



COST 323
“Ważenie pojazdów samochodowych w ruchu”

Raport Końcowy

ZAŁĄCZNIK 1
Europejska specyfikacja WIM
Wersja 3.0, sierpień 1999

1. WSTĘP

Komitet Zarządzający COST 323 oraz osoby/podmioty wnoszące wkład w powstanie niniejszego dokumentu starannie zbierały informacje i dane tu zawarte, zgodnie z najnowszymi zasadami nauki i techniki. Pomimo tego, zespół redakcyjny nie będzie ponosił ze swojej strony odpowiedzialności za urazy, które mogą wynikać z wykorzystania danych i informacji opublikowanych w niniejszym raporcie.

Niniejszy dokument nie jest oficjalną normą, ale służy jako odniesienie, na podstawie którego komitety standaryzacyjne mogą opracować swoje dokumenty, oraz jako specyfikacja techniczna dla użytkowników i producentów systemów WIM. Obie te grupy mogą odnosić się w swoich opracowaniach do niniejszych specyfikacji. Dokument opisuje systemy WIM ogólnie, a nie konkretne produkty. Na końcowym etapie, niniejsza specyfikacja stworzy wstępną normę, która będzie przedłożona do Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego jako pomoc w przygotowaniu Normy Europejskiej dotyczącej WIM.

Niniejszy dokument zawiera wymogi, lub ogólne klauzule (ponumerowane pogrubioną czcionką) oraz wyjaśnienia i przykłady, szczególnie w zakresie statystyki, które mają za zadanie wyjaśnić lub pomóc wdrożyć specyfikacje. Aby je odróżnić, paragrafy o charakterze informacyjnym są oznaczone pionową linią na marginesie. Mogą one być traktowane jako części "Podręcznika WIM".

Uwzględniono wkład i uwagi europejskich producentów systemów WIM, a niniejsza specyfikacja miała zastosowanie przy ocenie systemów WIM przez badanie wykonywane przez COST 323.

Zalecenia opracowano tak, aby były jak najbardziej niezależne od technologii i produktów (np. rodzaj czujnika lub elektronika uwzględnianego systemu WIM). Oczekuje się, że będą one ewoluować z czasem i, jeśli będzie to konieczne, powstaną nowe wersje w przyszłości.

Załącznik 1 opisuje uproszczone wymagania praktycznego zastosowania dla zwykłych użytkowników. Przedstawiono jedynie główne klauzule; umieszczono odniesienia do szczegółowych specyfikacji. Można go przeczytać przed szczegółowymi specyfikacjami. Takie podejście jest zalecane dla praktyków.

Naukowe materiały wykorzystane w niniejszej specyfikacji można znaleźć w (B. Jacob, 1997).

Słowa kluczowe

obciążenie ruchem, stan nawierzchni, masa pojazdu, ciężar brutto, nacisk na oś, ważenie pojazdów w ruchu, czujniki WIM, systemy WIM, kalibracja, akceptacja danych/systemu WIM, dane o ruchu drogowym, Specyfikacja WIM, norma WIM.

2. KONTEKST, ZAKRES I CELE

Niniejszy dokument został przygotowany przez Komitet Zarządzający COST 323, tworzący część Działania Transportowego COST "WTM-LOAD". Przedstawia on ogólne i szczegółowe zalecenia wyboru miejsca, instalacji, eksploatacji, kalibracji i oceny przez badanie systemów WIM. Bazuje on na doświadczeniach krajów członkowskich z COST 323 i Stanów Zjednoczonych ((NIST Handbook 44, 1995), (R. Gillmann, 1992), (TRL, 1994), oraz istniejących specyfikacjach krajowych (METT-LCPC, 1993) i (NWML, 1995)). Jednakże, obecnie istnieje jedynie kilka specyfikacji i w Europie nie ma żadnej oficjalnej normy dotyczącej WIM. Ponadto, istniejąca norma amerykańska dotycząca WIM (ASTM, 1994) została sporządzona głównie do akceptacji modelu lub wskazania potencjalnej górnej granicy wydajności, którą można osiągnąć przez określony typ systemu, kiedy warunki nawierzchni drogi są najlepsze do przeprowadzenia badania odbiorowego. Głównym celem niniejszego dokumentu jest spełnienie wymogu opracowania kompletnej specyfikacji obejmującej następujące aspekty: (1) homologacja oraz (2) badania odbiorowe i ocena dokładności na miejscu instalacji, w oczekiwaniu na opublikowanie oficjalnej Normy Europejskiej przygotowanej przez EKN. Służy on także jako techniczna podstawa dla takiej normy. A zatem, jest on "dokumentem przedstandaryzacyjnym".

2.1. Niniejsza specyfikacja spełnia wymogi użytkownika, i powinna ułatwić relacje pomiędzy producentami lub dostawcami, a klientami. Wymogi dokładności dla różnych zastosowań oparto na *Wymogach i potrzebach ważenia pojazdów samochodowych w ruchu* (Requirements and Needs of Road Vehicles WIM in Europe), opublikowanych przez Komitet Zarządzający COST 323.

Nawet jeśli, w niektórych sytuacjach, szczególnie do celów prawnych, ważenie ciężarówek jest obecnie ograniczone do wag statycznych, w wielu europejskich krajach i dla wielu różnych zastosowań, systemy ważenia pojazdów w ruchu (Weigh-In-Motion – WIM) są stosowane rutynowo lub eksperymentalnie. Tak więc, przydatne są zwykle specyfikacje mające na celu sprawdzenie rzeczywistej wydajności systemów WIM i organizowanie takich prób. Ponadto, oczekuje się, że w najbliższej przyszłości głównym wyzwaniem stanie się zastosowanie systemów WIM do egzekwowania przepisów prawa, co będzie wymagać silnej prawnie i unormowanej podstawy.

2.2. Niniejsza specyfikacja może być wskazywana lub używana przy sporządzaniu ogólnych lub szczegółowych specyfikacji, przy ogłoszeniach przetargu, analizowaniu wydajności lub danych z badań odbiorowych systemów WIM. Mają one zastosowanie w przypadku stałych oraz ruchomych stacji WIM.

2.3. Niniejsza specyfikacja dotyczy głównie systemów HS-WIM (ważenie pojazdów samochodowych w szybkim ruchu), tj. systemów zainstalowanych na jednym lub wielu pasach drogi i obsługiwanych automatycznie w normalnych warunkach ruchu drogowego. Jednakże, może ona być też stosowana w odniesieniu do systemów LS-WIM (ważenie pojazdów samochodowych w wolnym ruchu), tj. systemów zainstalowanych w określonym obszarze ważenia, poza pasem (pasami) ruchu, gdzie ważone są pojazdy kierowane tam przez odpowiednie władze (np. policję). Systemy te są także obsługiwane automatycznie, ale prędkość pojazdów jest ograniczona (maks. 5-20 km/h), a warunki ruchu pojazdów – kontrolowane.

2.4. Niniejsza specyfikacja opisuje ocenę działania systemu WIM przeprowadzaną w terenie, oraz homologację, ale nie obejmuje badań laboratoryjnych (produktu) ani elementów składowych systemu (np. tylko czujników). Będzie to przedmiotem norm dla produktów.

2.5. Celem niniejszej specyfikacji jest opisanie wszystkich potrzeb WIM przedstawionych w (COST 323, 1997a), za wyjątkiem celu handlowego, w przypadku którego należy zastosować zalecenia Międzynarodowej Organizacji Metrologii Prawnej (OIML). W przypadkach egzekwowania przepisów prawa w odniesieniu do pojazdów samochodowych można użyć jednej bądź drugiej specyfikacji, w zależności od wymogów i prawodawstwa.

3. TERMINOLOGIA

W niniejszym punkcie przedstawiono główne terminy używane w niniejszym dokumencie. Niektóre dodatkowe terminy używane w niniejszym dokumencie określono w *Glosariuszu terminów* zawierającym wspólną terminologię wielojęzyczną, opublikowanym przez Komitet Zarządzający COST 323 (COST 323, 1998b). Dodatkowe szczegółowe definicje dotyczące dokładności systemów WIM oraz stosowane reguły matematyczne i statystyczne przedstawiono w (B.Jacob, 1997).

- **Klasa dokładności:** klasa instrumentów pomiarowych (w danym środowisku), która spełnia określone metrologiczne wymagania, które mają za zadanie utrzymanie błędów w określonych granicach.
- **Dokładność pomiaru:** dokładność zgodności pomiędzy wartością zmierzoną a (prawdziwą) wartością przyjętą jako wartość referencyjna.
- **Oś:** oś składa się z dwóch lub więcej kół, których środki leżą w przybliżeniu na wspólnej osi zorientowanej poprzecznie do nominalnego kierunku ruchu pojazdu.
- **Nacisk na grupę osi:** całkowity nacisk wszystkich kół w grupie osi
- **Oś grupy:** jedna oś pojazdu, która należy do grupy osi.
- **Nacisk na oś:** suma wszystkich nacisków kół osi pojazdu.
- **Waga mierząca nacisk na oś:** urządzenie mierzące jednocześnie połączony nacisk kół osi, układu dwóch osi posobnych, lub układu trzech osi.
- **Płyta ważąca:** płyta wyposażona w czujniki tensometryczne i umieszczona pod kołami lub osiami w celu zmierzenia ich statycznych lub dynamicznych sił nacisku opon.
- **Pomost WIM:** system WIM używający pomostu z oprzyrządowaniem jako dużego czujnika; naprężenia mierzone są w niektórych elementach pomostu w celu określenia przy pomocy oprogramowania ciężaru brutto i nacisków na oś pojazdów przejeżdżających po pomoście.
- **Kalibracja:** regulacja poziomu referencyjnego wartości z dowolnego urządzenia pomiarowego.
- **Mata lub taśma pojemnościowa:** mata lub taśma z czujnikiem mierzącą przyłożoną siłę przez różnicę pojemności elektrycznej (współczynnik dielektryczny) odizolowanych płyt.
- **Współczynnik kalibracyjny:** współczynnik liczbowy, przez który mnożony jest surowy rezultat pomiaru w celu skompensowania błędów systematycznych.
- **Współczynnik zmienności:** stosunek odchylenia standardowego do średniej.
- **Przedział ufności:** przedział, który obejmuje prawdziwą wartość parametru reprezentowanego przez zmienną losową, z określonym prawdopodobieństwem.
- **Poziom ufności:** prawdopodobieństwo, że przedział zawiera prawdziwą wartość parametru reprezentowanego przez zmienną losową.

- **Dynamiczna siła nacisku opony pojazdu:** składowa zmiennej w czasie siły przyłożonej prostopadle do nawierzchni drogi przez oponę (opony) koła jadącego pojazdu.

Oprócz siły grawitacji, siła ta obejmuje dynamiczny efekt czynników takich jak chropowatość powierzchni drogi, przyspieszenie pojazdu, nieokrągłość opon, dynamicznie niewyważone koła lub opony, ciśnienie w oponach, zawieszenie pojazdu, oraz czynniki aerodynamiczne i wiatr. Do celów niniejszej specyfikacji, system WIM będzie dostosowany i skalibrowany tak, aby wskazywać wielkość pionowej, skierowanej w dół, mierzonej dynamicznej siły nacisku opony w jednostkach masy (kilogramy, kg, megagramy, Mg). Wskazana masa może być zamieniona na jednostkę siły po przemnożeniu jej przez lokalną wartość przyspieszenia swobodnego spadania, jeśli jest znane.

- **Błąd:** różnica pomiędzy zmierzoną wartością a prawdziwą wartością, bądź przyjętą wartością referencyjną (błędy relatywne i absolutne).
- **Czujnik światłowodowy:** czujnik taśmowy zawierający światłowód; ugięcie światłowodu spowodowane przyłożoną siłą (przez opony na kole lub osie) zmienia warunki rozchodzenia się światła; przyłożona siła może być wyprowadzona z takiej zmiany.
- **Ciężar brutto (CB):** siła spowodowana jedynie zewnętrzną siłą grawitacji działającą pionowo w dół na całkowitą masę pojazdu, włącznie ze wszystkimi połączonymi elementami składowymi; jej wielkość jest całkowitą masą pojazdu przemnożoną przez lokalną wartość przyspieszenia swobodnego spadania.

Siła grawitacji, a zatem przyspieszenie swobodnego spadania, jest różne w różnych miejscach na powierzchni Ziemi, lub w jej pobliżu. Z tego powodu urządzenia ważące używane komercyjnie lub oficjalnie przez agencje rządowe w celu egzekwowania przepisów prawa o ruchu drogowym lub autostradowym, bądź zbierające dane statystyczne są zwykle używane w jednej lokalizacji i są wyregulowane lub skalibrowane tak, aby wskazywać masę w danej lokalizacji. Wskazana masa może być zamieniona na ciężar (w jednostkach siły) po przemnożeniu jej przez lokalną wartość przyspieszenia swobodnego spadania, jeśli jest ono znane. Do celów niniejszej specyfikacji - oraz zgodnie z powszechną praktyką ważenia - system WIM powinien być wyregulowany tak, aby wskazywać wielkość oszacowanego ciężaru i obciążenie w jednostkach masy (kilogramach, kg, lub megagramach, Mg), a powiązany wektor siły będzie skierowany zawsze w dół w kierunku przybliżonego środka Ziemi.

- **Grupa osi:** zestaw osi w tym samym pojeździe, określony przez całkowitą liczbę osi w ramach danej grupy (połączonych przez wspólne zawieszenie) i odpowiednich odstępów pomiędzy nimi. W Europie, bez znormalizowanej definicji grupy osi opartej na odstępach pomiędzy osiami, kryterium geometrycznym pomocnym przy identyfikowaniu grupy osi przy pomocy czujnika (czujników) drogowego jest to, czy odstęp pomiędzy poszczególnymi osiami wynosi mniej niż 2.2 m.
- **System ważenia pojazdów samochodowych w ruchu o dużej prędkości (HS-WIM):** ważenie pojazdów w strumieniu ruchu drogowego przy prędkościach do 130 km/h.
- **Siła uderzenia:** mierzona siła przyłożona do nawierzchni przez poruszającą się oponę (opony) pojazdu (można mierzyć jednocześnie różne siły opon pojazdu w tym samym miejscu). Do celów niniejszej specyfikacji, system WIM będzie dostosowany i skalibrowany tak, aby przedstawiać wielkość pionowej, skierowanej w dół, mierzonej dynamicznej siły nacisku opony w jednostkach masy (kilogramy, kg, megagramy, Mg). Wskazana masa może być zamieniona na jednostkę siły po przemnożeniu jej przez lokalną wartość przyspieszenia swobodnego spadania, jeśli jest znane.
- **Współczynnik uderzenia:** stosunek siły uderzenia do odpowiedniego nacisku na oś/koło lub ciężaru brutto nieruchomego pojazdu.

- **Ogniwo obciążnikowe:** urządzenie wytwarzające sygnał proporcjonalny do przyłożonego obciążenia.
- **System ważenia pojazdów samochodowych w ruchu o niskiej prędkości (LS-WIM):** ważenie powoli poruszającego się pojazdu, zwłaszcza na określonym obszarze poza strumieniem ruchu, na poziomej, prostej i równej nawierzchni w kontrolowanych warunkach takich jak stała i niska prędkość (np. 5-15 km/h) w celu zminimalizowania efektów dynamicznych.
- **Pętla magnetyczna (lub indukcyjna):** izolowany przewód miedziany umieszczony w nawierzchni lub przyklejony na powierzchni nawierzchni w celu wykrywania obecności pojazdu.
- **Średnia (arytmetyczna):** pierwszy moment rozkładu (próby); suma wartości próby podzielona przez liczbę wartości.
- **Wartość izolowana:** wartość/wartości serii jednorodnych danych, które mają mniejsze prawdopodobieństwo wystąpienia niż jest to oczekiwane zgodnie z wielkością próby i rozkładem; wartość izolowana jest przypuszczalnie błędnym pomiarem i może zostać wyeliminowana zgodnie z pewnymi warunkami.
- **Test wydajności:** test mający na celu określenie, czy sprzęt jest w stanie realizować swoje określone funkcje; jeśli jest on wykonywany po wstępnej instalacji, lub po istotnej naprawie, nazywa się **badaniem odbiorowym** w terenie.
- **Przewód piezoelektryczny:** przewód współosiowy zawierający substancję piezoelektryczną, która zamienia przyłożone odkształcenie lub nacisk na sygnał elektryczny, który jest powiązany z wielkością i kierunkiem przyłożonego naprężenia lub nacisku. **Czujnik piezoelektryczny** to czujnik paskowy z przewodem piezoelektrycznym; może występować w dwóch typach: jako **czujniki piezoceramiczne** i **piezopolimerowe**. **Czujnik piezokwarcowy** jest czujnikiem w pasku, w którym wykorzystano piezoelektryczne kryształy kwarcu.
- **Czujnik piezorezystywny:** czujnik, który wskazuje wielkość przyłożonej siły przez zmianę oporu elektrycznego.
- **Zakres:** cały przedział, w którym pomiar parametru jest ważny w danym systemie.
- **Powtarzalność:** dokładność zgodności pomiędzy wynikami następujących po sobie pomiarów tej samej zmiennej wykonanych w tych samych warunkach (nazywanych warunkami powtarzalności) - ta sama procedura, ten sam obserwator, ten sam przyrząd w tych samych warunkach, ta sama lokalizacja, powtarzanie przez długi okres czasu, jednorodność w odniesieniu do warunków środowiska.
- **Odtwarzalność:** dokładność zgodności pomiędzy wynikami pomiarów tej samej zmiennej wykonanych przez podobne przyrządy w różnych warunkach (zwanymi warunkami odtwarzalności) - np. różni obserwatorzy, przyrządy, lokalizacje, pory pomiarów.
- **Rozdzielczość:** najmniejsza wartość mierzonego parametru, którą przyrząd pomiarowy jest w stanie rozróżnić w zakresie pomiarowym.
- **Czujnik:** część przyrządu pomiarowego lub łańcuch, na który mierzony parametr ma bezpośredni wpływ i który wytwarza powiązany sygnał.
- **Pojedyncza oś:** oś oddalona co najmniej o 2,2 metra od najbliższej sąsiedniej osi pojazdu.

- **Odchylenie standardowe:** dodatni pierwiastek kwadratowy wariancji (charakteryzuje rozproszenie próby danych).
- **Czujnik paskowy:** czujnik zamontowany w poprzek drogi o zasięgu równym szerokości pasa lub połowie szerokości pasa, i zasięgu wzdłużnym (w kierunku ruchu) kilku centymetrów, ale mniejszy niż długość odcisku opony. A zatem, jeśli jest on używany jako czujnik ważenia, sygnał musi być zintegrowany w czasie kiedy opona na niego naciska.
- **Układ dwóch osi posobnych:** grupa dwóch osi o rozstawie mniejszym niż 2,2 m.
- **Tolerancja:** szerokość przedziału ufności (8), w której błąd pozostaje na określonym lub wymaganym poziomie ufności.
- **Układ trzech osi:** grupa trzech osi o rozstawie mniejszym niż 2,2 m.
- **Wariancja:** drugi moment centralny rozkładu (próby), charakteryzujący rozproszenie danego rozkładu.
- **Waga pomostowa:** urządzenie ważące, które mierzy całkowitą wagę nieruchomego pojazdu jednocześnie (ogólnie przyjęte do ważenia zgodnie z prawem, a zatem przydatne do tworzenia wartości referencyjnych ciężaru brutto).
- **Ważenie pojazdów samochodowych w ruchu (WIM):** proces szacowania ciężaru poruszającego się pojazdu samochodowego i części tego ciężaru, która jest przenoszona przez każde z kół lub osi, przez pomiar i analizę dynamicznych sił opony pojazdu.
- **System ważenia pojazdów samochodowych w ruchu (stacja):** zestaw zainstalowanych czujników i układów elektronicznych wraz z oprogramowaniem, które mierzą dynamiczną siłę opony pojazdu oraz obecność poruszającego się pojazdu w odniesieniu do czasu i generują dane potrzebne do obliczenia obciążenia na koło i/lub oś oraz ciężar brutto, a także inne parametry, takie jak prędkość, odstęp pomiędzy osiami, sylwetka pojazdu, itp.
- **Obciążenie na koło:** część ciężaru brutto przykładanego do urządzenia ważącego przez oponę (opony) stacjonarnego koła w czasie pomiaru, wyrażana w jednostkach masy (kilogramach, kg, lub megagramach, Mg), wywołana jedynie pionową, skierowaną w dół siłą grawitacji działającą na masę statycznego pojazdu.

Jednostki

SI zaleca wyrażanie sił w N i kN (dla większych wartości), a masy w kg i Mg (dla większych wartości). 1 Mg = 1000 kg (także metryczna tona). Użycie jednostki tony jest rzadsze w nauce, ale nadal często używane przez inżynierów, policję, prawników, władze drogowe i w tekstach większości ustaw.

Jako że niniejsza specyfikacja ma służyć głównie praktycznym zastosowaniom, używane będą jedynie jednostki masy, kg na tonę (1 t = 1 Mg). Przy rozważaniu kwestii sił, stosunek odpowiedniej masy to 9,81 N/kg.

4. WYMAGANIA UŻYTKOWNIKA I WYDAJNOŚCI

4.1. Niniejsze klauzule dokumentu powinny mieć zastosowanie przy określaniu i sprawdzaniu wydajności i dokładności każdego systemu WIM w swoim środowisku. Zawierają one definicje i kryteria akceptacji.

4.2. Systemy WIM podzielone są na sześć klas dokładności, każda z nich odpowiada zakresowi zastosowań lub wymagań. Dla systemów, które nie spełniają wymogów głównych klas, podane są dodatkowe klasy.

4.3. Dokładność jest najczęściej przytaczana przy ciężarach i obciążeniach statycznych, tj. dla celów ważenia, a rzadko przy rzeczywistych siłach uderzenia opony przykładanych przez koła/osie na nawierzchnię i czujniki systemu WIM, tak jak ma to miejsce w przypadku badań technicznych nawierzchni i pojazdów. Rozróżnienie to musi być wyraźnie określone na piśmie, dla każdego przypadku oddzielnie. W pierwszym przypadku zaleca się określić w jaki sposób uzyskuje się dane o obciążeniach i ciężarach statycznych, a zwłaszcza kwestię statycznych nacisków na oś. W drugim przypadku, oznacza to konieczność określenia wartości referencyjnych sił uderzenia.

Z powodów praktycznych, ale także zgodnie z najczęściej występującym wymogiem, można przyjąć odniesienie do statycznych obciążeń/ciężarów, o ile nie określono innej wartości referencji.

Obie te wartości referencyjne stawiają pewne trudne pytania i kwestie opisane w (B. Jacob, 1997).

Dokładność systemu WIM w jego warunkach użycia, tj. w sytuacji poruszających się obciążeń opon, można zdefiniować statystycznie (B. Jacob, 1997) przez przedział ufności błędu względnego jednostki (osi, grupy osi lub ciężaru brutto), określonego przez wzór: $(W_d - W_s)/W_s$, gdzie W_d jest siłą uderzenia lub obciążeniem dynamicznym mierzonym przez system WIM, a W_s to odpowiednie obciążenie statyczne/ciężar (lub inna dowolna określona wartość referencyjna) tej samej jednostki. Zauważyć można następujący przedział ufności wycentrowany na obciążenie statyczne/ciężar: $[-\delta; +\delta]$, gdzie δ jest tolerancją dla poziomu ufności π (na przykład 90 lub 95%).

Nawet dla systemów działających zgodnie z tradycyjną definicją dokładności (OIML, 1996), ważenie statyczne nie reprezentuje prawdziwych warunków użycia systemu WIM.

4.4. Zgodnie z (COST 323, 1997a), główne wymagania i zastosowania systemu WIM można sklasyfikować w odniesieniu do statystycznej dokładności opisanej poniżej wraz ze zwiększającymi się poziomami dokładności:

- 1. Statystyka:** Ekonomiczne i techniczne badania transportu towarów, ogólna ocena ruchu na drogach i mostach, zbieranie danych statystycznych, itp.
 δ do 20-30% (klasa D+(2), lub D(25))
- 2. Infrastruktura i preselekcja:** Szczegółowa analiza ruchu, projekt i utrzymanie dróg i mostów, dokładna klasyfikacja pojazdów, preselekcja w celach egzekwowania przepisów prawa, itp.
 δ o wartości od 10 do 15-20% (klasa B (10), lub C (15))
- 3. Zastosowania prawne:** System może mieć zastosowania prawne i przemysłowe, ale jedynie w przypadku jeśli prawodawstwo zezwala na użycie ważenia pojazdów samochodowych w ruchu w takim celu. Obecnie do tych zastosowań używa się ważenia statycznego lub systemów LS-WIM (ważenie pojazdów w ruchu przy niskiej prędkości), ale dzięki postępowi technologicznemu, zwiększa się możliwości

systemów HS-WIM (ważenie pojazdów samochodowych w ruchu o dużej prędkości) dla celów prawnych.

δ do 5-10% (klasa A (5), lub B+ (7))

Powyższe liczby podano jedynie w celu zobrazowania; każdy użytkownik może zdefiniować własne wymagania dla swojego konkretnego zastosowania. Ponadto, wymagania zależą od warunków środowiskowych i drogowych. Rozdział 8 określa, która cyfra ma zastosowanie do każdego pola (brutto, oś, itp.)

Poziom dokładności ma odniesienie nie tylko do wydajności używanego systemu WIM (tj. czujnik(i) i stacja elektroniczna wraz z oprogramowaniem), ale także do procedur kalibracji i ich częstotliwości, jakości nawierzchni/drogi oraz równości, a także zachowania pojazdu.

Ufność π na poziomie dokładności δ (szerokość przedziału ufności) systemu WIM w dużej mierze zależy od warunków pomiaru, co oznacza głównie warunki powtarzalności i odtwarzalności mierzonej próby, warunki powtarzalności lub odtwarzalności środowiska oraz wielkość i zawartość próby (rodzaje pojazdów).

4.5. Wybór klasy dokładności w zależności od zastosowania

Różne potrzeby mogą prowadzić do różnych wymogów dokładności ważenia. O ile nie zostanie to ustalone inaczej przez klienta, podane są następujące wymagania:

Klasa A (5): zastosowania prawne, takie jak egzekwowanie ograniczeń dopuszczalnego ciężaru, oraz inne zastosowania; dostarczanie wartości referencyjnych dla inspekcji wykonywanych w trakcie eksploatacji, jeśli klasy B(10), C(15), D+(20) lub D(25) są wymagane dla wszystkich pojazdów strumienia ruchu (przyjmując, że nie jest możliwe zważenie statyczne tak dużej populacji);

Klasa B+ (7): egzekwowanie ograniczeń dopuszczalnego ciężaru pojazdów w poszczególnych przypadkach, jeśli nie można spełnić wymagań klasy A, oraz po uzyskaniu specjalnej zgody od władz; wydajna preselekcja przeładowanych osi lub pojazdów; dostarczanie wartości referencyjnych dla inspekcji wykonywanych w trakcie eksploatacji, jeśli klasy C(15), D+(20) lub D(25) są wymagane dla wszystkich pojazdów strumienia ruchu (przyjmując, że nie jest możliwe zważenie statyczne tak dużej populacji);

Klasa B (10): Dokładna wiedza o ciężarach z podziałem na osie lub grupy osi, oraz o ciężarach brutto, w celu:

- projektowania infrastruktury (nawierzchnia i mosty), utrzymania lub oceny, np. oceny agresywności, uszkodzeń zmęczeniowych i obliczeń okresu użytkowania,
- preselekcji przeładowanych osi lub pojazdów,
- identyfikacji pojazdów w oparciu o obciążenia.

Klasa C (15) i D+(20): Szczegółowe badania statystyczne, określenie histogramów obciążeń z szerokością klasy jednej lub dwóch ton, oraz dokładne sklasyfikowanie pojazdów w oparciu o obciążenia, badania infrastruktury i ocena zmęczenia.

Klasa D (25): Określenie ciężaru wymagane do celów statystycznych, badania ekonomiczne i techniczne, standardowa klasyfikacja pojazdów według szerokich ciężarów klas (np. 5 t).

Dodatkowo, dla systemów WIM określono **klasy E(30), E(35), itp.**, które nie spełniają wymogów klasy D(25). Te klasy opisano w rozdziale 8, w celu oceny dokładności zgrubnych systemów lub systemów zainstalowanych w nienajlepszych lokalizacjach WIM. Jednakże, mogą być one przydatne w celu wskazania struktury strumienia ruchu oraz rozkładu i częstości obciążenia.

5. KRYTERIA WYBORU LOKALIZACJI SYSTEMÓW WIM

Charakterystyka lokalizacji systemu WIM ma pewien wpływ na zachowanie pojazdów w ruchu i może prowadzić do znacznych rozbieżności pomiędzy siłami uderzenia osi a odpowiadającymi im obciążeniami statycznymi. A zatem, określone kryteria dotyczące geometrii drogi i charakterystyki nawierzchni podano w celu ograniczenia tych rozbieżności i utrzymania ich w pewnych granicach zgodnie z wymaganymi poziomami dokładności.

