mniejsza;	X		X
b) Niskie ciśnienie paliwa w odniesieniu do takiego wyłączenia nie może przekraczać 20 % nominalnego ciśnienia paliwa w zbiorniku.		X”	

Dodaje się nowy pkt 5.2.8 w brzmieniu:

„5.2.8. Uzupełnienie paliwa

Po uzupełnieniu paliwa producent pojazdu napędzanego gazem może tymczasowo wyłączyć układ OBD, jeśli układ musi dostosować się do rozpoznania przez ECU zmiany jakości i składu paliwa.

Układ OBD należy uruchomić natychmiast po rozpoznaniu nowego paliwa i ponownym ustawieniu parametrów silnika. Wyłączenie nie może trwać dłużej niż 10 minut.”

Punkt 6 otrzymuje brzmienie (dodaje się nową lit. d)):

„6. WYMAGANIA DEMONSTRACYJNE

...

d) procedura wyboru paliwa referencyjnego w przypadku silnika gazowego.”

Punkt 6.3. otrzymuje brzmienie:

„6.3. Procedury demonstracyjne dla wydajności OBD

Producent ...

W poniższych punktach wymieniono wymagania dla procedury wykazywania wydajności OBD, w tym wymagania w odniesieniu do badań. Liczba badań odpowiada czterokrotności liczby badanych rodzin silników w ramach rodziny OBD emisji, lecz nie mniej niż 8.

Wybrane układy monitorujące powinny odzwierciedlać w zrównoważony sposób różne rodzaje układów monitorujących wymienione w pkt 4.2 (czyli monitorowanie wartości granicznej emisji, monitorowanie wydajności, monitorowanie całkowitych awarii funkcjonalnych lub monitorowanie komponentów). Wybrane układy powinny również odzwierciedlać w zrównoważony sposób różne pozycje wymienione w dodatku 3 do niniejszego załącznika.”

Punkt 6.3.2 otrzymuje brzmienie (z jednoczesną korektą przypisu 10):

„6.3.2. Procedury kwalifikowania komponentu (lub układu) o obniżonej jakości

Niniejszy punkt ma zastosowanie do przypadków, w których nieprawidłowość wybrana do demonstracyjnego badania układu OBD jest monitorowana pod kątem emisji z rury wydechowej <sup>(10)</sup> (monitorowanie wartości granicznych emisji – zob. pkt 4.2) a od producenta wymaga się wykazania kwalifikowalności tego komponentu o obniżonej jakości przy wykorzystaniu badania emisji.

<sup>(10)</sup> Na późniejszym etapie niniejszy punkt zostanie rozszerzony na inne układy monitorujące niż układy monitorujące wartości graniczne emisji.”

Dodaje się nowy pkt 6.5 w brzmieniu:

„6.5. Procedura wyboru paliwa referencyjnego w przypadku silnika gazowego

Sprawność OBD i poprawność klasyfikacji nieprawidłowości wykazuje się wykorzystując w tym celu paliwa referencyjne wskazane w załączniku 5, do stosowania których silnik jest zaprojektowany.

Wyboru paliwa referencyjnego dokonuje organ udzielający homologacji, który zapewnia laboratorium badawczemu wystarczającą ilość czasu na dostarczenie paliwa referencyjnego.”

Punkt 7.2 otrzymuje brzmienie:

„7.2. Badania mające zastosowanie

W kontekście niniejszego załącznika:

- a) cykl badania emisji jest cyklem badania wykorzystywanym do pomiaru emisji regulowanych zanieczyszczeń podczas kwalifikowania komponentu lub układu o obniżonej jakości;
- b) cykl badania OBD jest cyklem badania wykorzystywanym do oceny możliwości wykrywania nieprawidłowości przez układy monitorujące OBD.”

Punkt 7.2.2 otrzymuje brzmienie (po usunięciu słów „Ogólnosiwiatowy zharmonizowany”):

„7.2.2. Cykl badania OBD

Cykl badań OBD omawiany w niniejszym załączniku to część badania »w stanie ciepłym« cyklu WHTC, jak opisano w załączniku 4B.

Na wniosek producenta oraz za zgodą organu udzielającego homologacji dla konkretnego układu monitorującego wykorzystać można alternatywny cykl badań OBD (np. część badania »w stanie zimnym« cyklu WHTC. Wniosek powinien zawierać dokumenty (analizy techniczne, symulacje, wyniki badań itp.) wykazujące, że:

- a) wymagany cykl badań przeznaczony do celów monitorowania odbywa się w rzeczywistych warunkach drogowych oraz
- b) część badania »w stanie ciepłym« cyklu WHTC jest mniej odpowiednia dla danego monitorowania (np. monitorowanie zużycia płynów).”

Punkt 8.1.3 otrzymuje brzmienie:

„8.1.3. Dokumentacja powiązana z rodziną OBD emisji

...

Producent dostarcza ponadto wykaz wszystkich elektronicznych sygnałów wejściowych, wyjściowych oraz identyfikację protokołu komunikacyjnego wykorzystywanego przez każdą rodzinę OBD emisji.”

Załącznik 9B dodatek 2 akapit pierwszy otrzymuje brzmienie:

„Niniejszy dodatek ma na celu zilustrowanie wymagań określonych w pkt 4.3 oraz 4.6.5 niniejszego załącznika.”

Załącznik 9B dodatek 3 otrzymuje brzmienie (dodana nowa pozycja 15):

„WYMAGANIA DOTYCZĄCE MONITOROWANIA

W pozycjach niniejszego dodatku znajduje się wykaz układów lub komponentów, które powinny być monitorowane przez układ OBD zgodnie z pkt 4.2. O ile nie podano inaczej, wymagania mają zastosowanie do silników Diesla i silników gazowych.

#### POZYCJA 1

##### MONITOROWANIE KOMPONENTÓW ELEKTRYCZNYCH/ELEKTRONICZNYCH

Elektryczne/elektroniczne komponenty wykorzystywane do celów sterowania lub monitorowania układów kontroli emisji opisane w niniejszym dodatku podlegają monitorowaniu komponentów zgodnie z przepisami pkt 4.2 niniejszego załącznika. Obejmuje to m.in. czujniki ciśnienia, czujniki temperatury, czujniki spalin, czujniki tlenu jeśli są wykorzystywane, wtryskiwacz(-e) paliwa lub odczynnik w układzie spalinowym, palniki w układzie spalinowym lub elementy grzejące, świece żarowe, podgrzewacze powietrza wlotowego.

We wszystkich przypadkach, w których istnieje pętla kontrolna informacji zwrotnej, układ OBD musi monitorować zdolność układu do utrzymywania kontroli wykorzystującej informację zwrotną zgodnie z projektem (np. wprowadzanie kontroli wykorzystującej informację zwrotną w czasie określonym przez producenta, układ nie jest w stanie utrzymać kontroli wykorzystującej informację zwrotną, kontrola wykorzystująca informację zwrotną wykorzystwała już wszystkie możliwości dostosowania dopuszczone przez producenta) – monitorowanie komponentów.

Uwaga: Przepisy te mają zastosowanie do wszystkich elementów elektrycznych i elektronicznych, nawet jeśli należą one do układów monitorujących opisanych w innych pozycjach niniejszego dodatku.

#### POZYCJA 2

##### UKŁAD DPF

Układ OBD monitoruje następujące elementy układu DPF w przypadku silników wyposażonych w ten układ, który ma zapewnić ich prawidłowe funkcjonowanie:

- a) substrat DPF: obecność substratu DPF – monitorowanie całkowitych awarii funkcjonalnych;
- b) wydajność DPF: zatkanie DPF – całkowita awaria funkcjonalna;
- c) wydajność DPF: proces filtrowania i regeneracji (np. zbieranie się cząstek stałych i usuwanie ich podczas wymuszonego procesu regeneracji) – monitorowanie wydajności (np. ocena mierzalnych właściwości DPF, takich jak przeciwciśnienie lub różnica ciśnienia), w trakcie którego nie wszystkie tryby awarii zmniejszających skuteczność filtrowania mogą być wykryte.

## POZYCJA 3

## MONITOROWANIE UKŁADU SELEKTYWNEJ REDUKCJI KATALITYCZNEJ (SCR)

Do celów niniejszej pozycji SCR oznacza układ selektywnej redukcji katalitycznej lub inny katalizator mieszanki ubogiej NO<sub>x</sub>. Układ OBD musi monitorować następujące elementy systemu SCR w przypadku silników wyposażonych w to urządzenie dla prawidłowego funkcjonowania:

- a) aktywny/ingerujący układ wtrysku reduktora: zdolność układu do odpowiedniego regulowania dostawy reduktora, niezależnie od tego czy dostawa ta odbywa się za pomocą wtrysku w układzie wydechowym, czy wtrysku w cylindrach – monitorowanie wydajności;
- b) aktywny/ingerujący reduktor: Dostępność reduktora w pojeździe, odpowiednie zużycie reduktora, jeżeli stosowany jest inny reduktor niż paliwo (np. mocznik) – monitorowanie wydajności;
- c) aktywny/ingerujący reduktor: w miarę możliwości, jakość reduktora, jeżeli stosowany jest inny odczynnik niż paliwo (np. mocznik) – monitorowanie wydajności;
- d) skuteczność konwersji katalizatora SCR: zdolność katalizatora SCR do konwersji NO<sub>x</sub> – monitorowanie wartości granicznych emisji.

## POZYCJA 4

POCHŁANIACZ UBOGICH NO<sub>x</sub> (LNT LUB ADSORBER NO<sub>x</sub>)

Układ OBD monitoruje następujące elementy układu LNT w przypadku silników wyposażonych w ten układ dla prawidłowego funkcjonowania:

- a) wydajność LNT: zdolność układu LNT do adsorbowania/przechowywania oraz konwersji NO<sub>x</sub> – monitorowanie wydajności;
- b) aktywny/ingerujący układ wtrysku odczynnika w układzie LNT: zdolność układu do odpowiedniego regulowania dostawy odczynnika, niezależnie od tego czy dostawa ta odbywa się za pomocą wtrysku w układzie wydechowym, czy wtrysku w cylindrach – monitorowanie wydajności.

