

Załącznik E6

Procedura przedsezonowych badań porównawczych zestawów LCMS

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. Wprowadzenie	5
2. Cel przeprowadzenia testów porównawczych	6
3. Odcinek testowy	6
4. Ocena ogólna wyników badań porównawczych	7
4.1. Ocena powtarzalności	7
4.2. Ocena odtwarzalności	9

1. Wprowadzenie

Przedsezonowe badania porównawcze zestawów LCMS do oceny wizualnej obejmują sprawdzenie powtarzalności rejestracji uszkodzeń, takich jak:

1. pęknięcia siatkowe (m^2),
2. pęknięcia pojedyncze podłużne (m^2),
3. pęknięcia pojedyncze poprzeczne (szt.),
4. wyboje (m^2),
5. ubytki ziaren (m^2).

Każdy z zestawów wykonuje trzy serie pomiarowe. Następnie są sprawdzane wyniki na powtarzalność pomiarów dla poszczególnych zestawów pomiarowych. W kolejnym etapie, w teście na odtwarzalność, porównuje się rezultaty pomiędzy poszczególnymi zestawami biorącymi udział w badaniach.



Rys. 1.1. Zestawy pomiarowe biorące udział w pomiarach porównawczych

Ocenę wyników przeprowadza się wg metodyki Klubu Polskich Laboratoriów Badawczych „POLLAB”, określającej wartość wskaźnika z (z-score) dla rozpatrywanych rodzajów uszkodzeń nawierzchni.

Pozytywne wyniki, uzyskane w czasie przedsezonowych badań porównawczych, są podstawą do wydania świadectwa dopuszczenia do pomiarów na sieci dróg krajowych w ramach programu badawczego DSN na dany rok.

2. Cel przeprowadzenia testów porównawczych

Zasadniczym celem przeprowadzenia badań jest zarejestrowanie obrazu pasa ruchu przy pomocy kamer 3D, i poddanie automatycznej analizie w celu identyfikacji uszkodzeń nawierzchni. Następnie porównanie wyników pomiarów zestawów, z automatycznego obmiaru pięciu rodzajów uszkodzeń nawierzchni, bez udziału operatora w procesie obliczeniowym. Dlatego nie wprowadza się obrysu łąt i korekty linii brzegowych. Zarejestrowane automatycznie dane po przeprowadzeniu stosownych obliczeń i zgromadzeniu danych wynikowych w arkuszach kalkulacyjnych Excela (dedykowany program LCMS Compare), są porównywane na poziomie zespołu pomiarowego (test powtarzalności) oraz w teście na odtwarzalność pomiędzy trzema zespołami biorącymi udział w badaniach porównawczych.

3. Odcinek testowy

Pomiary prowadzi się ze wspólnego startu zatrzymanego, na odcinku o długości około 1500 m z prędkością 50 km/h. Do oceny poszczególnych rodzajów uszkodzeń przyjmuje się odcinek o długości 1000 m.

Przed wykonaniem badań porównawczych każdy z zestawów powinien być sprawdzony pod względem prawidłowego pomiaru odległości. Sprawdzenie należy wykonać na prostoliniowym odcinku drogi o znanej długości. Różnica względna w pomiarze dystansu podczas 2-krotnego przejazdu nie powinna przekroczyć 0,1%. Do precyzyjnego ustawienia zestawów na punktach kontrolnych można wykorzystać, np. oś przedniego koła.

Odcinek testowy powinien charakteryzować się szerokim zakresem uszkodzeń nawierzchni, o nasileniu umożliwiającym uzyskanie dużej liczby rejestracji zdarzeń, pozwalających na wykonanie właściwej liczby obliczeń statystycznych.



Rys. 3.1. Oznaczenie początku i końca odcinka kalibracyjnego dystansomierzy



Rys. 3.2. Zestawy pomiarowe na linii startu odcinka testowego

4. Ocena ogólna wyników badań porównawczych

4.1. Ocena powtarzalności

W celu określenia powtarzalności urządzenia wykonuje się po trzy przejazdy każdym zestawem LCMS, uzyskując wyniki odpowiednio dla poszczególnych przejazdów i wyliczając z nich wartość średnią (tabela 4.1).

Dla każdego zestawu określa się wskaźnik z (tzw. „resztę standaryzowaną”) ze wzoru:

$$z_j = \frac{|U_j - U_{sr}|}{\sigma}, \quad (4.1)$$

w którym:

- U_j — wartość uszkodzeń (test na sekcjach 50-metrowych) dla przejazdu j ,
- U_{sr} — średnia wartość uszkodzeń przypisana do trzech przejazdów pomiarowych,
- σ — odchylenie standardowe.