Dokładność pomostowego systemu WIM także w znacznym stopniu zależy od lokalizacji ważenia, szczególnie od rodzaju ustroju niosącego i równości najazdu.

Jednakże te kryteria, oraz przede wszystkim te związane z profilem nawierzchni, są przedstawione głównie w celach poglądowych, ponieważ obowiązująca jest jedynie określona wydajność systemu WIM (np. dokładność i wytrzymałość). Jeśli niektóre systemy, z uwagi na swój zasadniczy lub przypisany im charakter, są w stanie tolerować słabsze kryteria i spełniać wymogi dotyczące dokładności i wytrzymałości – co należy potwierdzić badaniami – mogą one być instalowane w innych lokalizacjach niż te określone poniżej.

5.1 Geometria drogi

5.1.1. Zaleca się, aby odcinek drogi 50 m przed i 25 m za systemem spełniał następujące wymagania odnośnie geometrii:

- nachylenie wzdłużne: $<1\%$ (lokalizacja klasy I) lub $<2\%$ (lokalizacje innych klasy), w zależności od klasy lokalizacji (patrz pkt. 5.2.2), i w miarę możliwości stałe;
- nachylenie poprzeczne: $<3\%$;
- promień skrótu: >1000 m (choć najlepiej, jeśli droga będzie prosta).

5.1.2. Systemy WIM należy instalować z dala od wszelkich obszarów przyspieszenia i zwalniania (tj. w pobliżu światła ulicznych, punktu poboru opłat, itp.), tak aby ważenie pojazdów odbywało się przy ich jednostajnej prędkości. Zaleca się unikać odcinków, gdzie kierowcy zmieniają biegi, jak łącznice, itp.

5.1.3. Zaleca się także unikać miejsc, gdzie zmienia się liczba pasów, ponieważ może to powodować zmianę pasów przez pojazdy w miejscu instalacji systemu WIM.

5.2 Charakterystyka nawierzchni

Charakterystyka nawierzchni ma bezpośredni wpływ na sygnał rejestrowany przez każdy czujnik WIM, z powodu:

- interakcji między nawierzchnią a pojazdem, prowadzącej do dynamicznych sił uderzeniowych,
- w większości przypadków, droga jest podporą dla czujnika, a zatem tworzy część urządzenia pomiarowego.

A zatem, nie tylko równość wzdłużna, ale także zużycie (np. koleiny, odkształcenia, itp.) ograniczają dokładność pomiarów, zaś pękanie zmniejsza trwałość czujników WIM i wpływa na ich reakcje. Odkształcenia i równość poprzeczna mogą także wpłynąć na niezawodność i trwałość czujników.

5.2.1. Proponowane są trzy klasy lokalizacji systemu WIM, mniej więcej odpowiadające trzem kategoriom zastosowań, opisanych w rozdziale 4. Kryteria kolein, odkształceń i równości podano w Tabeli 1. Więcej szczegółów dotyczących różnych rodzajów nawierzchni można znaleźć w (COST 324, 1995).

Tabela 1: Klasyfikacje i kryteria lokalizacji systemu WIM

			Klasy lokalizacji systemu WIM		
			I Doskonała	II Dobra	III Dopuszczalna
Koleiny (łata 3m)		Maks. głębokość koleiny (mm)	≤ 4	≤ 7	≤ 10
Odkształcenie (quasi-statyczne) (13 t na oś)	Nawierzchnie półsztywne	Średnie odkształcenie (10^{-2} mm)	≤ 15	≤ 20	≤ 30
		Różnica lewo/prawo (10^{-2} mm)	± 3	± 5	± 10
	Wszystkie nawierzchnie asfaltowe	Średnie odkształcenie (10^{-2} mm)	≤ 20	≤ 35	≤ 50
		Różnica lewo/prawo (10^{-2} mm)	± 4	± 8	± 12
	Nawierzchnie podatne	Średnie odkształcenie (10^{-2} mm)	≤ 30	≤ 50	≤ 75
		Różnica lewo/prawo (10^{-2} mm)	± 7	± 10	± 15
Odkształcenie (dynamiczne) (5 t – obciążenie)	Nawierzchnie półsztywne	Odkształcenie (10^{-2} mm)	≤ 10	≤ 15	≤ 20
		Różnica lewo/prawo (10^{-2} mm)	± 2	± 4	± 7
	Wszystkie nawierzchnie asfaltowe	Średnie odkształcenie (10^{-2} mm)	≤ 15	≤ 25	≤ 35
		Różnica lewo/prawo (10^{-2} mm)	± 3	± 6	± 9
	Nawierzchnie podatne	Średnie odkształcenie (10^{-2} mm)	≤ 20	≤ 35	≤ 55
		Różnica lewo/prawo (10^{-2} mm)	± 5	± 7	± 10
Równość	Wskaźnik IRI (międzynarodo wy wskaźnik równości nawierzchni)	Wskaźnik (m/km)	0 - 1,3	1,3 - 2,6	2,6 - 4
	Zestaw APL ¹	Ocena: (SW, MW, LW)	9 - 10	7 - 8	5 - 6

Wartości głębokości kolein i odkształcenia podano dla temperatury równej lub mniejszej niż 20°C i odpowiednich warunków drenażowych.

* ocena ujmuje ilościowo logarytm energii rozproszonej w jednym z zakresów długości fal: SW = krótkie długości fal (0,7 – 2,8 m), MW = średnie długości fal (2,8 – 11,3 m), LW = duże długości fal (11,3 – 45,2 m). Skala ma zakres od 10 (najniższa energia rozproszona, doskonała równość) do 1 (najwyższa energia rozproszona, najgorsza powierzchnia nawierzchni).

Komentarze odnośnie odkształceń:

¹ APL jest urządzeniem opracowanym we Francji używanym w wielu krajach do mierzenia równości podłużnej. Składa się z dwóch przyczep z jednym kołem ciągniętych za samochodem z prędkością 72 km/h.

- (i) Kryteria odkształceń nie mają zastosowania w przypadku nawierzchni betonowych (dla takich nawierzchni, wartości te powinny być znacznie niższe, niż zaproponowane limity...). Niemniej, w przypadku nawierzchni z płyt betonowych, ruch uderzeniowy płyty powinien być ograniczony do 0,05 mm dla lokalizacji w klasie I i 0,10 mm dla lokalizacji w klasach II i III.
- (ii) W przypadku nawierzchni kruszywowych (w których warstwa ziarna zapewnia wytrzymałość konstrukcyjną), wartości odkształcenia będą znacznie większe. W przypadku takich nawierzchni należy starannie dobrać metodę i materiały instalacji.
- (iii) Odkształcenie quasi-statyczne jest mierzone przy użyciu deflektografu (na długim podwoziu) o nacisku 13 t na oś, przy prędkości 2 - 3,5 km/h; dla pozostałych nacisków na oś można dokonać korekcy liniowej. Procedura pomiaru wygląda następująco: lewa i prawa ścieżka koła jest mierzona co 4,2 m; rejestrowana jest największa z dwóch wartości; następnie obliczana jest średnia na odcinku 200 m (czujnik WIM jest na środku). Różnica pomiędzy lewą a prawą wartością nie powinna przekraczać wartości podanych w Tabeli 1 w żadnej odległości mniejszej niż 4,2 m od czujnika (czujników) WIM.
- (iv) Ograniczenia odkształcenia dynamicznego oparto na pomiarach ugięciomierzem dynamicznym FWD przy użyciu Dynatest 8000 z obciążeniem próbnym 5 t, w temperaturze referencyjnej 20°C. Dla innych obciążeń można wykonać korekcję liniową. Zaleca się przeprowadzenie co najmniej trzech pomiarów na każdej ścieżce koła dla badanego odcinka, i zastosowanie procedury opisanej w pkt. (iii) do obliczenia średniego odkształcenia.

Wreszcie, należy przypomnieć, że odkształcenie ma wpływ na trwałość czujników, zaś różnica między lewą a prawą stroną może ograniczać dokładność pomiarów.

Komentarze odnośnie równości:

Mierzona równość, jeśli chodzi o ocenę w odcinkach 200 m jest wystarczająca do wstępnego badania lokalizacji, jednak konieczne jest bardziej szczegółowe zbadanie obszaru instalacji na tych 200 m, tak aby uniknąć każdego punktu, który charakteryzowałby się nienajlepszą równością:

- dla lokalizacji klasy I i II, przez użycie dokładnej podziałki,
- dla lokalizacji klasy III, przy użyciu 3 m łaty.

5.2.2. Nawierzchnie powinny także spełniać następujące kryteria:

- w dolnych warstwach, lub pod warstwą ścieralną nie powinno być żadnych twardych miejsc (płyt na miejscu poboru opłat, tuneli instalacyjnych, itp.);
- grubość łączonych warstw powinna być większa niż 10 cm;
- warstwy powinny się charakteryzować dobrym mechanicznym połączeniem, w szczególności jeśli chodzi o beton asfaltowy na materiałach kruszywowych stabilizowanych lepiszczami hydraulicznymi. Czujniki muszą być zamontowane w jednorodnej warstwie, nie na połączeniu;
- w miejscu montażu czujników, nawierzchnia powinna być w stanie niepogorszonym;
- nawierzchnia powinna być jednorodna poprzecznie na każdym pasie ruchu, z wykluczeniem obecności połączeń materiałów lakierowanych na długości montażu czujnika.

5.2.3. Zalecane pary klas lokalizacji i dokładności systemu WIM przedstawiono poniżej, w Tabeli 2.

Tabela 2: Wybór lokalizacji WIM w zależności od wymaganej dokładności

Dokładność	lokalizacja I (doskonała)	lokalizacja II (dobra)	lokalizacja III (dopuszczalna)
Klasa A (5)	+	-	-
Klasa B+ (7)	+	-	-
Klasa B (10)	+	+	-
Klasa C (15)	(+)	+	+
Klasa D+ (20)	(+)	(+)	+
Klasa D (25)	(+)	(+)	+

Legenda: '-' oznacza niewystarczającą dokładność, '+' oznacza wystarczającą dokładność, '(+)' oznacza wystarczającą dokładność, ale nie niezbędną

Komentarz: Powyższa tabela nie podaje ścisłej relacji pomiędzy klasami dokładności a badaną lokalizacją: niektóre rodzaje systemów WIM – w zależności od typu czujnika i zasady pomiaru – mogą wymagać wyższych lub niższych klas lokalizacji w celu spełnienia tego samego poziomu dokładności. Na przykład, duże wagi lub czujniki o dużej podstawie (tj. większe niż odcisk opony w kierunku strumienia ruchu) są mniej wrażliwe na równość nawierzchni niż czujniki o wąskiej podstawie. Ponadto, systemy WIM używające wielu czujników mogą być instalowane w nawierzchniach o gorszej równości, jeśli zastosuje się odpowiedni algorytm dokonujący obliczeń w celu zredukowania efektów dynamicznych.

5.3 Szczególne wymagania odnośnie mostów

5.3.1. Podstawowe zalecane kryteria wyboru lokalizacji na mostach podano w Tabeli 3.

Dokładność wyników systemów WIM instalowanych na mostach jest ściśle powiązana z liczbą ciężarówek (osi), które przejeżdżają po takich elementach mostu, które mają jednocześnie wpływ na konstrukcję (najlepsze rezultaty daje przejazd jednocześnie jednej ciężarówki). A zatem, długość konstrukcji i gęstość ruchu muszą być oceniane razem (im gęstszy ruch, tym krótsza optymalna długość konstrukcji).

Jeśli w algorytmie oceny ciężaru używana jest linia wpływu, linia wpływu oparta na rzeczywistych odczytach naprężeń może zwiększyć dokładność obliczeń. Jest to szczególnie ważne, kiedy oprzyrządowanie jest montowane na ciągłym moście. Przy tego typu konstrukcji, ważne jest także, aby uwzględniono wszystkie przęsła, które znacząco wpływają na zachowanie przęsła, na którym zainstalowane są przyrządy (gdzie mierzone są naprężenia ustroju niosącego).

Tabela 3: Kryteria selekcji mostu

Kryteria	Optymalne	Dopuszczalne
rodzaj mostu	dźwigary stalowe, dźwigary z betonu sprężonego, dźwigary z betonu zbrojonego, pomosty ortotropowe ⁽¹⁾	płyta betonowa
rozpiętość przęsła ⁽²⁾⁽³⁾ (m)	5 - 15	8 - 35

gęstość ruchu	swobodny ruch - bez zatorów (korków)	
równość nawierzchni przed i na moście	klasa I lub II (Tabela 1)	klasa III (Tabela 1)
kąt skosu (°)	≤ 10	≤ 25 $\leq 45^{(*)}$

⁽¹⁾ oczekuje się, że taka konstrukcja będzie optymalna, trwają badania w 'WAVE'

⁽²⁾ to kryterium ma zastosowanie dla długości części mostu, która ma wpływ na oprzyrządowanie

⁽³⁾ poza przepustami

^(*) po sprawdzeniu danych kalibracyjnych

5.3.2. W celu dostarczenia informacji o prędkości pojazdów, która jest ważnym parametrem w algorytmie oceny ciężaru, należy bardzo dokładnie zmierzyć pozycje czujników osi.

5.3.3. Należy unikać miejsc, gdzie pojazdy będą hamować lub przyspieszać, np. dojeżdżając lub odjeżdżając ze skrzyżowań, ponieważ niestala prędkość na konstrukcji znacząco zmniejsza dokładność obliczanych ciężarów.

5.3.4. Czujniki osi muszą dostarczać rzetelnych informacji w każdych warunkach pogodowych. Jeśli używane są ruchome czujniki osi, należy zwracać szczególną uwagę na ich zamontowanie na powierzchni nawierzchni.

5.3.5. Przepusty (J.I. Brown i R.J. Peters, 1988) powinny być jednoprzęsłowe, prefabrykowane i bez pęknięć. Optymalne jest użycie skrzynki betonowej z pokrywą osadzoną w prosty sposób, ale dopuszczalna jest wbudowana skrzynka, bądź stalowa lub betonowa rura. Idealną rozpiętością jest 1,2 – 2,7 m, ale dopuszczalne są rozpiętości 2,7 – 4,8 m. Idealną grubością nawierzchni nad przepustem jest 0,5 – 1,0 m, ale grubość w zakresie 0,2 – 2,0 m jest dopuszczalna.

6. WYMAGANIA ŚRODOWISKOWE

Większość dostawców urządzeń WIM określa pewne wymogi środowiskowe odnośnie używania swojego sprzętu. Wymagania te zwykle spełniają niektóre istniejące kryteria norm wyznaczone dla cywilnych i wojskowych urządzeń. Poniżej podano kryteria w celu określenia wspólnych ram, lub uszczegółowienia niektórych wymogów w odniesieniu do czujników WIM. Każdy klient może je dostosować do konkretnych warunków panujących na wybranej lokalizacji systemu WIM.

Wymagania te dotyczą głównie warunków pogodowych, ale także warunków ruchu drogowego i wyposażenia niezbędnego do zainstalowania i eksploatacji systemów WIM.

6.1 Czujniki

6.1.1 Warunki pogodowe

6.1.1.1. Czujnik musi działać prawidłowo w temperaturze otoczenia od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$.

W przypadku czujników umieszczanych na nawierzchni (jak na przykład czujniki paskowe), moduł nawierzchni może silnie oddziaływać na reakcję czujnika; ma to miejsce zwłaszcza w przypadku nawierzchni bitumicznych. Moduł nawierzchni bitumicznych zmienia się wraz z temperaturą o rząd wielkości. Kilka wartości poglądowych przedstawiono w Tabeli 4.

Tabela 4: Zmiana modułu nawierzchni (materiał bitumiczny) wraz z temperaturą

Temperatura	- 15 °C	0 °C	15 °C	30 °C
Współczynnik skali modułu nawierzchni	10	8	5	1

Zjawisko to może mieć wpływ zarówno na dokładność systemu WIM, jak i na trwałość czujników. Opracowywany system powinien to uwzględniać.

6.1.1.2. Penetracja wody i soli: czujniki muszą być odporne na działanie wody i soli (w miejscach gdzie mogą pojawić się opady śniegu i lód). Jeśli nawierzchnia nie jest dobrze odwodniana, po opadach deszczu mogą pojawić się odkształcenia.

6.1.2 Warunki ruchu drogowego i opór mechaniczny

6.1.2.1. Czujniki muszą wytrzymać przejazd czołgu (o ciężarze do 60 t) i innych pojazdów gąsienicowych, lub przejazd opony bez powietrza. W obszarach o zimniejszym klimacie, czujniki muszą wytrzymać przejazd okolicznej opony i sprzętu odśnieżającego. Wymóg ten może być bardziej elastyczny dla systemów przenośnych używanych przez krótkie okresy czasu.

6.1.2.2. Mówiąc bardziej ogólnie, czujniki muszą zawsze pozostawać przymocowane w nawierzchni lub w drodze w warunkach ruchu o silnym natężeniu, do momentu ich usunięcia lub wymiany nawierzchni, w celu bezpieczeństwa. Dotyczy to szczególnie przenośnych czujników WIM i czujników przyklejonych lub przyczepionych do powierzchni nawierzchni.

6.2 Elektronika

6.2.1. Urządzenia i układy elektroniczne muszą działać w zakresie temperatur od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$. Należy pamiętać, że przy braku urządzeń chłodzących górną wartość można osiągnąć już w temperaturze otoczenia od 30 do 35°C .

6.2.2. Elektronika musi być odporna na wilgotność względną w zakresie od 0 do 90% (nieskrapającą się).

6.2.3. Urządzenia elektroniczne muszą posiadać zabezpieczenie przed uderzeniem pioruna oraz wpływem zewnętrznego pola elektrycznego i magnetycznego. Może to mieć także zastosowanie dla pewnych rodzajów czujników.

6.2.4. Zaleca się, aby systemy nie były instalowane pod liniami wysokiego napięcia, bądź w pobliżu nadajników radiowych i torów kolejowych.

6.3 Wyposażenie i inne elementy

6.3.1. Generalnie, zaleca się, aby na miejscu instalacji systemu WIM dostępne było dodatkowe wyposażenie. Można tu wspomnieć o:

- zasilaniu elektrycznym dla instalacji czujnika i działania systemu WIM (alternatywnym rozwiązaniem powszechnie stosowanym w nasłonecznionych miejscach jest użycie baterii słonecznych,
- połączeniu komunikacyjnym (jak np. linia telefoniczna lub innego rodzaju), w celu podłączenia stacji WIM, jeśli ma być ona zdalnie monitorowana, oraz w celu zbierania danych,
- szafka na poboczu drogi, zabezpieczająca stację WIM przed opadami deszczu, śniegiem, promieniowaniem słonecznym, aktami wandalizmu, itp.

6.3.2. Do celów kalibracji i testów, zaleca się, aby w pobliżu miejsca instalacji systemu WIM znajdowało się miejsce do statycznego ważenia pojazdów, lub statyczna waga. Najlepiej, aby lokalizacja zapewniała odpowiedni czas przejazdu, aby pojazd kalibracyjny lub testowy mógł wykonać całą pętlę lokalizacji systemu WIM.

6.3.3. W celu konserwacji i sprawdzenia, zaleca się, aby w pobliżu systemu znajdował się parking.

6.3.4. Ważne jest, aby przy doborze miejsca instalacji unikać wszelkich wiaduktów (z powodu efektów aerodynamicznych) lub płyt przejściowych mostu (nierówności).

6.3.5. Nie zaleca się instalowania czujników na moście lub innej konstrukcji podlegającej efektom dynamicznym.

7. SPRAWDZENIE I KALIBRACJA SYSTEMU NA MIEJSCU INSTALACJI

7.1 Zalecenia ogólne

7.1.1. Po montażu i ogólnym sprawdzeniu systemu, przed rozpoczęciem eksploatacji jakiegokolwiek systemu WIM należy przeprowadzić kalibrację wstępną. Dokładność danych WIM zależy w olbrzymim stopniu od procedury kalibracji systemu WIM.

Ogólną statystyczną procedurą kalibracji i dalszego sprawdzenia systemu WIM, jeśli chodzi o statystyczną dokładność i klasy, opisano w (B. Jacob, 1997).

7.1.2. Przed kalibracją na miejscu instalacji, zaleca się sprawdzenie oczekiwanego działania czujników i układów elektronicznych przez badanie wyrwykowe. Metody sprawdzenia zostały opracowane w pewnych krajach i są one opisane przez sprzedawców, w zależności od technologii wykonania czujników. Niektóre zalecenia podano w Załączniku II.

7.1.3. Cel instalacji systemu WIM i jego zastosowanie powinny pomóc w wyborze metody kalibracji. Należy odpowiednio dobrać wartości referencyjne używane do kalibracji.

Ważne jest, aby pamiętać o tym, że system WIM mierzy chwilowe siły uderzenia i tylko szacuje ciężar. Odchylenia danych WIM od ciężarów mogą być traktowane zarówno jako błędy pomiarowe, jak i jako błędy wynikające z efektów dynamicznych.

7.1.3.1. Jeśli dane WIM są używane do oszacowania ciężarów i obciążeń statycznych (jak jest najczęściej), konieczne jest zminimalizowanie różnic (odchyłeń) pomiędzy WIM a danymi o ciężarze. A zatem, wartości referencyjne powinny być całkowitymi ciężarami pojazdów lub statycznymi naciskami na oś (lub oboma tymi wartościami). Dokładność tych wartości referencyjnych powinna być zgodna z oczekiwaną dokładnością systemu WIM, który będzie kalibrowany zgodnie z ogólnymi wymogami metrologicznymi (patrz także pkt. 8.3).

7.1.3.2. Jeśli dane WIM są używane w celu dostarczenia chwilowych wartości sił uderzenia, wartości referencyjne powinny być „rzeczywistymi” siłami uderzenia przykładanymi przez koła lub osie pojazdów, kiedy uderzają one w czujniki WIM.

Ogólnie rzecz biorąc, owe „rzeczywiste siły uderzenia” nie jest łatwo zmierzyć dokładnie z doskonałą synchronizacją z WIM. Jednakże, opracowano pewne techniki z użyciem urządzeń wywołujących wstrząs lub nacisk (patrz pkt. 7.2.2), lub pojazdów z oprzyrządowaniem (patrz pkt. 7.2.4).

7.1.4. Przez cały czas wykonywania procedury kalibracyjnej należy rejestrować temperaturę otoczenia lub nawierzchni. Należy sprawdzać czułość systemu WIM w zależności od zmian temperatury.

Przyjmuje się, że kalibracja będzie zakończona w krótkim okresie czasu, w ciągu jednego lub dwóch następujących po sobie dni, z wyjątkiem automatycznej samokalibracji (patrz pkt. 7.2.5).

7.1.5. Zaleca się regularne sprawdzanie dokładności eksploatowanego systemu WIM, np. raz lub dwa razy w roku (kalibracja w trakcie eksploatacji lub sprawdzenie kalibracyjne). W przypadku nowo zainstalowanego systemu WIM, zaleca się przeprowadzenie pewnych sprawdzeń podczas pierwszych dwóch lub trzech miesięcy użytkowania. Sprawdzenia kalibracyjne można wykonywać przy zastosowaniu tych samych metod, który były użyte przy początkowej kalibracji (patrz pkt. 7.2 i Załącznik III), ale z mniejszą ilością wartości referencyjnych, pojazdów testowych lub przejazdów.

7.2 Metody kalibracji

Powszechnie używa się różnych metod kalibracji, które zależą od rodzaju czujnika, zastosowania i wymagań użytkownika, a także dostępnego czasu i środków.

7.2.1 Kalibracja statyczna

7.2.1.1. Kalibrację taką można wykonać jedynie dla takich systemów WIM, które umożliwiają także pomiary statyczne. Należy pamiętać, że kalibracja statyczna wyeliminuje tylko wewnętrzne odchylenia systemu WIM, ale nie uwzględni warunków zewnętrznych nawierzchni oraz interakcji nawierzchnia/pojazd, a zatem, ogólnie rzecz biorąc, nie będzie spełniać wymogów celów opisanych w pkt. 7.1.3.1 i 7.1.3.2.

Czujniki, które można poddać kalibracji to: czujniki tensometryczne i wagi z ogniwem obciążnikowym, krystaliczne pręty piezokwarcowe, paski pojemnościowe lub czujniki światłowodowe, ale z wyłączeniem przewodów piezoceramicznych lub piezopolimerowych. Nawet w przypadku czujników paskowych (piezokwarcowych, pasków pojemnościowych i światłowodowych), kalibracja statyczna nie jest łatwym zadaniem z powodu niewielkiej powierzchni czujnika (i, co za tym idzie, trudności przyłożenia masy rzędu kilku ton), i warunki obciążenia różnią się od warunków panujących w strumieniu ruchu drogowego, ponieważ w trakcie badania statycznego nie można wykonać integracji sygnału.

Ta metoda kalibracji jest wygodna zwłaszcza jeśli ciężary można oszacować przy pomocy systemów WIM ważących przy niskiej prędkości w lokalizacjach o doskonałej nawierzchni.

7.2.1.2. Metoda ta obejmuje, jeśli chodzi o statyczne wagi, umieszczenie mas kalibracyjnych o różnych intensywnościach na wadze (czujniku) i odniesienie pomiarów systemu do mas. Należy użyć co najmniej trzech równo rozłożonych mas w całym zakresie ważonych obciążeń; dla każdej masy należy wykonać trzy powtórzenia. W przypadku czujników paskowych, w celu przyłożenia całej masy kalibracyjnej jedynie na czujnik, należy użyć specjalnej płytki. To może być trudne, ponieważ minimalne wielkości mas kalibracyjnych znacznie przekraczają rozmiary czujnika.

7.2.1.3. W przypadku dużych wag, można użyć dokładnie zważonej wcześniej ciężarówki i umieścić jej osie kolejno po sobie na wadze, ale nie jest to zalecane, z powodu niewystarczającej definicji statycznego nacisku na oś (OIML, 1996). Alternatywną metodą jest umieszczenie referencyjnej przenośnej wagi statycznej pomiędzy oponą a wagą WIM. W takim przypadku, należy użyć co najmniej trzech osi ze statycznymi obciążeniami równo rozłożonymi w całym zakresie ważonych obciążeń, a dla każdej osi ważenie należy powtórzyć trzykrotnie.

7.2.1.4. W przypadku mostów (mostowy system WIM), zaleca się użycie ciężarówki nieprzegubowej o układzie osi przynajmniej jeden dwa, lub trzy (pojedyncza oś + układ dwóch osi posobnych), dokładnie zważonej wcześniej, pustej i pełnej. Dokładność można zwiększyć przez użycie dwóch lub więcej ciężarówek kalibracyjnych o różnych rozkładach ciężaru pomiędzy osiami.

7.2.2 Użycie urządzeń wywołujących wstrząsy lub zmiany nacisku

Zasadą takich metod kalibracji jest przyłożenie do czujnika powtarzalnych kalibrowanych wstrząsów lub zmian nacisku. Można to wykonać przy użyciu DYNAPLAQUE, ugięciomierza dynamicznego (FWD), Piezodynu (M. Huhtala i B. Jacob, 1995), lub innego podobnego urządzenia.

Zaletą takiej metody jest to, że jest ona niemal niezależna od równości nawierzchni, a także charakterystyk, prędkości i obciążenia pojazdu kalibracyjnego (patrz pkt. 7.2.3). Jednakże, badania wykazały, że większość urządzeń daje rezultaty rozproszone na czujniku WIM nie tylko z powodu ewentualnej niejednorodności samego czujnika, ale także z powodu warunków uderzenia

wokół czujnika. Ponadto, warunki uderzenia bardzo różnią się od odcisku opony oraz siły przykładanej przez chwilową pionową siłę. Ta metoda wymaga także zamknięcia pasa ruchu podczas kalibracji, co może być trudne do wykonania na autostradach o dużym natężeniu ruchu.

Metoda ta przeznaczona jest głównie do kalibracji w odniesieniu do sił uderzenia, ale nie do ciężarów. Może ona mieć zastosowanie, jeśli system WIM jest używany do pomiarów siły uderzenia (7.1.3.2), jak opisano to w (M. Huhtala i B. Jacob, 1995), ale jak dotąd jej działanie nie zostało jeszcze potwierdzone.

7.2.3 Zastosowanie wcześniej zważonych ciężarówek kalibracyjnych

7.2.3.1. Tę metodę zaleca się, kiedy system WIM ma szacować ciężary (7.1.3.1).

Jest to najczęściej używana metoda z powodu jej względnej prostoty i bezpośredniości, oraz dlatego, że nadaje się do wszystkich rodzajów systemów WIM. Metoda ta częściowo eliminuje powtarzalne dynamiczne wpływy nawierzchni (odchylenia), ale jest wrażliwa na charakterystyki pojazdu kalibracyjnego (testowego), takie jak: rodzaj zawieszenia i parametry, tarcie suche, itp.