## POZYCJA 5

## MONITOROWANIE KATALIZATORÓW UTLENIAJĄCYCH (W TYM KATALIZATORÓW UTLENIAJĄCYCH DLA SILNIKÓW DIESLA – DOC)

Niniejsza pozycja ma zastosowanie do katalizatorów utleniających odrębnych od innych układów oczyszczania spalin. Katalizatory zlokalizowane w obudowie układu oczyszczania spalin objęte są odpowiednią pozycją niniejszego dodatku.

Układ OBD monitoruje następujące elementy katalizatorów utleniających w przypadku silników wyposażonych w nie dla prawidłowego funkcjonowania:

- a) skuteczność konwersji węglowodorów (HC): zdolność katalizatorów utleniających do konwersji HC powyżej innych urządzeń w układzie oczyszczania spalin – monitorowanie całkowitych awarii funkcjonalnych;
- b) skuteczność konwersji węglowodorów (HC): zdolność katalizatorów utleniających do konwersji HC poniżej innych urządzeń w układzie oczyszczania spalin – monitorowanie całkowitych awarii funkcjonalnych.

## POZYCJA 6

## MONITOROWANIE UKŁADU RECYRKULACJI GAZÓW SPALINOWYCH (EGR)

Układ OBD monitoruje następujące elementy układu EGR w przypadku silników wyposażonych w ten układ dla prawidłowego funkcjonowania:

	DIESEL	GAZ
a1) Niski/wysoki poziom przepływu w EGR: zdolność układu EGR do utrzymywania ustalonego natężenia przepływu w EGR poprzez wykrywanie zarówno warunków »zbyt niskiego natężenia przepływu«, jak i »zbyt wysokiego natężenia przepływu« – monitorowanie wartości granicznej emisji.	X	
a2) Niski/wysoki poziom przepływu w EGR: zdolność układu EGR do utrzymywania ustalonego natężenia przepływu w EGR poprzez wykrywanie zarówno warunków »zbyt niskiego natężenia przepływu«, jak i »zbyt wysokiego natężenia przepływu« – monitorowanie wydajności; (wymaganie dotyczące monitorowania będą przedmiotem dalszych dyskusji).		X
b) Powolna reakcja siłownika EGR: zdolność układu EGR do utrzymywania ustalonego natężenia przepływu w określonym przez producenta odstępie czasu po wydaniu polecenia – monitorowanie wydajności.	X	X
c) Wydajność chłodzenia zespołu chłodzącego EGR: zdolność zespołu chłodzącego EGR do osiągnięcia określonej przez producenta wydajności chłodzenia – monitorowanie wydajności.	X	X

## POZYCJA 7

## MONITOROWANIE UKŁADU PALIWOWEGO

Układ OBD monitoruje następujące elementy układu paliwowego w przypadku silników wyposażonych w ten układ dla prawidłowego funkcjonowania:

	DIESEL	GAZ
a) Sterowanie ciśnieniem układu paliwowego: zdolność układu paliwowego do utrzymywania ustalonego ciśnienia paliwa w ramach sterowania w zamkniętym obiegu – monitorowanie wydajności.	X	
b) Sterowanie ciśnieniem układu paliwowego: zdolność układu paliwowego do utrzymywania ustalonego ciśnienia paliwa w ramach sterowania w zamkniętym obiegu w przypadku, gdy układ jest tak skonstruowany, że możliwe jest sterowanie ciśnieniem niezależnie od innych parametrów – monitorowanie wydajności.	X	
c) Kąt wyprzedzenia wtrysku paliwa: zdolność układu paliwowego do utrzymywania ustalonego kąta wyprzedzenia wtrysku paliwa przynajmniej na jeden cykl wtrysku, jeżeli silnik jest wyposażony w odpowiednie czujniki – monitorowanie wydajności.	X	
d) Układ wtrysku paliwa: zdolność układu paliwowego do utrzymania pożądanego stosunku powietrza do paliwa (m.in. zdolność do samodostosowania) – monitorowanie wydajności.		X

## POZYCJA 8

## UKŁAD STEROWANIA PRZEPŁYWEM POWIETRZA ORAZ TURBOSPĘŻARKĄ/CIŚNIENIEM DOŁĄDOWANIA

Układ OBD monitoruje następujące elementy układu sterowania przepływem powietrza oraz turbospężarką/ciśnieniem doładowania w przypadku silników wyposażonych w to urządzenie dla prawidłowego funkcjonowania:

	OLEJ NAPĘDOWY	GAZ
a1) Zbyt wysokie/zbyt niskie doładowanie przez turbospężarkę: zdolność układu turbodoładowania do utrzymywania ustalonego ciśnienia doładowania poprzez wykrywanie zarówno warunków »zbyt niskiego ciśnienia doładowania«, jak i »zbyt wysokiego ciśnienia doładowania« – monitorowanie wartości granicznej emisji.	X	
a2) Zbyt wysokie/zbyt niskie doładowanie przez turbospężarkę: zdolność układu turbodoładowania do utrzymywania ustalonego ciśnienia doładowania poprzez wykrywanie zarówno warunków »zbyt niskiego ciśnienia doładowania«, jak i »zbyt wysokiego ciśnienia doładowania« – monitorowanie wydajności (wymaganie dotyczące monitorowania będą przedmiotem dalszych dyskusji).		X
b) Powolna odpowiedź turbospężarki o zmiennej geometrii (VGT): zdolność układu VGT do osiągnięcia ustalonej geometrii w określonym przez producenta odstępie czasu – monitorowanie wydajności.	X	X
c) Chłodzenie ładunku powietrza: sprawność układu chłodzenia powietrza doładującego – monitorowanie całkowitych awarii funkcjonalnych.	X	X

## POZYCJA 9

## UKŁAD ZMIENNEGO USTAWIENIA ROZRZĄDU

Układ OBD musi monitorować następujące elementy układu zmiennego ustawienia rozrządu (VVT) w przypadku silników wyposażonych w to urządzenie dla prawidłowego funkcjonowania:

- a) błąd docelowej wartości dla układu VVT: zdolność układu VVT do osiągnięcia ustalonej wartości ustawienia rozrządu – monitorowanie wydajności;
- b) powolna reakcja układu VVT: zdolność układu VVT do osiągnięcia ustalonej wartości ustawienia rozrządu w określonym przez producenta odstępie czasu po wydaniu polecenia – monitorowanie wydajności.

## POZYCJA 10

## MONITOROWANIE NIEPRAWIDŁOWOŚCI ZAPŁONU

	OLEJ NAPĘDOWY	GAZ
a) Brak przepisów.	X	
b) Nieprawidłowość zapłonu, która może spowodować uszkodzenie katalizatora (np. monitorowanie pewnego odsetka nieprawidłowości zapłonu w pewnym okresie czasu) – monitorowanie wydajności (wymaganie dotyczące monitorowania będą przedmiotem dalszych dyskusji wraz z pozycjami 6 i 8).		X

## POZYCJA 11

## MONITOROWANIE UKŁADU WENTYLACYJNEGO SKRZYNI KORBOWEJ

Brak przepisów.

## POZYCJA 12

## MONITOROWANIE UKŁADU CHŁODZENIA SILNIKA

Układ OBD monitoruje następujące elementy układu chłodzenia silnika dla prawidłowego funkcjonowania:

- a) temperatura płynu chłodzącego silnik (termostat): termostat »stale otwarty« (ang. *stuck open*). Producenci nie muszą monitorować termostatu jeżeli jego awaria nie spowoduje dezaktywacji żadnych innych układów monitorujących OBD.

Producenci nie muszą monitorować temperatury płynu chłodzącego silnik ani czujnika płynu chłodzącego silnik jeżeli temperatury tej lub czujnika tego nie wykorzystuje się do aktywowania sterowania w zamkniętym obiegu wykorzystującym informacje zwrotne odnoszącym się do jakiegokolwiek układu kontroli emisji, lub nie spowodują one dezaktywacji żadnego układu monitorującego.

Producenci mogą czasowo zawiesić lub opóźnić działanie układu monitorującego w celu osiągnięcia temperatury aktywacji w obiegu zamkniętym, jeżeli silnik pracuje w warunkach, które mogłyby prowadzić do nieprawidłowej diagnozy (np. silnik pracuje na biegu jałowym przez 50 do 75 % czasu nagrzewania).

## POZYCJA 13

## MONITOROWANIE CZUJNIKA GAZÓW SPALINOWYCH I CZUJNIKA TLENU

Układ OBD monitoruje:

	OLEJ NAPEŃDOWY	GAZ
a) Elektryczne elementy czujników gazów spalinowych, w przypadku silników w ten sposób wyposażonych dla prawidłowego funkcjonowania – monitorowanie komponentu.	X	X
b) Zarówno pierwotne, jak i wtórne czujniki tlenu (sterowania paliwem). Czujniki te uważa się za czujniki spalin monitorowane pod względem prawidłowego działania zgodnie z pozycją 1 niniejszego dodatku – monitorowanie komponentu.		X

## POZYCJA 14

## MONITOROWANIE UKŁADU STEROWANIA BIEGU JAŁOWEGO

Układ OBD monitoruje elektryczne elementy układu sterowania biegu jałowego w przypadku silników w ten sposób wyposażonych dla prawidłowego funkcjonowania zgodnie z pozycją 1 niniejszego dodatku.

## POZYCJA 15

## KATALIZATOR TRÓJDROŻNY

Układ OBD monitoruje katalizator trójdrożny silnika w przypadku silników w ten sposób wyposażonych dla prawidłowego funkcjonowania:

	OLEJ NAPEŃDOWY	GAZ
a) Skuteczność konwersji katalizatora trójdrożnego: zdolność katalizatora do konwersji NO <sub>x</sub> i CO – monitorowanie wydajności.		X

Załącznik 9B dodatek 4 otrzymuje brzmienie:

**„Techniczne sprawozdanie dotyczące zgodności**

Niniejsze sprawozdanie ...

**KOŃCOWE SPRAWOZDANIE DOTYCZĄCE ZGODNOŚCI**

Zestaw dokumentacji oraz opisany poniżej układ OBD/opisana poniżej rodzina OBD emisji są zgodne z wymaganiami następującego regulaminu:

Regulamin ... / wersja ... / data wejścia w życie ... / typ paliwa ...

