

II

(Akty o charakterze nieustawodawczym)

ROZPORZĄDZENIA

ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) 2016/646

z dnia 20 kwietnia 2016 r.

zmieniające rozporządzenie (WE) nr 692/2008 w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z lekkich pojazdów pasażerskich i użytkowych (Euro 6)

(Tekst mający znaczenie dla EOG)

KOMISJA EUROPEJSKA,

uwzględniając Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej,

uwzględniając rozporządzenie (WE) nr 715/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie homologacji typu pojazdów silnikowych w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z lekkich pojazdów pasażerskich i użytkowych (Euro 5 i Euro 6) oraz w sprawie dostępu do informacji dotyczących naprawy i utrzymania pojazdów ⁽¹⁾, w szczególności jego art. 5 ust. 3,

a także mając na uwadze, co następuje:

- (1) Rozporządzenie (WE) nr 715/2007 stanowi jeden z oddzielnych aktów prawnych odnoszących się do procedury homologacji typu określonej w dyrektywie 2007/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady ⁽²⁾.
- (2) Zgodnie z rozporządzeniem (WE) nr 715/2007 nowe pojazdy lekkie muszą spełniać wymogi dotyczące określonych wartości granicznych emisji. Rozporządzenie to określa również dodatkowe wymogi w zakresie dostępu do informacji. Szczegółowe przepisy techniczne niezbędne do wykonania tego rozporządzenia przyjęto rozporządzeniem Komisji (WE) nr 692/2008 ⁽³⁾.
- (3) Komisja przeprowadziła szczegółową analizę procedur, testów i wymogów homologacji typu, które są określone w rozporządzeniu (WE) nr 692/2008, na podstawie własnych badań i informacji zewnętrznych, i stwierdziła, że poziom emisji pochodzących z rzeczywistego ruchu drogowego pojazdów Euro 5/6 znacznie przekracza wartości emisji zmierzone w regulacyjnym nowym europejskim cyklu jezdny (New European Driving Cycle, NEDC), w szczególności w odniesieniu do emisji NO_x z pojazdów napędzanych olejem napędowym.
- (4) Wymagania dla homologacji typu pojazdów silnikowych w zakresie emisji stopniowo uległy znacznemu zaostrzeniu w związku z wprowadzeniem i późniejszą zmianą norm Euro. Chociaż, jeśli chodzi o pojazdy w ujęciu ogólnym, dokonano znacznych redukcji emisji w odniesieniu do wszystkich zanieczyszczeń podlegających uregulowaniom, nie dotyczy to emisji NO_x z silników Diesla (w szczególności pojazdów lekkich). Należy zatem podjąć działania, aby zaradzić tej sytuacji.
- (5) „Urządzenia ograniczające skuteczność działania” zdefiniowane w art. 3 ust. 10 rozporządzenia (WE) nr 715/2007 zmniejszające poziom kontroli emisji są zabronione. Ostatnie wydarzenia uwydatniły potrzebę lepszego egzekwowania przepisów w tym zakresie. W związku z tym należy wprowadzić wymóg lepszego

⁽¹⁾ Dz.U. L 171 z 29.6.2007, s. 1.

⁽²⁾ Dyrektywa 2007/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 września 2007 r. ustanawiająca ramy dla homologacji pojazdów silnikowych i ich przyczep oraz układów, części i oddzielnych zespołów technicznych przeznaczonych do tych pojazdów (dyrektywa ramowa) (Dz.U. L 263 z 9.10.2007, s. 1).

⁽³⁾ Rozporządzenie Komisji (WE) nr 692/2008 z dnia 18 lipca 2008 r. wykonujące i zmieniające rozporządzenie (WE) nr 715/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie homologacji typu pojazdów silnikowych w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z lekkich pojazdów pasażerskich i użytkowych (Euro 5 i Euro 6) oraz w sprawie dostępu do informacji dotyczących naprawy i utrzymania pojazdów (Dz.U. L 199 z 28.7.2008, s. 1).

nadzorowania strategii kontroli emisji stosowanej przez producenta podczas homologacji typu, zgodnie z zasadami już stosowanymi w przypadku pojazdów ciężarowych na podstawie rozporządzenia Euro VI (WE) nr 595/2009 i jego przepisów wykonawczych.

- (6) Rozwiązanie problemu emisji NO_x z pojazdów z silnikiem Diesla powinno przyczynić się do zmniejszenia obecnych wysokich poziomów stężenia NO₂ w powietrzu atmosferycznym, które stanowią poważny problem dla zdrowia ludzkiego.
- (7) W styczniu 2011 r. Komisja powołała grupę roboczą z udziałem wszystkich zainteresowanych stron w celu opracowania procedury badania emisji w rzeczywistych warunkach jazdy (ang. real driving emission – RDE), która lepiej odzwierciedlałaby wielkość emisji faktycznie mierzonych na drodze. W tym celu, po szczegółowych dyskusjach technicznych, przyjęto wariant przedstawiony w rozporządzeniu (WE) nr 715/2007, tj. zastosowanie przenośnych systemów pomiaru emisji (PEMS) i nieprzekraczalnych limitów (NTE).
- (8) Jak uzgodniono z zainteresowanymi stronami w ramach procesu CARS 2020 ⁽¹⁾ procedury badań RDE należy wprowadzić w dwóch etapach: w pierwszym okresie przejściowym procedury badań powinny być stosowane tylko do celów monitorowania, a następnie należy je stosować wraz z wiążącymi ilościowymi wymogami RDE do wszystkich nowych homologacji typu i nowych pojazdów.
- (9) Procedury badań RDE wprowadzono rozporządzeniem Komisji (UE) 2016/427 ⁽²⁾. Obecnie należy ustanowić ilościowe wymogi RDE w celu ograniczenia emisji z rury wydechowej we wszystkich normalnych warunkach użytkowania zgodnie z wartościami granicznymi emisji określonymi w rozporządzeniu (WE) nr 715/2007. W tym celu należy wziąć pod uwagę statystyczną i techniczną niepewność procedur pomiarowych.
- (10) Aby umożliwić producentom stopniowe dostosowanie się do zasad RDE, ostateczne ilościowe wymogi RDE powinny być wprowadzane w dwóch kolejnych etapach. W pierwszym etapie, który powinien zacząć obowiązywać po upływie 4 lat od terminów obowiązkowego stosowania normy Euro 6, należy stosować współczynnik zgodności 2,1. Drugi etap powinien nastąpić 1 rok i 4 miesiące po pierwszym etapie i powinien wymagać pełnego przestrzegania wartości granicznej emisji NO_x wynoszącej 80 mg/km określonej w rozporządzeniu (WE) nr 715/2007 powiększonej o pewien margines, biorąc pod uwagę dodatkowe niepewności pomiaru związane ze stosowaniem przenośnych systemów pomiaru emisji (PEMS).
- (11) O ile ważne jest, by badania RDE potencjalnie obejmowały wszystkie możliwe sytuacje drogowe, należy unikać sytuacji, w których badane pojazdy prowadzone są w sposób tendencyjny, tj. z zamiarem uzyskania pozytywnego lub negatywnego wyniku badania nie wynikającego z parametrów technicznych pojazdu, ale z bardzo nietypowego stylu jazdy. Aby zapobiec takim sytuacjom, wprowadza się zatem uzupełniające warunki brzegowe dla badań RDE.
- (12) Ze względu na swój charakter warunki jazdy występujące podczas poszczególnych przejazdów PEMS nie mogą w pełni odpowiadać „normalnym warunkom użytkowania pojazdu”. Natężenie kontroli emisji podczas takich przejazdów może się zatem różnić. W związku z tym i w celu uwzględnienia niepewności statystycznych i technicznych procedur pomiarowych, w przyszłości można rozważyć odzwierciedlenie w limitach emisji NTE mających zastosowanie do indywidualnych przejazdów PEMS właściwości tych przejazdów, określonych przez pewne wymierne parametry, np. związane z dynamiką jazdy lub obciążeniem. W przypadku zastosowania tej zasady nie może ona prowadzić do osłabienia wpływu na środowisko i skuteczności procedur badań RDE, co należy wykazać badaniem naukowym poddanym wzajemnej ocenie. Ponadto przy ocenie natężenia kontroli emisji podczas przejazdu PEMS należy uwzględniać jedynie parametry, które mogą być uzasadnione obiektywnymi względami naukowymi, a nie tylko kalibracją silnika, urządzeń kontroli zanieczyszczeń lub układów kontroli emisji.
- (13) Wreszcie, uznając potrzebę kontroli emisji NO_x w warunkach miejskich, należy rozpatrzyć w trybie pilnym zmianę względnej wagi części badania RDE w terenie miejskim, wiejskim i na autostradzie, aby zapewnić możliwość osiągnięcia w praktyce niskiego współczynnika zgodności, tworząc dodatkowy warunek brzegowy dotyczący dynamiki jazdy w trzecim pakiecie regulacyjnym RDE, powyżej którego rozszerzone warunki są stosowane od dat wprowadzenia etapu 1.

⁽¹⁾ Komunikat Komisji Europejskiej do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów CARS 2020: Plan działania na rzecz konkurencyjnego i zrównoważonego przemysłu motoryzacyjnego w Europie (COM(2012) 636 final).

