

Procedura potwierdzenia jakości stacji HS-WIM - w trakcie eksploatacji

Opis p[rocedury]

- Wersja: 2.1.0
- Data: 2025-10-05
- Autorzy:
 - Monika Wasilewska

Spis treści

- 1. Wprowadzenie
- 2. Proponowane scenariusze procedur testowych - in service
 - 2.1. Procedura wykorzystująca statystyczną analizę wartości zwracanych przez system HS-WIM (Automatic Self-Calibration)
 - 2.2. Procedura wykorzystująca pojazdy ze strumienia ruchu
 - 2.3. Procedura wykorzystująca wielokrotne przejazdy jednego wstępnie zważonego pojazdu
- 3. A Wymagania jakościowe w zależności od stosowanego dokumentu referencyjnego

1. Wprowadzenie

Potwierdzenie poprawności działania stacji HS-WIM w trybie "in-service" możliwe jest do przeprowadzenia na kilka sposobów. Testy te z zasady powinny być wykonywane z dużą częstotliwością, aby dokonać weryfikacji poprawności działania systemu przez co zapewnić stabilne jego działanie przez cały okres użytkowania. Procedury o których mowa można podzielić na dwie grupy:

- procedury wykorzystujące statystyczną analizę wartości zwracanych przez system,
- procedury wykorzystujące porównanie dynamicznej wagi pojazdu z wartością zmierzoną statycznie.

Opracowanie ma na celu przekazanie receptur, które pozwolą na stałą, regularną i częstą kontrolę systemów HS-WIM. Dodatkowo są one zebraniem doświadczeń z prowadzonych przez autorów projektów naukowych i komercyjnych. Dokument opiera się na informacjach zawartych w dokumentach krajowych [\cite{GTD_procedura_kalibracyjna}], [\cite{procedura_oceny_wazenia}] i międzynarodowych [\cite{jacob2000p1}], [\cite{cost323}], [\cite{ISWIM-Guide}], [\cite{Myklebust1995}], [\cite{cost323-proceedings}].

Ważnym jest, aby procedury te stosować do utrzymania jakości dla stacji które mają szansę działać poprawnie - tzn. mają sprawne czujniki, poprawne wartości związane [m.in.](#) z rezystancją izolacji i innymi parametrami elektrycznymi, czego częściowo dotyczy rozdział 13: Serwis oraz załącznik nr 6 [\cite{zal:Spr_techiczne_elektryczne}].

2. Proponowane scenariusze procedur testowych - in service

Scenariusz wykorzystania powinien obejmować kilka kroków wymienionych w kolejności od tych wykonywanych najczęściej:

1. analizę danych zgodną np. z koncepcją Automatic Self-Calibration Procedures and Software pozwalającą na wykrycie i ewentualne korekty zwracanych wartości; testy te powinny być wykonywane możliwie często, choć nie jest konieczne przeliczenie wartości z przejazdu na przejazd;

2. procedurę wykorzystującą do ważenia statycznego pojazdu ze strumienia ruchu, pojazdy zatrzymywane są przez odpowiednie służby i poprawnie ważone na wagach stacjonarnych; testy te mogą być wykonywane przez odbiorcę systemu w każdym momencie;
3. procedurę wykorzystującą wielokrotne przejazdy jednego wstępnie zważonego pojazdu, testy te mogą być wykonywane raz w roku, bądź w razie wykrycia degradacji klasy jakości systemu. Kiedy procedura z jednym wstępnie zważonym pojazdem wykaże możliwą nieprawidłowość w działaniu systemu należy wykonać całościowe testy sprawdzające będące częścią opracowania: Załącznik 5.1: Procedura utrzymania jakości stacji HS-WIM dopuszczająca urządzenie do pracy w trybie ciągłym dla systemów preselekcyjnych [\cite{zalacznik_procedura_sprawdzajaca}].

Szerszy opis zawierający wyjaśnienia dotyczący zarówno klas dokładności jak i samych rodzajów testów znajduje się w rozdziale 10.

2.1. Procedura wykorzystująca statystyczną analizę wartości zwracanych przez system HS-WIM (Automatic Self-Calibration)

Utrzymanie i potwierdzenie poprawności działania systemów ważenia HS-WIM standardowo wykonywane jest podczas okresowych kalibracji pojazdami wstępnie zważonymi, najczęściej raz w roku. Wiedząc o tym, że na wartości ważenia dynamicznego wpływ może mieć [m.in.](#) temperatura czy degradacja poszczególnych czujników nieuzasadnionym jest zakładanie, że system w okresie "między kalibracjami" działa poprawnie.