...”

Załącznik 9B dodatek 4 pozycja 4 pkt 1.1, tabela, wiersz „Informacje dotyczące badania” zdanie „Paliwo wykorzystane do badania” otrzymuje brzmienie „Paliwo referencyjne”.



Załącznik 9B dodatek 5 tabela 3 otrzymuje brzmienie:

„Tabela 3:

**Opcjonalne dane, jeżeli są wykorzystywane przez układ kontroli emisji lub układ OBD do aktywowania lub dezaktywowania jakichkolwiek danych OBD**

	»Zamrożone ekrany«	Ciąg danych
Poziom paliwa lub ciśnienie paliwa w zbiorniku (w stosownych przypadkach)	X	X
Temperatura oleju silnikowego	X	X
Prędkość pojazdu	X	X
Status dostosowania jakości paliwa (aktywne/nieaktywne) w przypadku silników gazowych		X
Napięcie układu komputera sterującego pracą silnika (dla głównego sterującego układu scalonego)	X	X”

Załącznik 9B dodatek 5 tabela 4 otrzymuje brzmienie:

„Tabela 4:

**Opcjonalne dane, jeżeli silnik jest wyposażony w stosowne czujniki, wykrywa lub oblicza dane:**

	»Zamrożone ekrany«	Ciąg danych
Bezwzględne położenie przepustnicy ...	X	X
...		
Dane wyjściowe czujnika tlenu		X
Dane wyjściowe wtórnego czujnika tlenu (jeśli jest zainstalowany)		X
Dane wyjściowe czujnika NO <sub>x</sub>		X”

Dodaje się nowy załącznik 9C w brzmieniu:

„ZAŁĄCZNIK 9C

**Wymagania techniczne dla oceny rzeczywistego działania układów diagnostyki pokładowej (OBD)**

1. ZASTOSOWANIE

Załącznik w niniejszej wersji ma zastosowanie wyłącznie do pojazdów drogowych wyposażonych w silnik Diesla.

2. (Zastrzeżony)

3. DEFINICJE

3.1. »Współczynnik rzeczywistego działania«

Współczynnik rzeczywistego działania (IUPR) konkretnego układu monitorującego w układzie OBD to:  $IUPR_m = \text{Licznik}_m / \text{Mianownik}_m$

3.2. »Licznik«

Licznik konkretnego układu monitorującego  $m$  ( $\text{Licznik}_m$ ) to wartość określająca, ile razy pojazd był eksploatowany w taki sposób, by zaistniały wszystkie warunki niezbędne do wykrycia nieprawidłowości przez ten konkretny układ monitorujący.

3.3. »Mianownik«

Mianownik konkretnego układu monitorującego ( $\text{Mianownik}_m$ ) to wartość określająca, ile razy pojazd był eksploatowany, z uwzględnieniem warunków istotnych dla tego układu monitorującego.

3.4. »Ogólny mianownik«

Ogólny mianownik to wartość określająca, ile razy pojazd był eksploatowany z uwzględnieniem warunków ogólnych.

3.5. »Licznik cykli zapłonu«

Licznik cykli zapłonu to wartość określająca, ile razy silnik został uruchomiony w pojeździe.

3.6. »Uruchamianie silnika«

Uruchomienie silnika obejmuje włączenie zapłonu, obrócenie korbowodu oraz rozpoczęcie procesu spalania i jest zakończone w momencie kiedy prędkość silnika osiąga prędkość obrotową  $150 \text{ min}^{-1}$  poniżej normalnej prędkości nagrzanego silnika na biegu jałowym.

3.7. »Cykl jazdy«

Cykl jazdy to sekwencja składająca się z uruchomienia silnika, okresu eksploatacji, wyłączenia silnika i czasu do następnego uruchomienia silnika.

3.8. Skróty

IUPR      Współczynnik rzeczywistego działania

$IUPR_m$     Współczynnik rzeczywistego działania konkretnego układu monitorującego  $m$

#### 4. WYMAGANIA OGÓLNE

Układ OBD umożliwia śledzenie i rejestrowanie danych na temat rzeczywistego działania (pkt 6) układów monitorujących OBD określonych w niniejszym punkcie, przechowywanie tych danych w pamięci komputera i udostępniania ich na żądanie na zewnątrz (pkt 7).

Dane na temat rzeczywistego działania układu monitorującego składają się z licznika i mianownika umożliwiających obliczenie IUPR.

##### 4.1. Układy monitorujące IUPR

###### 4.1.1. Grupy układów monitorujących

Producenci stosują w układach OBD algorytmy oprogramowania umożliwiające indywidualne śledzenie i przekazywanie danych na temat rzeczywistego działania grup układów monitorujących wspomnianych w dodatku 1 do niniejszego załącznika.

Producenci nie mają obowiązku stosowania w układach OBD algorytmów oprogramowania umożliwiających indywidualne śledzenie i przekazywanie danych o rzeczywistym działaniu stale funkcjonujących układów monitorujących zdefiniowanych w pkt 4.2.3 załącznika 9B, jeśli te układy monitorujące są już częścią jednej z grup układów monitorujących wspomnianych w dodatku 1 do niniejszego załącznika.

Dane na temat rzeczywistego działania układów monitorujących związanych z różnymi ciągami wydechowymi lub zespołami silników należy śledzić i rejestrować osobno, zgodnie z pkt 6 oraz przekazywać zgodnie z pkt 7.

###### 4.1.2. Wielokrotne układy monitorujące

W odniesieniu do każdej grupy układów monitorujących, o których zgodnie z pkt 4.1.1 należy przekazywać informacje, układ OBD śledzi dane na temat rzeczywistego działania, zgodnie z pkt 6, w odniesieniu do każdego konkretnego układu monitorującego należącego do takiej grupy.

##### 4.2. Ograniczenie wykorzystania danych na temat rzeczywistego działania

Dane na temat rzeczywistego działania pojedynczego pojazdu wykorzystywane są do celów oceny statystycznej rzeczywistego działania układu OBD w większej grupie pojazdów.

W przeciwieństwie do innych danych OBD dane na temat rzeczywistego działania nie mogą być wykorzystywane do wyciągania wniosków na temat przydatności pojedynczego pojazdu do warunków drogowych.

#### 5. WYMAGANIA DOTYCZĄCE OBLICZANIA WSPÓŁCZYNNIKA RZECZYWISTEGO DZIAŁANIA

##### 5.1. Obliczanie współczynnika rzeczywistego działania

W odniesieniu do każdego układu monitorującego uwzględnionego w niniejszym załączniku współczynnik rzeczywistego działania oblicza się przy wykorzystaniu poniższego wzoru:

$$IUPR_m = \text{Licznik}_m / \text{Mianownik}_m$$

gdzie Licznik<sub>m</sub> i Mianownik<sub>m</sub> przyrastają zgodnie ze specyfikacjami podanymi w niniejszym punkcie.

###### 5.1.1. Wymagania w odniesieniu do współczynnika obliczanego i przechowywanego przez układ

Każdy współczynnik IUPR musi mieć minimalną wartość równą zero, zaś maksymalną wartość równą 7,99527, przy rozdzielczości 0,000122 <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Wartość ta odpowiada maksymalnej wartości szesnastkowej 0xFFFF przy rozdzielczości 0x1.

Uznaje się, że współczynnik dotyczący konkretnego komponentu ma wartość równą zero kiedy odpowiedni licznik ma wartość zero, zaś odpowiedni mianownik wartość różną od zera.

Uznaje się, że dla konkretnego komponentu współczynnik ma maksymalną wartość 7,99527, jeśli odpowiedni mianownik ma wartość zero lub jeśli rzeczywista wartość licznika podzielonego przez mianownik przekracza maksymalną wartość 7,99527.

## 5.2. Wymagania dotyczące zwiększania wartości licznika

Wartości licznika można zwiększać tylko raz na jeden cykl jazdy.

Wartość licznika konkretnego układu monitorującego jest zwiększana w ciągu 10 sekund wyłącznie jeśli w pojedynczym cyklu jazdy spełnione są następujące kryteria:

- a) spełniony został każdy warunek monitorowania niezbędny, aby układ monitorujący danego komponentu wykrył nieprawidłowość i przechował potencjalny DTC, w tym kryteria aktywacji, obecność lub nieobecność powiązanych DTC, wystarczająca długość okresu monitorowania oraz określenie priorytetu nadania wartości (tzn. diagnostyka »A« jest przeprowadzana przed diagnostyką »B«).

*Uwaga:* W przypadku zwiększania licznika konkretnego układu monitorującego spełnienie wszystkich niezbędnych warunków może okazać się niewystarczające do tego, by ten układ monitorujący stwierdził brak nieprawidłowości.

- b) W przypadku układów monitorujących, które wymagają kilku etapów lub wydarzeń w pojedynczym cyklu jazdy w celu wykrycia nieprawidłowości, spełniony musi być każdy warunek monitoringu niezbędny do tego, by wszystkie wydarzenia miały miejsce.
- c) W przypadku układów monitorujących wykorzystywanych do wykrywania awarii i uruchamianych dopiero po zapisaniu potencjalnego DTC, licznik i mianownik powinny mieć tę samą wartość jak w przypadku układu monitorującego wykrywającego pierwotną nieprawidłowość.
- d) W przypadku układów monitorujących, które wymagają bezpośredniej interwencji w celu przeprowadzenia dalszego badania nieprawidłowości, producent może przedstawić organowi udzielającemu homologacji alternatywny sposób zwiększania wartości licznika. Takie alternatywne rozwiązanie musi być równoważne rozwiązaniu, które umożliwiłoby zwiększenie wartości licznika w przypadku istnienia nieprawidłowości.

W przypadku układów monitorujących, które działają lub kończą działanie po wyłączeniu silnika, wartość licznika zwiększa się w ciągu 10 sekund po zakończeniu działania układu monitorującego w trakcie operacji wyłączania silnika lub w trakcie pierwszych 10 sekund uruchamiania silnika w kolejnym cyklu jazdy.