⁽²⁾ Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/427 z dnia 10 marca 2016 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 692/2008 w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z lekkich pojazdów pasażerskich i użytkowych (Euro 6) (Dz.U. L 82 z 31.3.2016, s. 1).

- (14) Komisja prowadzi stały przegląd przepisów dotyczących procedury badań RDE i dostosowuje te przepisy, aby uwzględnić nowe technologie motoryzacyjne oraz zapewnić ich skuteczność. Komisja dokonuje również corocznego przeglądu właściwego poziomu ostatecznego współczynnika zgodności w świetle postępu technicznego. W szczególności dokonuje ona przeglądu dwóch alternatywnych metod oceny danych dotyczących emisji PEMS określonych w dodatkach 5 i 6 do załącznika IIIA do rozporządzenia (WE) nr 692/2008 w celu opracowania jednej metody.
- (15) W związku z tym należy odpowiednio zmienić rozporządzenie (WE) nr 692/2008.
- (16) Środki przewidziane w niniejszym rozporządzeniu są zgodne z opinią Komitetu Technicznego ds. Pojazdów Silnikowych,

PRZYJMUJE NINIEJSZE ROZPORZĄDZENIE:

Artykuł 1

W rozporządzeniu (WE) nr 692/2008 wprowadza się następujące zmiany:

1) w art. 2 dodaje się pkt 43 i 44 w brzmieniu:

„43. »podstawowa strategia emisji« (zwana dalej »BES«) oznacza strategię emisji aktywną w całym zakresie eksploatacyjnym prędkości i obciążenia silnika, o ile nie zostanie aktywowana pomocnicza strategia emisji;

44. »pomocnicza strategia emisji« (zwana dalej »AES«) oznacza strategię emisji, która staje się aktywna i zastępuje lub zmienia BES w określonym celu i w reakcji na określony zbiór warunków otoczenia lub warunków eksploatacyjnych oraz pozostaje aktywna tylko w czasie występowania takich warunków.”;

2) w art. 3 ust. 10 akapit trzeci otrzymuje brzmienie:

„W okresie do trzech lat po datach określonych w art. 10 ust. 4 i do czterech lat po datach określonych w art. 10 ust. 5 rozporządzenia (WE) nr 715/2007 stosuje się następujące przepisy:”;

3) art. 3 ust. 10 lit. a) otrzymuje brzmienie:

„Nie stosuje się wymogów określonych w pkt 2.1 załącznika IIIA.”;

4) w art. 5 dodaje się ust. 11 i 12 w brzmieniu:

„11. Producent dostarcza również poszerzony pakiet dokumentacji zawierający następujące informacje:

a) informacje o działaniu wszystkich AES i BES, w tym opis parametrów modyfikowanych przez dowolną AES oraz warunki brzegowe działania AES, a także wskazanie AES i BES, które prawdopodobnie będą aktywne w warunkach procedur badawczych określonych w niniejszym rozporządzeniu;

b) opis elektroniki kontroli układu paliwowego, strategii ustawiania rozrzędu oraz punktów przełączania w czasie wszystkich trybów pracy.

12. Poszerzony pakiet dokumentacji, o którym mowa w ust. 11, pozostaje ściśle poufny. Może go przechowywać organ udzielający homologacji lub, według uznania takiego organu, producent. Jeśli pakiet dokumentacji przechowuje producent, po dokonaniu jego przeglądu i zatwierdzenia organ udzielający homologacji opatruje go identyfikatorem i datą. Pakiet jest udostępniany do wglądu organowi udzielającemu homologacji w czasie homologacji lub w dowolnym terminie w okresie ważności homologacji.”;

5) dodatek 6 do załącznika I zmienia się zgodnie z załącznikiem I do niniejszego rozporządzenia;

6) załącznik IIIA zmienia się zgodnie z załącznikiem II do niniejszego rozporządzenia.

Artykuł 2

Niniejsze rozporządzenie wchodzi w życie dwudziestego dnia po jego opublikowaniu w *Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej*.

Niniejsze rozporządzenie wiąże w całości i jest bezpośrednio stosowane we wszystkich państwach członkowskich.

Sporządzono w Brukseli dnia 20 kwietnia 2016 r.

W imieniu Komisji
Jean-Claude JUNCKER
Przewodniczący

ZAŁĄCZNIK I

W tabeli 1 w dodatku 6 do załącznika I do rozporządzenia (WE) nr 692/2008 wprowadza się następujące zmiany:

1) wiersze ZD, ZE, ZF otrzymują brzmienie:

„ZD	Euro 6c	Euro 6-2	M, N1 klasa I	PI, CI		1.9.2018	31.8.2019
ZE	Euro 6c	Euro 6-2	N1 klasa II	PI, CI		1.9.2019	31.8.2020
ZF	Euro 6c	Euro 6-2	N1 klasa III, N2	PI, CI		1.9.2019	31.8.2020”

2) po wierszu ZF dodaje się wiersze w brzmieniu:

„ZG	Euro 6d-TEMP	Euro 6-2	M, N1 klasa I	PI, CI	1.9.2017	1.9.2019	31.12.2020
ZH	Euro 6d-TEMP	Euro 6-2	N1 klasa II	PI, CI	1.9.2018	1.9.2020	31.12.2021
ZI	Euro 6d-TEMP	Euro 6-2	N1 klasa III, N2	PI, CI	1.9.2018	1.9.2020	31.12.2021
ZJ	Euro 6d	Euro 6-2	M, N1 klasa I	PI, CI	1.1.2020	1.1.2021	
ZK	Euro 6d	Euro 6-2	N1 klasa II	PI, CI	1.1.2021	1.1.2022	
PLN	Euro 6d	Euro 6-2	N1 klasa III, N2	PI, CI	1.1.2021	1.1.2022”	

3) w objaśnieniach do tabeli po akapicie dotyczącym „normy emisji Euro 6b” dodaje się akapity w brzmieniu:

„Norma emisji Euro 6c» = wszystkie wymogi dotyczące emisji Euro 6, ale bez ilościowych wymogów RDE, tj. norma emisji Euro 6b, końcowe normy liczby cząstek stałych dla pojazdów z silnikiem o zapłonie wymuszonym, użycie paliwa wzorcowego E10 i B7 (w odpowiednich przypadkach), oceniane w regulacyjnym cyklu badań laboratoryjnych oraz badanie RDE tylko do celów monitorowania (bez stosowania limitów emisji NTE);

»Norma emisji Euro 6d-TEMP« = wszystkie wymogi dotyczące emisji Euro 6, tj. norma emisji Euro 6b, końcowe normy liczby cząstek stałych dla pojazdów z silnikiem o zapłonie wymuszonym, użycie paliwa wzorcowego E10 i B7 (w odpowiednich przypadkach), oceniane w regulacyjnym cyklu badań laboratoryjnych oraz badanie RDE w odniesieniu do tymczasowych współczynników zgodności”;

4) w objaśnieniach do tabeli akapit dotyczący normy emisji „Euro 6c”, otrzymuje brzmienie:

„Norma emisji Euro 6d« = wszystkie wymogi dotyczące emisji Euro 6, tj. norma emisji Euro 6b, końcowe normy liczby cząstek stałych dla pojazdów z silnikiem o zapłonie wymuszonym, użycie paliwa wzorcowego E10 i B7 (w odpowiednich przypadkach) oceniane w regulacyjnym cyklu badań laboratoryjnych oraz badanie RDE w odniesieniu do końcowych współczynników zgodności”;

ZAŁĄCZNIK II

W załączniku IIIA do rozporządzenia (WE) nr 692/2008 wprowadza się następujące zmiany:

1) ppkt 2.1 otrzymuje brzmienie:

„2.1. Nieprzekraczalne limity emisji

Przez cały normalny okres użytkowania typu pojazdu homologowanego zgodnie z rozporządzeniem (WE) nr 715/2007 jego emisje określone zgodnie z wymogami niniejszego załącznika i emitowane podczas dowolnego badania RDE przeprowadzonego zgodnie z wymogami niniejszego załącznika nie mogą być większe niż następujące nieprzekraczalne wartości (NTE):

$$NTE_{\text{pollutant}} = CF_{\text{pollutant}} \times TF(p_1, \dots, p_n) \times \text{EURO-6}$$

gdzie EURO-6 oznacza obowiązujące wartości graniczne emisji Euro 6 określone w tabeli 2 w załączniku I do rozporządzenia (WE) nr 715/2007.”;

2) dodaje się ppkt 2.1.1, 2.1.2 i 2.1.3 w brzmieniu:

„2.1.1. Końcowe współczynniki zgodności

Współczynnik zgodności $CF_{\text{pollutant}}$ dla danych zanieczyszczeń jest określony następująco:

Zanieczy- szczenie	Masa tlenków azotu (NOx)	Liczba cząstek stałych (PN)	Masa tlenku węglu (CO) ⁽¹⁾	Całkowita masa węglowodorów (THC)	Łączna masa węglowo- dorów i tlenków azotu (THC + NOx)
$CF_{\text{pollutant}}$	1 + <i>marginies</i> , przy czym <i>marginies</i> = 0,5	do ustalenia	—	—	—

⁽¹⁾ Emisje CO należy mierzyć i rejestrować podczas badań RDE.

