

Tom 4 Prace analityczne

Część 8 Analiza dynamiczna wyników diagnostyki (porównanie wyników kampanii pomiarowych)

Diagnostyka Stanu Nawierzchni - DSN

Historia dokumentu

Nazwa dokumentu	Tom 4 Prace analityczne, Część 8 Analiza dynamiczna wyników diagnostyki (porównanie wyników kampanii pomiarowych), Diagnostyka Stanu Nawierzchni - DSN
Nazwa pliku	tom4_czesc8_analiza_dynamiczna_120615
Data utworzenia	16 marca 2012
Data ostatniej modyfikacji	5 lipca 2012

Wersja	Data zmiany	Opis zmian	Autor
1.0	15.06.2012		IBDiM

Spis treści

1	Cel dokumentu	4
1.1	Dokumenty związane z niniejszym dokumentem	4
1.2	Załączniki do niniejszego dokumentu	5
2	Wprowadzenie	6
3	Synchronizacja danych.....	7
3.1	Porównanie całości wyników (S0).....	8
3.2	Porównanie danych dla odcinków referencyjnych (S1)	8
3.3	Synchronizacja odcinków referencyjnych (S2).....	8
3.4	Przerzutowanie danych (S3)	9
3.5	Porównanie metod synchronizacji danych.....	9
4	Wskaźniki statystyczne	11
5	Dokumentacja wyników analiz dynamicznych	13
5.1	Wykresy bąbelkowe	13
6	Pliki z wynikami analiz dynamicznych	15

1 Cel dokumentu

W niniejszym dokumencie omówiony jest zakres zestawień statystycznych dla wyników pomiarów DSN wykonywanych przy porównywaniu dwóch różnych kampanii pomiarowych, tj. przy badaniu dynamiki zmian stanu technicznego w czasie. Określone zostaną następujące wymagania stawiane analizie dynamicznej:

- lista wskaźników statystycznych, będących przedmiotem analiz dynamicznych,
- sposób wyznaczania danych, które podlegać mają porównaniom podczas wykonywania analiz dynamicznych,
- sposób prezentacji wskaźników statystycznych na diagramach.

Opisane zostaną także założenia, na których opiera się przygotowanie danych do analizy dynamicznej.

W rozdziale 2 podano ogólne założenia analiz dynamicznych.

W rozdziale 3 omówiono metody, jakimi należy synchronizować dane z dwóch kampanii pomiarowych.

W rozdziale 4 podano listę parametrów stanu, których wartości są przedmiotem analiz dynamicznych oraz podano listę obliczanych wskaźników statystycznych.

W rozdziale 5 przedstawiono wymagania stawiane dokumentacji wyników analiz dynamicznych.

W rozdziale 6 opisane są wymagania stawiane tworzeniu i nadawaniu nazw plikom z wynikami analiz porównawczych.

1.1 Dokumenty związane z niniejszym dokumentem

Dokument	Opis
[T1/cz2]	Tom 1: Organizacja i standardy kampanii diagnostyki stanu technicznego nawierzchni / Część 2: Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji i ocenie
[T2/cz2]	Tom 2: Formaty danych / Część 2: Dane podstawowe opisujące sieć drogową
[T2/cz3]	Tom 2: Formaty danych / Część 3: Dane elementarne o stanie
[T2/cz4]	Tom 2: Formaty danych / Część 4: Dane wynikowe
[T4/cz2]	Tom 4: Prace analityczne / Część 2: Obliczanie wielkości stanu na podstawie danych elementarnych

Dokument	Opis
[T4/cz3]	Tom 4: Prace analityczne / Część 3: Obliczanie wartości stanu oraz wartości wskaźników zespolonych
[T4/cz4]	Tom 4: Prace analityczne / Część 4: Analiza statystyczna

1.2 Załączniki do niniejszego dokumentu

Do niniejszego dokumentu nie przewidziano załączników.

2 Wprowadzenie

Analizy dynamiczne wykonuje się w ramach DSN w odniesieniu do wartości parametrów stanu, zapisanych w plikach wynikowych (patrz [T2/cz4]) i pochodzących z różnych kampanii pomiarowych. Analizy mają na celu porównanie wyników dwóch (lub więcej) kampanii diagnostycznych. Dzięki temu Zamawiający otrzymuje możliwość uzyskania szybkiej i kompleksowej informacji na temat zmian stanu technicznego nawierzchni objętej badaniami DSN, zarówno w odniesieniu do całej sieci dróg krajowych, jak i w obrębie podsieci, np. dla poszczególnych Oddziałów GDDKiA.