## 5.3. Wymagania dotyczące zwiększania wartości mianownika

### 5.3.1. Ogólne zasady dotyczące zwiększania wartości

Wartość mianownika należy zwiększyć jeden raz w ciągu cyklu jazdy, jeśli ma to miejsce w trakcie tego cyklu jazdy

- a) wartość ogólnego mianownika zwiększa się w sposób określony w pkt 5.4; oraz
- b) mianownik nie jest dezaktywowany zgodnie z pkt 5.6; oraz
- c) w stosownych przypadkach spełnione są konkretne dodatkowe zasady dotyczące zwiększania wartości określone w pkt 5.3.2.

### 5.3.2. Dodatkowe zasady dotyczące zwiększania wartości w odniesieniu do układów monitorowania

#### 5.3.2.1. Określony mianownik dla układu odpowietrzania układu paliwowego (zastrzeżony)

#### 5.3.2.2. Określony mianownik dla układów powietrza wtórnego (zastrzeżony)

- 5.3.2.3. Określony mianownik dla komponentów/układów funkcjonujących wyłącznie w momencie uruchamiania silnika

Poza wymaganiami przedstawionymi w pkt 5.3.1 lit. a) i b) wartość(-ci) mianownika układów monitorujących komponenty lub układy funkcjonujące wyłącznie w momencie uruchamiania silnika należy zwiększyć, jeśli taki komponent lub układ jest uruchamiany na okres co najmniej 10 sekund.

Dla potrzeb wyznaczenia czasu tego polecenia »włączenia« układ OBD nie może uwzględnić czasu późniejszej interwencji żadnego z komponentów czy układów w ramach tego samego cyklu jazdy dokonanej wyłącznie na potrzeby monitorowania.

- 5.3.2.4. Określony mianownik dla komponentów lub układów, które nie funkcjonują w sposób ciągły.

Niezależnie od wymagań przedstawionych w pkt 5.3.1 lit. a) i b) wartość mianownika lub mianowników układów monitorujących komponenty lub układy, które nie funkcjonują w sposób ciągły (np. zawory układu zmiennego ustawienia rozrządu (VVT) lub zawory EGR), jest zwiększana, jeśli taki komponent lub układ jest uruchamiany (np. polecenie »włączyć«, »otworzyć«, »zamknąć«, »zablokować«) co najmniej dwukrotnie w ciągu cyklu jazdy, lub w łącznym czasie co najmniej 10 sekund, w zależności od tego, który z warunków wystąpi pierwszy.

- 5.3.2.5. Konkretny mianownik w odniesieniu do DPF

Niezależnie od wymagań przedstawionych w pkt 5.3.1 lit. a) i b), mianownik lub mianowniki DPF zwiększa się w co najmniej jednym cyklu jazdy, jeśli co najmniej 800 zsumowanych kilometrów działania pojazdu, lub co najmniej 750 minut czasu pracy silnika, nastąpiło od momentu ostatniego zwiększenia mianownika.

- 5.3.2.6. Konkretny mianownik w odniesieniu do katalizatora utleniającego

Niezależnie od wymagań przedstawionych w pkt 5.3.1 lit. a) i b), w co najmniej jednym cyklu jazdy mianownik lub mianowniki układów monitorujących katalizator utleniania wykorzystywany w celu aktywnej regeneracji DPF zwiększa się, jeżeli regeneracja trwa co najmniej 10 sekund.

- 5.3.2.7. Określony mianownik w odniesieniu do silników hybrydowych (zastrzeżony)

- 5.4. Wymagania dotyczące zwiększania wartości ogólnego mianownika

Wartość ogólnego mianownika zwiększana jest w ciągu 10 sekund wyłącznie, jeśli w pojedynczym cyklu jazdy spełnione są następujące kryteria:

- a) Całkowity czas od rozpoczęcia cyklu jazdy wynosi co najmniej 600 sekund, przy czym:
  - (i) pojazd znajduje się na wysokości poniżej 2 500 m n.p.m.; oraz
  - (ii) temperatura otoczenia wynosi co najmniej 266 K (– 7 stopni Celsjusza); oraz
  - (iii) temperatura otoczenia wynosi maksymalnie 308 K (35 stopni Celsjusza).
- b) Silnik pracuje z prędkością co najmniej 1 150 min<sup>-1</sup> przez łącznie co najmniej 300 sekund w warunkach określonych powyżej w lit. a); alternatywą, którą może wykorzystać producent zamiast kryterium pracy z prędkością co najmniej 1 150 min<sup>-1</sup>, jest praca silnika na poziomie co najmniej 15 % obliczonego obciążenia lub eksploatacja pojazdu przy prędkości co najmniej 40 km/h.
- c) Silnik pracuje w sposób ciągły na biegu jałowym (np. kierujący nie naciska pedału gazu i albo pojazd porusza się z prędkością maksymalnie 1,6 km/h, albo silnik pracuje z prędkością maksymalnie 200 min<sup>-1</sup> powyżej normalnej prędkości nagrzanego silnika na biegu jałowym) przez co najmniej 30 sekund w warunkach określonych w lit. a) powyżej.

- 5.5. Wymagania dotyczące zwiększania wartości licznika cyklu zapłonu
- Wartość licznika cyklu zapłonu powinna być zwiększona tylko raz przy uruchamianiu silnika.
- 5.6. Dezaktywacja zwiększania liczników, mianowników i mianownika ogólnego
- 5.6.1. W ciągu 10 sekund od wykrycia nieprawidłowości (np. zapisany potencjalny lub potwierdzony i aktywny DTC), która powoduje unieruchomienie układu monitorującego, układ OBD wyłącza dalsze zwiększanie odpowiedniego licznika i mianownika każdego wyłączanego układu monitorującego.
- Kiedy nieprawidłowość przestaje być wykrywana (tzn. potencjalny DTC ulega wykasowaniu samoistnie lub w wyniku polecenia narzędzia skanującego), zwiększanie wartości wszystkich odpowiednich liczników i mianowników wznawiane jest w ciągu 10 sekund.
- 5.6.2. W ciągu 10 sekund od włączenia jednostki odbioru mocy (PTO), która unieruchamia układ monitorujący zgodnie z pkt 5.2.5 załącznika 9B, układ OBD wyłącza dalsze zwiększanie odpowiedniego licznika i mianownika każdego wyłączanego układu monitorującego.
- Po zakończeniu działania PTO zwiększanie wartości wszystkich odpowiednich liczników i mianowników wznawiane jest w ciągu 10 sekund.
- 5.6.3. W przypadku nieprawidłowości (tzn. zapisania potencjalnego lub potwierzonego i aktywnego DTC), która uniemożliwia określenie, czy spełnione zostały kryteria Mianownika<sub>m</sub> układu monitorującego wspomnianego w pkt 5.3 <sup>(1)</sup>, układ OBD uniemożliwia dalsze zwiększanie Licznika<sub>m</sub> i Mianownika<sub>m</sub> w ciągu 10 sekund.
- Kiedy nieprawidłowość ustępuje (np. bieżący kod ulega wykasowaniu samoistnie lub w wyniku polecenia narzędzia skanującego), zwiększanie wartości Licznika<sub>m</sub> i Mianownika<sub>m</sub> wznawiane jest w ciągu 10 sekund.
- 5.6.4. W przypadku nieprawidłowości (tzn. zapisu potencjalnego lub potwierzonego i aktywnego DTC), która uniemożliwia określenie, czy spełnione zostały kryteria ogólnego mianownika wspomnianego w pkt 5.4 <sup>(2)</sup>, układ OBD uniemożliwia dalsze zwiększanie ogólnego mianownika w ciągu 10 sekund.
- Kiedy nieprawidłowość ustępuje (np. bieżący kod ulega wykasowaniu samoistnie lub w wyniku polecenia narzędzia skanującego), zwiększanie wartości ogólnego mianownika wznawiane jest w ciągu 10 sekund.
- Zwiększanie wartości mianownika ogólnego nie może być dezaktywowane w żadnych innych warunkach.
6. WYMAGANIA DOTYCZĄCE ŚLEDZENIA I REJESTROWANIA DANYCH NA TEMAT RZECZYWISTEGO DZIAŁANIA
- W przypadku każdej grupy układów monitorujących wymienionych w dodatku 1 do niniejszego załącznika, układ OBD śledzi liczniki i mianowniki każdego określonego układu monitorującego wymienionego w dodatku 3 do załącznika 9B należącego do takiej grupy osobno.
- Układ podaje informacje tylko o odpowiednim liczniku i mianowniku dla określonego układu monitorującego, który charakteryzuje się najniższym współczynnikiem liczbowym.
- Jeśli co najmniej dwa układy monitorujące wykazują takie same współczynniki, w odniesieniu do takiej grupy układów monitorujących podaje się licznik i mianownik tego układu monitorującego, który ma najwyższy mianownik.

<sup>(1)</sup> Np. prędkość pojazdu/prędkość obrotowa silnika/obliczone obciążenie, temperatura otoczenia, wzniesienie, bieg jałowy, czas działania.

<sup>(2)</sup> W celu udostępnienia danych na temat rzeczywistego działania producent ma prawo wykorzystać dodatkowy diagnostyczny wyświetlacz umieszczony w pojeździe, taki jak wyświetlacz wideo umieszczony na tablicy rozdzielczej. Takie dodatkowe urządzenie nie podlega wymaganiom zawartym w niniejszym załączniku.

W celu ustalenia najniższego współczynnika danej grupy bez zniekształcenia uwzględnia się wyłącznie układy monitorujące wymienione konkretnie w takiej grupie (np. czujnik NO<sub>x</sub> wykorzystywany w funkcji układu monitorującego wymienionego w załączniku 9B dodatek 3 pozycja 3 »SCR« włączany jest do grupy układów monitorujących »czujniki gazów spalinowych«, a nie do grupy układów monitorujących »SCR«).

Układ OBD śledzi również ogólny mianownik i licznik cyklu zapłonu i przekazuje na ich temat informacje.

*Uwaga:* zgodnie z pkt 4.1.1 producenci nie mają obowiązku stosowania w układach OBD algorytmów oprogramowania umożliwiających indywidualne śledzenie i przekazywanie danych o licznikach i mianownikach stale funkcjonujących układów monitorujących.

