

Załącznik E4

Procedura przedsezonowych badań porównawczych zestawów TWO

Warszawa, maj 2019

Niniejsze opracowanie stanowi załącznik do dokumentu głównego:

**DIAGNOSTYKA STANU NAWIERZCHNI
I WYBRANYCH ELEMENTÓW KORPUSU DROGI**
Wytyczne stosowania

W załącznikach zamieszczono m.in.: szczegółowe zasady realizacji pomiarów, instrukcje dotyczące oceny i klasyfikacji poszczególnych parametrów, zasady wizualizacji i analizy wyników diagnostycznych, instrukcje wykonywania pomiarów, procedury przedsezonowych badań porównawczych, procedury badań kontrolnych na własnym odcinku testowym, katalogi uszkodzeń nawierzchni oraz elementów korpusu drogi

Dokumenty systemu DSN zostały opracowane przez Zespół Autorski pracowników
Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad

Wszelkie prawa zastrzeżone

SPIS TREŚCI

1. Przygotowania do badań porównawczych	5
2. Pomiary na odcinku testowym	5
2.1. Pomiary kalibracyjne	5
2.2. Pomiary porównawcze	7
3. Ocena ogólna wyników badań porównawczych	7
3.1. Ocena powtarzalności	7
3.2. Ocena odtwarzalności	8
3.3. Ocena powtarzalności i odtwarzalności metodą R&R	8

1. Przygotowania do badań porównawczych

Po przeprowadzonych badaniach przedsezonowych zestawów SRT-3 i ustaleniu współczynników korelacyjnych poszczególnych urządzeń należy wykonać badania korelacyjne pomiędzy zestawami SRT-3 i TWO. Wyniki pomiarów zestawem SRT-3 przyjmuje się — do czasu wprowadzenia innych rozwiązań — jako wyniki referencyjne.

Kalibracja urządzeń powinna być poprzedzona następującymi czynnościami:

1. Wyborem odcinków o różnych wartościach współczynnika tarcia oraz technologiach wykonania warstwy ściernalnej.
2. Przygotowaniem zestawów do badań porównawczych.
3. Omówieniem zasad prowadzenia badań.

Każdy zestaw TWO powinien zostać wyposażony w dwie opony zainstalowane na urządzeniu pomiarowym, bez oznak zniszczenia i z prawidłowym znacznikiem zużycia.

Ponadto należy przestrzegać następujących zasad:

1. Pomiar porównawczy powinien odbywać się za każdym razem na tym samym odcinku testowym.
2. Odcinek musi być czysty, równy, bez wybojów, kolein i znaczących spękań.

Czynności związane z obsługą oprogramowania:

1. Przeprowadzenie dokładnej kalibracji na wadze oraz naprężenia łańcucha — przed dokonaniem korekty w oprogramowaniu urządzenia TWO. Procedura kalibracyjna opisana jest w instrukcji obsługi producenta [30] oraz w Załączniku D4.
2. Sprawdzenie poprawności danych określonych w setupie (grubość zadeklarowanego filmu wodnego, siła docisku, itp.).

2. Pomiary na odcinku testowym

Kolejnym etapem kalibracji jest porównanie wyników uzyskiwanych przez zestaw TWO względem wartości referencyjnych. W tym celu należy wykonać kilkakrotnie pomiary na tej samej nawierzchni i w tym samym śladzie.