W analizie dynamicznej obliczane są te same wskaźniki statystyczne, co w analizie statystycznej (patrz [T4/cz4]). Są one jednak wyznaczane dla pewnych podzbiorów odcinków znajdujących się w porównywanych sieciach. Jest to związane z sposobami synchronizacji danych między dwoma kampaniami (patrz rozdział 3). Sposób wizualizacji wyników jest także dostosowany do specyfiki analiz dynamicznych (patrz rozdział 5).

3 Synchronizacja danych

Synchronizacja danych jest procesem prowadzącym do utworzenia bazy danych z dwóch kampanii, dla których są wyliczane wskaźniki statystyczne, opisujące zmiany stanu.

Mianem **kampanii wiodącej**, określać będziemy kampanię pomiarową, która jest późniejszą z kampanii pomiarowych wchodzących do porównań. Jest ona kampanią referencyjną dla pozostałych kampanii pomiarowych.

Najistotniejszym pojęciem synchronizacji danych jest **przecięcie sieci** diagnostycznych. Przecięcie sieci jest siecią, w której znajdują się tylko odcinki będące przedmiotem diagnostyki stanu w obu porównywanych kampaniach pomiarowych.

Zasadnicze założenia wyznaczenia przecięcia sieci są następujące:

- analizie dynamicznej powinny podlegać odcinki dróg, które na przestrzeni analizowanego okresu nie podległy przebudowie, która zmieniłaby przebieg osi,
- z porównań w ramach analizy dynamicznej powinny być wyłączone odcinki dróg dołączone lub wyłączone z analizowanej sieci drogowej na przestrzeni czasu dzielącego porównywane kampanie diagnostyczne,
- z porównań nie powinny zostać wyłączone odcinki, co do których uległ zmianie model sieci (np. skutek decyzji administracyjnych), ale ich faktyczny przebieg pozostał bez zmian.

W kolejnych rozdziałach opisane są cztery metody synchronizacji danych, które realizują powyższe założenia.

Należy ponadto wziąć pod uwagę ewentualne zmiany metod obliczania wielkości i wartości parametrów stanu, które mogą prowadzić do nieporównywalności wyników zapisanych w danych wynikowych porównywanych kampanii. W przypadku, gdy występują takie różnice, należy dla kampanii wcześniejszej powtórzyć wykonanie algorytmów obliczających wielkości i wartości stanu parametrów (patrz [T4/cz2] i [T4/cz3]) i analizę dynamiczną prowadzić na danych wynikowych, uzyskanych w ten sposób. Implikuje to wykorzystanie metody synchronizacji opisanej w rozdziale 3.4.

Dla ułatwienia klasyfikacji metod synchronizacji, nadaje im się symbole: S0, S1, S2 i S3.

3.1 Porównanie całości wyników (S0)

Podstawową możliwością porównywania wyników diagnostyki z dwóch kampaniach jest porównywanie wskaźników statystycznych, zapisanych w danych wynikowych poszczególnych kampanii. Zastosowanie tej metody uwzględnia zmiany stanu technicznego, wynikające z modernizacji dróg, z oddawania do użytku nowych dróg, jak również ze zmian klasyfikacji dróg.

W przypadku zastosowania tej metody **nie stosuje się przecięcia sieci**. Wskaźniki statystyczne oblicza się niezależnie dla danych wynikowych obu kampanii, porównuje i prezentuje zgodnie z metodyką, przedstawioną w rozdziale 5.

3.2 Porównanie danych dla odcinków referencyjnych (S1)

Porównanie danych dla odcinków referencyjnych opiera się na kojarzeniu odcinków z modeli sieci w poszczególnych kampaniach pomiarowych, korzystając z kodów punktów referencyjnych wyznaczających te odcinki.

W przypadku zastosowania tej metody przecięciem sieci jest zbiór odcinków, gdzie każdy odcinek wyznaczony przez parę punktów referencyjnych:

- w kampanii wcześniejszej ma odpowiadający odcinek wyznaczony przez tę samą parę punktów referencyjnych,
- długość odpowiadającego odcinka w kampanii wcześniejszej różni się od jego długości w kampanii wiodącej o nie więcej niż większą z dwóch długości:
 - 1,5% długości w kampanii wiodącej + 20 metrów, lub
 - 50 metrów.