## 7. WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZECHOWYWANIA I UDOSTĘPNIANIA DANYCH NA TEMAT RZECZYWISTEGO DZIAŁANIA

Udostępnianie danych o rzeczywistym działaniu jest nowym zastosowaniem i nie zostało włączone do trzech istniejących zastosowań dotyczących wykrywania ewentualnych nieprawidłowości.

### 7.1. Informacje o danych dotyczących rzeczywistego działania

Informacje o danych dotyczących rzeczywistego działania powinny być dostępne na żądanie z zewnątrz zgodnie z pkt 7.2.

Informacje te są źródłem danych na temat rzeczywistego działania dla organów udzielających homologacji.

Układ OBD powinien przekazać wszystkie dane (zgodnie z mającą zastosowanie normą określoną w dodatku 6) do zewnętrznej aparatury badawczej IUPR w celu gromadzenia danych oraz udostępnić osobie kontrolującej następujące dane:

- a) VIN (numer identyfikacyjny pojazdu);
- b) licznik i mianownik dla każdej grupy układów monitorujących rejestrowanych przez układ zgodnie z pkt 6;
- c) ogólny mianownik;
- d) wartość licznika cyklu zapłonu;
- e) całkowita liczba godzin pracy silnika.

Dane te powinny być dostępne tylko do odczytu (tzn. nie powinno być możliwe ich skasowanie).

### 7.2. Dostęp do danych na temat rzeczywistego działania

Dostęp do danych dotyczących rzeczywistego działania powinien być zapewniony wyłącznie zgodnie z normami wymienionymi w dodatku 6 do załącznika 9B i poniższych podpunktach <sup>(1)</sup>.

Dostęp do danych dotyczących rzeczywistego działania nie może być uzależniony od żadnego kodu dostępu, czy też innego środka czy metody uzyskiwanych wyłącznie od producenta lub jego dostawców. Interpretacja danych dotyczących rzeczywistego działania nie może wymagać żadnego indywidualnego dekodowania, o ile dane te są powszechnie dostępne.

Metoda dostępu (tj. punkt/węzeł dostępu) do danych dotyczących rzeczywistego działania musi być taka sama jak w przypadku wszystkich danych OBD. Metoda ta musi umożliwiać dostęp do kompletnych danych dotyczących rzeczywistego działania wymaganych na potrzeby niniejszego załącznika.

<sup>(1)</sup> Zezwala się na wykorzystanie przez producenta dodatkowej pokładowej instalacji diagnostycznej, takiej jak np. ekran wideo montowany na desce rozdzielczej, dla zapewnienia dostępu do danych dotyczących rzeczywistego działania. Takie dodatkowe wyposażenie nie podlega wymogom zawartym w niniejszym załączniku.

7.3. Ponowne inicjowanie danych dotyczących rzeczywistego działania

7.3.1. Zerowanie

Każdą wartość można wyzerować tylko wtedy, kiedy następuje wyzerowanie pamięci NVRAM (np. przy okazji programowania). Wartości nie można zerować w żadnych innych okolicznościach, w tym również w przypadku otrzymania od narzędzia skanującego polecenia usunięcia błędnych kodów.

7.3.2. Zerowanie w przypadku przekroczenia zasobów pamięci

Jeżeli licznik lub mianownik danego układu monitorującego osiąga wartość  $65\,535 \pm 2$ , obydwie liczby należy podzielić przez dwa przed ponownym zwiększaniem ich wartości w celu uniknięcia problemów związanych z zasobami pamięci.

Jeśli licznik cyklu zapłonu osiąga wartość maksymalną na poziomie  $65\,535 \pm 2$ , licznik cyklu zapłonu może zostać odwrócony i zwiększony do wartości zerowej w następnym cyklu zapłonu w celu uniknięcia problemów związanych z zasobami pamięci.

Jeśli ogólny mianownik osiągnie maksymalną wartość  $65\,535 \pm 2$ , może on zostać odwrócony i zwiększony do zera w następnym cyklu jazdy, który spełnia definicję ogólnego mianownika w celu uniknięcia problemów związanych z zasobami pamięci.

---



## DODATEK 1

**GRUPY UKŁADÓW MONITORUJĄCYCH**

W niniejszym załączniku uwzględniono następujące grupy układów monitorujących:

A. Katalizatory utleniające

Układy monitorujące należące do tej grupy wymienione są w pozycji 5 dodatku 3 do załącznika 9B.

B. Układy selektywnej redukcji katalitycznej (SCR)

Układy monitorujące należące do tej grupy wymienione są w pozycji 3 dodatku 3 do załącznika 9B.

C. Czujniki spalin i tlenu

Układy monitorujące należące do tej grupy wymienione są w pozycji 13 dodatku 3 do załącznika 9B.

D. Układy EGR oraz VVT

Układy monitorujące należące do tej grupy wymienione są w pozycjach 6 i 9 dodatku 3 do załącznika 9B.

E. Układy DPF

Układy monitorujące należące do tej grupy wymienione są w pozycji 2 dodatku 3 do załącznika 9B.

F. Układ sterowania ciśnieniem doładowania

Układy monitorujące należące do tej grupy wymienione są w pozycji 8 dodatku 3 do załącznika 9B.

G. Adsorber NO<sub>x</sub>

Układy monitorujące należące do tej grupy wymienione są w pozycji 4 dodatku 3 do załącznika 9B.

H. Katalizator trójdrożny

Układy monitorujące należące do tej grupy wymienione są w pozycji 15 dodatku 3 do załącznika 9B.

I. Układy wyparne (zastrzeżone)

J. Układ powietrza wtórnego (zastrzeżone)

Konkretny układ monitorujący może należeć tylko do jednej z tych grup.”

Dodaje się nowy załącznik 10 w brzmieniu:

„ZAŁĄCZNIK 10

**WYMAGANIA TECHNICZNE DLA EMISJI POZA CYKLEM BADANIA (OCE)**

1. ZASTOSOWANIE

W niniejszym załączniku zawarto wymagania techniczne dla emisji poza cyklem badania oraz zakaz stosowania oraz zakaz korzystania ze strategii nieracjonalnych w odniesieniu do silników wysokowydajnych i pojazdów ciężarowych o dużej ładowności w celu osiągnięcia skutecznej kontroli emisji szerokiego zakresu warunków otoczenia i warunków eksploatacyjnych podczas normalnej eksploatacji pojazdów w trakcie rzeczywistego działania.

2. Zastrzeżony <sup>(1)</sup>.

3. DEFINICJE

3.1. »Pomocnicza strategia kontroli emisji (AES)« oznacza strategię kontroli emisji, która uaktywnia się i zastępuje lub modyfikuje podstawową strategię kontroli emisji w konkretnym celu lub w konkretnych celach oraz w reakcji na określony zestaw warunków eksploatacyjnych lub warunków otoczenia i jest wykorzystana tylko w czasie istnienia tych warunków.

3.2. »Podstawowa strategia kontroli emisji (BES)« oznacza strategię kontroli emisji aktywną w całym zakresie eksploatacyjnym prędkości i obciążenia silnika, pod warunkiem że nie zostanie uaktywniona AES.

3.3. »Strategia nieracjonalna« oznacza strategię kontroli emisji, która nie spełnia wymagań dotyczących działania w odniesieniu do podstawowej lub pomocniczej strategii kontroli emisji określonej w niniejszym załączniku.

3.4. »Element konstrukcji« oznacza:

- a) układ silnikowy;
- b) jakikolwiek układ kontrolny, łącznie z oprogramowaniem komputerowym, elektronicznymi układami sterowania i układami komputerowymi;
- c) jakąkolwiek kalibrację układu kontrolnego; lub
- d) wyniki dowolnej interakcji układów.

3.5. »Strategia kontroli emisji (ECS)« oznacza element lub zestaw elementów projektu, zawartego w ogólnym projekcie układu silnika lub pojazdu i wykorzystywanego do kontroli emisji.

3.6. »System kontroli emisji« oznacza elementy projektu i strategię kontroli emisji stworzone lub skalibrowane na potrzeby kontroli emisji.

3.7. »Rodzina silników« oznacza utworzoną przez producenta grupę silników zdefiniowaną w ogólnoświatowym przepisie technicznym na temat OCE nr 4 <sup>(2)</sup>.

3.8. »Uruchamianie silnika« oznacza proces od rozpoczęcia obrotu korbowodu do osiągnięcia przez silnik prędkości obrotowej  $150 \text{ min}^{-1}$  poniżej normalnej prędkości nagrzanego silnika na biegu jałowym (jak określono w pozycji »D« (drive) pojazdów wyposażonych w przekładnię automatyczną).

<sup>(1)</sup> Numeracja w niniejszym załączniku jest zgodna z numeracją ogólnoświatowego przepisu technicznego na temat OCE. Niektóre punkty ogólnoświatowego przepisu technicznego na temat OCE nie są jednak niezbędne do celów niniejszego załącznika.

<sup>(2)</sup> Procedury badań silników o zapłonie samoczynnym (ZS) i silników z zapłonem iskrowym (ZI) napędzanych gazem ziemnym (NG) lub gazem płynnym (LPG) w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń (ustanowione w Ogólnym Rejestrze dnia 15 listopada 2006 r.) Odniesienia do ogólnoświatowego przepisu technicznego nr 4 odnoszą się do dokumentu przyjętego dnia 15 listopada 2006 r. Późniejsze zmiany w ogólnoświatowym przepisie technicznym na temat WHDC muszą zostać poddane ocenie pod kątem ich zastosowania do niniejszego załącznika.