»*Marginies*« jest parametrem uwzględniającym dodatkowe niepewności pomiaru wprowadzone przez sprzęt PEMS, podlegający corocznemu przeglądowi, który jest zmieniany w wyniku poprawy jakości procedur PEMS lub postępu technicznego.

2.1.2. Końcowe współczynniki zgodności

W drodze wyjątku od przepisów ppkt 2.1.1, w okresie 5 lat i 4 miesiące po datach określonych w art. 10 ust. 4 i 5 rozporządzenia (WE) nr 715/2007 i na wniosek producenta, mogą obowiązywać następujące tymczasowe współczynniki zgodności:

Zanieczy- szczenie	Masa tlenków azotu (NOx)	Liczba cząstek stałych (PN)	Masa tlenku węglu (CO) ⁽¹⁾	Całkowita masa węglowodorów (THC)	Łączna masa węglowo- dorów i tlenków azotu (THC + NOx)
$CF_{\text{pollutant}}$	2,1	do ustalenia	—	—	—

⁽¹⁾ Emisje CO należy mierzyć i rejestrować podczas badań RDE.

Stosowanie tymczasowych współczynników zgodności musi być zapisane w świadectwie zgodności pojazdu.

2.1.3. Funkcje przesyłu

Funkcja przesyłu $TF(p_1, \dots, p_n)$, o której mowa w ppkt 2.1, jest równa 1 dla całego zakresu parametrów p_i ($i = 1, \dots, n$).

Jeżeli funkcja przesyłu $TF(p_1, \dots, p_n)$ zostaje zmieniona, należy tego dokonać w sposób, który nie wpływa niekorzystnie na środowisko i skuteczność procedur badawczych RDE. W szczególności musi być spełniony warunek:

$$\int TF(p_1, \dots, p_n) * Q(p_1, \dots, p_n) dp = \int Q(p_1, \dots, p_n) dp$$

gdzie:

- dp stanowi całość całej przestrzeni parametrów p_i ($i = 1, \dots, n$)
- $Q(p_1, \dots, p_n)$ oznacza gęstość prawdopodobieństwa zdarzenia odpowiadającego parametrom p_i ($i = 1, \dots, n$) w warunkach rzeczywistej jazdy.”;

3) dodaje się ppkt 3.1.0 w brzmieniu:

„3.1.0. Wymogi określone w ppkt 2.1 muszą być spełnione dla całego przejazdu PEMS i jego części miejskiej. Wedle uznania producenta należy spełnić wymogi przynajmniej jednego z dwóch poniższych punktów:

3.1.0.1. $M_{gas,d,t} \leq NTE_{pollutant}$ i $M_{gas,d,u} \leq NTE_{pollutant}$ zgodnie z definicjami ppkt 2.1 niniejszego załącznika oraz ppkt 6.1 i 6.3 dodatku 5 i przy ustawieniu $gas = pollutant$.

3.1.0.2. $M_{w,gas,d} \leq NTE_{pollutant}$ i $M_{w,gas,d,U} \leq NTE_{pollutant}$ zgodnie z definicjami ppkt 2.1 niniejszego załącznika oraz ppkt 3.9 dodatku 6 i przy ustawieniu $gas = pollutant$.”;

4) skreśla się ppkt 5.3;

5) ppkt 5.4 otrzymuje brzmienie:

„5.4. Warunki dynamiczne

Warunki dynamiczne obejmują wpływ nachylenia drogi, przedniego wiatru i dynamiki jazdy (przyspieszania, zwalniania) oraz systemów pomocniczych na zużycie energii i emisje badanego pojazdu. Weryfikację normalności warunków dynamicznych przeprowadza się po zakończeniu badania, wykorzystując zapisane dane z PEMS. Weryfikacja ta przeprowadzana jest w dwóch etapach:

5.4.1. Ogólną nadwyżkę lub niedobór dynamiki jazdy w trakcie przejazdu sprawdza się przy użyciu metod opisanych w dodatku 7a do niniejszego załącznika.

5.4.2. Jeśli na podstawie weryfikacji zgodnych z ppkt 5.4.1 uznaje się ważność przejazdu, należy zastosować metody weryfikowania normalności warunków dynamicznych określone w dodatkach 5 i 6 do niniejszego załącznika. Każda metoda obejmuje odniesienie dla warunków dynamicznych, zakresy wokół punktu odniesienia oraz wymogi dotyczące minimalnego zakresu dla zapewnienia ważności badania.”;

6) ppkt 6.8 otrzymuje brzmienie:

„6.8. Średnia prędkość (łącznie z zatrzymaniami) części przejazdu obejmującej jazdę miejską powinna wynosić od 15 do 40 km/h. Okresy zatrzymania, zdefiniowane jako jazda z prędkością mniejszą niż 1 km/h, muszą stanowić 6–30 % czasu trwania jazdy w terenie miejskim. Jazda w terenie miejskim musi obejmować kilka okresów zatrzymania trwających 10 s lub dłużej. Jeżeli okres zatrzymania trwa dłużej niż 180 s, wyłącza się z oceny emisje w czasie 180 s po takim zbyt długim okresie zatrzymania.”;

7) w ppkt 6.11 dodaje się zdanie w brzmieniu:

„Ponadto proporcjonalne skumulowane zwiększenie dodatniej wysokości bezwzględnej musi być mniejsze niż 1 200 m/100 km i musi być ustalone zgodnie z dodatkiem 7b.”;

8) ppkt 9.5 otrzymuje brzmienie:

„9.5. Jeśli w danym przedziale czasu warunki otoczenia są rozszerzane zgodnie z ppkt 5.2, emisje w tym konkretnym przedziale czasu, obliczone zgodnie z dodatkiem 4, dzieli się przez wartość 1,6, przed dokonaniem ich oceny pod kątem zgodności z wymogami niniejszego załącznika.”;

9) w dodatku 1 wprowadza się następujące zmiany:

a) w ppkt 3.4.6 dodaje się zdanie w brzmieniu:

„Zezwala się na zasilanie z akumulatora pojazdu wszelkiego oświetlenia związanego z bezpieczeństwem osprzętu i instalacji części składowych PEMS na zewnątrz kabiny pojazdu.”;

b) w ppkt 4.5 dodaje się zdanie w brzmieniu:

„Aby zminimalizować dryft analizatora, należy przeprowadzić kalibrację zerową i zakresową analizatorów w temperaturze otoczenia możliwie zbliżonej do temperatury w jakiej znajduje się wyposażenie podczas przejazdu RDE.”;

10) w dodatku 2 przypis 2 do tabeli 4 w pkt 8 otrzymuje brzmienie:

„⁽²⁾ Ten wymóg ogólny dotyczy jedynie czujnika prędkości; jeżeli wykorzystuje się prędkość pojazdu w celu określenia parametrów takich jak przyspieszenie, iloczyn prędkości i przyspieszenia dodatniego, lub RPA, sygnał prędkości musi się charakteryzować dokładnością 0,1 % powyżej 3 km/h i częstotliwością próbkowania wynoszącą 1 Hz. Ten wymóg dotyczący dokładności można spełnić poprzez wykorzystanie sygnału czujnika prędkości obrotowej kół.”;

11) w dodatku 6 pkt 2 skreśla się definicję w brzmieniu:

„ a_i przyspieszenie rzeczywiste w przedziale czasu i , jeżeli nie określono innego równaniem:

$$a_i = \frac{(v_{i+1} - v_i)}{3,6 \times (t_{i+1} - t_i)}, [\text{m/s}^2];$$

12) w dodatku 6 pkt 2 dodaje się definicje w brzmieniu:

„ $\bar{m}_{\text{gas,U}}$ ważona wartość emisji składnika spalin »gas« dla podpróbki wszystkich sekund i , dla których $v_i < 60$ km/h, g/s

$M_{\text{w,gas,d,U}}$ ważone emisje dla danej odległości składnika spalin »gas« dla podpróbki wszystkich sekund i przy $v_i < 60$ km/h, g/s

\bar{v}_U ważona prędkość pojazdu w klasie mocy na kołach j , km/h”;

13) w dodatku 6 ppkt 3.1 akapit pierwszy otrzymuje brzmienie:

„Rzeczywista moc na kołach $P_{r,i}$ to moc potrzebna do pokonania oporu powietrza, oporu toczenia, nachyleń drogi, inercji wzdłużnej pojazdu i inercji obrotowej kół.”;

14) w dodatku 6 ppkt 3.2 otrzymuje brzmienie:

„3.2 Klasyfikacja średnich kroczących w odniesieniu do terenów miejskich, wiejskich i autostrad

Standardowe częstotliwości mocy określa się dla jazdy w warunkach miejskich i całego przejazdu (zob. ppkt 3.4), a odrębnej oceny emisji dokonuje się dla całego przejazdu i części miejskiej. Średnie kroczące z trzech sekund obliczone zgodnie z ppkt 3.3 są zatem przydzielane później do jazdy w warunkach miejskich i pozamiejskich zgodnie z sygnałem prędkości (v_j) z rzeczywistej sekundy i , jak wyszczególniono w tabeli 1–1.