Jednym z możliwych rozwiązań jest zastosowanie statystycznego wzorca do obliczenia średniego błędu ważenia dla każdej z utrzymywanych stacji i obserwacji zmian tego współczynnika, mówiącego o stabilności zwracanych wyników. Przedstawiona zasada działania **kalibracji statystycznej** w dużej mierze bazuje na koncepcji wyartykułowanej w dokumencie COST323[\cite{cost323}] pod nazwą "Automatic Self-Calibration Procedures and Software" (rozdział 7.2.5).

Metoda kalibracji statystycznej zakłada, że do oceny dokładności ważenia pojazdów przez system wystarczające są pomiary dynamiczne pochodzące z analizowanej stacji HS-WIM. W związku z tym do przeprowadzenia kalibracji statystycznej wykorzystany jest wzorzec statystyczny wyznaczony na podstawie dynamicznych pomiarów wagi pojazdów. Wzorzec ten nazywany będzie w dalszej części tekstu **wartością referencyjną**. Proces wyznaczenia wzorca wraz z testami jakościowymi został przedstawiony w artykule [\cite{MW-ELE}]. W ramach oceny jakości z wykorzystaniem **kalibracji statystycznej** obliczana będzie **wartość charakterystyczna** w sposób tożsamy do tego jak wyznaczany był oryginalny wzorzec. Wartość charakterystyczna obliczana będzie udzielnie dla każdego pasa ruchu. Po porównaniu wartości charakterystycznych z wartością referencyjną (wzorcem) obliczone zostają poprawki współczynników ważenia. Zastosowanie zaktualizowanych współczynników ważenia spowoduje zmniejszenie błędu systematycznego popełnianego w analizowanym okresie do wartości opisanych w artykule [\cite{MW-ELE}].

Scenariusz kalibracji statystycznej obejmuje:

1. pozyskanie danych
2. filtrację danych - wybór pojazdów spełniających kryteria,
3. wyznaczenie wartości charakterystycznej i błędu pomiarowego względem ustalonego wzorca (wartości referencyjnej).

Przedstawiony podział ułatwia zrozumienie i wykorzystanie koncepcji - jeśli system pozwala połączyć 1. i 2. punkt to należy z tego skorzystać. Taką kalibrację zaleca się wykonywać po uzbieraniu wystarczająco dużej liczby danych - na stacjach o przeciętnym natężeniu ruchu samochodów ciężkich możliwe jest w realizacji nawet raz w tygodniu.

2.2. Procedura wykorzystująca pojazdy ze strumienia ruchu

Scenariusz tego badania został opisany w [\cite{cost323}] pod nazwą "Scenariusz R2". Zakłada on dużą próbkę pojazdów (tj. od kilkudziesięciu do kilkuset) pobraną z ruchu ulicznego w pobliżu badanej stacji HS-WIM. Wybrane pojazdy powinny być reprezentatywne w kontekście strumienia ruchu i charakteru stacji ważenia. Przejeżdżający przez system WIM pojazd uwzględniany w trakcie oceny stacji musi zostać zważony statycznie. Nie ma znaczenia czy to będzie przed czy po przejeździe przez system pomiarowy, ważne jedynie aby było to zrealizowane w pobliżu stacji. W przypadku zatrzymywania pojazdów przed stacją HS-WIM punkt ważenia statycznego musi być na tyle daleko od stacji, aby pojazd mógł poruszać się w sposób naturalny w trakcie przejazdu przez sam system (nie powinien

gwałtownie przyspieszać czy jechać między pasami ze względu na włączanie się do ruchu). Zgodnie z planem testowym I dotyczącym warunków środowiskowych należy zapewnić aby pomiary były wykonywane w ciągu maksymalnie kilku godzin jednego dnia, tak aby temperatura, warunki klimatyczne i środowiskowe nie zmieniały się znacząco podczas pomiarów. Jeśli warunki meteo są szybko zmienne okres pomiarowy można wydłużyć do maksymalnie kilku dni (np. 3 dni po 2h) przy zapewnieniu opisanych warunków przeprowadzenia testu. Poziomy ufnosci w zależności od liczby ważeń statycznych zatrzymanych pojazdów zostały zaprezentowane w tabeli 1.

Tabela 1: Poziom ufnosci na którym zostanie obliczona dokładność działania systemu w zależności od liczby pojazdów zatrzymanych ze strumienia ruchu i zważonych statycznie przy warunkach środowiskowych zgodnych z planem R2 I [[cite{cost323}], rozdział 11.1.4]

liczba zważonych statycznie pojazdów	10	20	30	60	120	∞
poziom ufnosci [%]	80	87.4	89.6	91.8	93.1	95.4

Przedstawiona metoda daje możliwość szybkiego potwierdzenia poprawności działania systemu. Nie nadaje się jednak do kalibracji oraz odrzucenia poprawności działania systemu ze względu na niskie poziomy ufnosci uzyskiwane w ramach testów.