- 3.9. »Układ silnika« oznacza silnik, układ kontroli emisji oraz interfejs komunikacyjny (sprzęt i komunikaty) między elektronicznymi jednostkami sterowania układu silnika (ECU) i jakimkolwiek mechanizmem napędowym lub jednostką sterowania pojazdu.
- 3.10. »Nagrzewanie silnika« oznacza dostatecznie długie działanie silnika aby chłodziwo osiągnęło temperaturę minimalną co najmniej 70 °C.
- 3.11. »Regeneracja okresowa« oznacza proces regeneracji układu oczyszczania spalin, która zachodzi regularnie, zazwyczaj co najmniej raz na 100 godzin normalnej pracy silnika.
- 3.12. »Prędkość znamionowa« oznacza maksymalną prędkość silnika przy pełnym obciążeniu, na jaką pozwala regulator obrotów zgodnie z opisem producenta, lub, jeżeli nie istnieje taki regulator, prędkość przy której silnik wytwarza maksymalną moc, zgodnie z opisem producenta w dokumentacji handlowej i serwisowej.
- 3.13. »Emisje regulowane« oznaczają »zanieczyszczenia gazowe« zdefiniowane jako tlenek węgla, węglowodory lub węglowodory niemetanowe (zakładając stosunek  $\text{CH}_{1,85}$  dla oleju napędowego,  $\text{CH}_{2,525}$  dla LPG i  $\text{CH}_{2,93}$  dla NG, oraz zakładaną molekułę  $\text{CH}_3\text{O}_{0,5}$  dla silników Diesla zasilanych etanolem), metan (zakładając stosunek  $\text{CH}_4$  dla NG) i tlenki azotu (wyrażone w ekwiwalencie dwutlenku azotu ( $\text{NO}_2$ )) oraz »cząstki stałe« (PM) zdefiniowane jako wszelki materiał nagromadzony na określonym środku filtrującym po rozcieńczeniu spalin czystym, przefiltrowanym powietrzem do temperatury mierzonej bezpośrednio przed filtrem pomiędzy 315 K (42 °C) a 325 K (52 °C), są to przede wszystkim węgiel, skondensowane węglowodory oraz siarczany wraz z towarzyszącą im wodą.

#### 4. WYMAGANIA OGÓLNE

Każdy układ silnika i każdy element konstrukcji, który może mieć wpływ na emisję regulowanych zanieczyszczeń, jest tak zaprojektowany, skonstruowany, zmontowany i zainstalowany, aby umożliwić w warunkach normalnego użytkowania spełnianie przez silnik przepisów niniejszego regulaminu.

##### 4.1. Zakaz stosowania strategii nieracjonalnych

Układy silnika i pojazdy nie mogą być wyposażone w strategię nieracjonalne.

##### 4.2. Ogólnoświatowe zharmonizowane nieprzekraczalne wymagania dotyczące emisji (WNTE) (ang. *World-harmonized Not-To-Exceed emission requirement*)

W niniejszym załączniku zawarto wymaganie, by systemy silnika i pojazdy nie przekraczały wartości granicznych emisji WNTE przedstawionych w pkt 5.2. W badaniach laboratoryjnych zgodnie z pkt 7.4 żaden wynik badania nie może przekroczyć wartości granicznych emisji określonych w pkt 5.2.

#### 5. WYMAGANIA EKSPLOATACYJNE

##### 5.1. Strategie kontroli emisji

Strategie kontroli emisji należy zaplanować w taki sposób by układ silnika mógł przy normalnej eksploatacji spełnić wymogi zawarte w niniejszym załączniku. Normalna eksploatacja nie jest ograniczona do warunków działania określonych w pkt 6.

##### 5.1.1. Wymagania dotyczące podstawowych strategii kontroli emisji (BES)

BES nie dokonuje rozróżnienia pomiędzy działaniem na potrzeby odpowiedniego badania dla homologacji typu lub badania certyfikacyjnego a innym działaniem i zapewnia niższy poziom kontroli emisji w warunkach, które nie są zasadniczo uwzględnione w odpowiednim rodzaju badania na potrzeby odpowiedniego badania dla homologacji typu lub badania certyfikacyjnego.

### 5.1.2. Wymagania dotyczące pomocniczych strategii kontroli emisji (AES)

AES nie zmniejsza skuteczności układu kontroli emisji wobec BES w warunkach, które można napotkać przy normalnej eksploatacji silnika w działaniu, chyba że AES spełnia jeden z powyższych wyjątków:

- a) jej funkcjonowanie jest zasadniczo uwzględnione w odpowiednich badaniach dla homologacji typu lub badaniach certyfikacyjnych, w tym objętych przepisami na temat WNTE zawartymi w pkt 7;
- b) jest aktywowana na potrzeby ochrony silnika lub pojazdu przed uszkodzeniem lub wypadkiem;
- c) jest aktywowana wyłącznie podczas uruchamiania lub nagrzewania silnika, zgodnie z definicjami zawartymi w niniejszym załączniku;
- d) jej działanie ma zrównoważyć kontrolę jednego rodzaju emisji objętych przepisami w celu utrzymania kontroli nad innym rodzajem emisji objętych przepisami w konkretnych warunkach otoczenia lub warunkach eksploatacyjnych, które nie zostały zasadniczo uwzględnione w badaniach homologacji typu lub badaniach certyfikacyjnych. Ogólnym skutkiem takiej AES ma być rekompensowanie skutków ekstremalnych warunków otoczenia w sposób zapewniający akceptowalną kontrolę nad wszystkimi emisjami objętymi przepisami.

### 5.2. Ogólnoświatowe zharmonizowane nieprzekraczalne wymagania dotyczące emisji gazów i cząstek stałych

5.2.1. Emisje spalin nie mogą przekraczać odpowiednich wartości granicznych emisji WNTE określonych w pkt 5.2.2 kiedy silnik eksploatowany jest zgodnie z warunkami i procedurami przewidzianymi w pkt 6 i 7.

5.2.2. Odpowiednie wartości graniczne emisji WNTE określa się w następujący sposób:

Wartość graniczna emisji WNTE = wartość graniczna emisji WHTC + komponent WNTE

Gdzie:

»wartość graniczna emisji WHTC« to wartość graniczna emisji (EL) zatwierdzona w odniesieniu do silnika na mocy ogólnoswiatowego przepisu technicznego na temat WHDC oraz

»komponent WNTE« jest określany na podstawie równań 1–4 w pkt 5.2.3.

5.2.3. Odpowiednie komponenty WNTE określa się przy wykorzystaniu następujących równań, przy czym wartości graniczne emisji (EL) podaje się w g/kWh:

$$\text{Dla NO}_x: \quad \text{Komponent WNTE} = 0,25 \times \text{EL} + 0,1 \quad (1)$$

$$\text{Dla HC:} \quad \text{Komponent WNTE} = 0,15 \times \text{EL} + 0,07 \quad (2)$$

$$\text{Dla CO:} \quad \text{Komponent WNTE} = 0,20 \times \text{EL} + 0,2 \quad (3)$$

$$\text{Dla cząstek stałych:} \quad \text{Komponent WNTE} = 0,25 \times \text{EL} + 0,003 \quad (4)$$

W przypadku, kiedy odpowiednie wartości graniczne emisji są wyrażone w jednostkach innych niż g/kWh, addytywne stałe w równaniach należy przekształcić z g/kWh na odpowiednie jednostki.

Wartość komponentu WNTE należy zaokrąglić do liczby miejsc dziesiętnych wskazanej w odpowiedniej wartości granicznej zgodnie z metodą zaokrąglania ASTM E 29-06.

## 6. ODPOWIEDNIE WARUNKI OTOCZENIA I WARUNKI EKSPLOATACYJNE

Wartości graniczne WNTÉ mają zastosowanie przy:

- a) wszystkich wartościach ciśnienia atmosferycznego równych lub większych od 82,5 kPa;
- b) wszystkich temperaturach równych lub niższych od temperatury określonej przy pomocy równania 5 przy określonym ciśnieniu atmosferycznym:

$$T = -0,4514 \times (101,3 - p_b) + 311 \quad (5)$$

gdzie:

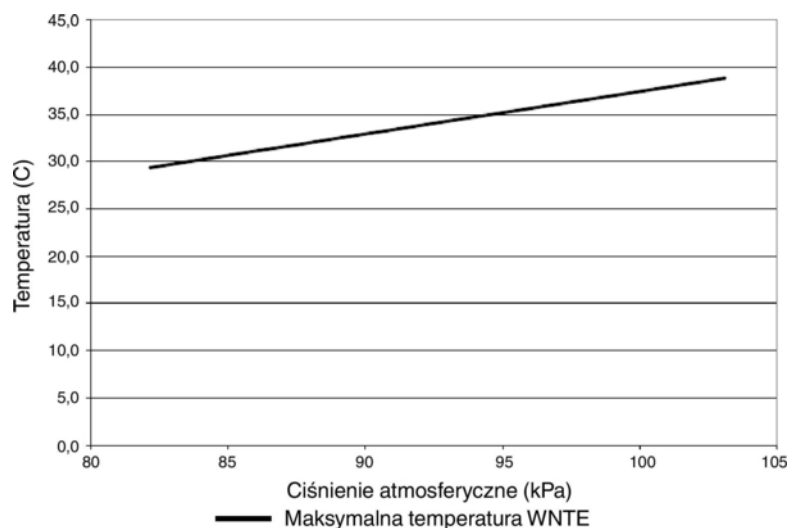
T to temperatura powietrza otaczającego, K

$p_b$  to ciśnienie atmosferyczne, kPa

- c) Temperatura chłodziwa silnika wynosi powyżej 343 K (70 °C).

Odpowiednie warunki odnoszące się do ciśnienia atmosferycznego i temperatury otoczenia pokazane są na rys. 1.

Zakres ciśnienia atmosferycznego i temperatury WNTÉ



Rysunek 1

**Przedstawienie ciśnienia atmosferycznego i temperatury**

## 7. METODOLOGIA OGÓLNOŚWIATOWYCH ZHARMONIZOWANYCH NIEPRZEKRACZALNYCH WYMAGAŃ

## 7.1. Obszar kontrolny ogólnościowych zharmonizowanych nieprzekraczalnych wymagań

Obszar kontrolny WNTÉ obejmuje prędkość obrotową silnika i punkty obciążenia zdefiniowane w pkt 7.1.1–7.1.6. Rysunek 2 przedstawia przykład obszaru kontrolnego WNTÉ.

## 7.1.1. Zakres prędkości obrotowej silnika

Obszar kontrolny WNTÉ obejmuje wszystkie prędkości eksploatacyjne pomiędzy 30. percentylem skumulowanego rozkładu prędkości w cyklu badania WHTC, w tym prędkością pracy bez obciążenia, ( $n_{30}$ ) i najwyższą prędkością, przy której moc silnika stanowi 70 procent mocy maksymalnej ( $n_{hi}$ ). Na rys. 3 przedstawiono przykład skumulowany rozkład częstotliwości prędkości WNTÉ dla konkretnego silnika.