Tabela 1-1

Przedziały prędkości na potrzeby przypisania danych z badania do warunków jazdy w terenach miejskich, wiejskich i po autostradzie w metodzie kategoryzacji mocy

	Miejskie	Wiejskie	Autostradowe
v_i [km/h]	0 do ≤ 60	> 60 do ≤ 90	> 90 "

15) w dodatku 6 ppkt 3.9 otrzymuje brzmienie:

„3.9. Obliczanie ważonej wartości emisji dla danej odległości

Oparte na czasie średnie ważone emisji w badaniu konwertuje się na emisje dla danej odległości w miastach jeden raz – dla miejskiego zbioru danych i jeden raz – dla danych ogólnych, w następujący sposób:

$$\text{Dla całego przejazdu: } M_{w, \text{gas}, d} = 1\,000 \cdot \frac{\bar{m}_{\text{gas}} \times 3\,600}{\bar{v}}$$

$$\text{Dla miejskiej części przejazdu: } M_{w, \text{gas}, d, U} = 1\,000 \cdot \frac{\bar{m}_{\text{gas}, U} \times 3\,600}{\bar{v}_U}$$

Przy zastosowaniu niniejszych wzorów oblicza się średnie ważone dla następujących zanieczyszczeń dla całego przejazdu i dla miejskiej części przejazdu:

$M_{w, \text{NOx}, d}$ ważony wynik badania NOx w [mg/km]

$M_{w, \text{NOx}, d, U}$ ważony wynik badania NOx w [mg/km]

$M_{w, \text{CO}, d}$ ważony wynik badania CO w [mg/km]

$M_{w, \text{CO}, d, U}$ ważony wynik badania CO w [mg/km]”;

16) dodaje się dodatki 7a i 7b w brzmieniu:

„Dodatek 7a

Weryfikacja ogólnej dynamiki przejazdu

1. WPROWADZENIE

Niniejszy dodatek opisuje procedury obliczeń w celu sprawdzenia ogólnej dynamiki przejazdu, w celu ustalenia ogólnej nadwyżki lub braku dynamiki podczas jazdy w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie.

2. SYMBOLE

RPA względne przyspieszenie dodatnie

„rozdzielczość przyspieszenia a_{res} ” minimalne przyspieszenie > 0 zmierzone w m/s^2

Wygładzacz złożonych danych T4253H

„przyspieszenie dodatnie a_{pos} ” przyspieszenie $[\text{m/s}^2]$ większe niż $0,1 \text{ m/s}^2$

Wskaźnik (i) odnosi się do przedziału czasu

Wskaźnik (j) odnosi się do przedziału czasu zbiorów danych przyspieszenia dodatniego

Indeks (k) odnosi się do kategorii (t = ogółem, u = miejskie, r = wiejskie, m = autostradowe)

Δ	– różnica
$>$	– większe
\geq	– większe lub równe
$\%$	– procent
$<$	– mniejsze
\leq	– mniejsze lub równe
a	– przyspieszenie [m/s^2]
a_i	– przyspieszenie w przedziale czasu i [m/s^2]
a_{pos}	– przyspieszenie dodatnie większe niż $0,1 \text{ m/s}^2$ [m/s^2]
$a_{\text{pos},i,k}$	– przyspieszenie dodatnie większe niż $0,1 \text{ m/s}^2$ w przedziale czasu i z uwzględnieniem części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie [m/s^2]
a_{res}	– rozdzielczość przyspieszenia [m/s^2]
d_i	– odległość przebyta w przedziale czasu i [m]
$d_{i,k}$	– odległość przebyta w przedziale czasu i z uwzględnieniem części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie [m]
M_k	– liczba próbek dla części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie z przyspieszeniem dodatnim większym niż $0,1 \text{ m/s}^2$
N_k	– łączna liczba próbek dla części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim, po autostradzie oraz kompletnego przejazdu
RPA_k	– względne przyspieszenie dodatnie dla części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie [m/s^2 lub $\text{kWs}/(\text{kg} \times \text{km})$]
t_k	– czas trwania części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie oraz kompletnego przejazdu [s]
v	– prędkość pojazdu [km/h]
v_i	– rzeczywista prędkość pojazdu w przedziale czasu i [km/h]
$v_{i,k}$	– rzeczywista prędkość pojazdu w przedziale czasu i z uwzględnieniem części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie [km/h]
$(v \cdot a)_i$	– rzeczywista prędkość pojazdu przez przyspieszenie w przedziale czasu i [m^2/s^3 lub W/kg]
$(v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}$	– rzeczywista prędkość pojazdu przez przyspieszenie dodatnie większe niż $0,1 \text{ m/s}^2$ w przedziale czasu j z uwzględnieniem części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie [m^2/s^3 lub W/kg].
$(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95]$	– 95. percentyl iloczynu prędkości pojazdu i przyspieszenia dodatniego większego niż $0,1 \text{ m/s}^2$ dla części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie [m^2/s^3 lub W/kg].
\bar{v}_k	– średnia prędkość pojazdu dla części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie [km/h]

3. WSKAŹNIKI PRZEJAZDU

3.1. Obliczenia

3.1.1. Wstępne przetwarzanie danych

Parametry dynamiczne takie jak przyspieszenie, $v \cdot a_{\text{pos}}$ lub RPA określa się, stosując sygnał prędkości o dokładności $0,1 \%$ powyżej 3 km/h i częstotliwości próbkowania wynoszącej 1 Hz . Ten wymóg w zakresie dokładności spełniają zwykle sygnały prędkości obrotowej kół.

Wykres prędkości należy sprawdzić po kątem wadliwych lub niewiarygodnych sekcji. Wykres prędkości pojazdu w takich sekcjach charakteryzuje się stopniami, skokami, płaskimi wykresami prędkości lub brakującymi wartościami. Krótkie wadliwe sekcje koryguje się np. poprzez interpolację danych lub porównanie z wtórnym sygnałem prędkości. Krótkie przejazdy zawierające wadliwe sekcje można ewentualnie wyłączyć z późniejszej analizy danych. W drugim etapie wartości przyspieszenia należy uszeregować w porządku rosnącym w celu określenia rozdzielczości przyspieszenia a_{res} = (minimalna wartość przyspieszenia > 0).

Jeżeli $a_{res} \leq 0,01 \text{ m/s}^2$, pomiar prędkości pojazdu jest wystarczająco dokładny.

Jeżeli $0,01 < a_{res} \leq r_{max} \text{ m/s}^2$ stosuje się wygładzanie przy użyciu filtra Hanninga T4253.

Jeżeli $a_{res} > r_{max} \text{ m/s}^2$, przejazd jest nieważny.

Filtr Hanninga T4253 wykonuje następujące obliczenia: Wygładzacz rozpoczyna od ruchomej mediany 4 wyśrodkowanej ruchomą medianą 2. Następnie ponownie wygładza te wartości, stosując ruchomą medianę 5, ruchomą medianę 3 oraz filtr Hanninga (średnie ważone kroczące). Wartości resztkowe oblicza się, odejmując serię wygładzoną od serii początkowej. Następnie cały ten proces powtarza się na obliczonych wartościach resztkowych. Wreszcie wygładzone wartości resztkowe oblicza się, odejmując wartości wygładzone otrzymane po raz pierwszy poprzez ten proces.

Prawidłowy wykres prędkości stanowi podstawę do dalszych obliczeń i kategoryzacji, jak to opisano w ppkt 3.1.2.

3.1.2. Obliczenie odległości, przyspieszenia oraz $v \cdot a$

Następujące obliczenia wykonuje się dla całego wykresu prędkości opartego na czasie (rozdzielczość 1 Hz) od sekundy 1 do sekundy t_i (ostatniej sekundy).

Przyrost odległości na próbkę danych oblicza się w następujący sposób:

$$d_i = v_i/3,6, \quad i = 1 \text{ do } N_t$$

gdzie:

d_i to odległość przebyta w przedziale czasu i [m]

v_i to rzeczywista prędkość pojazdu w przedziale czasu i [km/h]

N_t to łączna liczba próbek

Przyspieszenie oblicza się w następujący sposób:

$$a_i = (v_{i+1} - v_{i-1})/(2 \cdot 3,6), \quad i = 1 \text{ do } N_t$$

gdzie:

a_i oznacza przyspieszenie w przedziale czasu i [m/s^2]. Dla $i = 1$: $v_{i-1} = 0$, dla $i = N_t$: $v_{i+1} = 0$.

Iloczyn prędkości pojazdu i przyspieszenia oblicza się w następujący sposób:

$$(v \cdot a)_i = v_i \cdot a_i/3,6, \quad i = 1 \text{ do } N_t$$

gdzie:

$(v \cdot a)_i$ jest iloczynem rzeczywistej prędkości pojazdu i przyspieszenia w przedziale czasu i [m^2/s^3 lub W/kg].

3.1.3. Kategoryzacja wyników

Po obliczeniu a_i i $(v \cdot a)_i$, wartości v_i , d_i , a_i oraz $(v \cdot a)_i$ zostają uszeregowane w porządku rosnącym prędkości pojazdu.