Symbolicznie warunek można zapisać w postaci:

$$|L_{stara} - L_{nowa}| < \max(1,5\% \cdot L_{nowa} + 20 \text{ m}; 50 \text{ m})$$

Wskaźniki statystyczne oblicza się dla odcinków diagnostycznych z przecięcia sieci na podstawie danych wynikowych obu kampanii i prezentuje zgodnie z metodyką, przedstawioną w rozdziale 5.

3.3 Synchronizacja odcinków referencyjnych (S2)

Pomiędzy kampaniami diagnostycznymi dochodzi do zmian modelu sieci, wynikających wyłącznie z decyzji administracyjnych, np. z dodania lub usunięcia punktu referencyjnego, nie związanymi z zabiegami modernizacyjnymi. Te same odcinki diagnostyczne w obydwu porównywanych sieciach mogą mieć różną lokalizację sieciową i przy zastosowaniu metody S1 nie byłyby przedmiotem porównania.

Metoda synchronizacji odcinków referencyjnych polega na zidentyfikowaniu takich zmian, w szczególności zaś:

- wstawienia lub usunięcia punktu referencyjnego,
- zmiany nazwy punktu referencyjnego,
- zmiany kierunku pikietaża na odcinku referencyjnym.

Takie administracyjne zmiany systemu referencyjnego nie powinny powodować odrzucenia odcinków diagnostycznych z przecięcia sieci.

Wskaźniki statystyczne oblicza się dla odcinków diagnostycznych z przecięcia sieci na podstawie danych wynikowych obu kampanii i prezentuje zgodnie z metodami, opisanymi w rozdziale 5.

3.4 Przerzutowanie danych (S3)

Synchronizacja danych następuje poprzez powtórzenie dla kampanii wcześniejszej wszystkich etapów przetwarzania danych od rzutowania poczynając. W procesie rzutowania wykorzystuje się geograficzne dane elementarne z kampanii wcześniejszej i model sieci z kampanii wiodącej.

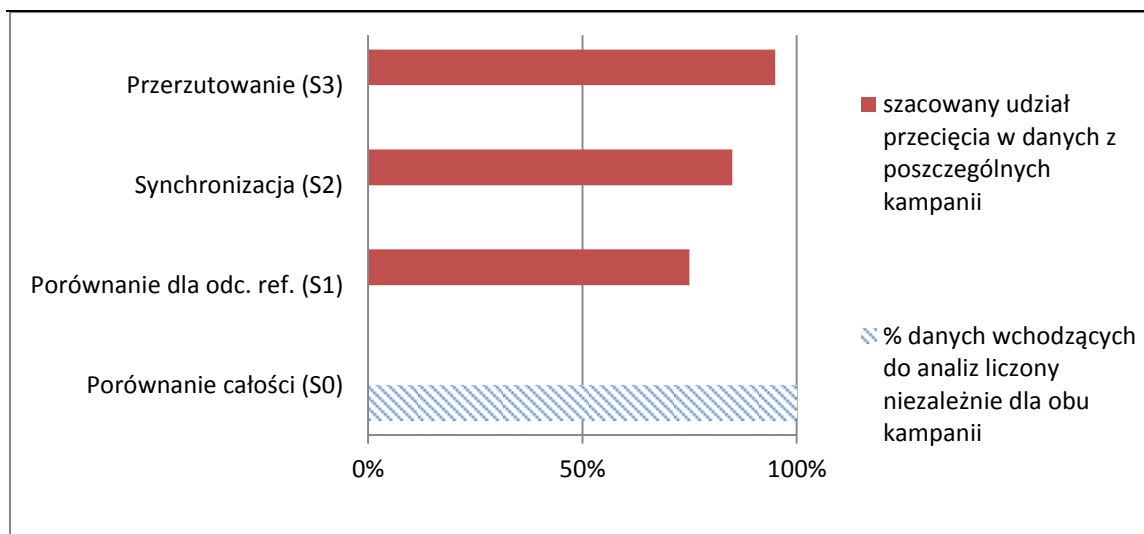
Podczas rzutowania należy uwzględniać odległości między punktami pomiarowymi GPS a ich rzutami na aktualną oś, w celu ewentualnego zidentyfikowania odcinków, które uległy przebudowie pomiędzy kampaniami diagnostycznymi.

Przecięciem sieci jest w tym przypadku zbiór odcinków, na które rzutowanie przebiegło pomyślnie. W wyniku procesu przerzutowania powstaje zaktualizowany do nowego modelu sieci zbiór sieciowych danych elementarnych oraz wynikowych. Te pliki nie zastępują plików uzyskanych oryginalnie dla wcześniejszej kampanii pomiarowej i służą wyłącznie wykonaniu analizy dynamicznej. Muszą z tego powodu być specjalnie oznaczone i przechowywane oddzielnie od plików oryginalnych.