## 7.1.2. Zakres momentu obrotowego silnika

Obszar kontrolny WNTÉ obejmuje wszystkie punkty obciążenia silnika o wartości momentu obrotowego co najmniej 30 % maksymalnej wartości momentu obrotowego danego silnika.

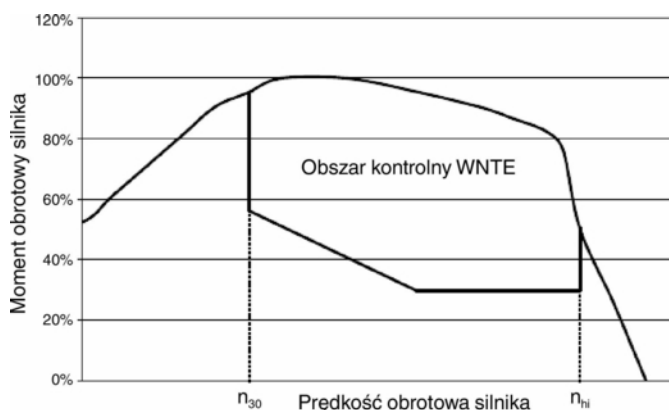
### 7.1.3. Zakres mocy silnika

Niezależnie od przepisów pkt 7.1.1 i 7.1.2 prędkość i punkty obciążenia poniżej 30 % wartości maksymalnej mocy silnika są wyłączone z obszaru kontroli WNTe w odniesieniu do wszystkich emisji.

### 7.1.4. Zastosowanie pojęcia rodziny silników

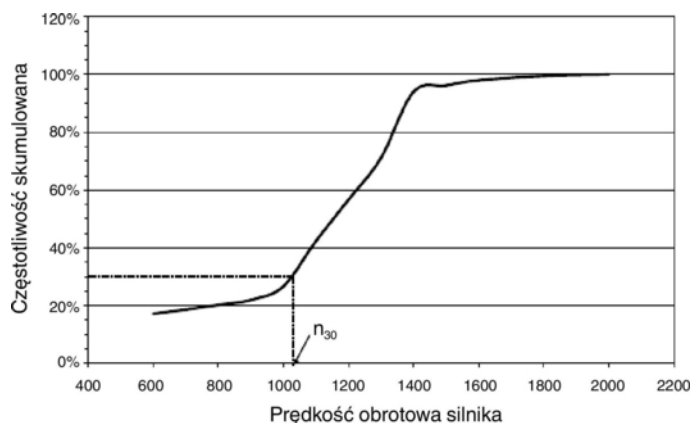
Zasadniczo każdy silnik z rodziny posiadający unikalny moment obrotowy/krzywą mocy ma swój indywidualny obszar kontroli WNTe. Na potrzeby badania rzeczywistego działania zastosowanie ma indywidualny obszar kontrolny danego silnika. Na potrzeby badania dla homologacji typu (badania certyfikacyjnego) w ramach pojęcia rodziny silników ogólnościowego przepisu technicznego na temat WHDC producent może opcjonalnie zastosować pojedynczy obszar kontroli WNTe dla rodziny silników pod następującymi warunkami:

- pojedynczy zakres prędkości obrotowej silnika obszaru kontrolnego WNTe może zostać wykorzystany jeżeli zmierzone prędkości obrotowe silnika  $n_{30}$  i  $n_{hi}$  mieszczą się w przedziale  $\pm 3\%$  prędkości obrotowej silnika deklarowanej przez producenta. Jeżeli dla którejkolwiek z prędkości obrotowych silnika tolerancja zostanie przekroczona, do określania obszaru kontrolnego WNTe wykorzystuje się zmierzone prędkości obrotowe silnika;
- pojedynczy zakres momentu obrotowego/mocy silnika obszaru kontrolnego WNTe może zostać wykorzystany jeśli obejmuje pełny zakres wartości znamionowej (od najwyższej do najniższej) rodziny silników. Dozwolone jest również grupowanie wartości znamionowych silników na różne obszary kontrolne WNTe.



Rysunek 2

#### Przykład obszaru kontrolnego WNTe



Rysunek 3

#### Przykład skumulowanego rozkładu częstotliwości prędkości WNTe

#### 7.1.5. Wyłączenie zgodności w odniesieniu do niektórych punktów eksploatacyjnych WNTE

Producent może wnioskować, by urząd homologacji wyłączył w trakcie badania dla homologacji typu/badania certyfikacyjnego punkty eksploatacyjne z obszaru kontrolnego WNTE zdefiniowane w pkt 7.1.1–7.1.4. Urząd homologacji może wyrazić zgodę na takie wyłączenie, jeśli producent wykaże, że silnik nie jest w stanie działać w takich punktach w żadnym układzie pojazdu.

#### 7.2. Minimalny okres trwania w przypadku konkretnego wydarzenia ogólnościowych zharmonizowanych nieprzekraczalnych wymagań dotyczących emisji oraz częstotliwość próbkowania

7.2.1. W celu określenia zgodności z wartościami granicznymi emisji określonymi w pkt 5.2 silnik musi być eksploatowany w obszarze kontrolnym WNTE zdefiniowanym w pkt 7.1, zaś jego emisje muszą być mierzone i integrowane przez okres co najmniej 30 sekund. Konkretnie wydarzenie WNTE definiuje się jako pojedynczy zestaw zintegrowanych emisji w pewnym okresie czasu. Przykładowo, jeśli silnik pracuje przez 65 kolejnych sekund w obszarze kontrolnym WNTE oraz warunkach otoczenia, stanowi to konkretne wydarzenie WNTE, a emisje uśredniane są przez cały okres 65 sekund. W przypadku badań laboratoryjnych stosuje się okres całkowania 7,5 sekundy.

7.2.2. W przypadku silników wyposażonych w układy kontroli emisji obejmujące regenerację okresową, jeśli regeneracja taka następuje w trakcie badania WNTE, wówczas okres uśredniania musi być co najmniej tak długi jak okres pomiędzy wydarzeniami pomnożony przez liczbę pełnych regeneracji w okresie próbkowania. Wymaganie to ma zastosowanie wyłącznie w odniesieniu do silników, które wytwarzają elektroniczny sygnał wskazujący początek regeneracji.

7.2.3. Wydarzenie WNTE to sekwencja danych zgromadzonych przy częstotliwości co najmniej 1 Hz w trakcie pracy silnika w obszarze kontrolnym WNTE przez minimalny okres trwania wydarzenia lub dłuższej. Dane dotyczące mierzonych emisji są uśredniane przez okres trwania każdego wydarzenia WNTE.

#### 7.3. Badanie rzeczywistego działania w odniesieniu do ogólnościowych zharmonizowanych nieprzekraczalnych wymagań

W przypadkach kiedy przepisy niniejszego załącznika są wykorzystywane jako podstawa do badań rzeczywistego działania, silnik eksploatowany jest w rzeczywistych warunkach działania. Wyniki badań pochodzące z zestawu wszystkich danych, które spełniają warunki zawarte w pkt 6, 7.1 i 7.2 wykorzystywane są do określenia zgodności z wartościami granicznymi emisji WNTE określonymi w pkt 5.2. Przyjmuje się, że emisje podczas niektórych wydarzeń WNTE mogą nie spełniać wartości granicznych emisji WNTE. Dlatego też należy określać i wdrażać metody statystyczne określające zgodność, spójne z pkt 7.2 i 7.3.

#### 7.4. Badanie laboratoryjne w odniesieniu do ogólnościowych zharmonizowanych nieprzekraczalnych wymagań

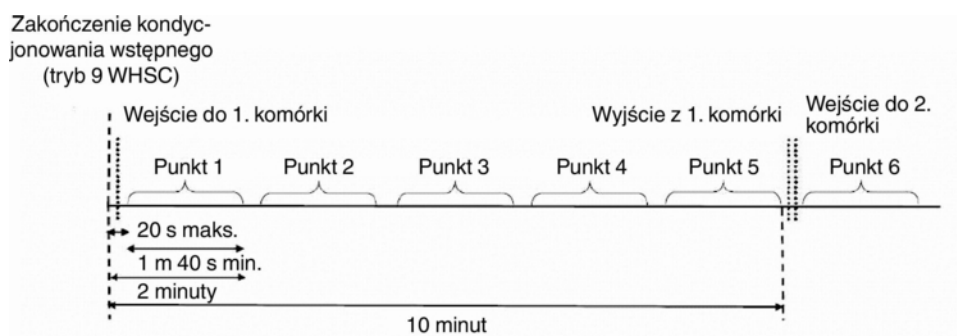
W przypadkach kiedy przepisy niniejszego załącznika są wykorzystywane jako podstawa do badań laboratoryjnych, zastosowanie mają następujące przepisy:

7.4.1. Konkretnie emisje masowe regulowanych zanieczyszczeń określa się na podstawie losowo wskazanych punktów badania rozmieszczonych w obszarze kontrolnym WNTE. Wszystkie punkty badania muszą mieścić się w 3 losowo wybranych komórkach siatki nałożonej na obszar kontrolny. Siatka składa się z 9 komórek w przypadku silników o prędkości znamionowej poniżej  $3\,000\text{ min}^{-1}$  oraz 12 komórek w przypadku prędkości znamionowej równej lub większej niż  $3\,000\text{ min}^{-1}$ . Siatki określa się w następujący sposób:

- zewnętrzne granice siatki odpowiadają obszarowi kontrolnemu WNTE;
- 2 linie pionowe w jednakowych odstępach między prędkościami obrotowymi silnika  $n_{30}$  i  $n_{hi}$  w odniesieniu do siatek 9-komórkowych lub 3 linie pionowe w jednakowych odstępach między prędkościami obrotowymi silnika  $n_{30}$  i  $n_{hi}$  w odniesieniu do siatek 12-komórkowych; oraz
- 2 linie w jednakowej odległości od momentu obrotowego silnika ( $1/3$ ) na każdej linii poziomej w obszarze kontrolnym WNTE.

Przykłady siatek zastosowanych w konkretnych silnikach pokazano na rysunkach 5 i 6.