Wszystkie zbiory danych o $v_i \leq 60 \text{ km/h}$ należą do „miejskiego” przedziału prędkości, wszystkie zbiory danych o $60 \text{ km/h} < v_i \leq 90 \text{ km/h}$ należą do „wiejskiego” przedziału prędkości, a wszystkie zbiory danych o $v_i > 90 \text{ km/h}$ należą do „autostradowego” przedziału prędkości.

Liczba zbiorów danych o wartościach przyspieszenia $a_i > 0,1 \text{ m/s}^2$ musi być równa co najmniej 150 w każdym przedziale prędkości.

Dla każdego przedziału prędkości średnią prędkość pojazdu \bar{v}_k oblicza się w następujący sposób:

$$\bar{v}_k = \left(\sum_i v_{i,k} \right) / N_k, \quad i = 1 \text{ do } N_k, k = u, r, m$$

gdzie:

N_k to łączna liczba próbek dla części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie.

3.1.4. Obliczanie $v \cdot a_{\text{pos}}[95]$ na przedział prędkości

95. percentyl wartości $v \cdot a_{\text{pos}}$ oblicza się w następujący sposób:

Wartości $(v \cdot a)_{i,k}$ w każdym przedziale prędkości uszeregowuje się w porządku rosnącym dla wszystkich zbiorów danych o $a_{i,k} \geq 0,1 \text{ m/s}^2$ i określa się łączną liczbę tych próbek M_k .

Następnie przypisuje się wartości percentyla do wartości $(v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}$ dla $a_{i,k} \geq 0,1 \text{ m/s}^2$ w następujący sposób:

Najniższa wartość $v \cdot a_{\text{pos}}$ otrzymuje percentyl $1/M_k$, druga najniższa $2/M_k$, trzecia najniższa $3/M_k$, a wartość najwyższa $M_k/M_k = 100 \%$.

$(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95]$ to wartość $(v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}$ z $j/M_k = 95 \%$. Jeżeli nie można osiągnąć $j/M_k = 95 \%$, $(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95]$ oblicza się za pomocą interpolacji liniowej kolejnych próbek j i $j+1$ dla $j/M_k < 95 \%$ oraz $j+1)/M_k > 95 \%$.

Względne przyspieszenie dodatnie na przedział prędkości oblicza się w następujący sposób:

$$RPA_k = \Sigma_j (\Delta t \cdot (v \cdot a_{\text{pos}})_{j,k}) / \Sigma_i d_{i,k}, \quad j = 1 \text{ do } M_k, i = 1 \text{ do } N_k, k = u, r, m$$

gdzie:

RPA_k to względne przyspieszenie dodatnie dla części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie w $[\text{m/s}^2 \text{ lub } \text{kWs}/(\text{kg} \cdot \text{km})]$

Δt różnica czasu równa 1s

M_k liczba próbek dla części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie z przyspieszeniem dodatnim

N_k łączna liczba próbek dla części przejazdu w terenie miejskim, wiejskim i po autostradzie.

4. Weryfikacja ważności przejazdu

4.1.1. Weryfikacja $v \cdot a_{\text{pos}}[95]$ na przedział prędkości (v w $[\text{km/h}]$)

Jeżeli $\bar{v}_k \leq 74,6 \text{ km/h}$

i

$$(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95] > (0,136 \cdot \bar{v}_k + 14,44)$$

przejazd jest nieważny.

Jeżeli $\bar{v}_k > 74,6 \text{ km/h}$ i $(v \cdot a_{\text{pos}})_{k-}[95] > (0,0742 \cdot \bar{v}_k + 18,966)$, przejazd jest nieważny.

4.1.2. Weryfikacja RPA na przedział prędkości

Jeżeli $\bar{v}_k \leq 94,05 \text{ km/h}$ i $RPA_k < (-0,0016 \cdot \bar{v}_k + 0,1755)$, przejazd jest nieważny.

Jeżeli $\bar{v}_k > 94,05 \text{ km/h}$ i $RPA_k < 0,025$, przejazd jest nieważny.

Dodatek 7b

Procedura określania łącznego przewyższenia dodatkiego przejazdu

1. WPROWADZENIE

W niniejszym dodatku opisano procedurę określania łącznego przewyższenia dodatkiego przejazdu RDE.

2. SYMBOLE

$d(0)$	– odległości na początku przejazdu [m]
d	– łączna odległość przebyta w danym dyskretnym punkcie nawigacyjnym [m]
d_0	– łączna odległość przebyta do pomiaru bezpośrednio przed odpowiednim punktem nawigacyjnym d [m]
d_1	– łączna odległość przebyta do pomiaru bezpośrednio po odpowiednim punkcie nawigacyjnym d [m]
d_a	– punkt nawigacyjny odniesienia dla $d(0)$ [m]
d_e	– łączna odległość przebyta do ostatniego dyskretnego punktu nawigacyjnego [m]
d_i	– odległość chwilowa [m]
d_{tot}	– całkowita odległość próbna [m]
$h(0)$	– wysokość bezwzględna pojazdu na początku przejazdu po kontroli i zasadniczej weryfikacji jakości danych [m nad poziomem morza]
$h(t)$	– wysokość bezwzględna pojazdu w punkcie t po kontroli i zasadniczej weryfikacji jakości danych [m nad poziomem morza]
$h(d)$	– wysokość bezwzględna pojazdu w punkcie nawigacyjnym d [m nad poziomem morza]
$h(t-1)$	– wysokość bezwzględna pojazdu w punkcie $t-1$ po kontroli i zasadniczej weryfikacji jakości danych [m nad poziomem morza]
$h_{corr}(0)$	– skorygowana wysokość bezwzględna bezpośrednio przed odpowiednim punktem nawigacyjnym d [m nad poziomem morza]
$h_{corr}(1)$	– skorygowana wysokość bezwzględna bezpośrednio po odpowiednim punkcie nawigacyjnym d [m nad poziomem morza]
$h_{corr}(t)$	– skorygowana chwilowa wysokość bezwzględna pojazdu w punkcie danych t [m nad poziomem morza]
$h_{corr}(t-1)$	– skorygowana chwilowa wysokość bezwzględna pojazdu w punkcie danych $t-1$ [m nad poziomem morza]
$h_{GPS,i}$	– chwilowa wysokość bezwzględna pojazdu mierzona przy pomocy GPS [m nad poziomem morza]
$h_{GPS}(t)$	– wysokość bezwzględna pojazdu mierzona przy pomocy GPS w punkcie danych t [m nad poziomem morza]
$h_{int}(d)$	– interpolowana wysokość bezwzględna w danym dyskretnym punkcie nawigacyjnym d [m nad poziomem morza]
$h_{int,sm,1}(d)$	– wygładzona interpolowana wysokość bezwzględna po pierwszym wygładzeniu w danym dyskretnym punkcie nawigacyjnym d [m nad poziomem morza]
$h_{map}(t)$	– wysokość bezwzględna pojazdu na podstawie mapy topograficznej w punkcie danych t [m nad poziomem morza]
Hz	– herc
km/h	– kilometr na godzinę
m	– licznik

$road_{grade,1}(d)$	– wygładzone nachylenie drogi w danym dyskretnym punkcie nawigacyjnym d po pierwszym wygładzeniu [m/m]
$road_{grade,2}(d)$	– wygładzone nachylenie drogi w danym dyskretnym punkcie nawigacyjnym d po drugim wygładzeniu [m/m]
\sin	– trygonometryczna funkcja sinus
t	– czas, który upłynął od początku badania [s]
t_0	– czas, który upłynął do pomiaru bezpośrednio przed odpowiednim punktem nawigacyjnym d [s]
v_i	– prędkość chwilowa pojazdu [km/h]
$v(t)$	– prędkość pojazdu dla punktu danych t [km/h]

3. WYMOGI OGÓLNE

Łączne przewyższenie dodatnie przejazdu RDE określa się na podstawie trzech parametrów: chwilowa wysokość bezwzględna pojazdu $h_{GPS,i}$ [m nad poziomem morza] mierzona przy pomocy GPS, chwilowa prędkość pojazdu v_i [km/h] zapisywana z częstotliwością 1 Hz i odpowiedni czas t [s] czas, jaki upłynął od rozpoczęcia badania.

4. OBLICZANIE ŁĄCZNEGO PRZEWYŻSZENIA DODATNIEGO

4.1. Uwagi ogólne

Łączne przewyższenie dodatnie przejazdu RDE oblicza się w trzech etapach obejmujących (i) kontrolę i zasadniczą weryfikację jakości danych, (ii) korektę danych dotyczących chwilowej wysokości bezwzględnej pojazdu, oraz (iii) obliczenie łącznego przewyższenia dodatniego.