7.2.3.2. Główna zasada obejmuje powtórzenie przejazdu kilku wcześniej zważonych pojazdów testowych (kalibracyjnych) po systemie WIM. Ogólnie rzecz biorąc, przyjmuje się, że kalibracja będzie wykonywana w ciągu jednego lub dwóch, następujących po sobie, dni, w podobnej temperaturze i warunkach pogodowych (warunek powtarzalności środowiska (I), patrz pkt. 11.1.4). Zgodnie z planem badań, można zdefiniować następujące warunki:

(r1) warunki pełnej powtarzalności: jeśli tylko jeden pojazd przejeżdża kilka razy z tą samą prędkością, tym samym obciążeniem i w tej samej pozycji bocznej;

(r2) warunki rozszerzonej powtarzalności: jeśli tylko jeden pojazd przejeżdża kilka razy z różnymi prędkościami (zgodnie z warunkami pasa ruchu), różnymi obciążeniami (np. w pełni załadowany, w połowie załadowany i pusty), oraz z niewielkimi różnicami pozycji bocznej (zgodnie z rzeczywistymi ścieżkami ruchu drogowego);

(R1) warunki ograniczonej odtwarzalności: jeśli użyta jest niewielka grupa pojazdów, reprezentatywna dla całego składu ruchu drogowego przewidywanego w miejscu instalacji systemu (sylwetki i ciężary brutto), a każdy z nich przejeżdża kilka razy, z różnymi prędkościami, różnymi obciążeniami i niewielkimi zmianami pozycji bocznej;

(R2) warunki pełnej odtwarzalności: jeśli duża próba pojazdów (tj. od dziesiątków do setek) strumienia ruchu, reprezentatywnych dla danego strumienia, przejeżdża po systemie WIM i są one statystycznie wazone przed i po przejeździe.

7.2.3.3. Odpowiednia kalibracja wstępna (po instalacji lub modyfikacji systemu WIM) musi być przeprowadzona w warunkach (R1), z użyciem przynajmniej trzech lub czterech pojazdów testowych, zgodnie z rodzajem ruchu, który będzie ważony:

- 2-osiowy, nieprzegubowy, w pełni załadowany samochód dostawczy (ok. 3,5 t, ± 1 t);
- 2-osiowa, 3-osiowa lub 4-osiowa ciężarówka z ładunkiem o ciężarze od 10 do 25 t, o prawie maksymalnym dopuszczalnym obciążeniu;
- ciągnik siodłowy z naczepą na układzie dwóch lub trzech osi posobnych (najlepiej trzech), z ładunkiem ponad 30 t.
- ciężarówka z przyczepą (2+2, 3+2, 2+3, 3+3 osie), w pełni załadowana.

Jeśli to możliwe, ostatnie dwa pojazdy użyte będą jako w pełni załadowane i w połowie załadowane. Najlepiej jeśli układy dwóch lub trzech osi posobnych będą wyposażone w zawieszenie pneumatyczne. Jednakże, jeśli użyte będą pojazdy z zawieszeniem mechanicznym, jako reprezentatywne dla większości pojazdów przejeżdżających po miejscu instalacji systemu, należy dołożyć starań, aby zmierzyć statyczne, referencyjne naciski na oś (patrz pkt. 8.3).

Zaleca się także, aby użyć jednego ze standardowych planów badań, opisanych w Załączniku I, ponieważ zostały one zaprojektowane w celu zoptymalizowania liczby przejazdów i pojazdów w relacji do poziomu ufności. Ponadto, umożliwi to użycie wykresów przedstawionych w Załączniku I w celu poprawienia początkowej weryfikacji, po kalibracji.

Warunki należy określić przed kalibracją, a wyniki (jeśli chodzi o klasę dokładności) należy zanalizować zgodnie z nimi (patrz pkt. 11), dla odpowiedniego stosowanego poziomu ufności.

Im wyższe warunki (od (r1) do (R2)), tym bardziej reprezentatywna próba kalibracyjna rzeczywistych warunków ruchu, ale tym dłuższa i bardziej kosztowna procedura! Mimo tego, tę procedurę kalibracyjną można wykonać nie zatrzymując ruchu ((r1) do (R1)).

7.2.3.4. Kalibrację można wykonać w warunkach (r2), jeśli klient (lub użytkownik) i dostawca uzgodnili takie rozwiązanie. Za wyjątkiem systemu WIM instalowanego na moście, wybrany pojazd kalibracyjny musi być najbardziej reprezentatywnym typem pojazdu, który będzie ważony, i musi być zważony w trzech opcjach obciążenia: pusty, w połowie załadowany, w pełni załadowany.

7.2.3.5. Zaleca się przeprowadzenie próby co najmniej 10 ważnych przejazdów – tj. 10 przejazdów z udanymi pomiarami – na każdą ciężarówkę (lub obciążenie ciężarówki), co zagwarantuje ważność metody. Jednak, im większa próba, tym mniejsza niepewność statystyczna. Wielkość próby będzie określona na podstawie wymagań klienta.

7.2.3.6. Przejazdy, o których mowa w pkt. 7.2.3.5, muszą być podzielone dla każdego pojazdu (przypadku obciążenia) na 2 lub 3 poziomy prędkości, które będą reprezentatywne dla zakresu prędkości na miejscu instalacji systemu WIM, np. dla darmowej autostrady można użyć poziomów 70 i 95 km/h, zaś w innych lokalizacjach lepsze będą poziomy 50, 70 i 90 km/h (jednak stosowane prędkości powinny być zgodne z obowiązującymi prawnie ograniczeniami). Zalecaną prostą zasadą jest, aby przyjąć jako poziomy prędkości średnią prędkość V_m , $0,8 V_m$ i $1,2 V_m$, a następnie przydzielić liczbę przejazdów zgodnie z następującymi proporcjami: 60%, 20%, 20%.

7.2.3.7. Nie zaleca się początkowej kalibracji z użyciem tylko jednego pojazdu i jednego przypadku obciążenia. Można ją zastosować jedynie, jeśli nie jest możliwe inne jej wykonanie, lub jeśli ważony ma być tylko jeden rodzaj ciężarówki, po dokładnym uzgodnieniu tego z klientem (lub użytkownikiem). W takim przypadku, należy wykonać 10 ważnych przejazdów przy trzech poziomach prędkości, a następnie dane te zostaną przeanalizowane w tylko jednej próbie (zgodnie z zasadami warunków (r1)). Jednakże, sprawdzenia kalibracyjne można wykonywać zgodnie z warunkami (r1) lub (r2).

7.2.3.8. Operacja ważenia statycznego musi być starannie wykonana, zgodnie z pkt. 8.3.

7.2.3.9. Po zebraniu danych, kalibrację można wykonać przy użyciu różnych metod. Najczęściej używane metody kalibracji opisano skrótowo w Załączniku III. Należy wybrać najodpowiedniejszą metodę zgodną z oprogramowaniem stacji WIM i wymogami użytkownika. W każdym przypadku, użyta metoda musi być wyraźnie wyjaśniona i przytaczana w raporcie z kalibracji.

7.2.4 Wykorzystanie ciężarówek kalibracyjnych z oprzyrządowaniem

7.2.4.1. Ta metoda jest szczególnie przydatna, jeśli system WIM ma mierzyć chwilowe siły uderzenia osi (7.1.3.1), zamiast obciążeń statycznych, lub w celu kalibracji układu wielu czujników.

W takim przypadku, metody opisane w pkt. 7.2.3 (i Załączniku III) wprowadzają pewne odchylenie przez częściowe wyeliminowanie poszukiwanych wpływów dynamicznych. Tak dzieje się w przypadku niektórych celów badawczych, takich jak badania powtarzalności przestrzennej lub interakcji między nawierzchnią a pojazdem, i badania uszkodzeń nawierzchni. Dla systemów WIM z wieloma czujnikami, powtarzalność przestrzenna jest używana w celu zwiększenia dokładności estymatora obciążenia statycznego.

Zaletą tej metody jest wykonanie “prawdziwej” kalibracji na aktualnie mierzonym parametrze przez system WIM, tj. siły uderzenia koła lub osi. Jej wadą są koszty i trudności w zdobyciu i użyciu takich ciężarówek z oprzyrządowaniem, co także wymaga udziału wyspecjalizowanego personelu. Ponadto, w zasadzie istnieje bardzo niewiele takich ciężarówek z oprzyrządowaniem, a informacje i dokumentacja o nich jest bardzo ograniczona.

Jakość kalibracji w olbrzymim stopniu zależy od dokładności oprzyrządowania zainstalowanego na ciężarówce, które w sposób ciągły mierzy siłę uderzenia każdego koła w nawierzchnię podczas jazdy. Ale te pomiary są pośrednie, pochodzą z rejestrowanych średnich wartości przyspieszeń i odkształceń, i, ogólnie rzecz biorąc, wymagają później wielu obliczeń.

7.2.4.2. Konieczne jest bardzo dokładne zsynchronizowanie pomiarów pokładowych z pomiarami wykonanymi przez czujniki systemu WIM w momencie, kiedy koło lub oś przejeżdża po czujniku.

7.2.4.3. Pojazd z oprzyrządowaniem sam musi być dobrze skalibrowany pod dynamicznym obciążeniem, a jego dokładność musi być zgodna z powszechnymi zasadami metrologicznymi, w zależności od planowanej dokładności systemu WIM (np. tolerancje pomiarów wykonywanych na pokładzie ciężarówki powinny leżeć w zakresie między 1/5 a 1/3 tych w systemie WIM).

7.2.4.4. Procedura kalibracji obejmuje dopasowanie danych zarejestrowanych przez system WIM do sił uderzeń mierzonych na pokładzie ciężarówki dla tego samego koła lub osi. Zgodnie z opisem z Załącznika III, obliczyć można jedynie jeden średni współczynnik kalibracji, lub różne współczynniki w zależności od typu osi (lub od rodzaju ciężarówki, jeśli dostępnych jest kilka ciężarówek z oprzyrządowaniem różnego rodzaju!). Należy zastosować wzory podane w Załączniku III, podstawiając pod obciążenia statyczne referencyjne siły uderzenia z pojazdu (pojazdów) z oprzyrządowaniem. W tej metodzie, zamiast ciężarów brutto należy użyć wartości nacisków na oś i sił.

7.2.4.5. Procedurę kalibracji (plan badań) należy wykonać przy użyciu co najmniej trzech przypadków obciążenia (pełnego, połowicznego i pustego pojazdu), oraz dwóch lub trzech poziomów prędkości dla każdego przypadku obciążenia. Dla każdego obciążenia i prędkości muszą być wykonane trzy ważne przejazdy.

7.2.5 Procedura i oprogramowanie automatycznej samokalibracji

Tego typu metoda, wprowadzona we Francji we wczesnych latach 80-tych ubiegłego wieku, ma wielką zaletę, ponieważ wykonuje stałą automatyczną rekalkulację systemu WIM zainstalowanego na drodze, po której odbywa się ruch, a zatem poprawia wszelkie trendy lub odchylenia wywołane przez czujnik, elektronikę lub zmiany nawierzchni, bądź wywołane zewnętrznymi wpływami, takimi jak zmiany temperatury. Jednakże, udowodniono, że procedura ta wymaga wcześniejszej wiedzy o modelu ruchu i w niektórych okolicznościach może być gorsza niż niewykonywanie żadnych operacji.

7.2.5.1. Zasada ta obejmuje dopasowanie pewnych statystyk zarejestrowanych i obliczonych przez system WIM do pewnych wartości docelowych, w zależności od ruchu drogowego dla danej lokalizacji.

W większości krajów i sieci dróg, istnieją pewne „pojazdy charakterystyczne”, które mają pewne osie i/lub ciężary brutto o niskim współczynniku zmienności i stosunkowo stałej średniej (wartość docelowa). W takim przypadku, ruchoma średnia pewnej liczby takich nacisków na oś lub ciężarów brutto staje się prawie stałą dla odpowiednio dużej próby i może być dopasowana do wartości docelowej. Zapewnia to nowy współczynnik kalibracji po przejeździe wymaganej liczby charakterystycznych pojazdów.

Niemniej, trzeba pamiętać, że taka procedura wprowadza błąd statystyczny z powodu wielkości próby uwzględnianych „pojazdów charakterystycznych”. A zatem, odstęp czasowy pomiędzy dwoma rekalkulacjami (obliczenie nowego współczynnika kalibracji) musi być kompromisem pomiędzy obniżeniem wariancji statystycznej (przez zwiększenie wielkości próby) a opóźnieniem rekalkulacji. Jeśli ma się wyeliminować wpływ temperatury, zaleca się przyjęcie takiego odstępu w zakresie od jednej do kilku godzin. Jeśli ma się wyeliminować tylko pewne długoterminowe tendencje, ten przedział czasowy może być dłuższy (np. od jednego dnia do kilku tygodni).

7.2.5.2. Procedura automatycznej samokalibracji wymaga dobrej wcześniejszej wiedzy o strukturze strumienia ruchu na miejscu instalacji systemu, oraz statystykach nacisku na oś i obciążeń pojazdów. Jej wydajność zależy w znacznym stopniu od tej wiedzy, ale także od natężenia ruchu; im większy strumień ruchu, tym wydajniejsza samokalibracja. A zatem, procedura ta powinna być stosowana ostrożnie na podrzędnych drogach o niskim natężeniu ruchu.

7.2.5.3. Należy także zwrócić uwagę na fakt, że automatyczny system kalibracji jest aktywny na pasie ruchu. A zatem, w przypadku jeśli przyrządy zainstalowano na więcej niż jednym pasie ruchu, ruch na każdym pasie powinien być uwzględniany oddzielnie.

7.2.5.4. Częstotliwości rekalkulacji (lub obliczanie nowego współczynnika kalibracji) musi być dostosowana do częstotliwości drgań własnych perturbacji, które mają być wyeliminowane, oraz do strumienia ruchu (pojazdów charakterystycznych).

7.2.5.5. System WIM wymaga pewnego czasu na przeprowadzenie automatycznej samokalibracji (np. od 1 do 5 dni, w zależności od strumienia ruchu i jego struktury), aby dawać stabilne rezultaty. Użytkownik powinien to sprawdzić, lub dostawca dostarczy na to gwarancję, zanim system zostanie użyty w celu eksploatacji.

7.2.5.6. Zaleca się konsekwentne sprawdzenie samokalibracji przez badanie klasyfikacyjne współczynników kalibracyjnych, aby uniknąć dużych błędów, które mogą wystąpić z różnych przyczyn, jak np. chwilowy brak pojazdów charakterystycznych, pewne nieoczekiwane zmiany w wartościach docelowych, itp. A zatem, systemy WIM powinny zapisywać współczynniki kalibracji w stałych plikach przy użyciu niniejszej procedury. Pliki te powinny być łatwo odczytywalne z podaniem dnia i godziny (w przypadku szczegółowych zapisów danych; w innym przypadku należy dostarczyć pewnych statystyk odnośnie tych współczynników). Niezbędne jest także wykonanie okresowych sprawdzeń kalibracyjnych (np. raz lub dwa razy do roku) przy użyciu wcześniej lub później ważonych ciężarówek, lub przy pomocy badań spójności wykonanych na statystykach dostarczonych przez system.

7.2.5.7. Zaleca się rejestrowanie temperatury w celu sprawdzenia korelacji pomiędzy nią a współczynnikiem kalibracji, oraz oszacowanie błędu statystycznego.

Wreszcie, należy zwrócić uwagę, że nawet jeśli ten rodzaj kalibracji jest bardzo łatwy i niedrogi w realizacji po wykonaniu odpowiednich wstępnych badań i opracowaniu odpowiedniego oprogramowania, on także może wprowadzić pewne niekontrolowane odchylenia i wariancje.

8. TOLERANCJE KLASY DOKŁADNOŚCI ODNOŚNIE CIĘŻARU

8.1 Ogólne

8.1.1. System WIM należy sprawdzić zgodnie z dobrze zdefiniowaną procedurą lub programem badań, aby mógł on być następnie sklasyfikowany w jedną z kilku klas dokładności zgodnie z wynikami badań. Owe klasy dokładności zdefiniowane są w odniesieniu do oceny ciężaru, ale w niektórych przypadkach można przyjąć inny rodzaj odniesienia, jak, na przykład, niezależnie mierzone siły uderzenia.

8.1.2. Zasada przyjęta do tej klasyfikacji obejmuje ustalenie tolerancji δ , tj. szerokości przedziału ufności dla pojedynczego pomiaru WIM, i dla danego poziomu ufności π . Wymóg tego poziomu zależy od warunków kalibracji lub badania, czy są one wykonane przy użyciu wcześniej ważonych pojazdów w ruchu (jak opisano to w rozdziale 7.2.3). W przypadku kalibracji statycznej przy użyciu skalibrowanych mas lub wcześniej zważonych pojazdów, ów poziom ufności musi wynosić 100%.

8.1.3. W podejściu statystycznym, przyjętym dla większości istniejących systemów WIM, dowolny indywidualny pomiar (osi, grupy osi i ciężaru brutto) musi mieć prawdopodobieństwo π większe niż wymagana wartość π_0 będąca w przedziale $[Ws(1-\delta); Ws(1+\delta)]$ wycentrowana na obciążenie statyczne, gdzie Ws jest odpowiednim obciążeniem statycznym. Oznacza to także, że, statystycznie rzecz biorąc, proporcja π dużej próby danych WIM powinna leżeć w poprzednim przedziale. Można też powiedzieć, że ryzyko klienta jest w przypadku indywidualnego pomiaru niższe niż $(1-\pi_0)$ w pewnych określonych warunkach. Matematyczne i statystyczne podstawy opracowano w (B. Jacob, 1997).

Stosuje się zasadę, że tolerancja δ zależy jedynie od klasy dokładności i uwzględnianego elementu rekordu, którym może być:

- nacisk na oś (pojedynczą),
- nacisk na oś (należącą do grupy osi),
- obciążenie grupy osi,
- ciężar brutto,

i dodatkowo:

- prędkość pojazdu,
- odległości pomiędzy osiami,
- klasyfikacja pojazdu (proporcje pojazdu danego typu, określone przez sylwetkę lub obciążenie).

Dla każdego z powyższych elementów uwzględnia się jedno kryterium.

Poziom ufności π jakiegokolwiek próby danych zależy od warunków badania (od (r1) do (R2)), warunków środowiska badań (od (I) do (III) (patrz pkt. 11.1.4)) oraz od wielkości próby (liczba przejazdów i pojazdów testowych), i musi być on wyższy niż określona wartość π_0 , która także zależy od warunków badań i wielkości próby.

Plan badań może zależeć od rodzaju systemu WIM, wymaganej klasy dokładności i zastosowania.

Niniejsza specyfikacja uwzględnia jedynie indywidualne pomiary, podczas gdy jest prawie niemożliwe oszacowanie dokładności systemu WIM przy użyciu jedynie danych sumarycznych. Jeśli niektóre systemy WIM dostarczają jedynie statystyk podczas eksploatacyjnego okresu użytkowania, szczegółowe dane powinny być dostarczane w celu kalibracji i badań dokładności.

8.2 Tolerancje klasy dokładności

8.2.1 Wyróżnia się tolerancje dla obciążenia pochodzącego z pojedynczej osi, grupy osi, bądź osi należącej do grupy, oraz ciężaru brutto, ponieważ dynamiczne wpływy wynikające z interakcji nawierzchnia/pojazd mają wpływ na pomiary WIM. Podano je w Tabeli 5. Tabela 6 zawiera tolerancje dla dalszych klas E(xx), jeśli będą one wymagane w pewnych przypadkach. Możliwe jest uzyskanie dodatkowych klas, przez interpolację bądź ekstrapolację przy użyciu krzywych podanych na Rys. 1.

8.2.2. Wymagania dokładności dla osi w grupie nie mają zastosowania w przypadku systemów WIM montowanych na mostach, z których większość nie podaje takich informacji. Wymagania dotyczące dokładności dla pojedynczych osi mogą być wyłączone dla takich systemów, ponieważ niektóre z nich nie dostarczają na tyle rzetelnych informacji, ale jedynie jeśli jest to wyraźnie określone przez dostawcę systemu.

Tabela 5: Tolerancje klas dokładności (δ w %)

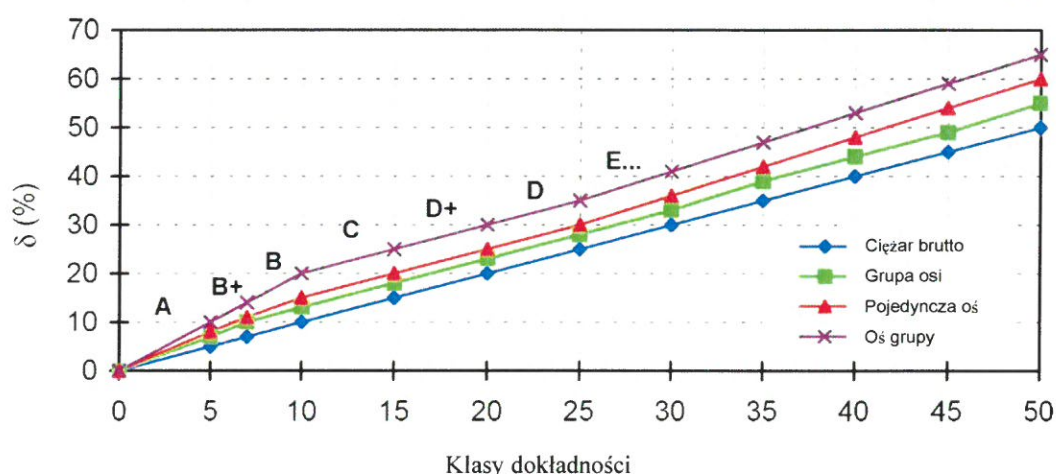
Kryteria (rodzaj pomiaru)	Obszar użycia	Klasy dokładności: Zakres przedziału ufności δ (%)						
		A (5)	B+(7)	B(10)	C(15)	D+(20)	D(25)	E
1. Ciężar brutto	Ciężar brutto > 3,5 t	5	7	10	15	20	25	> 25
Nacisk na oś:	Nacisk na oś > 1 t							
2. grupa osi		7	10	13	18	23	28	> 28
3. pojedyncza oś		8	11	15	20	25	30	> 30
4. oś grupy		10	14	20	25	30	35	> 35
Prędkość	$V > 30 \text{ km/h}^{(1)}$	2	3	4	6	8	10	> 10
Odległości pomiędzy osiami		2	3	4	6	8	10	> 10
Całkowity strumień ruchu		1	1	1	3	4	5	> 5

⁽¹⁾ Ten warunek ma zastosowanie jedynie dla czujników/systemów, które nie działają w trybie statycznym lub przy bardzo niskiej prędkości.

Określenie klas numerami $\delta_c = 5, 7, 10, 15, 20, 25$, itd. (tolerancje dla ciężarów brutto) jest zgodne z zaleceniem OIML i umożliwia użycie jakiegokolwiek klasy przed A(5) lub interpolowanych klas pomiędzy klasami określonymi (np. klasy (13)).

Tabela 6: Tolerancje klas dokładności E

Kryteria (rodzaj pomiaru)	Klasy dokładności E Zakres przedziału ufnosci δ (%)					
	E(30)	E(35)	E(40)	E(45)	E(50)	itd.
1. Ciężar brutto	30	35	40	45	50	...
2. Grupa osi	33	39	44	49	55	...
3. Pojedyncza oś	36	42	48	54	60	...
4. Oś grupy	41	47	53	59	65	...



Rysunek 1: Graficzne przedstawienie tolerancji klas dokładności

8.2.3. Ekstrapolacja i interpolacja tolerancji

8.2.3.1. Jeśli potrzebne są dodatkowe klasy, poza E(50), tolerancje dla każdego kryterium można ekstrapolować przez zastosowanie następujących wzorów:

$$\text{Grupa osi (GO)} \quad \delta = 1,0467 \delta_c + 2,1556 \quad \text{Dla } \delta_c \geq 50$$

$$\text{Pojedyncze osi (PO)} \quad \delta = 1,1333 \delta_c + 2,6667 \quad \text{Dla } \delta_c \geq 50$$

$$\text{Osie grupy (OG)} \quad \delta = 1,1333 \delta_c + 7,6667 \quad \text{Dla } \delta_c \geq 50$$

Gdzie δ_c jest tolerancją dla ciężaru brutto, a nazwą klasy dokładności jest E(δ_c). Wartości te muszą mieć przyrost co 5%. Wartości δ uzyskane z powyższego wzoru muszą być zaokrąglone w górę/dół do najbliższej liczby całkowitej.

8.2.3.2. Jeśli używane są interpolowane klasy od 0 do 50 (pomiędzy liczbami podanymi w wierszu dla ciężaru brutto w Tabeli 5 i Tabeli 6), tolerancje dla każdego kryterium można interpolować przez zastosowanie następujących wzorów:

$$\begin{aligned} \text{Grupa osi (GO):} \quad & \delta = \delta_c / 0,7 && \text{Dla } \delta_c < 7 \\ & \delta = \delta_c + 3 && \text{Dla } 7 \leq \delta_c < 30 \end{aligned}$$

Pojedyncze osi (PO):	$\delta = 1,2 \delta_c - 3$	Dla $30 \leq \delta_c < 35$
	$\delta = \delta_c + 4$	Dla $35 \leq \delta_c < 50$
	$\delta = \delta_c (85 - \delta_c) / 50$	Dla $\delta_c < 10$
	$\delta = \delta_c + 5$	Dla $10 \leq \delta_c < 25$
Osie grupy (OG):	$\delta = 1,2 \delta_c$	Dla $25 \leq \delta_c < 50$
	$\delta = 2 \delta_c$	Dla $\delta_c < 10$
	$\delta = \delta_c + 10$	Dla $10 \leq \delta_c < 25$
	$\delta = 1,2 \delta_c + 5$	Dla $25 \leq \delta_c < 50$

8.2.4. Kryteria dla prędkości, odstępu między osiami i liczenia nie są obowiązkowe w tej specyfikacji, ponieważ dla tych kwestii są inne normy, które dotyczą w większym stopniu urządzeń, niż systemów WIM. Tolerancje podane dla tych kryteriów są w sposób uzasadniony akceptowanymi wartościami dla systemów WIM. Jednak, należy zauważyć, że wiele systemów WIM używających czujników paskowych używa prędkości do obliczania obciążenia, a zatem jakiegokolwiek niedokładności w oszacowaniu prędkości będą miały wpływ na dokładność ważenia.

8.2.5. Dla innych systemów WIM, wszystkie kryteria, o których mowa w Tabeli 5 muszą być sprawdzone, o ile system dostarcza odpowiednie dane. Niektóre kryteria można wyłączyć jedynie jeśli producent lub sprzedawca w sposób wyraźny stwierdzą przed badaniem, że niektóre dostarczane dane nie są godne zaufania (na piśmie), i zgodę na takie wyłączenie wyrazi użytkownik (klient). Jeśli referencja statyczna (patrz 8.3) nie jest w pełni godna zaufania dla osi z grupy wyposażonej w stalowe zawieszenie, co może mieć miejsce, osie takie będą traktowane indywidualnie w celu analizy, podczas gdy grupa będzie brana pod uwagę.

8.2.6. Klasa dokładności dopuszczalna dla każdego systemu WIM jest najlepszą klasą, dla której spełnione są wszystkie kryteria, lub odpowiednie kryteria, jeśli niektóre z nich są wyłączone zgodnie z pkt. 8.2.2 lub 8.2.3. Niemniej jednak, zaleca się, aby po każdym badaniu, przygotować sprawozdanie z wyników dla każdego kryterium oddzielnie, w celu poinformowania użytkownika o rzetelności każdego rodzaju danych.

8.2.7. W przypadku konkretnych wymagań użytkownika, możliwe jest sklasyfikowanie systemu WIM w innych klasach dla każdego kryterium, ale w takim przypadku, wspominając o klasie dokładności należy zawsze podawać nazwę kryterium. Bez podania nazwy kryterium, można mówić tylko o klasie określonej w pkt. 8.2.4.

8.3 Referencyjne ciężary brutto i naciski na oś mierzone statycznie

Jeśli wartości referencyjne używane do kalibracji lub oceny dokładności są ciężarami i obciążeniami statycznymi, należy zastosować następujące zasady i klauzule.

8.3.1. Operacje ważenia statycznego trzeba wykonywać oś po osi, lub grupami osi, bądź na wadze pomostowej, tak aby zważyć jednocześnie cały pojazd. Jeśli to możliwe, zaleca się oszacowanie ciężarów brutto na zaaprobowanej wadze pomostowej w celu uzyskania wiarygodnego ciężaru W_s .