2.1. Pomiary kalibracyjne

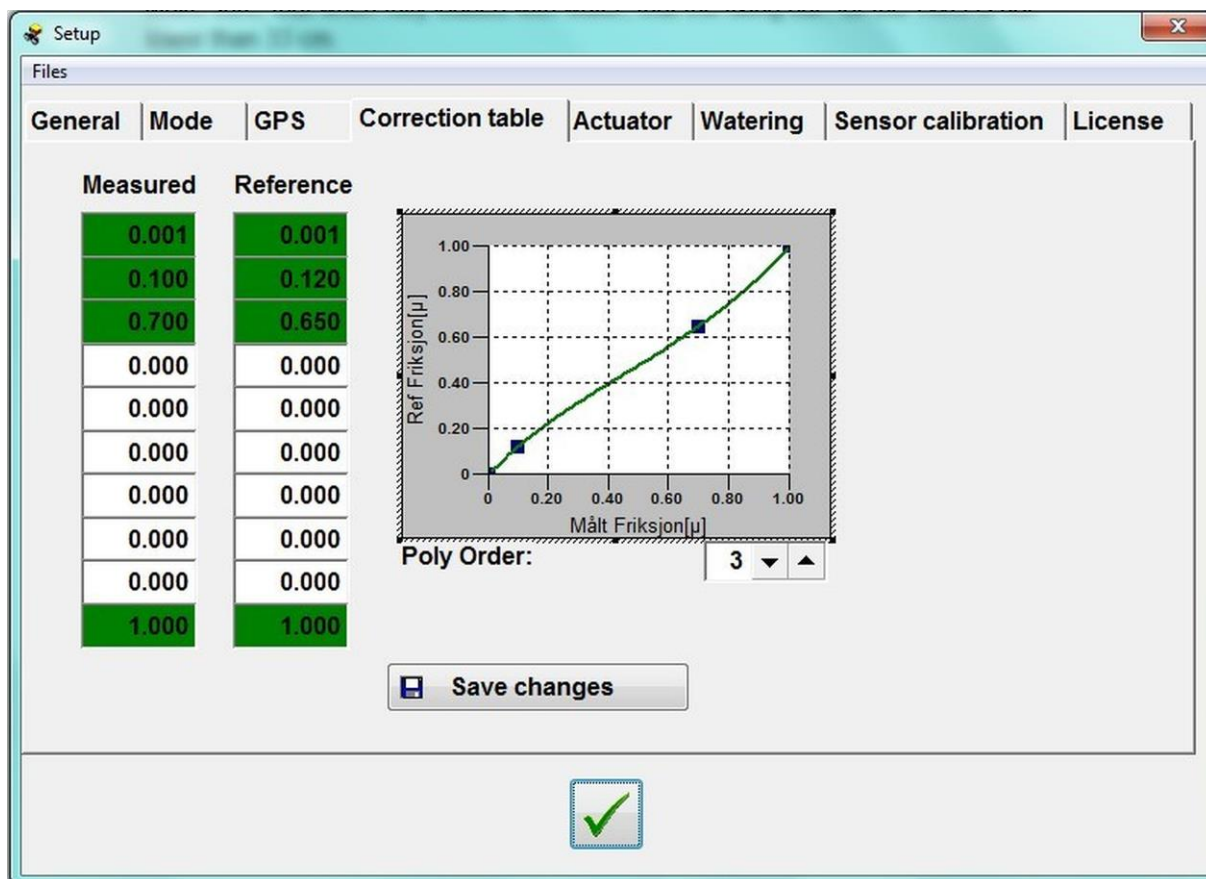
Realizując pomiary należy uwzględnić następujące czynniki:

1. Identyczny punkt startu i końca dla każdego pomiaru.
2. Identyczny ślad pomiarowy podczas każdego pomiaru.
3. Jednakową ilość wody podawaną podczas pomiaru na całym odcinku.

Następnie należy:

1. Wykonać jednoczesne pomiary TWO w torze wykonanych pomiarów urządzeniem SRT3. Procedurę należy przeprowadzić na co najmniej trzech odcinkach o długości 500 m, na których wartości współczynnika tarcia, uzyskane zestawem SRT-3, mieszczą się w przedziale 0,3–0,6 μ . Pomiary zestawem SRT-3 należy wykonać co 25 m.
2. Wykonać trzy przejazdy zestawem SRT-3, następnie obliczyć wartości średnie na każdym odcinku.
3. Wybrać zakładkę **Correction table** (tabela korekcyjna) (rys. 2.1). Tabela korekcyjna służy do przypisania konkretnej wartości do wartości referencyjnej z zewnętrznego urządzenia.
4. Wyzerować tabelę kalibracyjną TWO i ustawić współczynnik dopasowania krzywej na wartość 1. Tak przygotowane urządzenie TWO może przystąpić do pomiarów kalibracyjnych — wykonać po trzy przejazdy na każdym odcinku następnie obliczyć wartości średnie na każdym odcinku kalibracyjnym.