W oparciu o uzyskane wartości wskaźnika, wyniki należy podzielić na trzy grupy:

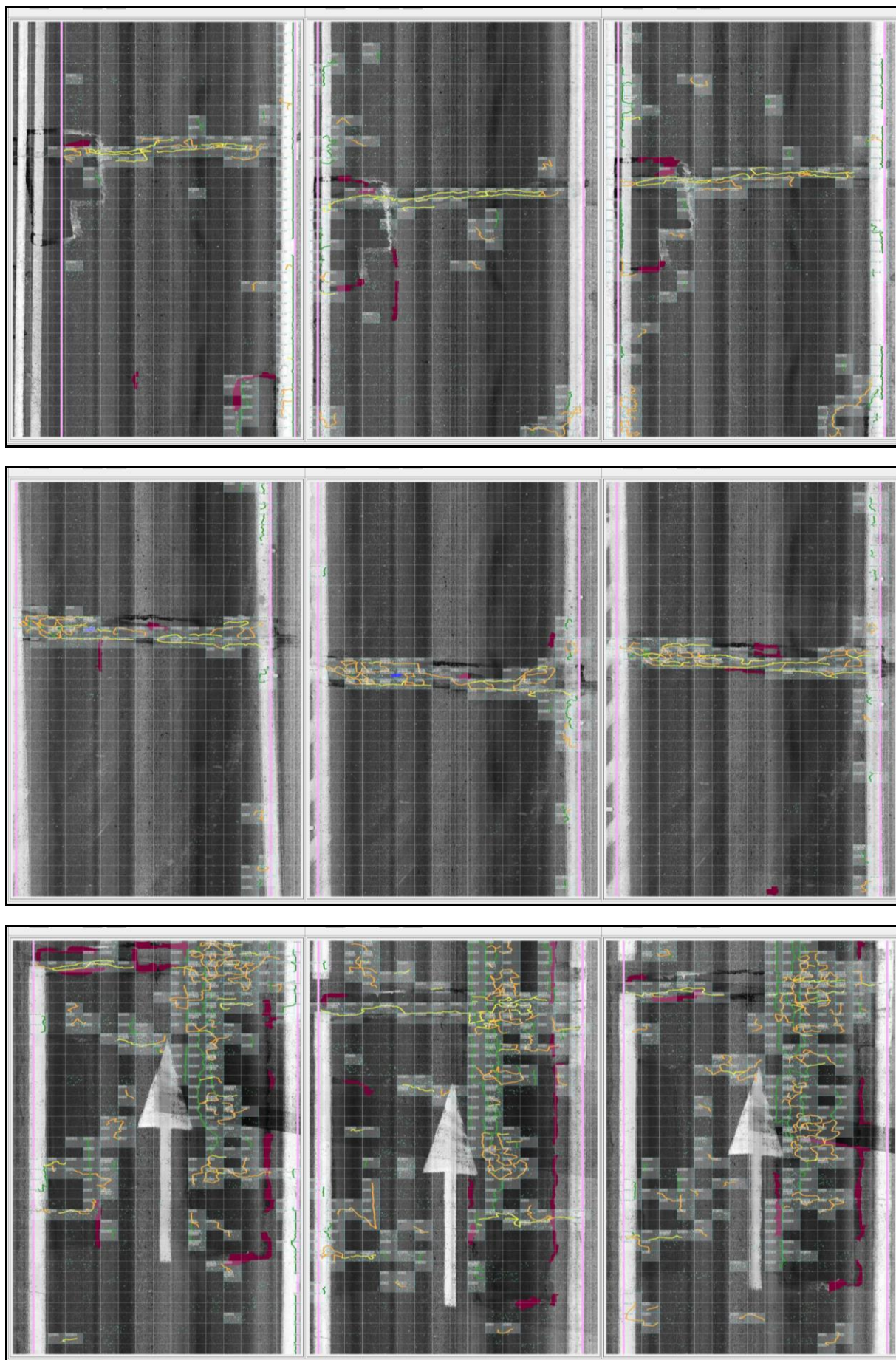
- $|z| \leq 1$ — wynik bardzo dobry,
- $1 < |z| \leq 2$ — wynik dobry,
- $|z| > 2$ — wynik niezadowalający.