2.3. Procedura wykorzystująca wielokrotne przejazdy jednego wstępnie zważonego pojazdu

Procedura ta polega na 15-krotnym przejeździe w pełni załadowanym 2-osiowym pojazdem ciężarowym przez każdy pas ruchu na stacji ważenia, który podlega ocenie. Przy weryfikacji dokładności pomiarowej stosuje się zarówno estymowanie przedziału błędu względnego dla masy całkowitej pojazdu ($n=15$) oraz dla pojedynczej osi ($n=30$). Pojazd ten powinien poruszać się z prędkościami przedstawionymi w tabeli 2. Liczności podane w nawiasach należy zastosować jeśli nie ma możliwości na przejazd z prędkością o 20% większą niż typowa lokalna prędkość pojazdów ciężarowych (zarówno ze względu na przekroczenie przepisów drogowych jak i natężenie ruchu).

Tabela 2: Liczba przejazdów przez system dla określonych w teście prędkości, gdzie v_t oznacza typową prędkość pojazdu ciężarowego dla testowanego punktu

prędkość pojazdu	liczba przejazdów
$0.8 \cdot v_t$	4 (5)
v_t	7 (10)
$1.2 \cdot v_t$	4 (-)

Kalibracja urządzeń monitorujących obciążenie osi i ich akceptacja będzie sprawdzana poprzez porównanie zarejestrowanych ważeń dynamicznych względem średniej wartości statycznego ważenia pojazdu ciężarowego na wadze certyfikowanej. Pojazd używany do weryfikacji poprawności działania stacji musi zostać zważony przynajmniej dwukrotnie na wadze podosiowej/podkołowej przed i po przeprowadzonym teście. Wykorzystywany pojazd musi być w doskonałym stanie technicznym, a ładunek pojazdu zabezpieczony przed poślizgiem i przemieszczaniem się podczas jazdy. Nie dopuszcza się użycia ładunków płynnych.

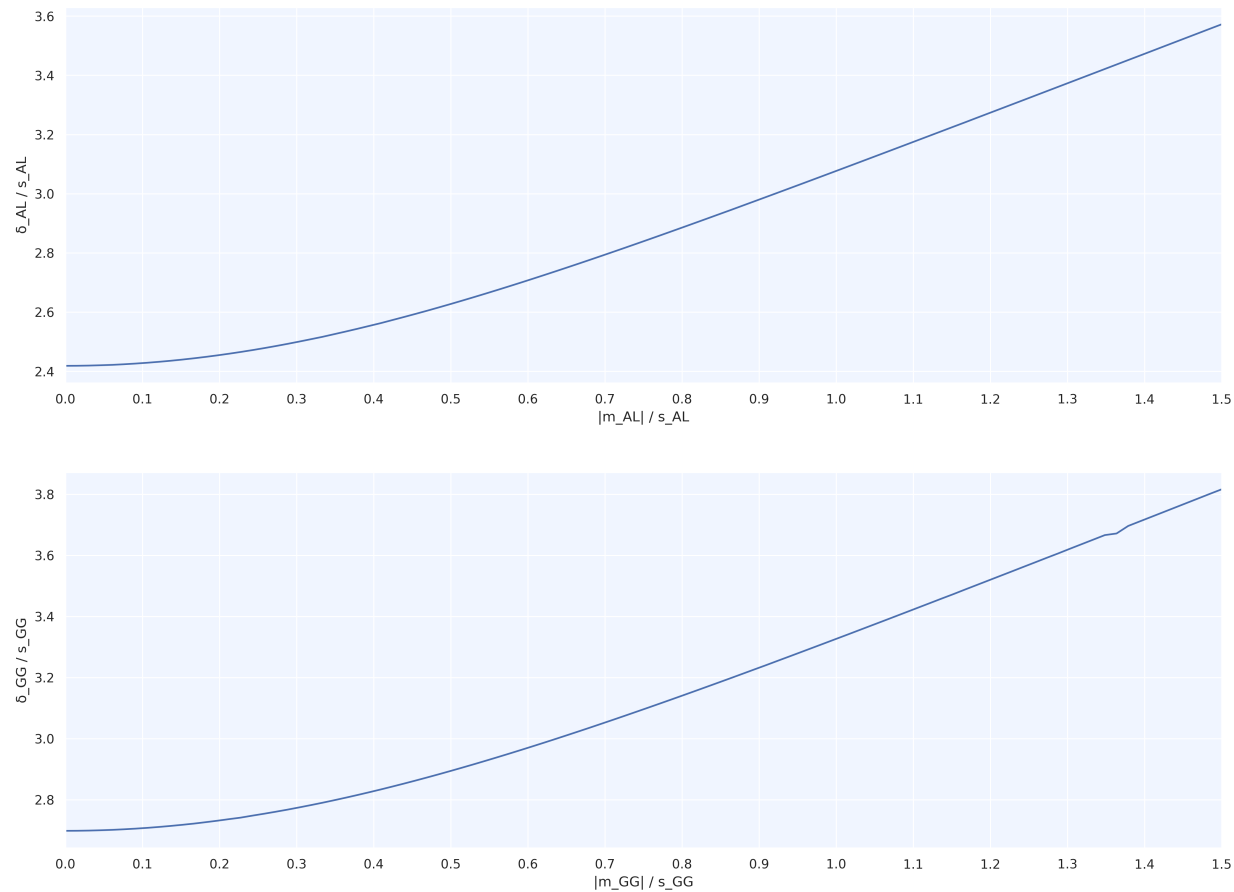
Następnie obliczane są dwie pary punktów wg [cite{procedura_ocen_y_wazenia}] (załącznik 1.1, 1.3). W rezultacie otrzymujemy:

$$(|m_{AL}|/s_{AL}; \quad \delta_{AL}/s_{AL}) \quad (1)$$

oraz

$$(|m_{GG}|/s_{GG}; \quad \delta_{GG}/s_{GG}) \quad (2)$$

których wartości porównuje się odpowiednio z krzywymi akceptacji umieszczonymi na rysunkach 1 i 2. Aby test można było uznać za zaliczony, a stację ważenia HS-WIM za działającą poprawnie, każdy z wyznaczonych punktów (wzór (1), (2)) musi znajdować się nad prostą lub bezpośrednio na niej.



Warto podkreślić że jest to procedura potwierdzenia poprawności działania w trakcie utrzymania systemu ważenia. W celu dopuszczenia stacji (certyfikacji) z wykorzystaniem pojazdów wstępnie zważonych należy zastosować scenariusz R1 z COST323 [cite{cost323}].

3. A Wymagania jakościowe w zależności od stosowanego dokumentu referencyjnego

Tabela 3: Klasy dokładności systemu HS-WIM wg COST323

typ pomiaru	ograniczenia	Klasa dokładności [%]		
		A5	B+(7)	B(10)
masa całkowita	masa całkowita > 3.5 [t]	5	7	10
Masa osi:	masa osi > 1 [t]			
grupa osi		7	10	13
oś pojedyncza		8	11	15
oś w ramach grupy osi		10	14	20

Tabela 4: Wymagana dokładność ważenia masy całkowitej pojazdu w zależności od deklarowanej klasy systemu i rodzaju testu - OIML

| klasa dokładności dla masy pojazdu | Procent umownej wartości masy pojazdu | |

	testy dopuszczające i okresowo sprawdzające	testy "in-service"
0.2	±0.10 %	±0.20 %
0.5	±0.25 %	±0.50 %
1	±0.50 %	±1.00 %
2	±1.00 %	±2.00 %
5	±2.50 %	±5.00 %
10	±5.00 %	±10.00 %

Tabela 5: Wymagana dokładność ważenia pojedynczej osi lub grupy osi w zależności od deklarowanej klasy systemu i rodzaju testu - OIML

| klasa dokładności dla masy pojazdu | Procent umownej wartości pojedynczej osi lub grupy ||

	testy dopuszczające i okresowo sprawdzające	testy "in-service"
A	±0.50 %	±1.00 %
B	±1.00 %	±2.00 %
C	±1.50 %	±3.00 %
D	±2.00 %	±4.00 %
E	±4.00 %	±8.00 %
F	±8.00 %	±16.00 %

Całociową klasę systemu zgodnie z definicją wg OIML R134 wyznacza się korzystając z tabeli 6 łączącej tabele 4 oraz 5.

Tabela 6: Klasa systemu w zależności od jakości wyników dla osiągniętych w testach - OIML

| Dokładność pomiaru nacisku osi/grupy osi | Dokładność pomiaru masy całkowitej pojazdu [%] |||||

	0.2	0.5	1	2	5	10
A	x	x				
B	x	x	x			
C		x	x	x		
D			x	x	x	
E				x	x	x
F						x