Statyczne naciski na oś należy mierzyć na wagach mierzących nacisk na oś lub koło, które są dopuszczone do zastosowań w zakresie egzekwowania przepisów prawa i zastosowań komercyjnych, zamontowanych w rowkach i dokładnie wypoziomowanych z nawierzchnią drogi lub rozłożonych na powierzchni drogi. Powierzchnia drogi w obszarze ważenia powinna być płaska i pozioma. W drugim wymienionym przypadku, zaleca się:

- użycie tyłu wag, ile jest kół/osi do ważenia w przypadku jednego pojazdu, lub
- użycie rampy lub innego urządzenia w celu wyrównania wszystkich kół/osi.

Różnica poziomów pomiędzy osiami tej samej grupy nie powinna przekraczać 2 mm. Różnica poziomów pomiędzy pojedynczymi osiami lub grupami osi nie powinna prowadzić do spadku większego niż 0.5% (tj. 1,5 cm na odcinku 3 m).

8.3.2. Podczas operacji statycznego ważenia kół lub osi, hamulce pojazdu muszą być zwolnione.

8.3.3. Jako że ważenie statyczne kół lub osi przy użyciu wag kół/osi nie jest operacją w pełni powtarzalną (z powodu warunków hamowania i wewnętrznych sił tarcia zawieszenia pojazdu), zaleca się, przede wszystkim w celu kalibracji, ale także jeśli używane są zawieszenia mechaniczne, powtórzenie n razy ważenia statycznego oś po osi, a potem wyprowadzenie statycznych referencyjnych nacisków na oś W_{Si} z następującego wzoru:

$$W_{Si} = \frac{W_s}{\sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^n W_{Si,j}} \sum_{j=1}^n W_{Si,j} \quad (1)$$

gdzie i jest stopniem osi, q jest liczbą osi pojazdu, W_s jest referencyjnym ciężarem brutto, mierzonym na wadze pomostowej, a $W_{Si,j}$ jest mierzonym naciskiem osi i podczas ważenia j .

Zaleca się przyjęcie $n=10$, ale akceptowalna będzie dowolna wartość. Nawet dla $n=1$, zaleca się zastosowanie tego równania do obliczenia referencyjnych statycznych nacisków na oś, jeśli ciężar brutto mierzono na wadze pomostowej.

Jeśli n jest wystarczająco duże (tj. $n > 8$ do 10), zaleca się wyeliminowanie ważeń, które mogłyby dostarczyć statystycznych wartości oddalonych, zidentyfikowanych przy pomocy dowolnego badania statystycznego.

8.3.4. Wyniki ważenia ciężarówek podczas operacji egzekwowania przepisów prawa przez policję mogą wprowadzać odchylenie. A zatem, zaleca się, aby użyto ciężarówek (na przykład wynajętych) specjalnie przeznaczonych do badań przez jeden lub dwa następujące po sobie dni.

9. HOMOLOGACJA SYSTEMU WIM

Homologacja to kompletna standaryzowana procedura mająca jednokrotne zastosowanie w odniesieniu do nowo wyprodukowanego systemu pomiarowego, przed wprowadzeniem go na rynek, w celu odpowiedniego oznaczenia jakościowego i określenia docelowej wydajności w znanych warunkach użytkowania. Niniejszy rozdział dotyczy jedynie zbadania dokładności pomiarów systemu WIM na miejscu instalacji w ramach procedury homologacji, która zostanie opracowana w przyszłości. Zastosowanie ma to samo podejście i narzędzia, które używane są podczas początkowych i eksploatacyjnych badań weryfikacyjnych i dopuszczających (patrz rozdział 10 i 11). Jednakże, charakterystyka miejsca instalacji i plan badań są dokładnie opisane w niniejszym rozdziale, ale pozostawione decyzji użytkownika w rozdziale 11.

Przed określeniem oznaczenia jakościowego i dokładności, każdy system WIM powinien przejść procedurę badań opisaną w niniejszym rozdziale. Badania muszą być zorganizowane w ramach obowiązków oficjalnie uznawanej organizacji, w celu zapewnienia bezstronności i wiarygodności wniosków. Należy sporządzić i opublikować oficjalny raport opisujący wyniki badań. Załącznik IV przedstawia pewne wskazówki odnośnie formatu i prezentacji wyników.

9.1 Zakres

Ten rodzaj badań homologacyjnych ma na celu oszacowanie dokładności systemu WIM w całkowicie określonych warunkach i w krótkim okresie czasu. A zatem, nie podaje się żadnych informacji o trwałości lub tendencji systemu i jego elementów, które w olbrzymim stopniu zależą od warunków środowiskowych i ruchu pojazdów.

Warunki lokalizacji wybrano jako reprezentatywne dla najlepszej jakości lokalizacji dla WIM, tak, aby nie wprowadzać zbyt dużego wpływu miejsca. A zatem, rzeczywiste działanie w prawdziwych lokalizacjach może znacznie różnić się (patrz niżej) od tego ocenianego podczas homologacji.

9.2 Wybór miejsca badania

9.2.1. Badanie homologacyjne może być zorganizowane w całkowicie zabezpieczonym miejscu (poza strumieniem ruchu) lub na czynnej drodze w ruchu ulicznym. Jeśli system WIM dysponuje w danej chwili automatyczną procedurą samokalibracji, możliwy jest tylko ten drugi przypadek.

9.2.2. Lokalizacja musi być sklasyfikowana w klasie I (doskonała), zgodnie z rozdziałem 5. Ponadto, promień krzywizny powinien być dłuższy niż 2500 m, a zaleca się badanie na prostej drodze. Wszystkie cechy lokalizacji wymienione w rozdziale 5 muszą być opisane w raporcie z badań.

9.3 Instalacja i wstępna kalibracja systemu

9.3.1. System powinien być zainstalowany przez producenta lub sprzedawcę, przed badaniem, zgodnie z zaleceniami powszechnie obowiązujących procedur.

9.3.2. Należy wykonać wstępną kalibrację systemu, najlepiej w dniu poprzedzającym badania, lub, jeśli nie będzie to możliwe, tego samego dnia. W celu przeprowadzenia tej operacji, użyte zostaną dwie ciężarówki testowe, wybrane po uzgodnieniu z producentem lub sprzedawcą spośród tych wymienionych w pkt. 7.2.3.3. Należy użyć jednego ładunku na ciężarówkę, wybranego w uzgodnieniu z producentem lub sprzedawcą. Każda ciężarówka wykona 8 przejazdów po systemie WIM:

- 4 przejazdy z prędkością V_m ,
- 2 przejazdy z prędkością $1,2 V_m$,

- 2 przejazdy z prędkością $0,8 V_m$.

W przypadku systemu WIM ważącego pojazdy poruszające się z dużymi prędkościami, V_m będzie równe 75 km/h. W przypadku systemu WIM ważącego pojazdy poruszające się w małych prędkościach, V_m będzie zalecaną prędkością operacyjną.

9.3.3. Po przeprowadzeniu pomiarów opisanych w pkt. 9.4.2, statyczne referencyjne naciski na oś i ciężary brutto zostaną przekazane producentowi lub sprzedawcy, którzy będą mogli wyregulować system, oprogramowanie, itd.

9.3.4. W przypadku systemu wyposażonego w procedurę automatycznej samokalibracji, który jest badany w rzeczywistym strumieniu ruchu, system będzie zainstalowany na pewien czas przed wykonaniem badania, zgodnie z pkt. 7.2.5.5. Po tym okresie, zostanie wykonane sprawdzenie kalibracyjne zgodnie z pkt. 9.4.2 i 9.4.3, a producent lub sprzedawca będą mogli wyregulować wartości docelowe algorytmu samokalibracji. Jeśli będzie to konieczne, zostanie przydzielony kolejny okres czasu, aby umożliwić systemowi stabilizację swojej kalibracji w strumieniu ruchu.

9.4 Plan badań

9.4.1. Badania będą wykonane przy zastosowaniu standardowego planu badań Nr 3 (patrz Załącznik I), przy użyciu czterech ciężarówek testowych i całkowitej liczbie 110 przejazdów. Badanie może być wykonane w ciągu jednego lub dwóch następujących po sobie dni. W raporcie z badań należy szczegółowo opisać warunki pogodowe (zakres zmian temperatur, pogodę, ewentualne opady, itp.). Inne szczególne zdarzenia, które mogły wpłynąć na wyniki także należy umieścić w raporcie.

9.4.2. Oprócz 110 przejazdów opisanych w pkt. 9.4.1, dwa pojazdy testowe wykonają dodatkowych 6 niestandardowych przejazdów w celu sprawdzenia zdolności systemu do wykrycia takiej sytuacji i ewentualnego oznaczenia błędnych pomiarów kodem błędu. Przejazdy te będą wykonane jako:

- ciężarówka nieprzegubowa z dwiema osiami: 3 dodatkowe przejazdy, jeden, podczas którego połowa pojazdu (lewa lub prawa) będzie poza czujnikiem (czujnikami), jeden z pierwszą osią przechodzącą przez czujnik (czujniki) a drugą osią całkowicie lub częściowo poza czujnikiem (czujnikami), i jeden, podczas którego ciężarówka przejeżdżając przez czujnik (czujniki) będzie hamować (różnica prędkości od 90 km/h do 60 km/h), lub 12 do 5 km/h w przypadku systemu WIM ważącego pojazdy poruszające się z niskimi prędkościami).
- ciężarówka z naczepą z układem trzech osi: 3 dodatkowe przejazdy, jeden, podczas którego połowa pojazdu (lewa lub prawa) będzie poza czujnikiem (czujnikami), jeden z ciągnikiem przejeżdżającym po czujniku (czujnikach) a naczepą (z układem trzech osi) w połowie poza czujnikiem (czujnikami), i jeden, podczas którego ciężarówka przejeżdżając przez czujnik (czujniki) będzie hamować (różnica prędkości od 90 km/h do 60 km/h), lub 12 do 5 km/h w przypadku systemu WIM ważącego pojazdy poruszające się z niskimi prędkościami).

9.4.3. Podczas badań, producent lub sprzedawca nie będą mieli dostępu do systemu. Po zakończeniu pomiarów, plik(i) z surowymi danymi ze szczegółowym opisem pojazdu i danymi zarejestrowanymi dla danego pojazdu zostaną udostępnione zarówno organizatorowi badań, jak i producentowi i sprzedawcy, w celu przeprowadzenia swoich sprawdzeń.

9.5 Referencyjne obciążenia statyczne i ciężary

W celu kalibracji (patrz pkt. 9.3) i badań (patrz 9.4), pojazdy testowe będą ważone na zaakceptowanej wadze pomostowej i wagach ważących koła i osie. Zastosowanie mieć będą zasady opisane w rozdziale 8.3, z wartością $n \geq 6$ (patrz pkt. 8.3.3). Sprawdzone będzie, czy

standardowe odchylenia statycznych nacisków na oś są mniejsze niż 1/3 tych zmierzonych w ruchu.

9.6 Analiza i raport z badań

9.6.1. Zostaną uwzględnione wszystkie zarejestrowane dane, za wyjątkiem tych oznaczonych kodem błędu przez system. Raport będzie zawierał dokładną analizę nieprawidłowych przejazdów.

9.6.2. Analiza danych zostanie przeprowadzona w celu weryfikacji eksploatacyjnej (patrz pkt. 10.2), zgodnie z klauzulami 11.4.1, 11.4.2, 11.4.3.1, 11.4.4, 11.4.5, 11.4.6 i 11.4.7. Warunki badań będą następujące: (I) (powtarzalność środowiska, patrz pkt. 11.1.4) i (R1) (ograniczona odtwarzalność, patrz pkt. 7.2.3.2). Wyniki będą przedstawione w raporcie w formacie z Załącznika IV.

9.6.3. Druga analiza zostanie wykonana w celu wstępnej weryfikacji (patrz pkt. 10.1) przez wyeliminowanie średniego odchylenia dla ciężaru brutto dla wszystkich przejazdów, przez nałożenie przy pomocy oprogramowania stałego czynnika multiplikatywnego na wszystkie zarejestrowane wartości nacisku na oś. Wymieniony w pkt. 10.1.3 czynnik k będzie użyty do oceny klas dokładności dla każdego kryterium.

9.6.4. Raport z badań będzie zawierał obie analizy (9.6.2 i 9.6.3). W razie znacznych rozbieżności pomiędzy obiema analizami, przedstawione zostaną pewne wyjaśnienia, o ile będzie to możliwe, odnośnie wpływu średniego odchylenia.

10. WERYFIKACJA WSTĘPNA I PODCZAS EKSPLOATACJI

Weryfikację systemu WIM można przeprowadzić jako:

- weryfikację wstępną (pkt. 10.1),
lub
- weryfikację podczas eksploatacji (pkt. 10.2).

10.1 Weryfikacja wstępna

10.1.1. Po instalacji, bądź po przeprowadzeniu pewnych modyfikacji (czujników, oprzyrządowania, lub oprogramowania), napraw lub wymianie części, system WIM musi zostać ponownie skalibrowany, zgodnie z jedną z procedur zaproponowanych w rozdziale 7 i Załączniku III oraz specyfikacją producenta.

W większości przypadków (o ile nie jest zastosowana procedura automatycznej samokalibracji), procedura kalibracji dostarcza danych, które mogą być użyte do oceny dokładności. W takim przypadku, **ta sama próba jest użyta** do kalibracji i oceny dokładności. Jest to weryfikacja wstępna.

10.1.2. Jeśli system WIM jest skalibrowany przy użyciu statycznych mas kalibracyjnych (patrz pkt. 7.2.1), lub przy użyciu w pełni powtarzalnego skalibrowanego urządzenia uderzeniowego (patrz pkt. 7.2.2), wówczas wszystkie wyniki (błędy względne) muszą leżeć w przedziale $[-\delta/2; \delta/2]$ odpowiedniej klasy dokładności i uwzględnianego kryterium (pojedyncza oś, grupa osi i ciężar brutto).

Ta część ma zastosowanie jedynie do płyt ważących, z czujnikiem tensometrycznym lub wag wyposażonych w ogniwa obciążnikowe, lub w przypadku wag pomostowych, które mogą mierzyć obciążenia statyczne. W szczególnych przypadkach, można ją także zastosować do niektórych czujników paskowych, i poszerzyć także na czujniki kalibrowane przy użyciu urządzeń uderzeniowych.

10.1.3. Jeśli system WIM jest skalibrowany przy użyciu powtarzanych przejazdów wcześniej zważonych pojazdów lub pojazdów z oprzyrządowaniem, uwzględnione są przedziały ufności podane w Tabeli 5 (oraz Tabeli 6, jeśli jest to wymagane), ale tolerancja δ jest zredukowana przez multiplikatywny czynnik k , gdzie $k=0,8$.

Wymagany poziom ufności tego przedziału $[-k\delta; k\delta]$ podano w rozdziale 11.

10.2 Weryfikacja podczas eksploatacji

10.2.1. Weryfikację podczas eksploatacji można wykonać w dowolnym czasie okresu użytkowania systemu WIM. Należy wykonywać ją okresowo, oraz jeśli zmieniają się warunki (warunki ruchu pojazdów, warunki środowiska, itp.), lub w przypadku jakichkolwiek wątpliwości odnośnie dokładności danych.

W ramach takiej weryfikacji, dane używane do oceny dokładności nie mogą być danymi, które użyto do jakiegokolwiek kalibracji lub rekalkulacji systemu.

10.2.2. Jeśli system WIM jest sprawdzany przy użyciu statycznych mas kalibracyjnych, bądź w pełni powtarzalnego skalibrowanego urządzenia uderzeniowego, wszystkie rezultaty (błędy względne) muszą być w przedziale tolerancji $[-\delta; \delta]$ odpowiedniej klasy dokładności i

uwzględnianego kryterium (pojedyncza oś, grupa osi lub ciężar brutto), zgodnie ze skalą pomiarową lub zakresem czujnika.

10.2.3. Jeśli system WIM jest sprawdzany przy użyciu powtarzanych przejazdów wcześniej zważonych pojazdów, lub pojazdów z oprzyrządowaniem, zastosowanie mają przedziały ufności, podane w Tabeli 5 (i Tabeli 6, jeśli jest to wymagane).

Wymagany poziom ufności tego przedziału $[-\delta; \delta]$ podano w rozdziale 10.

Takie badanie wykonane w warunkach poruszających się pojazdów, jak np. w normalnych warunkach ruchu drogowego jest często bardziej realistyczne niż sprawdzenie, o którym mowa w pkt. 10.2.2.

11. PROCEDURA SPRAWDZAJĄCA DOKŁADNOŚĆ

11.1 Ogólne zasady

11.1.1. Ocena dokładności systemu WIM wymaga przeprowadzenia badań. Niniejszy rozdział opisuje badania przeprowadzane przy zastosowaniu powtarzanych przejazdów wcześniej zważonych pojazdów (pojazdów testowych) i/lub zastosowaniu pojedynczych przejazdów wcześniej i później zważonych pojazdów ze strumienia ruchu.

11.1.2. Im bardziej rozbudowany jest plan badań, tym dłuższy okres badań, większa liczba rodzajów pojazdów i przejazdów, a zarazem tym większa rzetelność wniosków. Oznacza to, że ryzyko klienta (tj. ryzyko akceptacji systemu w wyższej klasie niż rzeczywista) zmniejsza się, im bardziej rozbudowany jest plan badań. W tej analizie, ryzyko dostawcy połączone ze statystycznym szacunkiem średniego odchylenia ustalono na poziomie 5%.

11.1.3. W tej procedurze ryzyko klienta zależy od prawdopodobieństwa indywidualnego błędu (w odniesieniu do obciążenia statycznego lub ciężaru), leżącego poza określonym przedziałem ufności (tolerancja). Górna granica tego ryzyka jest ustalona przez konkretne wartości $(1-\pi_0)$, gdzie π_0 jest minimalnym wymaganym poziomem ufności. Ryzyko to $(1-\pi_0)$ lub poziom ufności π_0 mogą być wybrane przez klienta (patrz rozdział 11.3).

Im niższe ryzyko, tym dłuższe i szersze (oraz droższe) badania. Następnie, klient powinien dostosować je do swoich wymogów, uwzględniając specyfikację producenta oraz rezultat innych rozległych i szczegółowych badań.

Należy podkreślić, że ryzyko jest oceniane jedynie w warunkach badań odbiorowych; oznacza to, że im dalsze są warunki przeprowadzania badań od rzeczywistych warunków ruchu drogowego, tym niższa pewność i wyższe ryzyko dla klienta.

11.1.4. W zależności od celów, środków i wymogów klienta, badania mogą być przeprowadzane w różnych okresach czasu, co będzie tworzyć kolejny rodzaj powtarzalności lub odtwarzalności, zwanej "powtarzalnością lub odtwarzalnością środowiska":

- **(I) powtarzalność środowiska:** okres wykonywania badań jest ograniczony do kilku godzin w ciągu dnia lub rozłożony na kilka następujących po sobie dni, tak, aby temperatura, warunki pogodowe i środowiskowe nie różniły się zbyt podczas pomiarów;
- **(II) ograniczona odtwarzalność środowiska:** okres wykonywania prób trwa co najmniej jeden pełen tydzień lub kilka(naście) dni rozłożonych w ciągu miesiąca, tak aby temperatura, warunki pogodowe i środowiskowe różniły się podczas pomiarów, ale bez uwzględnienia wpływu pór roku;
- **(III) pełna odtwarzalność środowiska:** okres wykonywania prób trwa przez pełen rok, lub dłużej, bądź co najmniej kilkanaście dni rozłożonych w ciągu roku, tak aby temperatura, warunki klimatyczne i środowiskowe różniły się podczas pomiarów, oraz aby uwzględniono warunki pór roku w miejscu prowadzenia badań.

11.1.5. Podczas okresu badań nie wolno przeprowadzać żadnych kalibracji, manipulacji, zmian oprogramowania, ani wymiany części przy systemie WIM. Jedynie w przypadku długoterminowego badania (III), lub wyjątkowo w przypadku (II), jeśli jakiś element systemu (czujnik lub elektronika) zawiedzie, dostawca systemu może być upoważniony do naprawy lub wymiany, pod nadzorem organizatora badań. Należy sporządzić szczegółowy raport o defekcie, jego przyczynach i wykonanych naprawach.

11.1.6. Zgodnie z liczbą pojazdów testowych (11.1.7), przypadkami i prędkościami obciążenia, oraz ewentualnie zgodnie z tym, czy zastosowano pojazdy ważone przed czy po badaniu z pojedynczego przejazdu strumienia ruchu przez system, badania mogą być prowadzone zgodnie z (patrz punkt 7.2.3.2):

- (r1) pełną powtarzalnością
- (r2) rozszerzoną powtarzalnością
- (R1) ograniczoną odtwarzalnością
- (R2) pełną odtwarzalnością

11.1.7. Pojazdy testowe to pojazdy, które są wcześniej ważone na zaaprobowanej wadze statycznej lub pomostowej i wykonują powtarzające się przejazdy przez system (patrz rozdział 8.3.).

11.2 Plany badań

11.2.1. Plan badań obejmuje wybór próby pojazdów, ich liczby i warunków przejazdów. Pojazdy te mogą być:

- pojazdami testowymi (11.1.7) dostarczonymi przez organizatora badań (wstępnie zważone lub wyposażone w oprzyrządowanie),
- i/lub pojazdy ze strumienia ruchu drogowego, wcześniej lub później ważone; w takim przypadku uwzględniany jest tylko jeden przejazd każdego pojazdu.

Jeśli stosowane są oba rodzaje pojazdów, dane o każdej populacji nie powinny być scalane w analizie.

11.2.2. Jeśli ciężary są uwzględniane jako wartości referencyjne, zastosowanie mają wytyczne z punktu 7.2.3. Jeśli siły uderzenia są uwzględniane jako wartości referencyjne, zastosowanie mają wytyczne z punktu 7.2.4.

11.2.3. Zaleca się wykonanie sprawdzenia badań w warunkach (R1) lub (R2). Można to przeprowadzić w warunkach (r2), ale z przynajmniej 3 przypadkami obciążenia równo rozłożonymi w zakresie nacisków na oś/ciężarów brutto, które mają być zważone, oraz 10 przejazdami każdego przypadku obciążenia. Nie zaleca się przeprowadzania badania w warunkach (r1), o ile nie będzie to uzgodnione specjalnie z użytkownikiem (klientem). Zastosowanie mają wymogi punktów od 7.2.3.5 do 7.2.3.7.

11.2.4. W przypadkach (II) i (III), próba pojazdów używanych każdego dnia lub w szeregu dni powinna być podobna (skład i obciążenia), i w miarę możliwości reprezentatywna dla strumienia ruchu.

11.2.5. Warunki środowiska (zwłaszcza temperatura) powinny być rejestrowane przez cały czas pomiaru.

W zależności od rodzaju czujnika, zmiany temperatury mogą powodować odchylenia z powodu czułości czujnika, lub pośrednio z powodu modułu nawierzchni lub zmian w zachowaniu.

11.2.6. Celem niniejszego opisu jest zapewnienie całkowitej elastyczności klientowi lub użytkownikowi, tak aby można było wybrać najlepiej dostosowany plan badań zgodnie z jego wymogami i środkami. Procedura analizy danych opisana w pkt 11.3 nadaje się do każdego planu badań, a następnie można obliczyć poziom ufności wyników. Klient może też wybrać odpowiedni poziom ufności (lub największy akceptowalny poziom ryzyka) i stworzyć najwygodniejszy plan badań, który będzie z nimi wszystkimi zgodny.

Jeśli chodzi o zwykłe badania, niektóre standardowe uproszczone plany badań przedstawiono w Załączniku I.

11.3 Poziomy ufności

11.3.1. Kiedy badanie systemu WIM jest przeprowadzane zgodnie z zasadami opisanymi w pkt. 11.2, poziom ufności π w celu uzyskania indywidualnego błędu w ramach przedziałów ufności podanych w Tabeli 5 lub Tabeli 6 (w ramach tolerancji) można oszacować na podstawie wyników badań i statystyk. Tutaj indywidualne błędy przyjmuje się jako losowe, niezależne od siebie i z normalnym rozkładem.

Na średnie oszacowanie błędu ma wpływ statystyczna niepewność, która zależy od wielkości próby n (niepewność zostaje usunięta w przypadku nieskończonej wielkości próby!). Niepewność ta jest uwzględniana w wyszczególnionych wartościach w poniższych tabelach i we wzorach w części 11.4, przy założeniu, że próby mają rozkład normalny (można to zbadać za pomocą testów, jeśli będzie to konieczne).

11.3.2. W zależności od powtarzalności lub odtwarzalności warunków planu badań (r_1 do (R_2), oraz powtarzalności/odtwarzalności warunków środowiska (I) do (III), minimalne wartości π_0 wymaganego poziomu ufności dla przedziałów ufności określonych w Tabeli 5 i Tabeli 6 podano w Tabeli 7, Tabeli 8 i Tabeli 9, oraz na Rys. 2. π_0 zwiększa się wraz z wielkością n próby danych z badań. Wartości te są także obliczane z wzoru w narzędziach programistycznych (arkusze Excel), przedstawionych w Załączniku IV. Zostały one wybrane zgodnie z opisem w (B. Jacob, 1997).

Tabela 7: Minimalne poziomy ufności π_0 scentrowanych przedziałów ufności (w %) – przypadek badań w ramach “powtarzalności środowisk” (I)

Wielkość próby (n) Warunki badań	10	20	30	60	120	∞
Pełna powtarzalność (r_1)	95	97,2	97,9	98,4	98,7	99,2
Rozszerzona powtarzalność (r_2)	90	94,1	95,3	96,4	97,1	98,2
Ograniczona odtwarzalność (R_1)	85	90,8	92,5	94,2	95,2	97,0
Pełna odtwarzalność (R_2)	80	87,4	89,6	91,8	93,1	95,4

Jeśli chodzi o wielkości próby n nie podanej w niniejszej tabeli, odpowiednie wartości można interpolować przy użyciu Rys. 2 lub interpolacji liniowej, lub też są one obliczone w arkuszu Excel przedstawionym w Załączniku IV.

Tabela 8: Minimalne poziomy ufności π_0 scentrowanych przedziałów ufności (w %) – przypadek badań w ramach “ograniczonej odtwarzalności środowiska” (II)

Wielkość próby (n) Warunki badań	10	20	30	60	120	∞
Pełna powtarzalność (r_1)	93,3	96,2	97,0	97,8	98,2	98,9

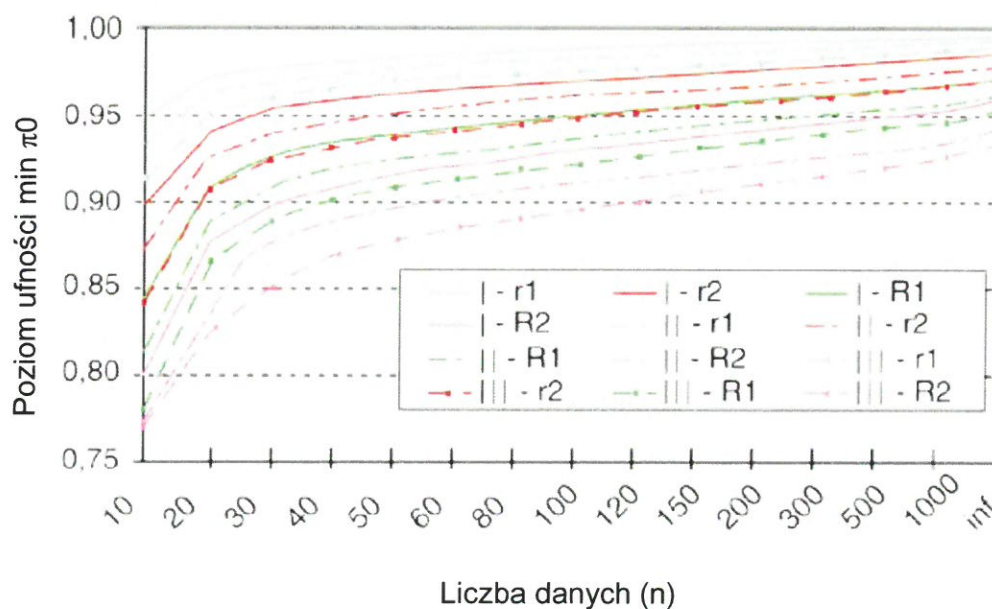
Rozszerzona powtarzalność (r2)	87,5	92,5	93,9	95,3	96,1	97,5
Ograniczona odtwarzalność (R1)	81,9	88,7	90,7	92,7	93,9	96,0
Pełna odtwarzalność (R2)	76,6	84,9	87,4	90,0	91,5	94,3

Jeśli chodzi o wielkości próby n nie podanej w niniejszej tabeli, odpowiednie wartości można interpolować przy użyciu Rys. 2 lub interpolacji liniowej, lub też są one obliczone w arkuszu Excel przedstawionym w Załączniku IV.