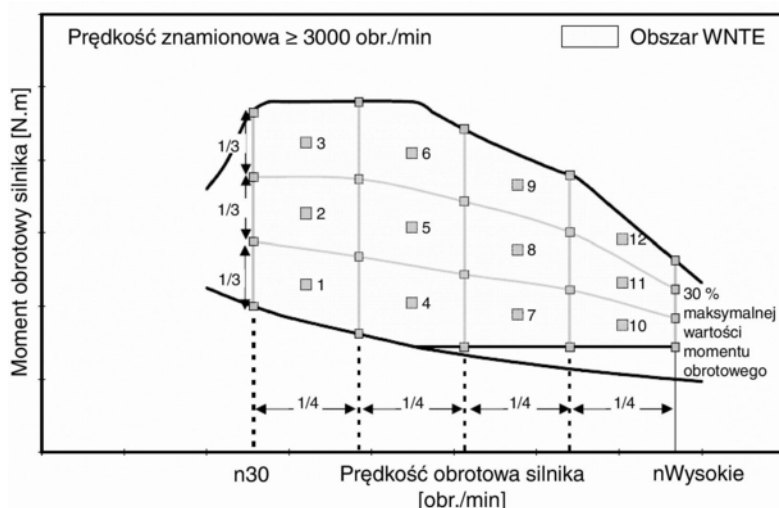
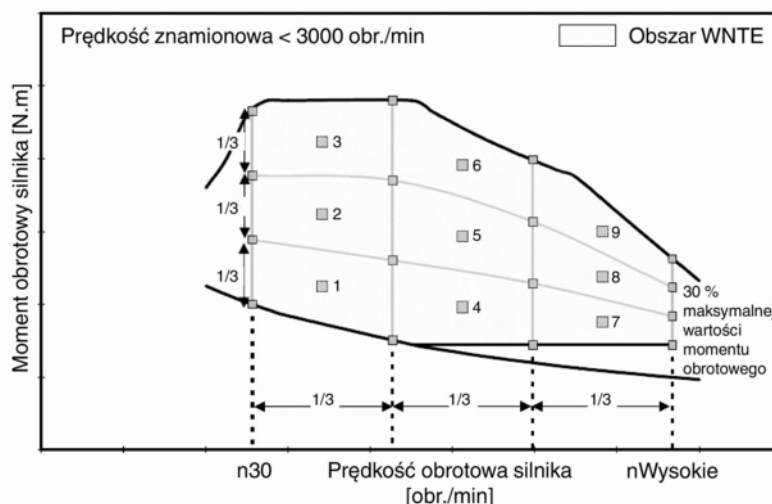
- 7.4.2. Każda z 3 wybranych komórek siatki musi zawierać 5 losowych punktów badania, tak więc w obszarze kontrolnym WNTE badanych jest 15 losowych punktów badania. Każda komórka badana jest sekwencyjnie; dlatego też przed przejściem do kolejnej komórki siatki bada się wszystkie 5 punktów w jednej komórce siatki. Punkty badania łączone są w pojedynczy liniowy cykl badania w warunkach ustalonych.
- 7.4.3. Kolejność badania komórek siatki oraz kolejność badania punktów w ramach jednej komórki siatki wyznacza się losowo. 3 poddawane badaniu komórki siatki, 15 punktów badania oraz kolejność punktów w komórce siatki wybierane są przez organ udzielający homologacji lub urząd certyfikujący, które stosują uznane metody statystyczne randomizacji.
- 7.4.4. Średnie wartości konkretnych emisji masowych zanieczyszczeń gazowych podlegających uregulowaniom nie mogą przekraczać wartości granicznych WNTE określonych w pkt 5.2 przy pomiarze dowolnego cyklu w komórce siatki z 5 punktami badania.
- 7.4.5. Średnie wartości konkretnych emisji masowych regulowanych zanieczyszczeń pyłowych podlegających uregulowaniom nie mogą przekraczać wartości granicznych WNTE określonych w pkt 5.2 przy pomiarze cyklu wszystkich 15 punktów.
- 7.5. Procedura badania laboratoryjnego
- 7.5.1. Po zakończeniu cyklu WHSC silnik jest poddawany kondycjonowaniu wstępnemu w trybie 9 WHSC przez okres trzech minut. Sekwencja badawcza rozpoczyna się natychmiast po zakończeniu etapu kondycjonowania wstępnego.
- 7.5.2. Silnik pracuje przez 2 minuty w każdym losowym punkcie badania. Okres ten obejmuje linię z poprzedniego punktu warunków ustalonych. Przejścia pomiędzy punktami badania muszą być linearne dla prędkości obrotowej silnika oraz obciążenia i trwają  $20 \pm 1$  sekund.
- 7.5.3. Całkowity czas badania, od jego początku do końca, wynosi 30 minut. Badanie każdego zestawu 5 wybranych losowo punktów w komórce siatki powinno trwać 10 minut mierzonych od rozpoczęcia linii wejścia do pierwszego punktu do końca pomiaru w warunkach ustalonych w punkcie piątym. Rysunek 5 ilustruje sekwencję procedury badania.
- 7.5.4. Badanie laboratoryjne WNTE musi odpowiadać walidacyjnym danym statystycznym wskazanym w pkt 7.7.2 ogólnoświatowego przepisu technicznego na temat WHDC.
- 7.5.5. Pomiar emisji przeprowadza się zgodnie z pkt 7.8 ogólnoświatowego przepisu technicznego na temat WHDC.
- 7.5.6. Obliczenie wyników badania przeprowadza się zgodnie z pkt 8 ogólnoświatowego przepisu technicznego na temat WHDC.



Rysunek 4

Schematyczny obraz początku cyklu badawczego WNTE





Rysunki 5 i 6

## Siatka cyklu badawczego WNT E

## 7.6. Zaokrąglanie

Każdy wynik końcowy badania zaokrąglany jest za jednym razem do liczby miejsc dziesiętnych wskazanej w odpowiedniej normie emisji WHDC z jedną dodatkową cyfrą, zgodnie z ASTM E 29-06. Nie wolno zaokrąślać wartości pośrednich prowadzących do ostatecznego wyniku dotyczącego jednostkowych emisji.

## 8. BRAKI W ODNIESIENIU DO OGÓLNOŚWIATOWYCH ZHARMONIZOWANYCH NIEPRZEKRACZALNYCH WYMAGAŃ

Pojęcie braku umożliwia zatwierdzenie silnika jako zgodnego z regulaminem nawet jeśli nie są spełnione konkretne wymagania o ograniczonym zakresie. Przepis o braku w odniesieniu do WNT E umożliwia producentowi wnioskowanie o zwolnienie z wymogów WNT E dotyczących emisji w konkretnych warunkach, takich jak ekstremalne temperatury otoczenia lub trudne warunki eksploatacji, w których pojazdy nie osiągają wystarczającego przebiegu.

## 9. WYŁĄCZENIA OGÓLNOŚWIATOWYCH ZHARMONIZOWANYCH NIEPRZEKRACZALNYCH WYMAGAŃ

Pojęcie wyłączenia WNT E to zestaw warunków technicznych, w których nie mają zastosowania wartości graniczne emisji WNT E przedstawione w niniejszym załączniku. Wyłączenie WNT E dotyczy wszystkich producentów silników i pojazdów.

Wyłączenie WNTE może mieć miejsce w szczególności przy wprowadzaniu bardziej surowych wartości granicznych emisji. Przykładowo, wyłączenie WNTE może być konieczne jeśli urząd homologacji ustali, że w pewnych przypadkach eksploatacji silnika lub pojazdu nie ma możliwości osiągnięcia wartości granicznych WNTE w obszarze kontrolnym WNTE. W takiej sytuacji urząd homologacji może uznać, że producenci silników nie muszą wnioskować o brak w odniesieniu do WNTE dla takiego działania oraz że właściwe jest przyznanie wyłączenia WNTE. Urząd homologacji może określić zarówno zakres zwolnienia w odniesieniu do wymogów WNTE, jak i okres, w którym zwolnienie ma zastosowanie.

#### 10. OŚWIADCZENIE O ZGODNOŚCI EMISJI POZA CYKLEM BADANIA

Wnosząc o homologację lub homologację typu producent przedstawia oświadczenie, że rodzina silników lub pojazd spełnia wymagania zawarte w niniejszym ogólnoswiatowym przepisie technicznym na temat OCE. Weryfikacja zgodności z wartościami granicznymi WNTE oparta jest na takim oświadczeniu oraz na dodatkowych badaniach i procedurach homologacji określonych przez Umawiające się Strony.

##### 10.1. Przykładowe oświadczenie o zgodności emisji poza cyklem badania

Poniżej zamieszczono przykładowe oświadczenie o zgodności emisji:

»(Nazwa producenta) zaświadcza, że silniki w tej rodzinie silników spełniają wszystkie wymagania zawarte w niniejszym załączniku. (Nazwa producenta) składa to oświadczenie w dobrej wierze, po przeprowadzeniu odpowiedniej oceny inżynierskiej emisji produkowanych przez silniki w danej rodzinie silników w odpowiednim zakresie warunków eksploatacyjnych i warunków otoczenia.«

##### 10.2. Podstawa do oświadczenia o zgodności emisji poza cyklem badania

Producent prowadzi w swoim zakładzie rejestry zawierające wszystkie dane z badań, analizy inżynierskie i inne informacje stanowiące podstawę do oświadczenia o zgodności emisji poza cyklem badania. Producent przedkłada takie informacje urzędowi certyfikującemu lub urzędowi homologacji na jego wniosek.

#### 11. DOKUMENTACJA

Urząd homologacji może zażądać od producenta przedłożenia kompletu dokumentów. Zestaw ten powinien zawierać opisy każdego elementu projektu i strategii kontroli emisji układu silnikowego, a także środki kontroli zmiennych wyjściowych i informację, czy kontrola jest pośrednia, czy bezpośrednia.

Informacja ta może zawierać pełen opis strategii kontroli emisji. Może również zawierać informacje na temat działania wszystkich AES i BES, w tym opis parametrów modyfikowanych przez dowolne AES oraz warunków granicznych działania AES, jak również wskazanie, które AES i BES działają w warunkach przeprowadzania procedur badania opisanych w niniejszym załączniku.”

---