4.2. Kontrola i zasadnicza weryfikacja jakości danych

Dane dotyczące prędkości chwilowej pojazdu muszą być sprawdzone pod względem kompletności. Korekta w odniesieniu do brakujących danych jest dozwolona, jeżeli luki mieszczą się w granicach określonych w dodatku 4 pkt 7; w przeciwnym razie wyniki badań są nieważne. Dane dotyczące chwilowej wysokości bezwzględnej muszą być sprawdzone pod względem kompletności. Luki w danych uzupełnia się poprzez interpolację danych. Poprawność danych interpolowanych sprawdza się za pomocą map topograficznych. Zaleca się skorygowanie danych interpolowanych, jeżeli spełniony jest następujący warunek:

$$|h_{GPS}(t) - h_{map}(t)| > 40 \text{ m}$$

stosuje się korektę wysokości bezwzględnej, aby:

$$h(t) = h_{map}(t)$$

gdzie:

$h(t)$	– wysokość bezwzględna pojazdu w punkcie danych t po kontroli i zasadniczej weryfikacji jakości danych [m nad poziomem morza]
$h_{GPS}(t)$	– wysokość bezwzględna pojazdu mierzona przy pomocy GPS w punkcie danych t [m nad poziomem morza]
$h_{map}(t)$	– wysokość bezwzględna pojazdu na podstawie mapy topograficznej w punkcie danych t [m nad poziomem morza]

4.3. Korekta danych dotyczących chwilowej wysokości bezwzględnej pojazdu

wysokość bezwzględną $h(0)$ na początku przejazdu w punkcie $d(0)$ uzyskuje się za pomocą GPS i sprawdza jej poprawność, wykorzystując informacje z map topograficznych. Odchylenie nie może przekraczać 40 m. Wszelkie dane dotyczące chwilowej wysokości bezwzględnej $h(t)$ są korygowane, jeżeli spełniony jest następujący warunek:

$$|h(t) - h(t - 1)| > (v(t)/3,6 * \sin 45^\circ)$$

stosuje się korektę wysokości bezwzględnej, aby:

$$h_{corr}(t) = h_{corr}(t-1)$$

gdzie:

- $h(t)$ – wysokość bezwzględna pojazdu w punkcie danych t po kontroli i zasadniczej weryfikacji jakości danych [m nad poziomem morza]
- $h(t-1)$ – wysokość bezwzględna pojazdu w punkcie danych $t-1$ po kontroli i zasadniczej weryfikacji jakości danych [m nad poziomem morza]
- $v(t)$ – prędkość pojazdu dla punktu danych t [km/h]
- $h_{corr}(t)$ – skorygowana chwilowa wysokość bezwzględna pojazdu w punkcie danych t [m nad poziomem morza]
- $h_{corr}(t-1)$ – skorygowana chwilowa wysokość bezwzględna pojazdu w punkcie danych $t-1$ [m nad poziomem morza]

Po zakończeniu procedury korekty wysokości uzyskuje się ważny zestaw danych dotyczących wysokości bezwzględnej. Ten zestaw danych stosuje się do ostatecznego obliczenia łącznego przewyższenia dodatniego, jak opisano w pkt 4.4.

4.4. Ostateczne obliczenie łącznego przewyższenia dodatniego

4.4.1. Określenie jednolitej rozdzielczości przestrzennej

Całkowitą odległość d_{tot} [m] objętą przejazdem określa się jako sumę odległości chwilowych d_i . Odległość chwilową d_i określa się jako:

$$d_i = \frac{v_i}{3,6}$$

gdzie:

- d_i – odległość chwilowa [m]
- v_i – prędkość chwilowa pojazdu [km/h]

Łączne przewyższenie dodatnie oblicza się na podstawie danych o stałej rozdzielczości przestrzennej wynoszącej 1 m, począwszy od pierwszego pomiaru na początku przejazdu $d(0)$. Dyskretne punkty danych w rozdzielczości 1 m są określane jako punkty nawigacyjne, charakteryzujące się określoną wartością odległości d (np. 0, 1, 2, 3 m...) i odpowiadającej jej wysokości bezwzględnej $h(d)$ [m nad poziomem morza].

Wysokość bezwzględną każdego dyskretnego punktu nawigacyjnego d oblicza się poprzez interpolację chwilowej wysokości bezwzględnej $h_{corr}(t)$ jako:

$$h_{int}(d) = h_{corr}(0) + \frac{h_{corr}(1) - h_{corr}(0)}{d_1 - d_0} \cdot (d - d_0)$$

gdzie:

- $h_{int}(d)$ – interpolowana wysokość bezwzględna w danym dyskretnym punkcie nawigacyjnym d [m nad poziomem morza]
- $h_{corr}(0)$ – skorygowana wysokość bezwzględna bezpośrednio przed odpowiednim punktem nawigacyjnym d [m nad poziomem morza]
- $h_{corr}(1)$ – skorygowana wysokość bezwzględna bezpośrednio po odpowiednim punkcie nawigacyjnym d [m nad poziomem morza]
- d – łączna odległość przebyta do danego dyskretnego punktu nawigacyjnego d [m]

- d_0 – łączna odległość przebyta do pomiaru bezpośrednio przed odpowiednim punktem nawigacyjnym [m]
- d_1 – łączna odległość przebyta do pomiaru bezpośrednio po odpowiednim punkcie nawigacyjnym d [m]

4.4.2. Dodatkowe wygładzanie danych

Dane dotyczące wysokości bezwzględnej uzyskane dla każdego dyskretnego punktu nawigacyjnego są wygładzane z zastosowaniem procedury dwuetapowej; d_a i d_e oznaczają, odpowiednio, pierwszy i ostatni punkt danych (rys. 1). Pierwsze wygładzanie stosuje się w następujący sposób:

$$\begin{aligned} road_{grade,1}(d) &= \frac{h_{int}(d + 200\text{ m}) - h_{int}(d_a)}{(d + 200\text{ m})} \text{ dla } d \leq 200\text{ m} \\ road_{grade,1}(d) &= \frac{h_{int}(d + 200\text{ m}) - h_{int}(d - 200\text{ m})}{(d + 200\text{ m}) - (d - 200\text{ m})} \text{ dla } 200\text{ m} < d < (d_e - 200\text{ m}) \\ road_{grade,1}(d) &= \frac{h_{int}(d_e) - h_{int}(d - 200\text{ m})}{d_e - (d - 200\text{ m})} \text{ dla } d \geq (d_e - 200\text{ m}) \\ h_{int,sm,1}(d) &= h_{int,sm,1}(d - 1\text{ m}) + road_{grade,1}(d), \text{ } d = d_a + 1 \text{ do } d_e \\ h_{int,sm,1}(d_a) &= h_{int}(d_a) + road_{grade,1}(d_a) \end{aligned}$$

gdzie:

- $road_{grade,1}(d)$ – wygładzone nachylenie drogi w danym dyskretnym punkcie nawigacyjnym po pierwszym wygładzeniu [m/m]
- $h_{int}(d)$ – interpolowana wysokość bezwzględna w danym dyskretnym punkcie nawigacyjnym d [m nad poziomem morza]
- $h_{int,sm,1}(d)$ – wygładzona interpolowana wysokość bezwzględna po pierwszym wygładzeniu w danym dyskretnym punkcie nawigacyjnym d [m nad poziomem morza]
- d – łączna odległość przebyta w danym dyskretnym punkcie nawigacyjnym [m]
- d_a – punkt nawigacyjny odniesienia w odległości zero metrów [m]
- d_e – łączna odległość przebyta do ostatniego dyskretnego punktu nawigacyjnego [m]

Drugie wygładzanie stosuje się w następujący sposób:

$$\begin{aligned} road_{grade,2}(d) &= \frac{h_{int,sm,1}(d + 200\text{ m}) - h_{int,sm,1}(d_a)}{(d + 200\text{ m})} \text{ dla } d \leq 200\text{ m} \\ road_{grade,2}(d) &= \frac{h_{int,sm,1}(d + 200\text{ m}) - h_{int,sm,1}(d - 200\text{ m})}{(d + 200\text{ m}) - (d - 200\text{ m})} \text{ dla } 200\text{ m} < d < (d_e - 200\text{ m}) \\ road_{grade,2}(d) &= \frac{h_{int,sm,1}(d_e) - h_{int,sm,1}(d - 200\text{ m})}{d_e - (d - 200\text{ m})} \text{ dla } d \geq (d_e - 200\text{ m}) \end{aligned}$$

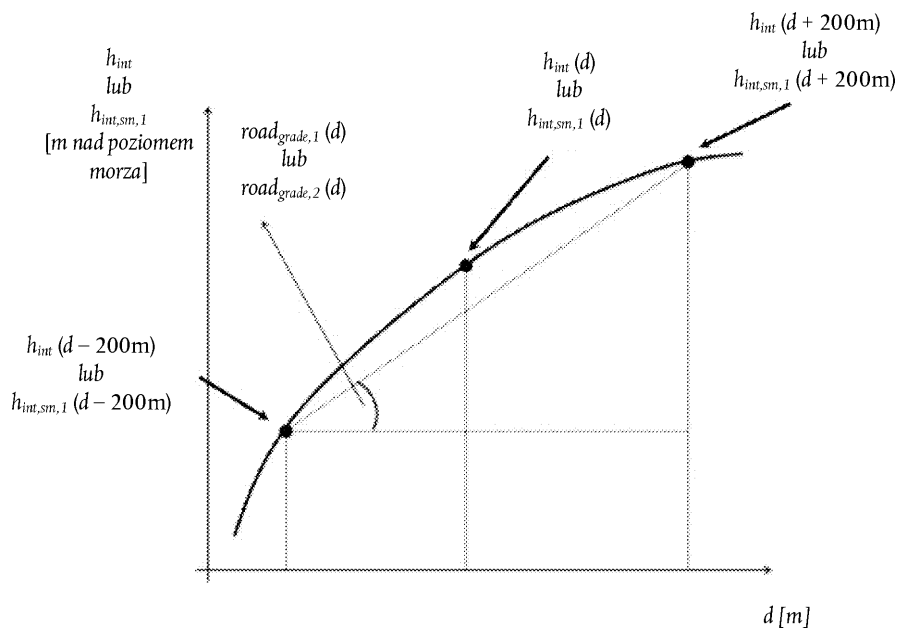
gdzie:

- $road_{grade,2}(d)$ – wygładzone nachylenie drogi w danym dyskretnym punkcie nawigacyjnym po drugim wygładzeniu [m/m]
- $h_{int,sm,1}(d)$ – wygładzona interpolowana wysokość bezwzględna po pierwszym wygładzeniu w danym dyskretnym punkcie nawigacyjnym d [m nad poziomem morza]

- d – łączna odległość przebyta w danym dyskretnym punkcie nawigacyjnym [m]
 d_a – punkt nawigacyjny odniesienia w odległości zero metrów [m]
 d_e – łączna odległość przebyta do ostatniego dyskretnego punktu nawigacyjnego [m]

Rysunek 1

Przykład procedury wygładzania interpolowanych sygnałów wysokości bezwzględnej



4.4.3. Obliczanie wyniku końcowego

Łączne przewyższenie dodatnie przejazdu oblicza się poprzez całkowanie wszystkich dodatnich interpolowanych i wygładzonych nachyleń drogi, tj. $road_{grade,2}(d)$. Wynik normalizuje się do całkowitej odległości próbnej d_{tot} wyrażonej w metrach łącznego przewyższenia na sto kilometrów odległości.

5. PRZYKŁAD LICZBOWY

W tabelach 1 i 2 przedstawiono etapy obliczania przewyższenia dodatniego na podstawie danych zapisanych podczas badania drogowego wykonywanego z PEMS. Dla zwięzłości przedstawiono tu fragment obejmujący 800 m i 160 s.

5.1. Kontrola i zasadnicza weryfikacja jakości danych

Kontrola i zasadnicza weryfikacja jakości danych składa się z dwóch etapów. Najpierw sprawdza się kompletność danych dotyczących prędkości pojazdu. W niniejszej próbie danych nie wykryto luk dotyczących prędkości pojazdu (zob. tabela 1). Następnie sprawdza się kompletność danych dotyczących wysokości bezwzględnej; w próbie danych brakuje danych dotyczących wysokości bezwzględnej dla sekundy 2 i 3. Dane uzupełnia się poprzez interpolację sygnału GPS. Dodatkowo wysokość bezwzględną podaną przez GPS sprawdza się za pomocą map topograficznych; weryfikacja ta obejmuje wysokość bezwzględną $h(0)$ na początku przejazdu. Dane dotyczące wysokości bezwzględnej dla sekund 112–114 koryguje się za pomocą map topograficznych, aby spełnić następujący warunek:

$$h_{GPS}(t) - h_{map}(t) < -40 \text{ m}$$

W wyniku zastosowanej weryfikacji danych uzyskuje się dane w piątej kolumnie $h(t)$.

5.2. Korekta danych dotyczących chwilowej wysokości bezwzględnej pojazdu

W kolejnym etapie dane dotyczące wysokości bezwzględnej $h(t)$ dla sekund 1–4, 111–112 i 159–160 są korygowane i przyporządkowuje się im wartości wysokości bezwzględnej odpowiednio dla sekund 0, 110 i 158, ponieważ stosuje się następujący warunek:

$$|h(t) - h(t - 1)| > (v(t)/3,6 * \sin 45^\circ)$$

W wyniku zastosowanej weryfikacji danych uzyskuje się dane w szóstej kolumnie $h_{\text{corr}}(t)$. Wpływ zastosowania etapów weryfikacji i korekty danych na dane dotyczące wysokości bezwzględnej przedstawiono na rys. 2.

5.3. Obliczanie łącznego przewyższenia dodatniego

5.3.1. Określenie jednolitej rozdzielczości przestrzennej

Odległość chwilową d_i oblicza się, dzieląc prędkość chwilową pojazdu zmierzoną w km/h przez 3,6 (kolumna 7 w tabeli 1). Przeliczenie danych dotyczących wysokości bezwzględnej w celu uzyskania jednolitej rozdzielczości przestrzennej wynoszącej 1 m daje dyskretne punkty nawigacyjne d (kolumna 1 w tabeli 2) oraz odpowiadające im wartości wysokości bezwzględnej $h_{\text{int}}(d)$ (kolumna 7 w tabeli 2). Wysokość bezwzględną każdego dyskretnego punktu nawigacyjnego d oblicza się poprzez interpolację zmierzonej chwilowej wysokości bezwzględnej h_{corr} jako:

$$h_{\text{int}}(0) = 120,3 + \frac{120,3 - 120,3}{0,1 - 0,0} \cdot (0 - 0) = 120,3000$$

$$h_{\text{int}}(520) = 132,5 + \frac{132,6 - 132,5}{523,6 - 519,9} \cdot (520 - 519,9) = 132,5027$$

5.3.2. Dodatkowe wygładzanie danych

W tabeli 2 pierwszy i ostatni dyskretny punkt nawigacyjny to odpowiednio $d_a = 0$ m i $d_e = 799$ m. Dane dotyczące wysokości bezwzględnej każdego dyskretnego punktu nawigacyjnego są wygładzane z zastosowaniem procedury dwuetapowej. Pierwsze wygładzanie obejmuje:

$$road_{\text{grade},1}(0) = \frac{h_{\text{int}}(200 \text{ m}) - h_{\text{int}}(0)}{(0 + 200 \text{ m})} = \frac{120,9682 - 120,3000}{200} = 0,0033$$

wybrano w celu pokazania wygładzania dla $d \leq 200$ m

$$road_{\text{grade},1}(320) = \frac{h_{\text{int}}(520) - h_{\text{int}}(120)}{(520) - (120)} = \frac{132,5027 - 121,9808}{400} = 0,0288$$

wybrano w celu pokazania wygładzania dla $200 \text{ m} < d < (599 \text{ m})$

$$road_{\text{grade},1}(720) = \frac{h_{\text{int}}(799) - h_{\text{int}}(520)}{799 - (520)} = \frac{121,2000 - 132,5027}{279} = -0,0405$$

wybrano w celu pokazania wygładzania dla $d \geq (599 \text{ m})$

Wygładzoną i interpolowaną wysokość bezwzględną oblicza się jako:

$$h_{\text{int},sm,1}(0) = h_{\text{int}}(0) + road_{\text{grade},1}(0) = 120,3 + 0,0033 \approx 120,3033 \text{ m}$$

$$h_{\text{int},sm,1}(799) = h_{\text{int},sm,1}(798) + road_{\text{grade},1}(799) = 121,2550 - 0,0220 = 121,2330 \text{ m}$$

Drugie wygładzanie:

$$road_{\text{grade},2}(0) = \frac{h_{\text{int},sm,1}(200) - h_{\text{int},sm,1}(0)}{(200)} = \frac{119,9618 - 120,3033}{(200)} = -0,0017$$

wybrano w celu pokazania wygładzania dla $d \leq 200$ m

$$road_{grade,2}(320) = \frac{h_{int,sm,1}(520) - h_{int,sm,1}(120)}{(520) - (120)} = \frac{123,6809 - 120,1843}{400} = 0,0087$$

wybrano w celu pokazania wygładzania dla $200 \text{ m} < d < (599)$

$$road_{grade,2}(720) = \frac{h_{int,sm,1}(799) - h_{int,sm,1}(520)}{799 - (520)} = \frac{121,2330 - 123,6809}{279} = -0,0088$$

wybrano w celu pokazania wygładzania dla $d \geq (599 \text{ m})$

5.3.3. Obliczanie wyniku końcowego

Łączne przewyższenie dodatnie przejazdu oblicza się poprzez całkowanie wszystkich dodatnich interpolowanych i wygładzonych nachyleń drogi, tj. $road_{grade,2}(d)$. W przedstawionym przykładzie całkowita przebyta odległość $d_{tot} = 139,7 \text{ km}$, a wszystkie dodatnie interpolowane i wygładzone nachylenia drogi wyniosły 516 m . Osiągnięto zatem łączne przewyższenie dodatnie $516 \times 100/139,7 = 370 \text{ m}/100 \text{ km}$.