Tabela 9: Minimalne poziomy ufności π_0 scentrowanych przedziałów ufności (w %) – przypadek badań w ramach “ograniczonej odtwarzalności środowiska” (II)

Wielkość próby (n) Warunki badań	10	20	30	60	120	∞
Pełna powtarzalność (r1)	91,4	95,0	96,0	97,0	97,6	98,5
Rozszerzona powtarzalność (r2)	84,7	90,7	92,4	94,1	95,1	96,8
Ograniczona odtwarzalność (R1)	78,6	86,4	88,7	91,1	92,5	95,0
Pełna odtwarzalność (R2)	73,0	82,3	85,1	88,1	89,8	93,1

Jeśli chodzi o wielkości próby n nie podanej w niniejszej tabeli, odpowiednie wartości można interpolować przy użyciu Rys. 2 lub interpolacji liniowej, lub też są one obliczone w arkuszu Excel przedstawionym w Załączniku IV.



Rys. 2: Graficzne przedstawienie minimalnego poziomu ufności w relacji do liczby danych

11.3.3. Zaleca się, aby wymagać – wybierając plan badań – poziomu ufności równego lub większego niż 90% w warunkach odtwarzalności (R1) i (R2), bądź równego lub większego 95% w warunkach powtarzalności (r1) i (r2), ale w szczególnych przypadkach wartość ta może być mniejsza. Dla niektórych zastosowań, zwłaszcza zastosowań prawnych (np. egzekwowanie przepisów prawa), mogą być wymagane wyższe wartości poziomu ufności, np. 99% lub 99,5%. Nawet jeśli takie wartości przekraczają maksymalną wartość podaną w Tabeli 7, Tabeli 8 i Tabeli 9, można je uzyskać dla wystarczająco dużej tolerancji δ uwzględnianego kryterium (tj. przy

użyciu niższej klasy dokładności): dla danego systemu (dokładność), wyższej tolerancji, wyższego poziomu ufności. W punkcie 11.4.6 obliczono wydajny poziom ufności.

11.4 Analiza wyników badań

Po zakończeniu zbierania danych, przeprowadzona zostanie szczegółowa analiza wyników badań zgodnie z następującymi krokami:

11.4.1. Sporządzenie raportu opisującego awarie lub przypadki nieprawidłowego działania systemu, włącznie z danymi statystycznymi o czasie działania, okresami czasu pomiędzy awariami, itp.

11.4.2. Dane statystyczne dotyczące liczby właściwie zarejestrowanych pojazdów przez system WIM (jeśli dostępne są jakiegokolwiek dane referencyjne odnośnie teoretycznej liczby pojazdów, które przejechały, przynajmniej dla pojazdów z badanej próby). Analiza błędów automatycznie wykrytych przez system (z podaniem kodu błędu) oraz błędów niewykrytych.

Na tym etapie, procent pojazdów brakujących (bez pojazdów zarejestrowanych z kodem błędu) musi być niższy od wartości wykazanych w ostatnim wersie Tabeli 5.

Procent pojazdów zarejestrowanych z kodem błędu może być wyższy (bez żadnego określonego górnego limitu), ale jedynie jeśli dotyczy następujących warunków ruchu: pojazd przejechał częściowo poza wagą, hamował lub przyspieszał ponad określone ograniczenia systemu, itp.

11.4.3. Wartości odstające: kwestia wartości odstających (nie wykrytych przez system w procesie rejestracji) musi być starannie zbadana. Można uwzględnić dwa takie przypadki, a następnie tylko jeden z nich lub oba mogą być potraktowane zgodnie z wymogami badań.

11.4.3.1. Nieusuwanie wartości odstających: jeśli celem badań jest dostarczenie prawdziwej wydajności systemu dla klienta, który ogólnie używa danych tak, jak są one rejestrowane, bez żadnej dalszej analizy statystycznej, wówczas wszystkie zarejestrowane dane za wyjątkiem tych z kodem błędu będą zawarte w poniżej opisanej analizie.

11.4.3.2. Eliminacja wartości odstających: jeśli celem badań jest dostarczenie teoretycznej wydajności systemu dla klienta, który może później przeprowadzać dalsze statystyczne badania na zarejestrowanych danych, wówczas na jednorodnej populacji należy przeprowadzić pewne statystyczne badania wartości odstających (należy pamiętać o wymaganej Normalności dla większości tych badań; jeśli taka właśnie jest sytuacja, tę Normalność należy także sprawdzić badaniem). Wartości odstające zidentyfikowane odpowiednimi badaniami są uwzględniane i liczone jako brakujące dane po eliminacji (powrót do 11.4.2). Pozostałe dane są używane tylko do niżej opisanej analizy. Końcowy raport z badania musi w sposób wyraźny przedstawiać tę część analizy.

11.4.4. W przypadku odpowiednio dużej próby danych, zaleca się sprawdzenie Normalności wyników, kiedy oczekuje się, że tylko niezależne losowe błędy zapewnią wariancję populacji; tak najczęściej się zdarza i Nienormalność często wykazuje pewną dysfunkcję. Ponadto, założenie to jest przyjmowane dla poziomu przedziału ufności.

11.4.5. Błędy względne dotyczące ciężarów i obciążeń statycznych (lub innych przyjętych wartości referencyjnych) są obliczane dla każdego pomiaru różnych podpopulacji, tj. osi, grup osi, osi grup i ciężarów brutto, przy pomocy następującego wzoru:

$$x_i = \frac{(Wd_i - Ws_i)}{Ws_i}$$

gdzie Wd_i i Ws_i są odpowiednio wartością mierzoną w ruchu oraz wartością referencyjną (statyczną) odpowiednio dla samego obiektu.

Obliczana jest średnia m i standardowe odchylenie s błędów względnych w każdej próbie podpopulacji.

Uwagi:

1. Podczas gdy stosowana metoda kalibracji nie dostarcza indywidualnych wskaźników dla rodzaju ciężarówki lub stopnia osi (tak jak jest to w metodach od 1.a do 1.d opisanych w Załączniku III), uwzględniane próby muszą obejmować razem wszystkie wyniki dla ciężarów brutto lub pojedynczej osi, osi grupy lub grupy osi. Na przykład, wszystkie pojedyncze osie dowolnego stopnia muszą być uwzględniane razem, ale nie w taki sposób, żeby przednie osie i tylne/napędowe osie były uwzględniane oddzielnie.

Jeśli określone są różne wskaźniki kalibracyjne w podziale na rodzaj pojazdu lub klasę (lub rodzaj) osi, wówczas uwzględniane próby mogą wyróżniać każdą podpopulację.

2. W przypadku badań w warunkach (r1), dane zbierane dla wszystkich poziomów prędkości muszą być scalane i analizowane tylko w jednej próbie, nawet jeśli nie są już spełnione wymogi pełnej powtarzalności.

11.4.6. Obliczenie poziomu ufności

Poziom ufności π można oszacować przy pomocy metody teoretycznej (11.4.6.1) przy użyciu statystyk próby badania, lub, w pewnych przypadkach przez proporcję próby (11.4.6.2). Obie metody przedstawiono poniżej:

11.4.6.1. Obliczenie teoretycznego poziomu ufności

Dolna granica π , o prawdopodobieństwie indywidualnej wartości błędu względnego, losowo pobranej z normalnego rozkładu próby o wielkości n , ze średnią próby m i standardowym odchyleniem s , w wyśrodkowanym przedziale ufności $[-\delta; \delta]$, jest podana na poziomie ufności $(1-\alpha)$ przez (B. Jacob, 1997):

$$\pi = \Phi(u_1) - \Phi(u_2), \text{ with } u_1 = (\delta - m) / s - t_{v, 1-\alpha/2} / n^{1/2} \quad \text{and} \quad u_2 = (-\delta - m) / s + t_{v, 1-\alpha/2} / n^{1/2} \quad (2)$$

gdzie Φ jest dystrybucją zmiennej Studenta, a $t_{v, 1-\alpha/2}$ jest zmienną Studenta z $v=n-1$ stopniami swobody. α jest przyjęte jako równe 0.05.

Uwaga: Jeśli n jest większe od 60, dystrybucję Φ można uzyskać przez aproksymację dystrybucji standaryzowanej zmiennej normalnej. Ale taka aproksymacja nie jest w praktyce zbyt istotna i powinna być używana jedynie w przypadku jeśli niedostępna będzie dystrybucja rozkładu Studenta.

Wówczas, dla każdej próby (i kryterium) obliczony będzie szacowany przedział ufności π .

11.4.6.2. Oszacowanie π przy pomocy proporcji próby π'

Jeśli wielkość próby n jest większa niż $10/(1-\pi_0)$, gdzie π_0 jest minimalnym wymaganym poziomem ufności podanym w Tabeli 7, Tabeli 8 i Tabeli 9 (zgodnie z planem badań), π można

statystycznie oszacować przy pomocy proporcji π' danych z próby badań z przedziału ufności $[-\delta; \delta]$.

Oszacowanie to może być ewentualnie użyte przy $n > 5/(1-\pi_0)$, ale niepewność statystyczna zwiększa się wraz ze wzrostem n .

Proporcję próby można użyć jedynie po uzgodnieniu z użytkownikiem lub klientem, oraz jeśli nie ma możliwości obliczenia wartości π .

11.4.7. Badania akceptacji

Na tym etapie, są dwa sposoby oszacowania poziomu dokładności systemu WIM przez zbadanie:

11.4.7.1. Dla każdej podpopulacji (próby) odpowiadającej kryterium Tabeli 5, oraz dla proponowanej (wymaganej) klasy dokładności określonej przez δ , wynik badania akceptacji jest następujący:

- jeśli π (lub π' w przypadku opisanym w pkt. 11.4.6.2) $\geq \pi_0$, system jest akceptowany w klasie δ ;
- jeśli π (lub π' w przypadku opisanym w pkt. 11.4.6.2) $< \pi_0$, system nie może być zaakceptowany w proponowanej klasie dokładności, a badanie akceptacji zostaje powtórzone przy niższej klasie dokładności (większej niż δ). Jeśli użyta jest teoretyczna wartość π , należy ją przeliczyć przy pomocy równania. Ale π' nie zależy od δ .

11.4.7.2. Alternatywnym sposobem jest obliczenie, przy pomocy równania, (najniższej) wartości δ_{min} z δ , co daje $\pi = \pi_0$, a następnie sprawdzenie, czy δ_{min} jest mniejsze niż wartość określona w Tabeli 5 lub Tabeli 6 dla proponowanej klasy i kryterium dokładności.

Jeśli stosuje się proporcję próby π' (11.4.6.2), wybiera się najmniejszą wartość δ_{min} z δ , która zapewnia, że wycentrowany przedział ufności zawiera proporcję próby $\pi' = \pi_0$, i przeprowadzane jest takie samo sprawdzenie, jak powyżej.

To ostatnie podejście może umożliwiać sklasyfikowanie systemu w dowolnej klasie dokładności, określonej przez najniższą dopuszczalną wartość δ (δ_{min}).

11.4.7.3. Kolejnym sposobem wyrażenia klasy dokładności dla jednego kryterium, kiedy zostanie obliczona wartość δ_{min} , jest obliczenie powiązanej δ_c , przy użyciu formuły z pkt. 8.2.3.1 lub 8.2.3.2. Następnie, klasa dokładności może być wyrażona przez tę wartość δ_c (zaokrągloną w górę do najbliższej liczby całkowitej), lub przez najbliższą wyższą standardową klasę A(5) do E(50), itp.

11.4.8. Jeśli będzie to wymagane przez klienta lub producenta, można wykonać dodatkową analizę przy użyciu danych z badań, taką jak, na przykład: analizę wpływu środowiska, analizę wpływu warunków ruchu, itp.

11.4.9. Załącznik I niniejszej specyfikacji podaje uproszczoną procedurę opartą na użyciu wykresu graficznego do badań akceptacji; ta uproszczona procedura jest bardzo łatwa do zrealizowania, ale obejmuje jedynie standaryzowane zwykłe plany badań.

12. PRZECHOWYWANIE, PRZETWARZANIE I TRANSMISJA DANYCH

Zbyt szczegółowe określanie treści, struktury i formatu plików danych wyjściowych z systemów WIM leży poza zakresem niniejszego dokumentu. Opracowanie i wdrożenie programów i plików danych dostosowanych do wymogów każdego rodzaju klientów i użytkowników jest głównie obowiązkiem producentów systemu WIM lub usługodawców. Ponadto, zbyt szczegółowa specyfikacja mogłaby ograniczyć postęp i ewolucję w tym zakresie i zapobiec adaptacji najbardziej zaawansowanej technologii WIM.

12.1 Przechowywanie danych

12.1.1. Punkt ten dotyczy treści, struktury i formatu plików danych zawierających informacje zarejestrowane i przeliczone przez systemy WIM. W niniejszej specyfikacji uwzględnione są jedynie szczegółowe dane o kolejnych pojazdach. Sumaryczne dane w dużym stopniu zależą od systemu, oprogramowanie i zawartość są często dostosowane do wymogów.

Niniejsze ogólne wytyczne są podane w celu zapewnienia przyjaznego użytkownikowi sposobu przetwarzania i ułatwienia wymiany danych pomiędzy użytkownikami. Niektóre z niniejszych wymagań mogą zmieniać się wraz z ewolucją technologii WIM.

12.1.2. Aby uniknąć jakichkolwiek nieporozumień podczas odczytywania plików z danymi lub używania danych, na górze każdej kolumny (lub linii) pliku danych, tabeli lub wykresu musi znajdować się wyraźny nagłówek. Należy także podać jednostki i, o ile jest to możliwe, używać jednostek z układu SI.

12.1.3. Stosowany będzie następujący podział wag, zgodny z klasami dokładności:

- Klasa A: 20 kg,
- Klasa B+: 50 kg
- Klasa B: 100 kg
- Klasa C: 200 kg
- Klasa D+(20): od 200 do 500 kg
- Klasa D: 500 kg

12.1.4. Każdy typ danych należy podawać wraz z kilkoma cyframi zgodnie z:

- dokładnością całego urządzenia rejestrującego,
- dokładnością i liczbą cyfr całego oprogramowania przetwarzającego,
- wymogami użytkownika dotyczącymi dokładności.

Zaleca się rejestrować i przedstawiać czas przejazdu w formacie hh:mm:ss:cc, z dokładnością do setnych części sekundy, ponieważ przy obecnych prędkościach pojazdów na autostradzie, niedokładność odstępów pomiędzy pojazdami może być zbyt duża dla wielu zastosowań, jeśli czas ten będzie zaokrąglony do sekundy.

12.1.5. Jako, że większość użytkowników analizuje później zebrane dane przy pomocy oprogramowania, zaleca się, aby pliki z danymi były przekazywane w powszechnie używanym formacie (Excel, Quattro Pro, itp.) lub w formacie tablic ASCII, które można w prosty sposób poddać konwersji. Standardowe arkusze dostarczone w Załączniku IV przygotowano w Excelu.

12.1.6. Zaleca się, aby pliki z danymi mogły być odczytywane i przetwarzane na powszechnie używanych mikrokomputerach osobistych i aby można je było eksportować w formacie ASCII do innych systemów komputerowych.

12.1.7. Jeśli system WIM jest wyposażony w oprogramowanie wykrywające nieprawidłowe wyniki lub błędy, zaleca się:

- zapisać nieprawidłowe wyniki w szczegółowym pliku, ale zaznaczyć je kodem błędu (naruszenia),
- wyeliminować błędny wynik w plikach sumarycznych danych, ale zapisać statystyki wspomnianych błędnych wyników.

W obu przypadkach, kryteria wykrycia błędnych wyników należy w sposób wyraźny przedstawić nie tylko w broszurze technicznej systemu WIM, ale także w każdym dokumencie prezentującym dane.

12.1.8. Sam plik danych lub towarzyszący mu dokument musi zawierać pewne informacje o miejscu oraz systemie WIM, takie jak:

- określenie drogi (nazwa, numer administracyjny – wg europejskiego systemu numeracji, itp.),
- dokładne położenie systemu WIM (kamień milowy, pas ruchu, na którym prowadzone są pomiary, itp.),
- rodzaj czujnika i użyta elektronika,
- data produkcji i montażu systemu WIM,
- data ostatniej kalibracji,
- okres pomiarów,
- właściciel systemu WIM i osoba kontaktowa odpowiedzialna za zbieranie danych.

12.1.9. Interesujące mogą być dodatkowe informacje, jeśli są dostępne, takie jak:

- warunki środowiskowe (pogoda, ruch, itp.) w czasie pomiarów,
- wskaźnik kalibracji, okresowo obliczany przez system w przypadku automatycznej samokalibracji (patrz rozdział 7.2.5),
- raport o ewentualnych awariach, defektach i innych działaniach z zakresu konserwacji systemu WIM podczas pomiarów.

12.1.10. W celu ułatwienia transferu danych i analizy, kolejne rejestrowane pojazdy powinny być przedstawiane w kolejnych liniach pliku. Kilka linii na górze pliku może zawierać ogólne informacje wymienione w punkcie 12.1.8.

12.1.11. Ten sam rodzaj informacji powinien być zapisany, jeśli to możliwe, w tej samej kolumnie (np. data, długość pojazdu, prędkość, ciężar brutto, lub oś obciążeń tej samej rangi). A zatem, zaleca się zgrupować po lewej stronie pliku (pierwsze kolumny) dane, które są wspólne dla wszystkich pojazdów:

- numer, kod błędu, datę i czas przejazdu, pas, kierunek, poprzeczną pozycję na pasie, prędkość, długość, liczbę osi, typ (przez sylwetkę pojazdu), ciężar brutto, itp.

a po prawej stronie (ostatnie kolumny) dane, które dotyczyć będą tylko niektórych pojazdów:

- nacisk na oś oraz odległości między osiami (z powodu różnic w liczbie osi w pojeździe).

W taki sposób, można zmniejszyć wielkość pliku, unikając sytuacji, kiedy wiele kolumn jest pustych w przypadku mniejszych pojazdów (jedynie symbol przeniesienia – koniec linii – będzie znajdował się z innymi danymi w tej samej kolumnie). Jeśli ta zasada nie będzie stosowana, liczba kolumn będzie największa dla najdłuższych pojazdów.

Załącznik IV przedstawia przykład standardowego szczegółowego pliku z danymi, zaprojektowanego w celu oceny dokładności systemu WIM zgodnie z niniejszą specyfikacją.

12.2 Transmisja danych

12.2.1. Specyfikacja transmisji danych linią telefoniczną, siecią danych lub drogą radiową zależy jedynie od standardów i technologii telekomunikacyjnej i jest opisana w odpowiednich dokumentach oficjalnych. Każdy klient może opracować standard, który będzie stosowany zgodnie ze swoimi potrzebami i sprzętem.

12.2.2. Jeśli pojawiają się jakiegokolwiek standaryzowane europejskie formaty i protokoły transmisji, należy je stosować zgodnie z wymogami użytkownika i wydajnością systemu WIM. Protokół transmisji musi działać w taki sposób, aby nie dochodziło do utraty danych.



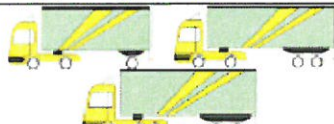

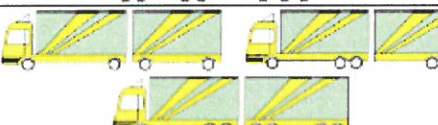

12.2.3. W przypadku transmisji danych w czasie użytkowania systemu WIM, transmisja nie powinna przerywać zbierania danych.

13. KLASYFIKACJA POJAZDÓW COST 323 (NIEOBOWIĄZKOWA)

W Europie jest stosowanych wiele sposobów klasyfikacji pojazdów. Zakres niniejszej specyfikacji nie wymaga jednoznacznej klasyfikacji; w zależności od zastosowania, regionalnych modeli ruchu, itp., można przyjąć dowolną klasyfikację. Jednakże, w celu usprawnienia porównania pomiędzy ogólnymi modelami różnych dróg, bądź w celu szczegółowej analizy działania systemów WIM w odniesieniu do rodzaju pojazdu, który ma być ważony, uzgodniono prostą klasyfikację.

13.1. Podana niżej klasyfikacja oparta jest głównie na sylwetkach pojazdów oraz ich mechanicznym, dynamicznym zachowaniu w ruchu z określoną prędkością. A zatem, przyjęto ją do badań związanych z WIM. Zgodnie z ograniczoną liczbą kategorii, podział populacji pojazdów na zaproponowane kategorie powinien być łatwy, przy zastosowaniu większości szczegółowych istniejących klasyfikacji. Jeśli nie jest to możliwe z pewnych określonych powodów, niezidentyfikowane pojazdy będą podzielone na dwie dopuszczalne kategorie, z uzasadnioną proporcją w każdej z nich.

13.2. Klasyfikacja wg COST 323:

Kategoria	Sylwetka	Opis
Kategoria 1	Pojazdy osobowe, samochody dostawcze ($< 35 \text{ kN}$)	pojazdy osobowe, pojazdy osobowe z małymi przyczepkami, lub karawany
Kategoria 2		Ciężarówka nieprzegubowa z dwiema osiami
Kategoria 3		Ciężarówka nieprzegubowa z więcej niż dwiema osiami
Kategoria 4		Ciągnik z naczepą na jednej osi lub układzie dwóch osi
Kategoria 5		Ciągnik z naczepą na układzie trzech osi
Kategoria 6		Ciężarówka z przyczepą
Kategoria 7		Autobusy
Kategoria 8		Pozostałe pojazdy

Rysunek 3: Klasyfikacja pojazdów wg COST 323

ZAŁĄCZNIK I. UPROSZCZONE WYMAGANIA

I-1 Kryteria doboru lokalizacji systemu WIM

Dobór lokalizacji systemu WIM ma olbrzymi wpływ na dokładność, wiarygodność i trwałość takiego systemu. Dlatego też lokalizacje są sklasyfikowane według geometrii drogi i charakterystyki nawierzchni. W Tabeli 10 przedstawiono zalecany dobór lokalizacji w zależności od wymaganego poziomu dokładności. Zakres klas dokładności przedstawiono w pkt. I-6.

Tabela 10: Dobór lokalizacji WIM w zależności od wymaganej dokładności

Dokładność	lokalizacja I (doskonała)	lokalizacja II (dobra)	lokalizacja III (dopuszczalna)
Klasa A (5)	+	-	-
Klasa B+ (7)	+	-	-
Klasa B (10)	+	+	-
Klasa C (15)	(+)	+	+
Klasa D+ (20)	(+)	(+)	+
Klasa D (25)	(+)	(+)	+

Legenda: '-' oznacza niewystarczającą dokładność, '+' oznacza wystarczającą dokładność, '(+)' oznacza wystarczającą dokładność, ale nie niezbędną

Komentarz: Powyższa tabela nie podaje ścisłej relacji pomiędzy klasami dokładności a badaną lokalizacją: niektóre rodzaje systemów WIM – w zależności od typu czujnika i zasady pomiaru – mogą wymagać wyższych lub niższych klas lokalizacji w celu spełnienia tego samego poziomu dokładności. Na przykład, duże wagi lub czujniki o dużej podstawie (tj. większe niż odcisk opony w kierunku strumienia ruchu) są mniej wrażliwe na równość nawierzchni niż czujniki o wąskiej podstawie. Ponadto, systemy WIM używające wielu czujników mogą być instalowane w nawierzchniach o gorszej równości, jeśli zastosuje się odpowiedni algorytm dokonujący obliczeń w celu zredukowania efektów dynamicznych.

Wymagania odnośnie pomostowych systemów WIM opisano w rozdziale 4.3.

I-1.1 Geometria drogi

I-1.1.1. Zaleca się, aby odcinek drogi 50 m przed i 25 m za systemem spełniał następujące wymagania odnośnie geometrii:

- nachylenie wzdłużne: < 1% (lokalizacja klasy I) lub < 2% (lokalizacje innych klas), w zależności od klasy lokalizacji (patrz pkt. 5.2.2), w miarę możliwości stałe;
- nachylenie poprzeczne: < 3%;
- promień skrętu: > 1000 m (choć najlepiej, jeśli droga będzie prosta).

I-1.1.2. Systemy WIM należy instalować z dala od wszelkich obszarów przyspieszenia i zwalniania (tj. w pobliżu świateł ulicznych, punktu poboru opłat, itp.), tak aby ważenie pojazdów odbywało się przy ich jednostajnej prędkości. Zaleca się, aby unikać odcinków, gdzie kierowcy zmieniają biegi, jak łącznice, itp.

I-1.1.3. Zaleca się także, aby unikać miejsc, gdzie zmienia się liczba pasów, ponieważ może to powodować zmianę pasów przez pojazd w miejscu systemu WIM.

I-1.2 Charakterystyka nawierzchni

I-1.2.1. Nawierzchnia powinna spełniać następujące kryteria:

- w dolnych warstwach, lub pod warstwą ścierną nie powinno być żadnych twardych miejsc (płyty na miejscu poboru opłat, tuneli instalacyjnych, itp.);
- grubość łączonych warstw powinna być większa niż 10 cm;
- warstwy powinny się charakteryzować dobrym mechanicznym połączeniem, w szczególności w przypadku betonu asfaltowego na materiałach kruszywowych stabilizowanych lepiszczami hydraulicznymi. Czujniki muszą być zamontowane w jednorodnej warstwie, nie na połączeniu;
- w miejscu montażu czujników, nawierzchnia powinna być w stanie niepogorszonym;
- nawierzchnia powinna być jednorodna poprzecznie na każdym pasie ruchu, wykluczając obecność połączeń materiałów lakierowanych na długości montażu czujnika.

I-1.2.2. Kryteria określone w Tabeli 11 należy sprawdzić ponad 200 m przed i 50 m za miejscem montażu systemu WIM.

Tabela 11: Klasyfikacje i kryteria lokalizacji systemu WIM

			Klasy lokalizacji systemu WIM		
			I	II	III
			Doskonała	Dobra	Dopuszczalna
Koleiny (łata 3m)		Maks. głębokość koleiny (mm)	≤ 4	≤ 7	≤ 10
Odształcenie (quasi-statyczne) (13 t na oś)	Nawierzchnie półsztywne	Średnie odształcenie (10^{-2} mm)	≤ 15	≤ 20	≤ 30
		Różnica lewo/prawo (10^{-2} mm)	± 3	± 5	± 10
	Wszystkie nawierzchnie asfaltowe	Średnie odształcenie (10^{-2} mm)	≤ 20	≤ 35	≤ 50
		Różnica lewo/prawo (10^{-2} mm)	± 4	± 8	± 12
	Nawierzchnie podatne	Średnie odształcenie (10^{-2} mm)	≤ 30	≤ 50	≤ 75
		Różnica lewo/prawo (10^{-2} mm)	± 7	± 10	± 15
Odształcenie (dynamiczne) (5 t – obciążenie)	Nawierzchnie półsztywne	Odształcenie (10^{-2} mm)	≤ 10	≤ 15	≤ 20
		Różnica lewo/prawo (10^{-2} mm)	± 2	± 4	± 7
	Wszystkie nawierzchnie asfaltowe	Średnie odształcenie (10^{-2} mm)	≤ 15	≤ 25	≤ 35
		Różnica lewo/prawo (10^{-2} mm)	± 3	± 6	± 9
	Nawierzchnie	Średnie odształcenie (10^{-2} mm)	≤ 20	≤ 35	≤ 55

	podatne	Różnica lewo/prawo (10^{-2} mm)	± 5	± 7	± 10
Równość	Wskaźnik IRI (międzynarodowy wskaźnik równości nawierzchni)	Wskaźnik (m/km)	0 - 1,3	1,3 - 2,6	2,6 - 4
	Zestaw APL ²	Ocena: (SW, MW, LW)	9 - 10	7 - 8	5 - 6

Wartości dla kolein i odkształcenia podano dla temperatury równej lub mniejszej niż 20°C i odpowiednich warunków drenażowych.

* Ocena ujmuje ilościowo logarytm energii rozproszonej w jednym z zakresów długości fal: SW = krótkie długości fal (0,7 – 2,8 m), MW = średnie długości fal (2,8 – 11,3 m), LW = duże długości fal (11,3 – 45,2 m). Skala ma zakres od 10 (najniższa energia rozproszona, doskonała równość) do 1 (najwyższa energia rozproszona, najgorsza powierzchnia nawierzchni).

Komentarze odnośnie odchylenia i równości przedstawiono w szczegółowej specyfikacji, w pkt. 5.2.1.

I-2 Wymagania środowiskowe

I-2.1. W przypadku standardowego sprawdzenia, które jest wystarczające przy zwykłym zastosowaniu, zalecane jest porównanie warunków użytkowania podanych i zagwarantowanych przez producenta, oraz szczegółowych specyfikacji dotyczących warunków pogodowych, ruchu pojazdów i oporu mechanicznego podanych w głównym dokumencie, w rozdziałach 6.1 i 6.2.