5. Wpisać do tabeli korekcyjnej obliczone wartości średnie referencyjne SRT-3 i pomierzone TWO (rys. 2.1). Wypełniając tabelę korekcyjną należy pamiętać, że:
- a) nie może być zmieniany górny rząd z wartościami 0.001 dla kolumny mierzonej i referencyjnej;
 - b) nie może być zmieniany dolny rząd z wartościami 1.000 dla kolumny mierzonej i referencyjnej;
 - c) zmian dokonuje się z reguły dla niskich i wysokich wartości współczynnika tarcia;
 - d) przed opuszczeniem tabeli korekcyjnej, w polu wartości **Poly Order**, należy ustawić współczynnik dopasowania krzywej na wartość 3 tak, aby krzywa została dostosowana do wykonanych zmian.



Rys. 2.1. Tabela korekcyjna w oprogramowaniu TWO

W celu weryfikacji kalibracji można sprawdzić wartości korekcyjne poprzez odczytanie zmierzonych i wprowadzonych wartości na osi X oraz porównanie z wartościami z urządzenia referencyjnego na osi Y.

Po wykonaniu zapisu poprzez użycie przycisku **Save Changes**, należy zamknąć zakładkę **Correction table**.

Po wykonaniu kalibracji należy wykonać kilka nowych pomiarów, na tym samym odcinku i w tym samym śladzie pomiarowym, w celu sprawdzenia, czy zmierzone wartości są równe wartościom referencyjnym. W razie potrzeby należy wprowadzić korekty w oparciu o proporcje TWO/SRT3, sprawdzając za każdym razem efekt wprowadzonych zmian (zmieniamy tylko wartości TWO) tak, aby różnica wartości bezwzględnych średnich nie odbiegała od wartości referencyjnych o więcej niż 3 SN.

Zapisać zmiany zamykając tabelę korelacyjną.

2.2. Pomiary porównawcze

Procedura przebiegu badań porównawczych:

1. Nadanie nazwy katalogu pomiarowego zgodnie z programem badań porównawczych.
2. Wykonanie próbnej serii pomiarów na odcinku 0,5 km lub 1 km.
3. Sprawdzenie prawidłowości zapisanych danych.
4. Wykonanie trzech serii pomiarów.
5. Porównanie otrzymanych wyników z wartościami współczynników tarcia otrzymanymi w kolejnych przejazdach.
6. Przekazanie wyników osobie prowadzącej badania porównawcze.

UWAGI:

1. Skalowania wszystkich modułów urządzenia, ekipy pomiarowe wykonują samodzielnie przed rozpoczęciem badań porównawczych.
2. Współczynniki konfiguracyjne ustalone podczas badań, wprowadzone do pliku TWO, będą obowiązywały do czasu powtórnych badań porównawczych.
3. Po uzyskaniu pozytywnych ocen badań porównawczych, ekipy pomiarowe otrzymają Świadectwo dopuszczenia do wykonywania pomiarów (SDWP), wystawione przez jednostkę nadzorującą.

3. Ocena ogólna wyników badań porównawczych

3.1. Ocena powtarzalności

W celu określenia powtarzalności urządzenia, wykonuje się po trzy przejazdy każdym zestawem TWO, uzyskując wyniki odpowiednio dla poszczególnych przejazdów — TWO_1 , TWO_2 , TWO_3 i wyliczając z nich wartość średnią (tabela 3.1).

Jako kryterium oceny przyjmuje się bezwzględną wartość miM_{TWO} , odniesioną do ogólnej liczby wyników, uzyskanych na odcinku testowym przez jedno urządzenie pomiarowe w kontrolnej serii pomiarów (tabela 3.2). Dla zestawu określa się wskaźnik z (tzw. „resztę standaryzowaną”) ze wzoru:

$$z = \frac{|miM_{TWO} - miM_{TWO\acute{s}r}|}{\sigma}, \quad (3.1)$$

w którym:

- miM_{TWO} — wartość średnia dla jednego zestawu z jednego przejazdu na odcinku,
 $miM_{TWO\acute{s}r}$ — wartość średnia dla jednego zestawu z serii trzech pomiarów (TWO_1 , TWO_2 , TWO_3),
 σ — odchylenie standardowe dla wartości średnich z trzech przejazdów,

Kryteria oceny są następujące:

- $z = 0$ lub $z \cong 0$ — wynik bardzo dobry,
 $z \approx 1$ — wynik dobry,
 $z \leq 2$ — wynik zadowalający,
 $z > 2$ — wynik niezadowalający.