Kryteria należy odnieść do sekcji 50-metrowych oraz sumy rodzajów uszkodzeń na odcinku testowym o długości 1000 m.

Przykładową wizualizację uszkodzeń nawierzchni na odcinku testowym pokazano na rys. 4.1.

Tabela. 4.1. Przykładowe zestawienie wyników pomiarów porównawczych poszczególnych zestawów pomiarowych — test na powtarzalność

Zestawienie wyników pomiarów w teście na powtarzalność dla zestawów LCMS								
Rodzaj uszkodzenia	Wartość uszkodzenia			Średnia	Odch. stand.	Wskaźnik		
	Nr przejazdu, j					Nr przejazdu, j		
	1	2	3			1	2	3
	U _j					U _{śr}	σ	z _j
Zestaw 1								
Pęknięcia siatkowe, m ²	5,55	5,60	5,73	5,63	0,07	-1,02	-0,34	1,36
Pęknięcia pojedyncze podłużne, m b.	12,03	11,79	11,09	11,63	0,40	0,98	0,39	-1,37
Pęknięcia pojedyncze poprzeczne, szt.	8,28	8,00	7,71	8,00	0,23	1,22	0,02	-1,23
Wyboje, m ²	1,30	0,85	1,15	1,10	0,19	1,07	-1,34	0,27
Ubytki ziaren, m ²	0,12	0,13	0,14	0,13	0,01	-1,26	0,07	1,19
Zestaw 2								
Pęknięcia siatkowe, m ²	5,55	5,64	5,20	5,46	0,19	0,46	0,93	-1,39
Pęknięcia pojedyncze podłużne, m b.	10,70	10,80	10,74	10,75	0,04	-1,11	1,31	-0,20
Pęknięcia pojedyncze poprzeczne, szt.	8,76	8,29	9,54	8,86	0,52	-0,19	-1,12	1,31
Wyboje, m ²	1,05	1,15	1,05	1,08	0,05	-0,71	1,41	-0,71
Ubytki ziaren, m ²	0,11	0,10	0,12	0,11	0,01	-0,02	-1,21	1,24
Zestaw 3								
Pęknięcia siatkowe, m2	5,79	6,22	5,43	5,81	0,32	-0,08	1,26	-1,18
Pęknięcia pojedyncze podłużne, m b.	11,31	11,73	15,38	12,80	1,83	-0,82	-0,59	1,41
Pęknięcia pojedyncze poprzeczne, szt.	8,99	9,13	8,41	8,84	0,31	0,47	0,92	-1,39
Wyboje, m ²	0,80	1,05	0,85	0,90	0,11	-0,93	1,39	-0,46
Ubytki ziaren, m ²	0,16	0,20	0,16	0,17	0,02	-0,62	1,41	-0,80
Kryteria oceny:								
<div><div> z ≤ 1 — wynik bardzo dobry</div><div>1 < z ≤ 2 — wynik dobry</div><div> z > 2 — wynik niezadowalający</div></div>								



Rys. 4.1. Przykładowe sekcje porównawcze (o długości 10 m) z trzech zestawów pomiarowych

UWAGA!

Jeżeli wyniki nie spełniają wymagań to próbę należy powtórzyć. W przypadku stałej niezgodności należy znaleźć i wyeliminować przyczynę niezgodności. Jeżeli dysponujemy serią badań w tych samych punktach pomiarowych z poprzednich sezonów pomiarowych, to możemy je również wykorzystać do analizy wskaźnika z.

4.2. Ocena odtwarzalności

W celu określenia odtwarzalności urządzeń wykonuje się po trzy przejazdy każdym zestawem LCMS, uzyskując wyniki odpowiednio dla poszczególnych zestawów i wyliczając z nich wartość średnią (tabela 4.2).

Dla każdego zestawu określa się wskaźnik z (tzw. „resztę standaryzowaną”) ze wzoru:

$$z_k = \frac{|U_k - U_{\text{sr}}|}{\sigma}, \quad (4.2)$$

w którym:

- U_k — wartość uszkodzeń (test na sekcjach 50-metrowych) dla zestawu k,
- U_{sr} — średnia wartość uszkodzeń przypisana do wszystkich zestawów pomiarowych,
- σ — odchylenie standardowe.