I-2.2. Zaleca się, aby miejsce montażu zapewniało zasilanie i linię telekomunikacyjną; koszt montażu przyłącza energetycznego może być duży. Najlepiej, jeśli lokalizacja taka będzie miała obszar ważenia statycznego lub wagę statyczną w pobliżu miejsca montażu systemu WIM, oraz zapewniony odpowiedni okres czasu na kalibrację, lub pojazd testowy do wykonania całkowitej pętli na miejscu montażu systemu WIM.

I-2.3. Z powodów bezpieczeństwa, zaleca się, aby zapewniona była odpowiednia przestrzeń i wygodny dostęp do zamontowania szafki przydrożnej. Szafka powinna zabezpieczać system WIM przed wpływem pogody i aktami wandalizmu.

I-2.4. Zaleca się, aby systemy WIM nie były montowane pod liniami wysokiego napięcia.

I-2.5. Ważne jest, aby unikać wiaduktów (z powodów aerodynamicznych) i płyt przejściowych mostu (nieodpowiednia równość); nie zaleca się także montowania czujników drogowych na moście lub innej konstrukcji poddawanej wpływom dynamicznym.

I-3 Sprawdzenie i kalibracja systemu na miejscu montażu

Należy wyróżnić następujące trzy przypadki:

² APL jest urządzeniem opracowanym we Francji używanym w wielu krajach do mierzenia równości podłużnej. Składa się z dwóch przyczep z jednym kołem ciągniętych za samochodem z prędkością 72 km/h.

I-3.1. Ta sama firma dostarcza czujniki, elektronikę i wykonuje montaż

W takim przypadku nie są wymagane żadne specjalne sprawdzenia; wystarcza ogólna gwarancja dostawcy.

I-3.2. Producent dostarcza czujniki i elektronikę, a inna firma je instaluje.

W takim przypadku, niezbędne jest wykonanie szybkiego testu odbiorowego czujników i elektroniki przed montażem; taki test może być przeprowadzony przez klienta lub przez firmę montującą, zgodnie z zasadami określonymi umową i zaleceniami opisanymi w rozdziale II.2 i II.3 załącznika II do głównego dokumentu.

I-3.3. Różni dostawcy dostarczają czujniki, elektronikę i wykonują montaż

Klient powinien najpierw sprawdzić kompatybilność między czujnikami a elektroniką, lub poprosić producenta elektroniki o takie sprawdzenie. Następnie, należy zastosować zasady opisane w pkt. I-3.2.

We wszystkich przypadkach, należy stosować specyfikacje lub wytyczne producenta odnośnie montażu czujnika. Sumaryczne specyfikacje podano w głównym dokumencie, w rozdziale 7.

I-4 System kalibracji na miejscu montażu

I-4.1. Po instalacji, system WIM musi zostać skalibrowany (kalibracja początkowa).

I-4.2. Należy zastosować procedurę podaną przez producenta. Należy sprawdzić zgodność tej procedury z jedną ze szczegółowych procedur opisanych w głównym dokumencie, rozdział 8.

Jeśli producent lub dostawca nie zaproponuje takiej procedury, bądź w przypadku nowego systemu, lub połączonego systemu dostarczanego przez kilka firm (I-3.3), należy zastosować jedną z metod kalibracji podanych w szczegółowej specyfikacji, części 7.2 i Załączniku II.

I-4.3. Początkowa weryfikacja zainstalowanego systemu powinna być przeprowadzona w celu oszacowania jego dokładności przed dopuszczeniem. Procedura ta jest opisana w rozdziałach 10 i 11.

I-4.4. Przynajmniej raz w roku należy wykonywać okresową kalibrację i kontrolę działania systemu (poziom 2), ale najlepiej robić to raz w miesiącu (poziom 1).

Kontrola poziomu 1

Łatwą i ekonomiczną kalibrację i kontrolę działania systemu można przeprowadzić przez:

- sprawdzenie współczynników automatycznej samokalibracji (jeśli ta procedura jest wdrożona), i/lub
- porównanie modeli ruchu (np. histogramów lub statystyk ciężarów brutto lub nacisków na osie) z modelami referencyjnymi lub danymi zebranymi przez system zaraz po kalibracji.

W przypadku braku spójności lub wyraźnie nieprawidłowych rezultatów, należy przeprowadzić kompletną kontrolę dokładności i ewentualnie rekaliibrację (patrz rozdziały 10 i 11).

Kontrola poziomu 2

Zaleca się, aby kontrola w trakcie eksploatacji była wykonywana okresowo (np. raz w roku), zgodnie z zasadami podanymi w rozdziałach 10 i 11. Jeśli zostanie zidentyfikowane znaczne odchylenie, należy wykonać rekaliibrację.

I-5 Tolerancje klasy dokładności w odniesieniu do ciężarów

I-5.1. Tolerancje klas dokładności

Zdefiniowano kilka klas dokładności w celu indywidualnych pomiarów (patrz Tabela 10). Uwzględnione są cztery główne kryteria (w zależności od systemu, należy uwzględnić niektóre z nich, bądź wszystkie). Klasy te określono przy pomocy przedziałów ufności błędów względnych w odniesieniu do obciążeń statycznych lub ciężarów (lub w pewnych szczególnych przypadkach, w odniesieniu do określonej przyjętej referencji).

Pewne wskazania odnośnie wymogów klienta i zalecanych klas dla każdego typu zastosowań podano w specyfikacji szczegółowej, rozdział 4.

Dodatkowe klasy E(30) i E(50) zdefiniowano w szczegółowej specyfikacji, rozdział 8, dla systemów, które nie są zgodne z klasą D(25).

Tabela 12: Zakresy klas dokładności (przedział ufności, δ w %)

Kryteria (rodzaj pomiaru)	Obszar użycia	Klasy dokładności: Zakres przedziału ufności δ (%)						
		A (5)	B+(7)	B(10)	C(15)	D+(20)	D(25)	E
1. Ciężar brutto	Ciężar brutto > 3,5 t	5	7	10	15	20	25	> 25
Nacisk na oś:	Nacisk na oś > 1 t							
2. grupa osi		7	10	13	18	23	28	> 28
3. pojedyncza oś		8	11	15	20	25	30	> 30
4. oś grupy		10	14	20	25	30	35	> 35
Prędkość	$V > 30 \text{ km/h}^{(1)}$	2	3	4	6	10	10	> 10
Odległości pomiędzy osiami		2	3	4	6	10	10	> 10
Całkowity strumień		1	1	1	3	5	5	> 5

(1) Dla czujników, które nie działają statycznie, lub przy bardzo niskich prędkościach ruchu pojazdów.

Kryteria dotyczące prędkości, odległości pomiędzy osiami i liczenia nie są obowiązkowe w niniejszej specyfikacji. Klasa dokładności dopuszczalna dla każdego systemu WIM jest najlepszą klasą, dla której spełnione są wszystkie kryteria, lub odpowiednie kryteria, jeśli niektóre z nich są wyłączone.

Poziomy ufności wymagane w ramach określonych przedziałów zależą od warunków badań (długość okresu badań, powtarzalność i odtwarzalność badania, oraz liczba pomiarów). Poziomy te określono w rozdziałach I-7 i I-8.

I-5.2 Referencyjne ciężary brutto i statyczne naciski na oś

I-5.2.1. Operacje ważenia statycznego muszą być wykonywane oś po osi, lub grupami osi, przy użyciu wag do kół/osi dopuszczonych do zastosowań w zakresie egzekwowania przepisów prawa, bądź zastosowań handlowych, lub na wadze pomostowej w celu zważenia całego pojazdu jednocześnie. Zaleca się oszacowanie ciężarów brutto na zaaprobowanej wadze pomostowej w celu uzyskania wiarygodnej wartości referencyjnej. W takim przypadku, należy zastosować procedurę opisaną w szczegółowej specyfikacji (patrz 8.3.3) w celu wyprowadzenia referencyjnych statycznych nacisków na oś.

I-5.2.2. Powierzchnia drogi w obszarze ważenia powinna być płaska i pozioma. W drugim wymienionym przypadku, zaleca się:

- użycie tyłu wag, ile jest kół/osi do ważenia w przypadku jednego pojazdu, lub
- użycie rampy lub innego urządzenia w celu wyrównania wszystkich kół/osi.

Różnica poziomów pomiędzy osiami tej samej grupy nie powinna przekraczać 2 mm. Różnica poziomów pomiędzy pojedynczymi osiami lub grupami osi nie powinna prowadzić do spadku większego niż 0.5% (tj. 1,5 cm na odcinku 3 m).

I-5.2.3. Podczas operacji statycznego ważenia kół lub osi, hamulce pojazdu muszą być całkowicie zwolnione.

Wyniki ważenia ciężarówek podczas operacji egzekwowania przepisów prawa przez policję mogą wprowadzać odchylenie. A zatem, zaleca się, aby użyto ciężarówek (na przykład wynajętych) specjalnie przeznaczonych do badań przez jeden lub dwa następujące po sobie dni.

I-6 Homologacja

I-6.1. Badania homologacyjne należy zorganizować jednorazowo w celu oznaczenia nowowprowadzanego na rynek systemu WIM.

I-6.2. Badania powinny być przeprowadzone w lokalizacji klasy I (doskonała), z promieniem łuku dłuższym niż 2500 m, ale zalecana jest prosta droga.

I-6.3. Po instalacji systemu przez producenta lub sprzedawcę, należy wykonać wstępną kalibrację przy użyciu dwóch ciężarówek testowych (wybranych zgodnie z pkt. 7.2.3.3 specyfikacji szczegółowej), i jednym ładunkiem na ciężarówkę, przy zastosowaniu następującego planu badań (8 przejazdów):

- 4 przejazdy z prędkością V_m ,
- 2 przejazdy z prędkością $1,2 V_m$,
- 2 przejazdy z prędkością $0,8 V_m$.

W przypadku systemu WIM ważącego pojazdy poruszające się z dużymi prędkościami, V_m będzie równe 75 km/h. Dla systemu WIM ważącego pojazdy poruszające się w małymi prędkościami, V_m będzie zalecaną prędkością operacyjną.

Statyczne referencyjne naciski na oś i ciężary brutto należy przekazać producentowi lub sprzedawcy, w celu wyregulowania kalibracji systemu.

I-6.4. Po wstępnej kalibracji, badanie zostaje przeprowadzone przy użyciu standardowego planu badań nr 3 (I-8.2). Oprócz 110 przejazdów opisanych w pkt. I-8.2, dwa pojazdy testowe wykonają dodatkowych 6 niestandardowych przejazdów w celu sprawdzenia zdolności systemu do wykrycia takiej sytuacji i ewentualnego oznaczenia błędnych pomiarów kodem naruszenia. Przejazdy te będą wykonane jako:

- ciężarówka nieprzegubowa z 2 osiami: 3 dodatkowe przejazdy, jeden, podczas którego połowa pojazdu (lewa lub prawa) będzie poza czujnikiem (czujnikami), jeden z pierwszą osią przechodzącą przez czujnik (czujniki) a drugą osią całkowicie lub częściowo poza czujnikiem (czujnikami), i jeden, podczas którego ciężarówka przejeżdżając przez czujnik (czujniki) będzie hamować (różnica prędkości od 90 km/h do 60 km/h lub 12 do 5 km/h w przypadku systemu WIM ważącego pojazdy poruszające się z niskimi prędkościami).
- Naczepa z 5 osiami (z układem trzech osi): 3 dodatkowe przejazdy, jeden, podczas którego połowa pojazdu (lewa lub prawa) będzie poza czujnikiem (czujnikami), jeden z ciągnikiem przejeżdżającym po czujniku (czujnikach) a naczepą (z układem trzech osi) w połowie poza czujnikiem (czujnikami), i jeden, podczas którego ciężarówka przejeżdżając przez czujnik (czujniki) będzie hamować (różnica prędkości od 90 km/h do 60 km/h lub 12 do 5 km/h w przypadku systemu WIM ważącego pojazdy poruszające się z niskimi prędkościami).

I-6.5. Podczas badań, producent lub sprzedawca nie będą mieli dostępu do systemu.

I-6.6. Ciężary referencyjne i obciążenia statyczne będą oceniane zgodnie z zasadami podanymi w pkt. 9.6 specyfikacji szczegółowej.

I-6.7. Zostaną uwzględnione wszystkie zarejestrowane dane, z wyjątkiem tych oznaczonych kodem błędu przez system. Analiza danych zostanie przeprowadzona jako weryfikacja podczas eksploatacji (patrz pkt. I-7.2), zgodnie z klauzulami rozdziału I-8.3. Warunki badań będą następujące: (I) (powtarzalność środowiska) i (R1) (ograniczona odtwarzalność). Wyniki będą przedstawione w raporcie w formacie z Załącznika IV.

Druga analiza zostanie wykonana w celu wstępnej weryfikacji (patrz pkt. I-7.1) przez wyeliminowanie średniego odchylenia dla ciężaru brutto dla wszystkich przejazdów, przez nałożenie przy pomocy oprogramowania stałego czynnika multiplikatywnego na wszystkie zarejestrowane wartości nacisku na oś. Następnie, wspomniany w pkt. I-7.1.3. współczynnik będzie użyty do oceny klas dokładności dla każdego kryterium. Raport z badań przedstawi obie analizy.

I-7 Wstępna weryfikacja systemu WIM oraz weryfikacja w trakcie eksploatacji

I-7.1 Weryfikacja wstępna

I-7.1.1. Po zainstalowaniu i kalibracji systemu WIM, lub podczas rekalkibracji, można wykonać badania w celu oszacowania jego dokładności, **używając tych samych danych** używanych do (re)kalibracji. Jest to weryfikacja wstępna.

I-7.1.2. Jeśli system WIM jest kalibrowany przy użyciu statycznych mas kalibracyjnych, wszystkie rezultaty muszą się znaleźć w przedziale $[-\delta/2; \delta/2]$ odpowiedniej klasy dokładności i kryterium (pojedyncza oś, grupa osi lub ciężar brutto, zgodnie z długością skali pomiarowej).

I-7.1.3. Jeśli system WIM jest skalibrowany przy użyciu powtarzanych przejazdów wcześniej ważonych pojazdów, lub pojazdów z oprzyrządowaniem, przedziały ufności podane w Tabeli 12 zostają zmienione przy użyciu redukcji zakresu $[-0,8\delta; 0,8\delta]$ dla każdej odpowiedniej klasy dokładności i kryterium. Wymagany poziom ufności tego przedziału podano w rozdziale I-8.

I-7.2 Weryfikacja w trakcie eksploatacji

I-7.2.1. Weryfikację podczas eksploatacji można wykonać w dowolnym czasie okresu użytkowania systemu WIM. W ramach takiej weryfikacji, dane używane do oceny dokładności nie mogą być danymi, które użyto do jakiegokolwiek kalibracji lub rekalkibracji systemu.

I-7.2.2. Jeśli system WIM jest kalibrowany przy użyciu statycznych mas kalibracyjnych, wszystkie rezultaty muszą się znaleźć w przedziale $[-\delta; \delta]$ odpowiedniej klasy dokładności i kryterium (pojedyncza oś, grupa osi lub ciężar brutto, zgodnie z zakresem skali pomiarowej).

I-7.2.3. Jeśli system WIM jest sprawdzony przy użyciu powtarzanych przejazdów wcześniej ważonych pojazdów lub pojazdów z oprzyrządowaniem, bądź przy użyciu pojedynczych przejazdów wcześniej lub później ważonych pojazdów ze strumienia ruchu, używane są przedziały ufności podane w Tabeli 12 dla każdej odpowiedniej klasy dokładności i kryterium. Wymagany poziom ufności tego przedziału podano w rozdziale I-8.

I-8 Procedury w celu sprawdzenia dokładności systemu WIM

I-8.1 Zasady ogólne

I-8.1.1. Ocena dokładności systemu WIM wymaga przeprowadzenia badań. Ten rozdział dotyczy badań prowadzonych przy zastosowaniu powtarzanych przejazdów wcześniej ważonych pojazdów. Użycie pojedynczych wcześniej lub później ważonych pojazdów ze strumienia ruchu jest opisane w głównym dokumencie, rozdział 11.

I-8.2.1. Im szerszy zakres planu badań (dłuższy okres badań, więcej rodzajów pojazdów i przejazdów), tym wyższa pewność wniosku. Oznacza to, że ryzyko klienta (tj. ryzyko przyjęcia systemu w wyższej klasie niż on rzeczywiście jest) zmniejsza się, im bardziej rozbudowany jest plan badań, a jednocześnie zwiększa się koszt badań. W tej analizie, ryzyko dostawcy połączone ze statystycznym szacunkiem średniego odchylenia ustalono na poziomie 5%.

I-8.1.3. W niniejszej specyfikacji ryzyko klienta zależy od prawdopodobieństwa indywidualnego błędu (w odniesieniu do obciążenia statycznego lub ciężaru), leżącego poza określonym przedziałem ufności. Górna granica tego ryzyka jest ustalona przez konkretne wartości $(1-\pi_0)$, gdzie π_0 jest wymaganym poziomem ufności.

W niniejszym załączniku, ryzyko to $(1-\pi_0)$ jest ustalone na poziomie 5%, lub 10% w jednym przypadku (patrz I-8.5).

Ryzyko to jest oceniane jedynie w warunkach badań odbiorowych (patrz I-8.5); oznacza to, że im dalsze są warunki przeprowadzania badań od warunków ruchu drogowego, tym niższa pewność i wyższe ryzyko dla klienta.

I-8.1.4. W zależności od długości okresu badań, badania mogą być przeprowadzane w (patrz definicje w głównym dokumencie, pkt. 11.1.5):

- (I) powtarzalności środowiska

(II) ograniczonej odtwarzalności środowiska (nie jest ona omawiana w niniejszym załączniku)

(III) pełnej odtwarzalności środowiska (nie jest ona omawiana w niniejszym załączniku)

I-8.1.5. W okresie badań nie należy wykonywać rekalkulacji lub zmieniać elementów składowych systemu (szczegółowe informacje na ten temat można znaleźć w głównym dokumencie, pkt. 11.1.5).

I-8.1.6. Zgodnie z liczbą pojazdów testowych (wcześniej ważonych), oraz przypadkami obciążenia i prędkości, badania mogą być wykonywane w (opisy definicji znajdują się w głównym dokumencie, pkt. 7.2.3.2):

(r1) pełnej powtarzalności

(r2) rozszerzonej powtarzalności

(R1) ograniczonej odtwarzalności

(R2) pełnej odtwarzalności (nie jest ona omawiana w niniejszym załączniku)

Niektóre standardowe uproszczone plany badań opisano w pkt. I-8.2.

I-8.1.7. Pojazdy testowe to pojazdy, które są wcześniej ważone na zaaprobowanej wadze statycznej lub pomostowej i wykonują powtarzające się przejazdy przez system. Operacja ważenia statycznego musi być **starannie** wykonana, zgodnie z pkt. I-5,2.

I-8.2. Plany badań

Proponowane są trzy główne plany badań, spośród których dwa są podzielone na dwa podplany, tak, aby dostosować się do wymogów i zasobów klienta. Są one opisane w kolejności zwiększających się kosztów i pewności. Wszystkie wykonywane są w warunkach powtarzalności środowiska (I). Wybór pojazdów testowych powinien opierać się na najczęściej występujących w strumieniu ruchu typach.

Układy dwóch lub trzech osi powinny być wyposażone w zawieszenia pneumatyczne, tak aby uniknąć grubych błędów przy statycznych referencyjnych naciskach na oś.

(i) Plan badań nr 1 – jedna ciężarówka

- nieprzegubowa 2-osiowa ciężarówka umożliwia sprawdzenie jedynie 2 kryteriów spośród 4 (pojedyncza oś i ciężar brutto);
- pojazd z naczepą z układem trzech lub dwóch osi, bądź inny rodzaj pojazdu umożliwia sprawdzenie wszystkich 4 kryteriów.

Plan badań nr 1.1. Jedno obciążenie, 10 przejazdów, warunki pełnej powtarzalności (r1) (Poziom ufności $\pi_0 = 95\%$).

To bardzo krótkie badanie jest głównie zalecane do okresowych sprawdzeń, wykonywane jest kilka razy do roku, lub wtedy kiedy system ma ważyć jeden rodzaj pojazdów.

Badanie jest wykonywane jednego dnia, zgodnie z Tabelą 13:

Zaleca się, aby pojazd testowy był załadowany prawie do takiego ciężaru, co średni ciężar brutto tego typu pojazdu w strumieniu ruchu.

Tabela 13: Plan badań nr 1.1

Pojazd testowy	Prędkość	Liczba przejazdów	
Ciężarówka nieprzegubowa z 2 osiami lub Ciężarówka przegubowa z naczepą z 5 osiami	1,2 V_m	2 przejazdy	--
	V_m	6 przejazdów	7 przejazdów
	0,8 V_m	2 przejazdy	3 przejazdy

V_m : średnia prędkość ciężarówki w strumieniu ruchu – ostatnia kolumna, jedynie jeśli 1,2 V_m przekracza ograniczenie prędkości.

Plan badań nr 1.2. Dwa obciążenia, 30 przejazdów, warunki rozszerzonej powtarzalności (r2) (Poziom ufności $\pi_0 = 95\%$).

To krótkie badanie zalecane jest przy corocznym sprawdzeniu systemu WIM. Badanie jest wykonywane w ciągu jednego dnia, zgodnie z Tabelą 14:

Tabela 14: Plan badań nr 1.2

Pojazd testowy	Prędkość	Przypadki obciążenia i liczba przejazdów			
		w pełni załadowane		z połową ładunku	
Ciężarówka nieprzegubowa z 2 osiami lub Ciężarówka przegubowa z naczepą z 5 osiami	1,2 V_m	3 przejazdy	--	3 przejazdy	--
	V_m	9 przejazdów	10 przejazdów	9 przejazdów	10 przejazdów
	0,8 V_m	3 przejazdy	5 przejazdów	3 przejazdy	5 przejazdów

V_m : średnia prędkość ciężarówki w strumieniu ruchu – kursywą podano wartości jedynie jeśli 1,2 V_m przekracza ograniczenie prędkości.

(ii) Plan badań Nr 2 – Dwie ciężarówki

Używane są 2 ciężarówki: jedna nieprzegubowa z 2 osiami, i ciężarówka z naczepą z układem 3 osi, (lub nieprzegubowa z przyczepą i układem dwóch lub trzech osi, jeśli w strumieniu ruchu występuje wysoki udział tego typu pojazdów).

Plan badań nr 2.1. (poziom ufności $\pi_0 = 90\%$)

Jedno obciążenie na ciężarówkę, oraz $2 \times 10 = 20$ przejazdów, ograniczone warunki odtwarzalności (R1).

To badanie może być przeprowadzone w przypadku nowo zainstalowanego systemu WIM, lub po naprawie lub modyfikacji systemu, jeśli klient ma ograniczone zasoby i czas; poziom ufności jest niższy niż w przypadku innych badań.

Badanie jest wykonywane w ciągu jednego dnia, zgodnie z Tabelą 15:

Tabela 15: Plan badań nr 2.1

Prędkość	Pojazdy testowe i liczba przejazdów			
	Ciężarówka nieprzegubowa z 2 osiami		Pojazd z naczepą z 5 osiami (lub pociąg drogowy)	
1,2 V_m	2 przejazdy	--	2 przejazdy	--
V_m	6 przejazdów	7 przejazdów	6 przejazdów	7 przejazdów
0,8 V_m	2 przejazdy	3 przejazdy	2 przejazdy	3 przejazdy

V_m : średnia prędkość ciężarówki w strumieniu ruchu – kursywą podano wartości jedynie jeśli 1,2 V_m przekracza ograniczenie prędkości.

Zaleca się, aby pojazdy testowe były załadowane prawie do takiego ciężaru, co średni ciężar brutto tego typu pojazdów w strumieniu ruchu.

Jeśli zamiast pojazdu z naczepą używany będzie pociąg drogowy, zaleca się, aby pojazd ten miał przynajmniej jeden układ dwóch lub trzech osi.

Plan badań nr 2.2. (poziom ufności $\pi_0 = 95\%$)

Dwa obciążenia na każdą ciężarówkę i 110 przejazdów, warunki ograniczonej odtwarzalności (R1).

To badanie zalecane jest dla nowo zainstalowanego systemu WIM, lub po naprawie bądź modyfikacji systemu.

Badanie to jest przeprowadzane w okresie od jednego do trzech następujących po sobie dni, ale w takich samych warunkach pogodowych, zgodnie z Tabelą 16:

Tabela 16: Plan badań nr 2.2

Pojazd testowy	Prędkość	Obciążenie i liczba przejazdów			
		w pełni załadowane		z połową ładunku	
Ciężarówka nieprzegubowa z 2 osiami	1,2 V_m	8 przejazdów	--	5 przejazdów	--
	V_m	14 przejazdów	20 przejazdów	10 przejazdów	13 przejazdów
	0,8 V_m	8 przejazdów	10 przejazdów	5 przejazdów	7 przejazdów
Pojazd z naczepą z 5 osiami (lub pociąg drogowy)	1,2 V_m	8 przejazdów	--	8 przejazdów	--
	V_m	14 przejazdów	20 przejazdów	14 przejazdów	20 przejazdów
	0,8 V_m	8 przejazdów	10 przejazdów	8 przejazdów	10 przejazdów

V_m : średnia prędkość ciężarówki w strumieniu ruchu – kursywą podano wartości jedynie jeśli 1,2 V_m przekracza ograniczenie prędkości.

Uwaga: wymagana liczba przejazdów jest oparta na kryterium ciężaru brutto. Jeśli ma być sprawdzone tylko kryterium pojedynczych osi (i ewentualnie kryterium osi grupy), można proporcjonalnie zmniejszyć całkowitą liczbę przejazdów, tak aby uzyskać 110 przejazdów pojedynczej osi (osi grupy). Ale w takim przypadku, nie należy sprawdzać pozostałych kryteriów.

(iii) Plan badań Nr 3 – Cztery ciężarówki

Cztery ciężarówki, 110 przejazdów, warunki ograniczonej odtwarzalności (R1), (poziom ufności $\pi_0 = 95\%$).

Ten plan badań jest najbardziej reprezentatywny, z ograniczoną liczbą pojazdów testowych, dla rzeczywistego strumienia ruchu. Mimo tego, jest to dość obszerne badanie, którego, ogólnie rzecz biorąc, nie można wykonywać jako zwykłego badania akceptacji, ale zaleca się dla nowych rodzajów systemu, lub jeśli bada się kilka systemów jednocześnie na tej samej lokalizacji systemu.

Badanie to jest przeprowadzane w okresie od jednego do dwóch następujących po sobie dni, ale w takich samych warunkach pogodowych, zgodnie z Tabelą 17:

Każdy pojazd testowy powinien być załadowany do średniego ciężaru brutto tego typu pojazdów w strumieniu ruchu.

Całkowitą liczbę przejazdów każdego typu ciężarówki można dostosować tak, aby proporcjonalnie pasowała do strumienia ruchu na miejscu instalacji systemu WIM, tak aby całkowita liczba przejazdów wynosiła 110.

Pewność badania można zwiększyć (wraz z kosztem) przez podzielenie każdego zestawu przejazdów (podzielonego na typy pojazdów) na dwa różne ładunki (w pełni załadowany pojazd i pojazd z połową ładunku, zgodnie z oczekiwanymi proporcjami w strumieniu ruchu).

Tabela 17: Plan badań Nr 3

Pojazd testowy	Prędkość	Liczba przejazdów	Liczba przejazdów	
Ciężarówka nieprzegubowa z 2 osiami	1,2 V_m	30	8 przejazdów	--
	V_m		14 przejazdów	<i>20 przejazdów</i>
	0,8 V_m		8 przejazdów	<i>10 przejazdów</i>
Ciężarówka nieprzegubowa z 3 lub 4 osiami	1,2 V_m	6	1 przejazd	--
	V_m		4 przejazdy	<i>4 przejazdy</i>
	0,8 V_m		1 przejazd	<i>2 przejazdy</i>
Ciężarówka przegubowa z naczepą z 5 osiami	1,2 V_m	60	15 przejazdów	--
	V_m		30 przejazdów	<i>40 przejazdów</i>
	0,8 V_m		15 przejazdów	<i>20 przejazdów</i>
pociąg drogowy	1,2 V_m	14	4 przejazdów	--
	V_m		6 przejazdów	<i>9 przejazdów</i>
	0,8 V_m		4 przejazdów	<i>5 przejazdów</i>

V_m : średnia prędkość ciężarówki w strumieniu ruchu – kursywą podano wartości jedynie jeśli 1,2 V_m przekracza ograniczenie prędkości.

Pociąg drogowy (nieprzegubowa ciężarówka z przyczepą) powinna być tego typu, jaki najczęściej występuje na miejscu instalacji systemu.