Tabela 3.1. Ocena powtarzalności wyników pomiarów

Zestaw pomiarowy	Wartość średnia z jednego przejazdu miM_{two}	Wartość średnia z serii trzech pomiarów $miM_{two,śr}$	Wskaźnik z	Ocena

3.2. Ocena odtwarzalności

W celu określenia odtwarzalności urządzeń, wykonuje się po trzy przejazdy każdym zestawem TWO z innym kierowcą, uzyskując wyniki odpowiednio dla poszczególnych przejazdów — TWO_1 , TWO_2 , ..., TWO_i (tabela 3.1).

Ocenę odtwarzalności zestawów TWO przeprowadza się, stosując metodykę przyjętą i zalecaną przez Klub Polskich Laboratoriów Badawczych „POLLAB”. Dla każdego zestawu określa się wskaźnik z (tzw. „resztę standaryzowaną”) ze wzoru:

$$z = \frac{|miM_i - miM_{śr}|}{\sigma}, \quad (3.2)$$

w którym:

miM_i — wartość średnia dla zestawu TWO_i ,

$miM_{śr}$ — wartość średnia dla wszystkich zestawów (TWO_1 i TWO_2),

σ — odchylenie standardowe dla wartości średnich zestawów.

Kryteria oceny są następujące:

$z = 0$ lub $z \cong 0$ — wynik bardzo dobry,

$z \approx 1$ — wynik dobry,

$z \leq 2$ — wynik zadowalający,

$z > 2$ — wynik niezadowalający.

Tabela 3.2. Ocena odtwarzalności wyników pomiarów

Zestaw pomiarowy (operator)	Wartość średnia miM_i	Wartość średnia $miM_{śr}$	Wskaźnik z	Ocena

3.3. Ocena powtarzalności i odtwarzalności metodą R&R (repeatability and reproducibility)

Alternatywnie, do przedstawionych w p. 3.1 i 3.2 analiz do oceny powtarzalności i odtwarzalności, można zastosować metodykę analizy R&R (*repeatability and reproducibility*). Przykładowy formularz oceny zamieszczono na rys. 3.3.

Kryteria oceny wyników powtarzalności i odtwarzalności zostały podzielone na trzy grupy, w oparciu o uzyskane wartości R&R:

$< 10,000$ — wynik dobry,

$10,000-30,000$ — wynik zadowalający,

$> 30,000$ — wynik niezadowalający.

Zestaw TWO – Gdańsk

		Odcinek 1	Odcinek 2
Próba 1	TWO	0,458	0,308
Próba 2		0,445	0,293
Próba 3		0,467	0,300
Próba 1	SRT-3	0,442	0,292
Próba 2		0,447	0,299
Próba 3		0,460	0,304

Procent zmienności

Powtarzalność	0,0332	0,9521
Odtwarzalność	0,0301	0,8618
R&R	0,018	0,519
Zmienność części	0,415	11,880
Całkowita zmienność	3,492	100,000

Zestaw TWO – Zielona Góra

		Odcinek 1	Odcinek 2
Próba 1	TWO	0,453	0,292
Próba 2		0,459	0,289
Próba 3		0,462	0,289
Próba 1	SRT-3	0,442	0,292
Próba 2		0,447	0,299
Próba 3		0,460	0,304

Procent zmienności

Powtarzalność	0,0208	0,5961
Odtwarzalność	0,0085	0,2433
R&R	0,000	0,000
Zmienność części	0,431	12,314
Całkowita zmienność	3,496	100,000

Rys. 3.1. Przykładowy formularz wynikowy oceny powtarzalności i odtwarzalności
— opracowany z wykorzystaniem metody R&R