W oparciu o uzyskane wartości wskaźnika, wyniki należy podzielić na trzy grupy:

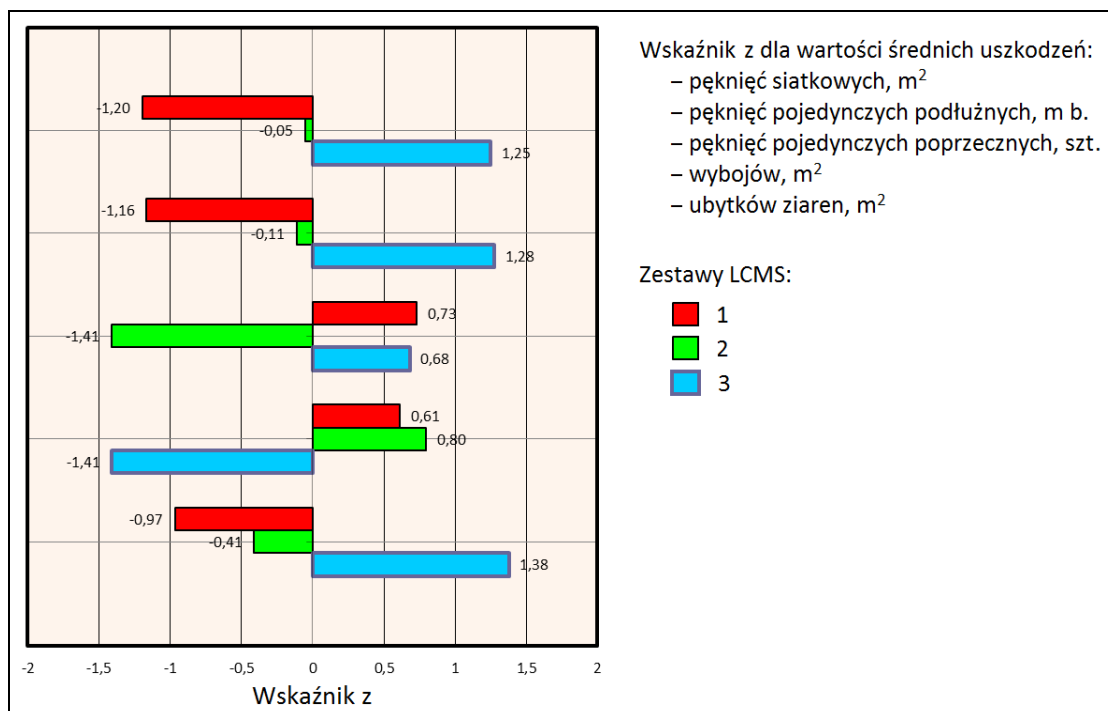
- $|z| \leq 1$ — wynik bardzo dobry,
- $1 < |z| \leq 2$ — wynik dobry,
- $|z| > 2$ — wynik niezadowalający.

Kryteria należy odnieść do sekcji 50-metrowych oraz sumy rodzajów uszkodzeń na odcinku testowym o długości 1000 m.

Przykładową wizualizację wyników pokazano na rys. 4.2.

Tabela. 4.2. Przykładowe zestawienie wyników pomiarów porównawczych poszczególnych zestawów pomiarowych — test na odtwarzalność

Zestawienie zbiorcze wyników pomiarów w teście na odtwarzalność dla zestawów LCMS								
Rodzaj uszkodzenia	Wartość uszkodzenia			Średnia	Odch. stand.	Wskaźnik		
	Nr zestawu, k					Nazwa zestawu, k		
	1	2	3			1	2	3
	U _k			U _{śr}	σ	Z _k		
Pęknięcia siatkowe, m ²	5,63	5,46	5,80	5,64	0,14	-0,05	-1,20	1,25
Pęknięcia pojedyncze podłużne, m b.	11,63	10,75	12,80	11,73	0,84	-0,11	-1,16	1,28
Pęknięcia pojedyncze poprzeczne, szt.	8,00	8,86	8,80	8,57	0,40	-1,41	0,73	0,68
Wyboje, m ²	1,10	1,08	0,90	1,03	0,09	0,80	0,61	-1,41
Ubytki ziaren, m ²	0,13	0,11	0,20	0,14	0,02	-0,41	-0,97	1,38
Kryteria oceny:								
<div><div> z ≤ 1 — wynik bardzo dobry</div><div>1 < z ≤ 2 — wynik dobry</div><div> z > 2 — wynik niezadowalający</div></div>								



Rys. 4.2. Graficzne zestawienie wskaźnika z dla wartości średnich uszkodzeń — test odtwarzalności