Jeśli proporcja jednego z proponowanych typów pojazdów jest nieznaczną (lub mniejszą niż pozostałe) w strumieniu ruchu na miejscu instalacji systemu, typ ten można pominąć, ale całkowita liczba przejazdów powinna być równa 110.

I-8.3 Analiza wyników badań

I-8.3.1. Poziom ufności ustalono, ogólnie rzecz biorąc, na poziomie 95%; w jednym przypadku (plan badań 2.1) jest to tylko 90% w celu zmniejszenia liczby przejazdów o współczynnik 6.

I-8.3.2. Przed analizą, należy policzyć liczby n zarejestrowanych ciężarów brutto, grup osi, pojedynczych osi i osi grup. Liczba ciężarów brutto powinna być równa wartości określonej w planie badań; jeśli liczba ta jest mniejsza niż 95% określonej wartości, badania należy kontynuować lub wznowić, tak aby spełnić to wymaganie.

I-8.3.3. Uproszczona procedura oceny dokładności systemu WIM opisana jest poniżej, krok po kroku:

1. Dla każdego elementu rekordu (ciężar brutto, pojedyncza oś, grupa osi i osie grupy) obliczane są indywidualne błędy względne odnośnie obciążenia (ciężaru) statycznego lub przyjętych wartości referencyjnych:

$$x_i = \frac{(Wd_i - Ws_i)}{Ws_i} * 100 \quad (\text{in } \%)$$

gdzie Wd_i i Ws_i to wartość mierzona w ruchu i wartość statyczna (referencyjna).

2. Obliczana jest średnia m i standardowe odchylenie s błędów względnych w każdej podpopulacji x_i (ten sam element rekordu).
3. Dla uwzględnianej klasy dokładności obliczane są $|m|/s$ oraz δ/s (δ podano w Tabeli 12); w przypadku weryfikacji wstępnej, δ jest zastąpione przez $0,80 \cdot \delta$ (patrz pkt. I-7.1.2).
4. W podanych niżej wykresach, dla każdego planu badań i każdej wielkości podpopulacji n , jedna krzywa rozgranicza „obszar akceptacji” i „obszar odrzucenia”.

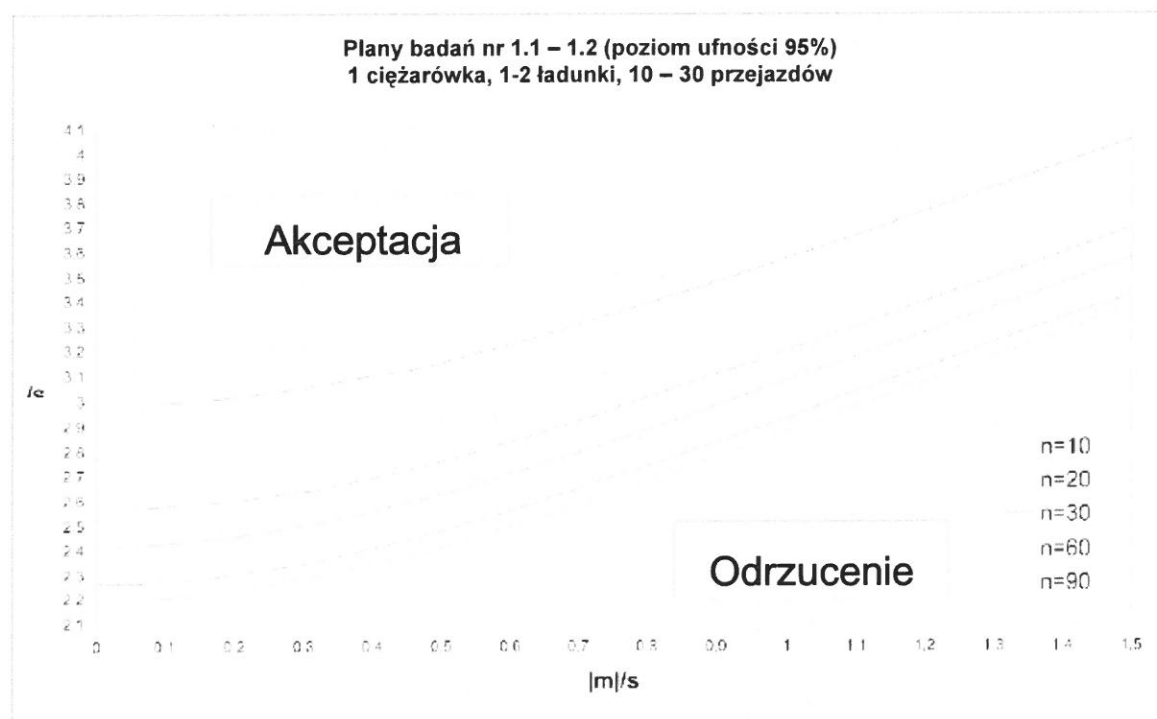
Dla każdego elementu rekordu (podpopulacji), jeśli punkt współrzędnych ($|m|/s$; δ/s) na odpowiednim wykresie znajduje się w „obszarze akceptacji”, wówczas rozważana klasa dokładności zostaje przyjęta; jeśli nie, rozważana klasa dokładności zostaje odrzucona; uwzględniana jest niższa klasa i proces jest powtarzany od kroku 3.

Uwaga: W przypadku planów badań od 1.1 do 2.1, wszystkie możliwe liczby n podano na odpowiednich wykresach (jedna krzywa dla każdej wartości).

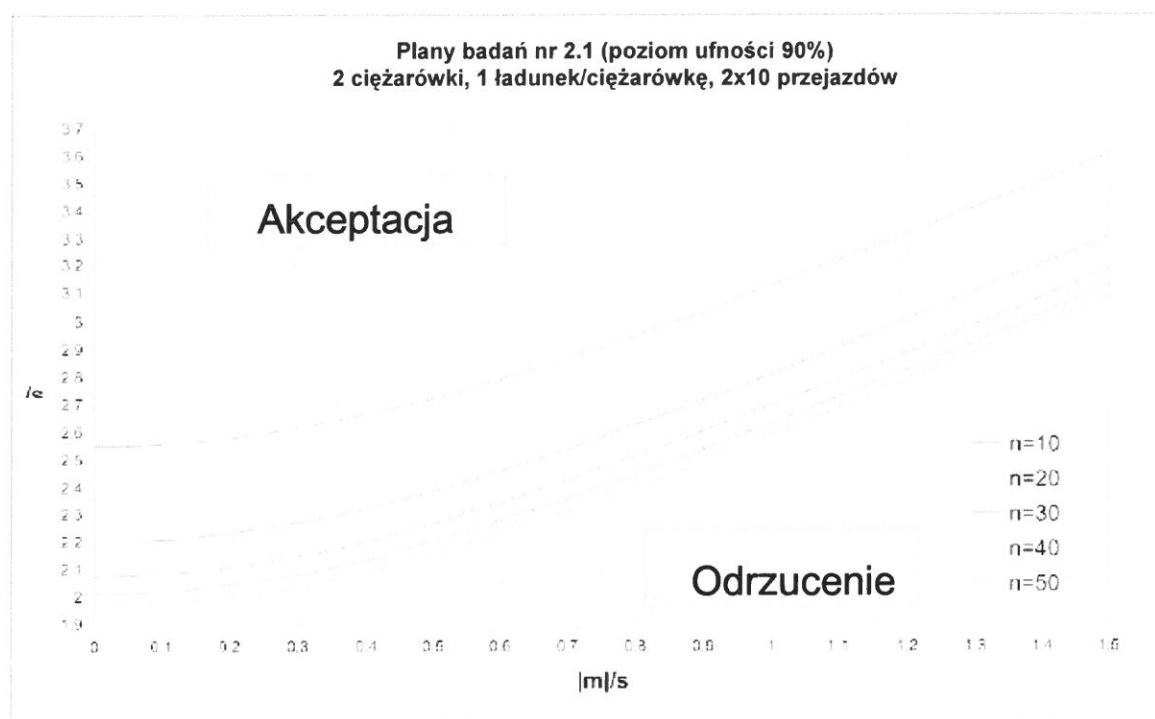
W przypadku planów badań nr 2.2 i 3, możliwe liczby n są zbyt wysokie i jedna krzywa odpowiada każdemu możliwemu przedziałowi dla n . Dla każdego zmodyfikowanego planu badań, który dostarcza liczbę n spoza tych przedziałów:

- należy brać pod uwagę krzywą najbliższego przedziału poniżej n (tj. dla planu badań 2.2, jeśli $n = 150$, gdzie proponowane przedziały to [110-120] i [180-220], należy uwzględnić pierwszy), lub
- można zastosować procedurę opisaną w szczegółowej specyfikacji, rozdział 11.

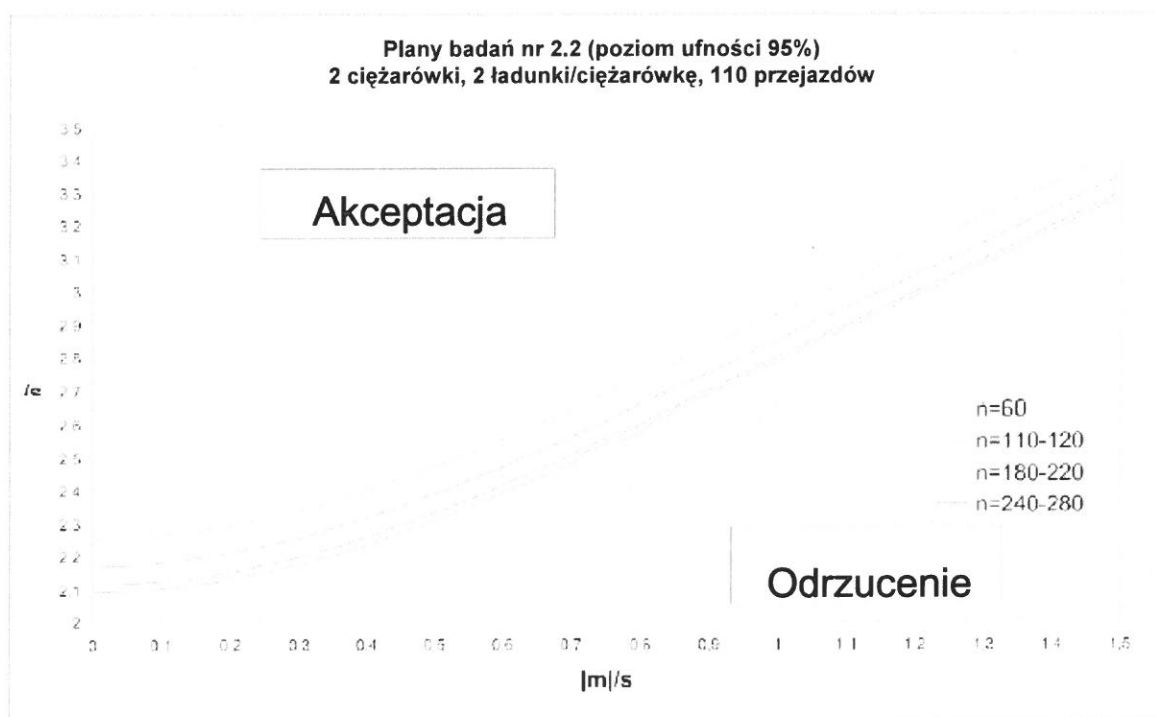
I-8.4 Wykresy



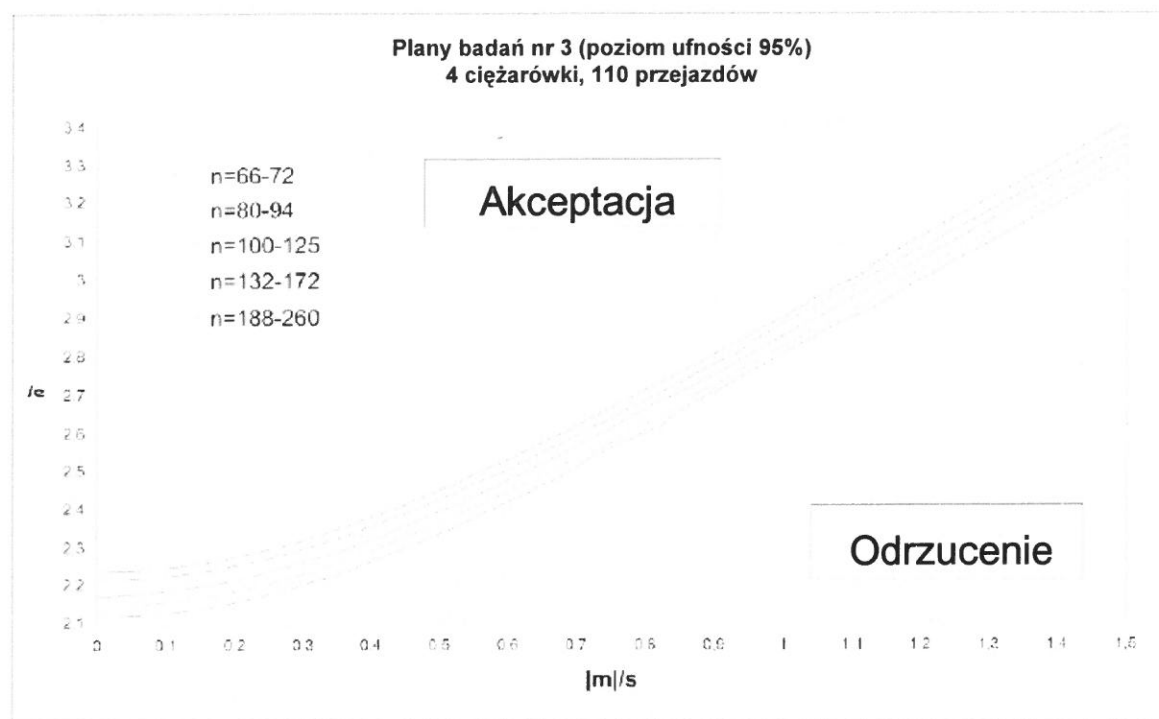
Rysunek 4: Wykres planu badań nr 1.1



Rysunek 5: Wykres planu badań nr 2.1



Rysunek 6: Wykres planu badań nr 2.2



Rysunek 7: Wykres planu badań nr 3

ZAŁĄCZNIK II. AKCEPTACJA I INSTALACJA CZUJNIKA

II-1 Sprawdzenie przed instalacją

II.1.1. Dostawca musi przeprowadzić procedurę zapewnienia jakości w odniesieniu do czujników i ich charakterystyk.

II.1.2. Przed instalacją jakiegokolwiek typu czujnika WIM, zaleca się sprawdzenie jego działania w odniesieniu do specyfikacji producenta lub roszczenia. Badanie takie może przeprowadzać systematycznie klient, lub może ono być przeprowadzone jako badanie wyrywkowe, jeśli dostawca dostarczy tabele do badań dla każdego czujnika.

II.1.3. Zaleca się, aby przynajmniej sprawdzić, czy każdy czujnik dostarcza prawidłowy sygnał przy pomocy prostego badania laboratoryjnego.

II-2 Sprawdzenie mechaniczne

II-2.1. Czujniki prętowe i paskowe (piezoelektryczne, piezokwarcowe, pojemnościowe i światłowodowe)

- Sprawdzenie stanu czujnika paskowego: brak pęknięć, prawidłowe wymiary geometryczne, itd.;
- Prawidłowe nałożenie żywicy (nie osiada podczas przejazdu pojazdu);
- Brak uszkodzeń obszaru przy prętach;
- Jeśli do zamontowania czujnika użyto żywicy, grubość przekraczająca powierzchnię nawierzchni musi pozostać stała (w kierunku poprzecznym), i nie może przekraczać 3 mm;
- Prawidłowe połączenie przewodów zabezpieczonych powłokami elektrycznymi, zwłaszcza na rogach;
- Odpowiednia odporność na moment gnący, zgodnie z odchyleniem nawierzchni i ciężarami, które mają po nim przejeżdżać.
- Należy także sprawdzić równoległość pomiędzy prętami lub kątem, który tworzą z osią drogi, oraz, bardziej ogólnie, zgodność z broszurą instalacyjną dostawcy.

II-2.2. Maty (pojemnościowe lub innego typu)

- Sprawdzić czujnik i sygnał dostarczany przewodem; czy nie ma widocznych fizycznych uszkodzeń;
- Powierzchnia czujnika musi być wpuszczona na równo z nawierzchnią drogi. W przypadku, jeśli na drodze będą używane pługi śnieżne, powierzchnia maty musi znajdować się nieco (2 mm) niżej;
- Odpowiednie nałożenie żywicy;
- Powierzchnia żywicy musi być wpuszczona na równo z nawierzchnią drogi;
- Przewód połączeniowy powinien być prawidłowo zabezpieczony przed uszkodzeniem podczas eksploatacji, najlepiej z pojedynczą powłoką elektryczną.

II-2.3. Czujnik tensometryczny lub wagi z ogniwem obciążnikowym

ten punkt zostanie uzupełniony później przy udziale Captels i Pietzsch

II-3 Sprawdzenie działania elektrycznego przed i po instalacji

II-3.1. Pręty piezoelektryczne

6.3.1.1. Odporność izolacji: jest ona mierzona przy użyciu megaomomierza, przy napięciu 50V; kryterium akceptacji jest rezystancja $R > 10^9 \Omega$.

6.3.1.2. Reakcja przewodu: wartość ta jest odczytywana z oscyloskopu, pod wpływem uderzenia wykonanego przez operatora (młotkiem, stopą, urządzeniem uderzeniowym) lub wywołanego przejazdem pojazdu.

Dla systemu klasy A(5), B+(7) lub B(10), jednorodność reakcji wzdłuż pręta może być badana przy użyciu urządzenia generującego powtarzalne uderzenia, takiego jak FWD (ugięciomierz dynamiczny) lub DYNAPLAQUE (francuskie przenośne skalibrowane urządzenie generujące uderzenia, używane w wielu krajach), z płytą przystosowaną do przyłożenia siły jedynie do czujnika.

Dalej procedura będzie postępować w następujący sposób: w n punktach przyłożone zostanie n serii 3 następujących po sobie uderzeń, rozłożonych co 25 cm wzdłuż pręta, a następnie obliczone zostaną średnie z 3 pomiarów; dwie skrajne wartości średnie zostaną odrzucone, a pozostałe serie (n-2) średnich wartości przeanalizowane (umożliwi to wygenerowanie 11 wartości dla pręta o długości 3,50 m); pręt może być uznany za odpowiedni, jeśli zakres zaobserwowanych średnich wartości leży w zakresie $\pm 10\%$. Zaleca się powtórzenie tych badań przy innej temperaturze otoczenia (różnica co najmniej 10°C) w celu oceny wpływu temperatury na system pręt/nawierzchnia i ewentualnej korekty sygnału w celu skompensowania wpływu temperatury.

II-3.2. Pręty piezokwarcowe

ta część zostanie uzupełniona w późniejszym terminie przy udziale Kistler

II-3.3. Paski pojemnościowe

ta część zostanie uzupełniona w późniejszym terminie przy udziale Golden River

II-3.4. Czujniki światłowodowe

ta część zostanie uzupełniona w późniejszym terminie przy udziale Alcatel

II-3.5. Maty pojemnościowe

- Sprawdzić sygnał czujnika przez podłączenie urządzenia elektronicznego. Sygnał musi być stabilny i w granicach określonych przez producenta;
- Powtórzyć sprawdzenie po instalacji.

II-3.6. Czujnik tensometryczny lub wagi z ogniwem obciążnikowym

ten punkt zostanie uzupełniony później przy udziale Captels i Pietzsch

II-4 Zalecenia dotyczące instalacji

Instalacja systemu WIM (czujników i elektroniki) wymaga specjalnych procedur, w zależności od, na przykład, typu czujnika, konstrukcji drogi, warunków środowiskowych i zastosowania.

Oczywiste jest, że należy podać ogólne informacje odnośnie kryteriów wyboru lokalizacji, z uwzględnieniem procedury wbudowania i instalacji czujników, itd. (patrz (METT-LCPC, 1993) dla prętów piezoelektrycznych).

Jednakże, odpowiedzialność za prawidłową instalację ponosi producent. Musi on dysponować wymaganymi informacjami uzyskanymi od zarządcy drogi, na przykład odnośnie struktury drogi, warunków środowiskowych i klimatycznych podczas instalacji.

W przypadku pewnego typu czujników, takich jak pręty piezoelektryczne i piezokwarcowe, lub paski pojemnościowe, wybór żywicy używanej do przymocowania czujnika do nawierzchni może mieć pewien wpływ na dokładność i silnie wpływać na żywotność czujnika i opóźnienie instalacyjne; niektóre zalecenia dla prętów piezoelektrycznych podano w (METT-LCPC, 1993).

Tutaj można podać odnośniki do wskazówek dotyczących instalacji czujników; mile widziane będą zalecenia od różnych producentów.

ZAŁĄCZNIK III. METODY KALIBRACJI

Poniżej opisano najczęściej stosowane metody kalibracji, od najprostszych do najbardziej skomplikowanych; można także uwzględnić inne metody.

Opis najprostszych metod kalibracji

Notujemy:

- Wd_{ijk} = obciążenie „dynamiczne” (siła uderzenia) mierzona w ruchu pojazdu i , osi j , i przejazdu k ,
- Wd_{ik} = „dynamiczny” ciężar brutto pojazdu i i przejazdu k , obliczany wg wzoru:

$$Wd_{ik} = \sum_j Wd_{ijk}$$

- Ws_{ij} = statyczne obciążenie pojazdu i , oraz osi j ,
- Ws_i = statyczny ciężar brutto pojazdu i ,
- n_i = liczba przejazdów pojazdu i ,
- p = liczba pojazdów testowych.

W warunkach (r2), zaleca się uwzględnienie różnych konfiguracji (obciążeń i prędkości) tego samego pojazdu jako różnych pojazdów do celów analizy danych.

Współczynnik kalibracji: współczynnik kalibracji zdefiniowano jako multiplikatywny współczynnik C do zastosowania do surowych zarejestrowanych danych obciążenia „dynamicznego” Wd , w celu uzyskania ostatecznego oszacowania obciążenia statycznego (lub „skalibrowany” wynik), oznaczony jako W : $W = C \cdot Wd$.

Współczynnik kalibracji ma wyeliminować, w miarę możliwości, wszelkie systematyczne odchylenia występujące w systemie WIM, które mogą być wzbudzone przez profil nawierzchni (efekt powtarzalności przestrzennej).

Jeśli system WIM używa więcej niż jednego czujnika, dla każdego z nich należy obliczyć przynajmniej jeden współczynnik kalibracji.

W bardziej skomplikowanych systemach WIM, może być konieczne obliczenie kilku współczynników kalibracji dla każdego czujnika, w zależności od typu pojazdu lub stopnia osi (patrz pkt 2. lub 3. poniżej).

W przypadku mostów, współczynnik kalibracji zostaje zastąpiony krzywą kalibracji, linią lub powierzchnią wpływu.

Spośród zaproponowanych, niżej opisanych metod, pierwsze dwie (1.a i 1.b) są najczęściej stosowane, podczas gdy trzecia z nich (1.c) jest często zalecana; wszystkie one generują tylko jeden współczynnik kalibracji na czujnik.

1.a. Kalibracja na średnie odchylenie: ta metoda obejmuje obliczenie współczynnika kalibracji C w celu wyeliminowania średniego odchylenia błędów względnych dla ciężarów brutto wszystkich pojazdów testowych ważonych w ruchu (jeden pomiar na każdy przejazd), każdy z nich jest uwzględniany tyle razy, ile razy przejeżdża ciężarówka:

$$C = \frac{\sum_i n_i}{\sum_{i,k} \left(\frac{Wd_{ik}}{Ws_i} \right)} \quad (3)$$

Ta metoda zapewnia uzyskanie nieodchylonego estymatora ciężaru brutto. Zalecana jest w warunkach (r1).

1.b. Kalibracja na całkowity ciężar: ta metoda obejmuje obliczenie współczynnika kalibracji C jako stosunku całkowitego statycznego ciężaru brutto wszystkich pojazdów testowych (każdy z nich jest uwzględniany tyle razy, ile razy przejeżdża ciężarówka) do całkowitego ciężaru brutto tych pojazdów mierzonego w ruchu (jeden pomiar na każdy przejazd):

$$C = \frac{\sum_i n_i Ws_i}{\sum_{i,k} Wd_{ik}} \quad (4)$$

Metoda to zapewnia uzyskanie nieodchylonego estymatora całkowitego ciężaru wszystkich pojazdów. Zalecana jest jedynie jeśli celem WIM jest oszacowanie całościowego tonażu ruchu, jak np. w przypadku badań ekonomicznych transportu towarów.

1.c. Kalibracja na błąd średniokwadratowy (1): ta metoda obejmuje obliczenie nachylenia prostej regresji, która przechodzi przez początek ortonormalnego wykresu odzwierciedlającego indywidualne „dynamiczne” ciężary brutto w funkcji indywidualnych statycznych ciężarów brutto pojazdów testowych dla każdego przejazdu. Jest ona oparta na fakcie, że system WIM powinien dostarczać wartości obciążeń „dynamicznych”, które są proporcjonalne do obciążeń statycznych. Współczynnik kalibracji C podano jako:

$$C = \frac{\sum_i n_i Ws_i^2}{\sum_{i,k} Ws_i Wd_{ik}} \quad (5)$$

Ta metoda może być stosowana w warunkach od (r2) do (R2), przy udziale więcej niż 3 ciężarówek (lub przypadków obciążenia). Minimalizuje ona błąd średniokwadratowy indywidualnych pomiarów ciężaru brutto w odniesieniu do statycznych ciężarów brutto dla wszystkich pojazdów, które przejechały po systemie, z zastrzeżeniem, że „dynamiczne” ciężary brutto są proporcjonalne do statycznych. Metoda ta jest zalecana dla większości zastosowań, kiedy celem jest oszacowanie ciężarów indywidualnych ciężarówek, ponieważ estymator ma niższą wariancję niż dwie poprzednie metody i bardzo niewielkie odchylenie.

1.d. Kalibracja na błąd średniokwadratowy (2): ta metoda obejmuje obliczenie nachylenia i rzędnej na początku prostej regresji na ortonormalnym wykresie odzwierciedlającym indywidualne „dynamiczne” ciężary brutto w funkcji indywidualnych statycznych ciężarów brutto pojazdów testowych dla każdego przejazdu. Błąd średniokwadratowy powinien być mniejszy niż w poprzedniej metodzie, ale proporcjonalność pomiędzy „dynamicznymi” a statycznymi obciążeniami nie będzie już zapewniona, co nie jest zgodne z teorią. Procedura kalibracji jest następująca: $W = C \cdot (Wd - b)$, gdzie b i C to:

$$C = \frac{\left(\sum_i n_i \right) \left(\sum_i n_i W_{s_i}^2 \right) - \left(\sum_i n_i W_{s_i} \right)^2}{\left(\sum_i n_i \right) \left(\sum_{i,k} W_{s_i} W_{d_{ik}} \right) - \left(\sum_i n_i W_{s_i} \right) \left(\sum_{i,k} W_{d_{ik}} \right)} \quad (6)$$

i

$$b = \frac{\left(\sum_i n_i W_{s_i}^2 \right) \left(\sum_{i,k} W_{d_{ik}} \right) - \left(\sum_i n_i W_{s_i} \right) \left(\sum_{i,k} W_{s_i} W_{d_{ik}} \right)}{\left(\sum_i n_i \right) \left(\sum_i n_i W_{s_i}^2 \right) - \left(\sum_i n_i W_{s_i} \right)^2} \quad (7)$$

Metoda ta nie jest zalecana w większości przypadków, z wyżej opisanego powodu. Ponadto, jeśli zostanie ona zastosowana, wartość *b* powinna być raczej niewielka i niezależna od branej pod uwagę próby pojazdu kalibracyjnego, o co nie do końca chodzi.

W obu metodach 1.c. i 1.d. ciężary brutto mogą być zastąpione naciskami na oś i przyjętymi wzorami. Współczynniki kalibracyjne będą się wówczas nieco różnić. Nie jest to bardzo zalecane, ponieważ znacznie większy wpływ na indywidualne naciski na oś ma ruch dynamiczny pojazdów niż ciężary brutto, oraz dlatego, że statyczne naciski na oś nie są prawidłowo zdefiniowane.

2. Kalibracja z podziałem na typ ciężarówki: ta metoda zapewnia uzyskanie współczynnika kalibracji dla każdego typu (sylwetki) ciężarówki z próby testowej, lub dla każdej klasy sylwetki (np. ciężarówka nieprzegubowa, ciągnik + naczepa, ciągnik + przyczepa). Ma ona zastosowanie jedynie dla warunków (R1) i (R2) i jest istotna, jeśli oprogramowanie stacji WIM jest w stanie zarządzać takim zestawem współczynników kalibracyjnych zgodnie z każdym typem ciężarówki. Można zastosować te same wzory, które podano w punktach od 1.a. do 1.d., tyle razy, ile jest klas uwzględnianych ciężarówek. Takie same uwagi obowiązują dla każdego wzoru i procedury.