Tabela 1

Korekta danych dotyczących chwilowej wysokości bezwzględnej pojazdu

Czas t [s]	$v(t)$ [km/h]	$h_{GPS}(t)$ [m]	$h_{map}(t)$ [m]	$h(t)$ [m]	$h_{corr}(t)$ [m]	d_i [m]	Cum. d [m]
0	0,00	122,7	129,0	122,7	122,7	0,0	0,0
1	0,00	122,8	129,0	122,8	122,7	0,0	0,0
2	0,00	—	129,1	123,6	122,7	0,0	0,0
3	0,00	—	129,2	124,3	122,7	0,0	0,0
4	0,00	125,1	129,0	125,1	122,7	0,0	0,0
...
18	0,00	120,2	129,4	120,2	120,2	0,0	0,0
19	0,32	120,2	129,4	120,2	120,2	0,1	0,1
...
37	24,31	120,9	132,7	120,9	120,9	6,8	117,9
38	28,18	121,2	133,0	121,2	121,2	7,8	125,7
...
46	13,52	121,4	131,9	121,4	121,4	3,8	193,4
47	38,48	120,7	131,5	120,7	120,7	10,7	204,1
...
56	42,67	119,8	125,2	119,8	119,8	11,9	308,4
57	41,70	119,7	124,8	119,7	119,7	11,6	320,0
...
110	10,95	125,2	132,2	125,2	125,2	3,0	509,0
111	11,75	100,8	132,3	100,8	125,2	3,3	512,2

Czas t [s]	$v(t)$ [km/h]	$h_{GPS}(t)$ [m]	$h_{map}(t)$ [m]	$h(t)$ [m]	$h_{corr}(t)$ [m]	d_i [m]	Cum. d [m]
112	13,52	0,0	132,4	132,4	125,2	3,8	516,0
113	14,01	0,0	132,5	132,5	132,5	3,9	519,9
114	13,36	24,30	132,6	132,6	132,6	3,7	523,6
...	
149	39,93	123,6	129,6	123,6	123,6	11,1	719,2
150	39,61	123,4	129,5	123,4	123,4	11,0	730,2
...	
157	14,81	121,3	126,1	121,3	121,3	4,1	792,1
158	14,19	121,2	126,2	121,2	121,2	3,9	796,1
159	10,00	128,5	126,1	128,5	121,2	2,8	798,8
160	4,10	130,6	126,0	130,6	121,2	1,2	800,0

— oznacza brak danych

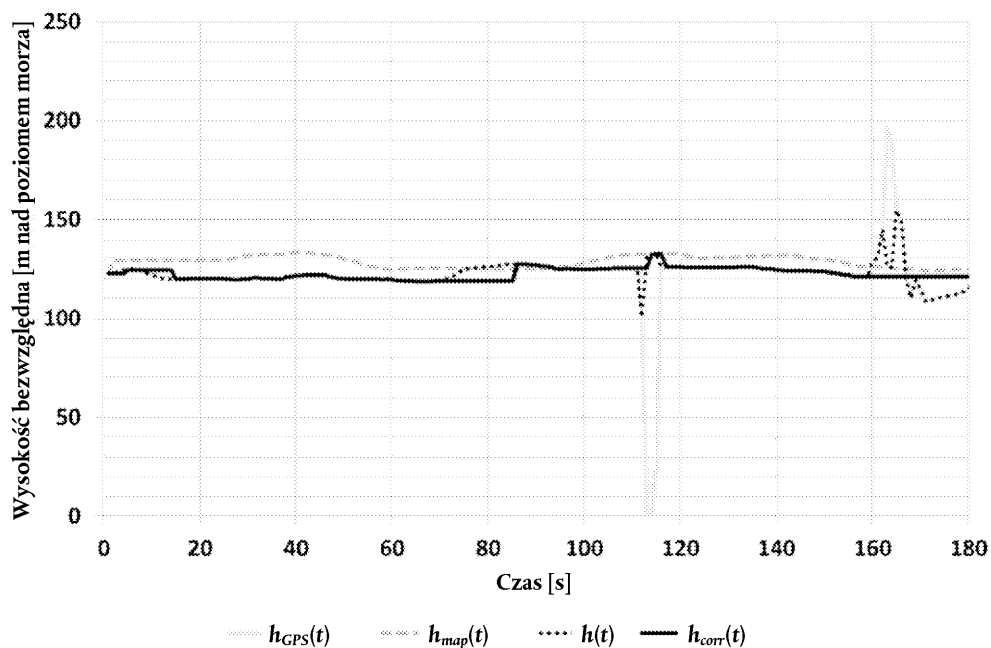
Tabela 2

Obliczanie nachylenia drogi

d [m]	t_0 [s]	d_0 [m]	d_1 [m]	h_0 [m]	h_1 [m]	$h_{int}(d)$ [m]	$road_{grade,1}^d(d)$ [m/m]	$h_{int,sm,1}(d)$ [m]	$road_{grade,2}^d(d)$ [m/m]
0	18	0,0	0,1	120,3	120,4	120,3	0,0035	120,3	- 0,0015
...
120	37	117,9	125,7	120,9	121,2	121,0	- 0,0019	120,2	0,0035
...
200	46	193,4	204,1	121,4	120,7	121,0	- 0,0040	120,0	0,0051
...
320	56	308,4	320,0	119,8	119,7	119,7	0,0288	121,4	0,0088
...
520	113	519,9	523,6	132,5	132,6	132,5	0,0097	123,7	0,0037
...
720	149	719,2	730,2	123,6	123,4	123,6	- 0,0405	122,9	- 0,0086
...
798	158	796,1	798,8	121,2	121,2	121,2	- 0,0219	121,3	- 0,0151
799	159	798,8	800,0	121,2	121,2	121,2	- 0,0220	121,3	- 0,0152

Rysunek 2

Efekt weryfikacji i korekty danych – profil wysokości bezwzględnej zmierzonej za pomocą GPS $h_{GPS}(t)$, profil wysokości bezwzględnej na podstawie mapy topograficznej $h_{map}(t)$, profil wysokości bezwzględnej uzyskany po kontroli i zasadniczej weryfikacji jakości danych $h(t)$ i korekcie $h_{corr}(t)$ danych wymienionych w tabeli 1



Rysunek 3

Porównanie profilu skorygowanej wysokości bezwzględnej $h_{corr}(t)$ z wygładzoną i interpolowaną wysokością bezwzględną $h_{int,sm,1}$

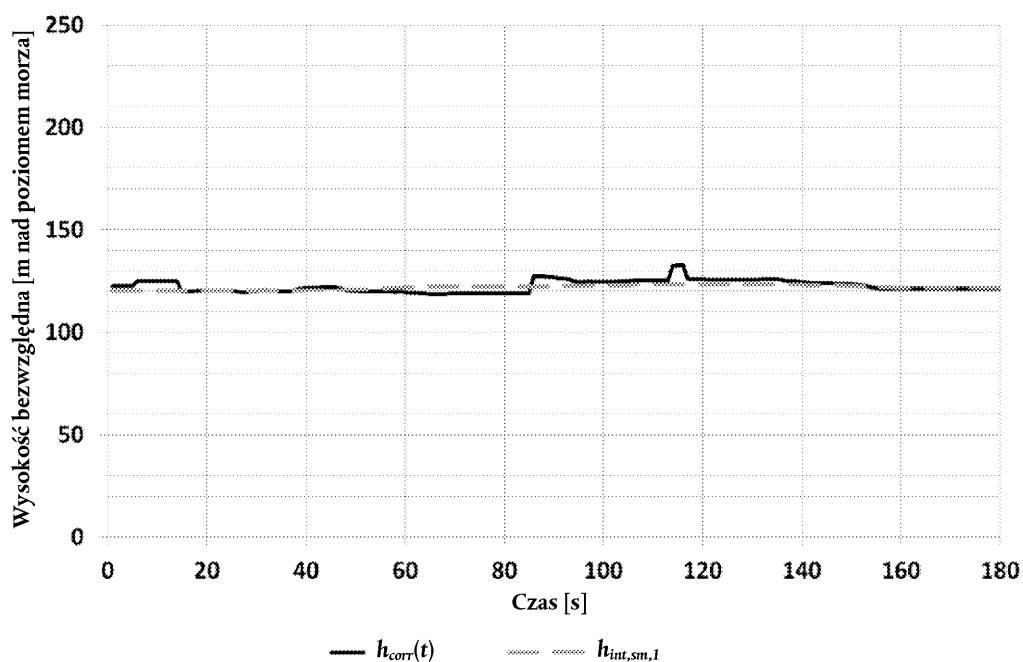


Tabela 2

Obliczanie przewyższenia dodatniego

d [m]	t_0 [s]	d_0 [m]	d_1 [m]	h_0 [m]	h_1 [m]	$h_{int}(d)$ [m]	$road_{grade,1}(d)$ [m/m]	$h_{int,sm,1}(d)$ [m]	$road_{grade,2}(d)$ [m/m]
0	18	0,0	0,1	120,3	120,4	120,3	0,0035	120,3	- 0,0015
...
120	37	117,9	125,7	120,9	121,2	121,0	- 0,0019	120,2	0,0035
...
200	46	193,4	204,1	121,4	120,7	121,0	- 0,0040	120,0	0,0051
...
320	56	308,4	320,0	119,8	119,7	119,7	0,0288	121,4	0,0088
...
520	113	519,9	523,6	132,5	132,6	132,5	0,0097	123,7	0,0037
...
720	149	719,2	730,2	123,6	123,4	123,6	- 0,0405	122,9	- 0,0086
...
798	158	796,1	798,8	121,2	121,2	121,2	- 0,0219	121,3	- 0,0151
799	159	798,8	800,0	121,2	121,2	121,2	- 0,0220	121,3	- 0,0152"