3. Kalibracja z podziałem na klasę osi: ta metoda pozwala uzyskać współczynnik kalibracji dla każdej klasy (i/lub typu) osi w ciężarówce, z uwzględnieniem faktu, że dynamiczne zachowanie osi zależy od ich klasy w pojeździe. Metoda ta może mieć zastosowanie, jeśli oprogramowanie stacji WIM jest w stanie zarządzać takim zestawem współczynników kalibracyjnych odpowiednio dla każdej klasy osi. Zalecana jest do uwzględniania podpopulacji, z których część można scalić dla uproszczenia:

- ciężarówka nieprzegubowa z 2 osiami: przednie osie i tylne osie,
- ciężarówka nieprzegubowa z 3 osiami: przednie osie i tylni układ dwóch osi (suma dwóch tylnych osi),
- naczepy: przednie osie, osie napędowe, oraz układ dwóch lub trzech osi naczepy (suma dwóch lub trzech tylnych osi),
- ciężarówka + przyczepa: przednie osie, tylne osie (lub układ dwóch bądź trzech osi) ciężarówki, osie naczepy.

Podane wyżej wzory mają zastosowanie dla każdej podpopulacji przez zastąpienie ciężarów brutto naciskami na oś. Takie same uwagi obowiązują dla każdego wzoru i procedury.

Za wyjątkiem systemu WIM instalowanego na moście, wszystkie powyższe metody kalibracji są bardziej wydajne w przypadkach (R1) i (R2) z próbą ciężarówki testowej, reprezentatywnej dla oczekiwanego

strumienia ruchu. W przypadku (r1) lub (r2), zaleca się wybranie ładunków (ciężarów brutto i nacisków na oś), które są reprezentatywne dla rozkładu obciążenia występującego dla tego samego typu pojazdów co ciężarówka testowa w strumieniu ruchu.

ZAŁĄCZNIK IV. STANDARDOWY FORMAT, NARZĘDZIA KOMPUTEROWE

IV-1 Standardowy format wyników i narzędzia komputerowe używane przy ocenie dokładności

IV-1.1. Prezentacja danych i obliczenia statystyczne

Rysunek 10 i 11 przedstawiają standardową tabelę, utworzoną w programie Excel, zawierającą większość przydatnych informacji w celu zastosowania zaleceń niniejszej specyfikacji i oceny dokładności systemu WIM. Wzór arkusza Excel dostępny jest na dyskietce, lub można go pobrać przez internet z europejskiej strony WIM (<http://www.zag.so/wim/specification>).

Pierwsza część tabeli podaje standardowe dane, które dostarcza system WIM, które powinny być łatwe do uzyskania z oryginalnych plików danych. Pojazdy oznaczone kodem naruszenia (błędu) zostały wyeliminowane, ale są uwzględnione; będą one wyszczególnione w raporcie z badań. Ogólny nagłówek zawiera jedynie streszczenie wymaganych informacji wymienionych w pkt. 12.1.18. specyfikacji. Kolejne kolumny zawierają następujące informacje:

- sekwencyjna liczba pojazdów (zachowano jedynie ciężarówki o ciężarze brutto przekraczającym 3,5 tony);
- data (podana raz dziennie, w formacie dzień/miesiąc/rok) oraz czas przejazdu (hh:mm:ss); do celów tego zastosowania nie jest konieczne użycie setnych sekundy;
- temperatura w °C;
- prędkość w km/h;
- typ pojazdu, zgodny z dowolną klasyfikacją (domyślnie można użyć klasyfikacji COST 323);
- ciężar brutto i naciski na osie, według klasy osi i grupy nacisków na oś (wg klasy), wszystkie mierzone w ruchu;
- statyczne wartości referencyjne tych ciężarów i nacisków.

Uwaga: odstęp między osiami jest używany we wstępnym przetwarzaniu surowych danych, aby określić pojedyncze osie lub osie grupy, ale nie jest to konieczne dla dalszej analizy dokładności.

Wszystkie ciężary i naciski podane są w kg, ale z podziałem skali 100 kg zgodnie z czułością i dokładnością systemu.

Druga część tabeli przedstawia błędy względne, automatycznie obliczone według wzoru w arkuszu Excel i typ osi (pojedyncze osie czy oś grupy). Wreszcie, statystyka błędów względnych, wymagana zgodnie z pkt. 11.4.5 i 11.4.6., zostaje automatycznie obliczona według wzoru, łącząc indywidualne błędy względne i typ informacji o osi.

Niewielka tabelka zawierająca takie dane statystyczne to wystarczające źródło informacji potrzebnych do obliczenia dokładności przy użyciu warunków badań (patrz pkt. IV-1-2).

IV-1.2 Obliczenie dokładności

Obliczenie dokładności, zgodnie z procedurą opisaną szczegółowo w rozdziale 11, może być przeprowadzone automatycznie przy użyciu standardowego arkusza Excel przedstawionego na Rys. 12. Dane statystyczne obliczone w pkt. IV-1.1 są wprowadzane do odpowiednich komórek, tak jak warunki badania. W celach informacyjnych podane są procentowe udziały zidentyfikowanych pojazdów w całej

próbie badania. Jeśli system operuje kodami błędów, należy podać dwie wartości udziału procentowego, uwzględniając lub nie pojazdy zidentyfikowane, ale błędnie zważone.

W celu początkowej weryfikacji, kiedy ta sama próba danych jest używana do rekaliibracji systemu, a zatem średnie odchylenie ciężaru brutto jest (prawie) wyeliminowane, δ jest automatycznie mnożone przez $k = 0,8$ (patrz pkt. 10.1.3).

Wbudowany wzór oblicza wartość π_0 i, używając solvera z odpowiednimi pomocniczymi wartościami początkowymi δ_{min} , automatycznie wypełnia tabelę. W arkuszu znajduje się także standardowy wykres, który przedstawia zarówno wartości δ_{min} , jak i δ_c dla wszystkich kryteriów.

Arkusz Excel jest dostępny na dyskiecie lub w internecie (patrz pkt. IV-1).

Rysunki 10, 11 i 12 znajdują się na końcu rozdziału IV-2.2.

IV-2 Przykład wdrożenia procedur sprawdzających

Poniższy przykład ma na celu przedstawienie procedury opisanej w rozdziale 11.

IV-2.1. Plan kalibracji

System WIM został zainstalowany i skalibrowany w ciągu półtora dnia (warunki powtarzalności środowiska (I)), po przeprowadzeniu procedury opisanej w pkt. 7.2.3. Plan kalibracji był następujący:

- użyto dwóch wcześniej zważonych ciężarówek, ciężarówkę nieprzegubową z 2 osiami i 5-osiową ciężarówkę z naczepą;
- każdy z tych pojazdów testowych wykonał kilka przejazdów przez miejsce instalacji systemu WIM z różnymi prędkościami, a w przypadku ciężarówki z naczepą, z różnymi obciążeniami, zgodnie z Tabelą 18; w sumie zarejestrowano 115 przejazdów;
- następnie system WIM został skalibrowany na wszystkie rezultaty tych przejazdów, przy pomocy wzoru (3) z załącznika III i ciężarów brutto;
- przy pomocy tych rezultatów przeprowadzona zostaje początkowa weryfikacja dokładności, zgodnie z procedurą opisaną w rozdziale 11.

Zgodnie z niniejszym planem kalibracji, jesteśmy w warunkach ograniczonej odtwarzalności (R1).

Tabela 18: Plan kalibracji z użyciem dwóch wcześniej zważonych ciężarówek

Pojazd testowy	Prędkość (km/h)	Obciążenie i liczba przejazdów		
		W pełni załadowane	Z połową ładunku	Puste
Ciężarówka nieprzegubowa z 2 osiami	80	10 przejazdów	-	-
	65	20 przejazdów	-	-
	50	10 przejazdów	-	-
Ciężarówka z naczepą 5-osiowa	80	10 przejazdów	10 przejazdów	5 przejazdów
	65	10 przejazdów	10 przejazdów	5 przejazdów
	50	10 przejazdów	10 przejazdów	5 przejazdów

IV-2.2 Wstępna weryfikacja i sprawdzenie dokładności

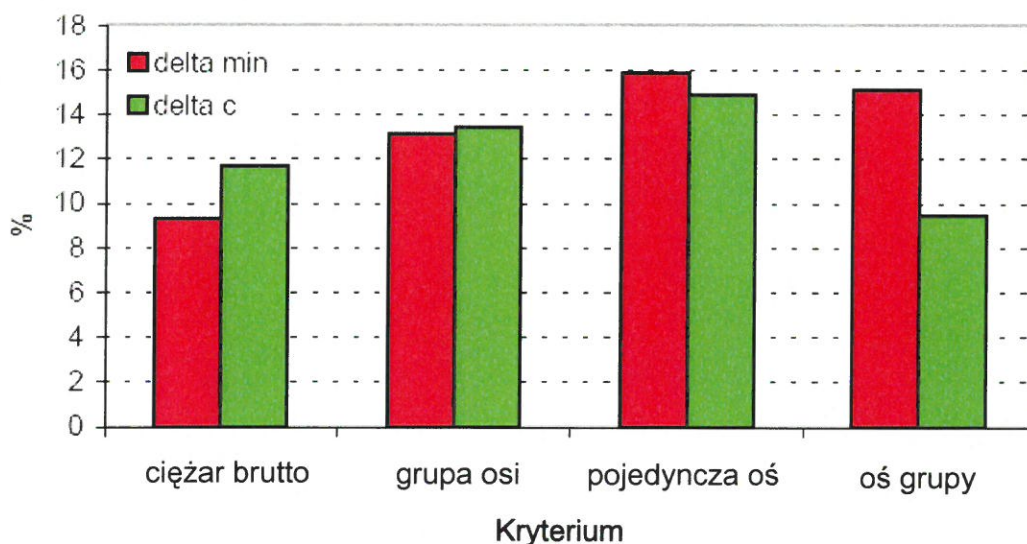
Rezultaty wstępnej weryfikacji przy użyciu danych z prób kalibracyjnych podsumowano w Tabeli 19.

Wartości δ wzięto z Tabeli 5 dla zatrzymanych klas, i pomnożono przez współczynnik redukcji $k = 0,8$ (patrz pkt. 10.1.3). Użyto prawdopodobieństwa teoretycznego π . Minimalne wymagane π_0 wzięto z Tabeli 7 (warunki (I) i (R1)) i interpolowano, lub automatycznie obliczono w arkuszu Excel przedstawionym na Rys. 2. Wartości δ_{\min} uzyskane dla $\pi = \pi_0$ są także podane w celu porównania z $k\delta$.

Można zauważyć, że system WIM spełnia w tej początkowej weryfikacji wymagania klasy (C(15)), a nawet B(10) dla kryterium grupy osi (w tym przypadku układu trzech osi). Rezultaty są także przedstawione na Rys. 8.

Tabela 19: Rezultaty początkowej weryfikacji

	Statystyka błędów względnych			π_0	Obliczenie dokładności					Akceptowana klasa
	Liczba	Średnia	Odchylenie standardowe		Klasa	$0,8 \times \delta$	δ_{\min}	δ_c	π	
<i>Kryterium</i>	<i>n</i>	<i>m (%)</i>	<i>s (%)</i>	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	
ciężar brutto	115	-0,29	4,28	95,1	C(15)	12	9,3	11,7	99,0	C(15)
grupa osi	75	0,23	6,01	94,6	C(15)	14,4	13,1	13,4	96,6	
pojedyncza oś	235	-0,62	7,31	95,7	C(15)	16	15,9	14,9	95,9	
oś grupy	225	0,26	6,96	95,7	B(10)	16	15,1	9,4	96,9	



Rysunek 8: Rezultaty początkowej weryfikacji

IV-2.3 Sprawdzenie systemu WIM podczas eksploatacji

Po wstępnej kalibracji, sprawdzono dokładność systemu w bardziej realistycznych warunkach, tj. w warunkach pełnej odtwarzalności (R2). W celu przeprowadzania sprawdzenia podczas eksploatacji, plan badań polegał na zważeniu około 100 ciężarówek ze strumienia ruchu, z pomocą policji, w okresie trzech następujących po sobie dni (warunki odtwarzalności środowiska (I)). Ciężarówki te były ważone na dopuszczalnej do eksploatacji statycznej wadze zainstalowanej 5 km przed miejscem instalacji stanowiska WIM. Naciski na osie były mierzone na tej wadze. Każda przejeżdżająca ciężarówka była następnie

identyfikowana na podstawie tablicy rejestracyjnej (i opisu wyglądu), kiedy przejeżdżała przez stanowisko WIM (dwóch operatorów utrzymywało łączność radiową).

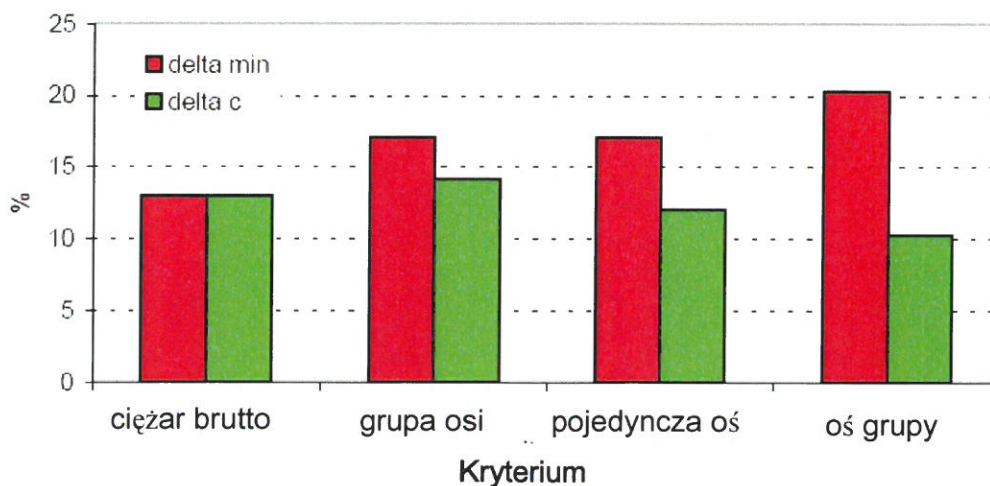
Skład próby wcześniej ważonych ciężarówek dobrano zgodnie ze strukturą strumienia ruchu na danej drodze, po specjalnych uzgodnieniach z policją. Na wadze statycznej zważono 86 ciężarówek, które były dostępne do analizy badań.

Wyniki badań podsumowano w Tabeli 20 w formie takiej samej prezentacji jak w Tabeli 19. Wartość π_0 wzięto z Tabeli 7 (interpolowano) lub obliczono.

Alternatywna metoda opisana w pkt. 11.4.7.2 jest stosowana przez porównanie wartości δ_{\min} , dla której $\pi = \pi_0$, do δ wymaganej klasy. δ_{\min} daje odpowiedni poziom dokładności pomiędzy dwoma poziomami oznaczonymi literami. Dla dwóch kryteriów (pojedyncze osie i ciężar brutto), poziom dokładności leży tak naprawdę pomiędzy konwencjonalnymi granicami klas B(10) a C(15). Dla grup osi leży on bliżej granicy klasy C(15), natomiast dla osi grupy wartość ta jest trochę powyżej granicy klasy B(10) (Rys. 9).

Tabela 20: Rezultaty weryfikacji przeprowadzonej podczas eksploatacji

	Statystyka błędów względnych			π_0	Obliczenie dokładności					Akceptowana klasa
	Liczba	Średnia	Odchylenie standardowe		Klasa	δ	δ_{\min}	δ_c	π	
Kryterium	<i>n</i>	<i>m</i> (%)	<i>s</i> (%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	
ciężar brutto	86	-2,27	6,09	92,6	C(15)	15	13,0	13,0	96,3	C(15)
grupa osi	66	0,30	8,44	92,1	C(15)	18	17,1	14,1	93,6	
pojedyncza oś	197	-3,92	7,66	93,7	C(15)	20	17,1	12,1	97,3	
oś grupy	169	-0,19	10,07	93,5	C(15)	25	20,3	10,3	97,9	



Rysunek 9: Rezultaty weryfikacji przeprowadzonej podczas eksploatacji

System jest akceptowany w klasie dokładności C(15) dla wszystkich kryteriów.

W porównaniu do początkowej weryfikacji, odchylenia na naciskach pojedynczej osi oraz na ciężarach brutto zwiększyły się odpowiednio o współczynnik 5 i 10 (ale ten ostatni był bardzo niewielki), podczas gdy standardowe odchylenia prób grupy osi oraz ciężaru brutto zwiększyły się o ponad 40%.

Powyższy przykład, oparty na prawdziwych danych, przedstawia typową różnicę pomiędzy tymi dwoma etapami (wstępną weryfikacją i sprawdzeniem systemu podczas eksploatacji).

System: „Nazwa lub producent”

Lokalizacja: „miejsce badań”

IPas nr: kk

DANE ZAREJESTROWANE

Okres badań: „od data1 do data2”

Warunki badań: (od I do III) i (od R1 do R2)

Liczba pojazdów testowych: nnnn

Ciężar i naciski mogą być wyrażone w kg, 100 kg, tonach lub kN, jednostka musi być podana w nagłówkach

№	Data / czas	T (°C)	V (km/h)	Typ	Naciski/ciężary mierzone w ruchu Wz(kg)						Statyczne naciski/ciężary Ws(kg)														
					CB	O1	O2	O3	O4	O5	O6	...	GO1	GO2	CB	O1	O2	O3	O4	O5	O6	...	GO1	GO2	
	5/4/98																								
1	8.10.25	9,3	85	5	38000	6400	10600	7000	7000	7000		21000		39000	6500	10800	7300	7200	7200						21700
2	8.11.23	9,5	89	5	39600	6200	13500	6900	6300	6700		19900		40200	6600	12100	7300	7000	7200						21500
3	8.12.28	9,7	89	5	39400	5900	10300	9400	7300	6500		23200		38500	5900	9600	8700	7900	6400						23000
4	8.13.06	9,9	88	5	40900	7100	10100	8200	8100	7400		23700		40500	6700	10100	7900	7900	7900						23700
5	8.13.30	10,1	87	5	40000	8100	11700	7100	7000	6100		20200		39800	7500	11800	6900	6600	7000						20500
6	8.13.56	10,1	90	5	30700	6700	12500	3600	4200	3700		11500		28200	6700	9900	3900	4000	3700						11600
7	8.14.54	10,1	89	5	41300	6400	9800	8300	8600	8200		25100		42800	6100	10600	8700	8800	8600						26100
8	8.16.09	10,1	79	6	36600	6500	12400	9000	8700					35700	6400	11100	9200	9000							
9	8.16.12	10,1	85	5	40500	6500	9200	8500	8100	8200		24800		39500	6500	9400	8100	8200	7300						23600
10	8.16.32	10,1	88	5	42200	8200	13800	6900	6500	6800		20200		42000	7800	13400	7000	6900	6900						20800
11	8.17.38	10,1	81	5	48300	8000	13000	8900	9200	9200		27300		48600	8100	13700	8900	8900	9000						26800
12	8.18.28	10,2	88	5	33500	6100	5600	7300	7400	7100		21800		32600	6000	5200	7000	7200	7200						21400
13	8.19.03	10,3	89	5	48700	7800	14200	9100	8500	9100		26700		46800	7200	14500	8400	8400	8300						25100
14	8.19.50	10,4	86	5	37400	6400	8600	7600	7500	7300		22400		38600	6200	8300	8100	8400	7600						24100
15	8.20.49	10,5	80	6	44900	6700	7200	8300	6400	7400	8900	16300		43900	6500	7500	8000	7100	7000	7800					14800
16	8.21.03	12	88	5	39000	6200	10100	7500	7900	7300		22700		38400	6000	9700	7400	8000	7300						22700
17	8.21.20	12	92	5	20200	5400	5300	3500	2900	3100		9500		20600	5200	5400	3400	3300	3300						10000
18	8.22.29	12,3	86	5	37000	6100	7900	8400	7200	7400		23000		35000	6000	7400	7800	6800	7000						21600
19	8.23.27	12,3	95	2	6800	2700	4100							6900	2900	4000									
20	8.23.33	12,4	88	5	43300	6900	11400	8800	8200	8000		25000		45400	6700	12100	8900	8900	8800						26600
21	8.23.37	12,8	85	5	41500	6400	8800	7800	8200	10300		26300		40500	6200	9000	7300	8000	10000						25300
22	8.25.13	13,4	89	6	42800	8400	12200	6700	7500	8000		18900		42900	7800	12300	6900	8000	7900						19200
23	8.25.25	13,4	87	5	31300	6500	8800	5500	5000	5500		16000		29900	6300	8200	5200	5100	5100						15400

Typ: klasyfikacja zalecana przez niniejszą specyfikację, w przeciwnym razie, kategorie pojazdów powinny zostać podzielone

- naciski na oś są umieszczone w kolumnach od O1 do O6, zgodnie z klasą osi; GO1 (oraz GO2, jeśli jest to wymagane) zawiera grupę (grupy) nacisków na oś

- typ można zastąpić liczbą osi, lub też można dodać tę liczbę w dodatkowej kolumnie

- w przypadku więcej niż 6 osi, należy dodać kolumnę po O6; w przypadku więcej niż 2 grup osi, należy dodać kolumny po GO2

Rysunek 10: Standaryzowany format zarejestrowanych danych i statystyk – część I

N°	Błędy względne (%)										Typ osi (1=SA, 0=AoG)						Statystyki błędów względnych (%)					
	CB		O1	O2	O3	O4	O5	O6	...	GO1	GO2	O1	O2	O3	O4	O5	O6	...	CB	PO	OG	GO
1	-2,56	-1,54	-1,85	-4,11	-2,78	-2,78				-3,23		1	1	0	0	0	0		23	52	60	21
2	-1,49	-6,06	11,57	-5,48	-10,00	-6,94				-7,44		1	1	0	0	0	0		0,97	1,52	0,17	0,06
3	2,34	0,00	7,29	8,05	-7,59	1,56				0,87		1	1	0	0	0	0		3,22	6,31	5,88	4,77
4	0,99	5,97	0,00	3,80	2,53	-6,33				0,00		1	1	0	0	0	0					
5	0,50	8,00	-0,85	2,90	6,06	-12,86				-1,46		1	1	0	0	0	0					
6	8,87	0,00	26,26	-7,69	5,00	0,00				-0,86		1	1	0	0	0	0					
7	-3,50	4,92	-7,55	-4,60	-2,27	-4,65				-3,83		1	1	0	0	0	0					
8	2,52	1,56	11,71	-2,17	-3,33							1	1	1	1							
9	2,53	0,00	-2,13	4,94	-1,22	12,33				5,08		1	1	0	0	0	0					
10	0,48	5,13	2,99	-1,43	-5,80	-1,45				-2,88		1	1	0	0	0	0					
11	-0,62	-1,23	-5,11	0,00	3,37	2,22				1,87		1	1	0	0	0	0					
12	2,76	1,67	7,69	4,29	2,78	-1,39				1,87		1	1	0	0	0	0					
13	4,06	8,33	-2,07	8,33	1,19	9,64				6,37		1	1	0	0	0	0					
14	-3,11	3,23	3,61	-6,17	-10,71	-3,95				-7,05		1	1	0	0	0	0					
15	2,28	3,08	-4,00	3,75	-9,86	5,71	14,10			10,14		1	0	0	1	0	0					
16	1,56	3,33	4,12	1,35	-1,25	0,00				0,00		1	1	0	0	0	0					
17	-1,94	3,85	-1,85	2,94	-12,12	-6,06				-5,00		1	1	1	1	1	1					
18	5,71	1,67	6,76	7,69	5,88	5,71				6,48		1	1	0	0	0	0					
19	-1,45	-6,90	2,50									1	1									
20	-4,63	2,99	-5,79	-1,12	-7,87	-9,09				-6,02		1	1	0	0	0	0					
21	2,47	3,23	-2,22	6,85	2,50	3,00				3,95		1	1	0	0	0	0					
22	-0,23	7,69	-0,81	-2,90	-6,25	1,27				-1,56		1	0	0	1	1	1					
23	4,68	3,17	7,32	5,77	-1,96	7,84				3,90		1	1	0	0	0	0					

CB = ciężar brutto

PO – pojedyncza oś

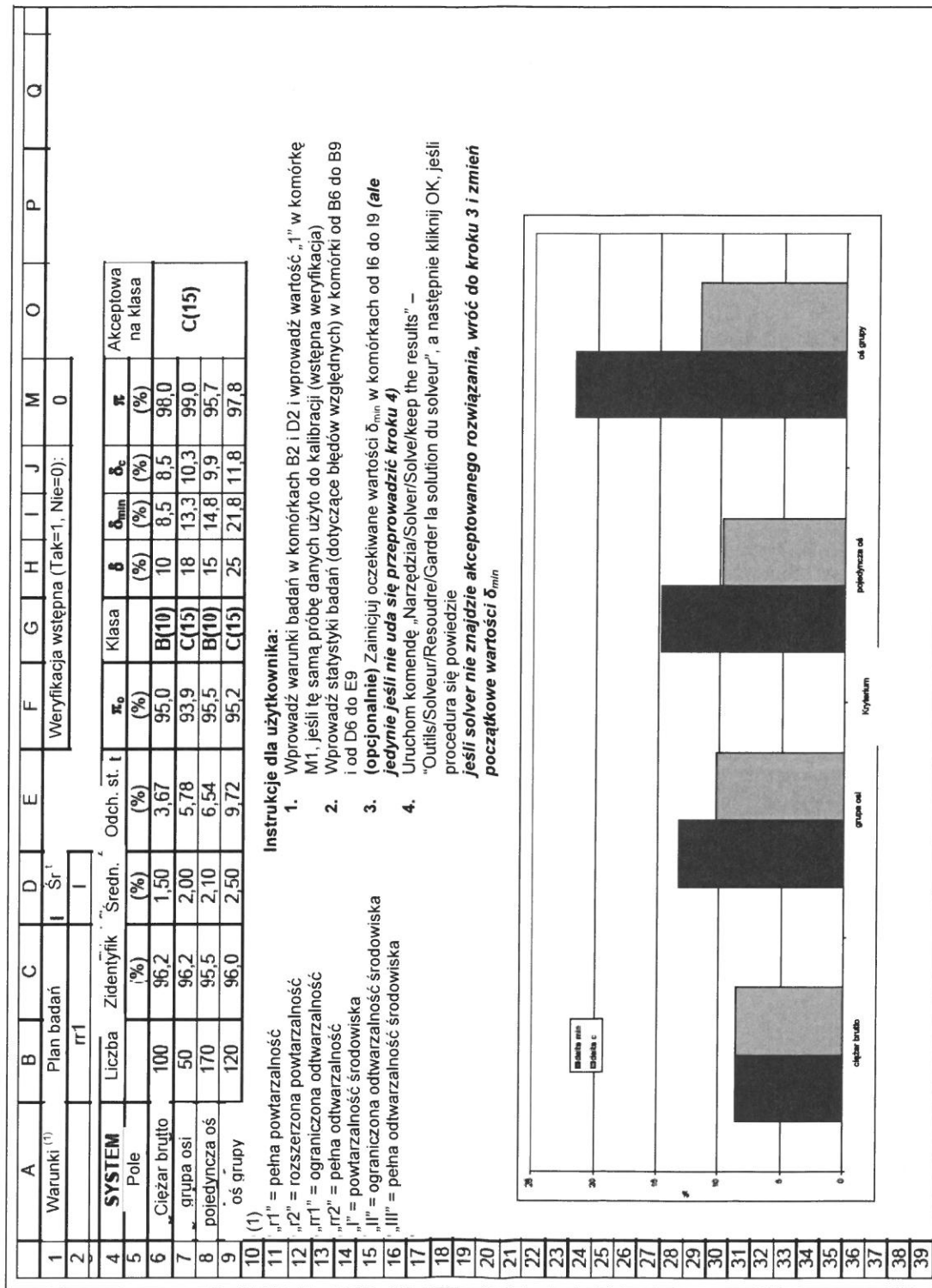
OG = oś grupy

GO – grupa osi

CB = ciężar brutto
PO – pojedyncza oś
OG = oś grupy
GO – grupa osi

- błędy względne są obliczane komórką po komórce z poprzedniej części arkusza przy użyciu następującego wzoru: $e = (W_d - W_s) / W_s$
- typ osi może być wprowadzony z systemu WIM, lub z odstępu między osiami (OG, jeśli odstęp jest większy niż 2,2 m)
- statystyki błędów względnych są obliczane przy użyciu wzoru, który łączy błędy względne i komórki zawierające informacje o rodzaju osi.

Rysunek 11: Standaryzowany format zarejestrowanych danych i statystyk – część 2



Rysunek 12: Standaryzowany arkusz do obliczania i prezentacji dokładności