Wskaźniki statystyczne oblicza się dla odcinków diagnostycznych z przecięcia sieci na podstawie tak uzyskanych danych wynikowych i prezentuje zgodnie z metodami, przedstawionymi w rozdziale 5.

3.5 Porównanie metod synchronizacji danych

Na rysunku 1, przedstawiono orientacyjnie zakres danych, uwzględnianych w ramach analiz dynamicznych w przypadku zastosowania różnych metod synchronizacji. Należy pamiętać, że faktyczny zakres jest całkowicie uzależniony od zakresu zmian sieci drogowej oraz modelu sieci.



Rysunek 1: Orientacyjne zestawienie rozmiaru danych branych pod uwagę przy różnych metodach synchronizacji.

Istotne jest to, że choć metoda porównania całości wyników (S0) obejmuje największy zakres danych, to jest ona specyficzna z powodu uwzględnienia w analizie zmian stanu spowodowanych przebudowami sieci drogowej. Tej metody należy używać, jeśli potrzebne jest porównanie stanu sieci z punktu widzenia jej użytkowników lub z punktu widzenia zarządcy na szczeblu strategicznym, gdy istotne jest całościowe postrzeganie zarządzanej nawierzchni. Jest to podyktowane faktem, iż z tej perspektywy nie ma różnicy pomiędzy zmianą stanu wynikającą z rozwoju infrastruktury drogowej a zmianą wynikającą z bieżącego utrzymania nawierzchni.

Metody S1, S2 i S3 powinny być stosowane, jeśli istotne są zmiany stanu technicznego nawierzchni wynikające z prowadzenia konkretnej strategii utrzymaniowej. Są one zatem przydatne, jeśli potrzebna jest ocena zmian stanu nawierzchni z punktu widzenia zarządcy, ale wyłącznie w kontekście utrzymania istniejących nawierzchni.

4 Wskaźniki statystyczne

Przedmiotem analiz dynamicznych są wartości stanu dla tych odcinków diagnostycznych, dla których było możliwe ich obliczenie. Pomijane są te odcinki diagnostyczne, dla których nie dokonano pomiarów lub dokonano pomiarów, ale wskutek niespełnienia określonych wymagań jakościowych lub innych niezbędnych warunków nie ma możliwości wykorzystania wyników dla oceny stanu.

Za wyjątkiem analizy wykorzystującej metodę synchronizacji S0 opisaną w rozdziale 3.1, analizie dla danego parametru podlegają wyłącznie odcinki diagnostyczne z przecięcia sieci, gdzie ten parametr został pomyślnie zidentyfikowany i oceniony w obu kampaniach. W przypadku zastosowania metody porównania całości wyników kampanii pomyślną identyfikację i ocenę ustala się niezależnie dla obu kampanii.

Analizę wykonuje się oddzielnie dla poszczególnych podsieci oraz dla całej sieci dróg krajowych. Ponadto analiza jest realizowana oddzielnie dla nawierzchni asfaltowych i betonowych.

Tak więc, w przypadku kampanii diagnostycznych w obrębie całej sieci dróg krajowych w Polsce generowanych są 102 zestawy danych, dla których dokonywana jest analiza dynamiczna:

$(1(\text{Kraj}) + 16(\text{województw})) \times$
 $(3(\text{asfalt, beton, wszystkie})) \times$
 $(2(\text{kampania wiodąca, kampania wcześniejsza})) = 102 \text{ standardowe analizy.}$

Wskaźniki statystyczne są obliczane dla **wartości** następujących parametrów stanu:

- międzynarodowy wskaźnik równości (WS_IRI),
- głębokość kolein (WS_GK),
- teoretyczna głębokość wody (WS_GW),
- współczynnik tarcia (WS_WT),
- spękania (WS_SSP),
- łaty (WS_LA),
- pęknięcia podłużne i poprzeczne (WS_P),
- uszkodzenia narożników (WS_UN),
- uszkodzenia krawędzi (WS_UK),
- ugięcie maksymalne (WS_D),
- wskaźnik krzywizny powierzchni (WS_SCI),
- wskaźnik stanu użytkowego (WSU),

-
- wskaźnik stanu konstrukcji (WSK),
 - wskaźnik stanu powierzchni (WSP),
 - wskaźnik oceny ogólnej (WOG).

W nawiasach podano skróty, wykorzystywane do opisu wartości poszczególnych parametrów stanu.

W ramach standardowej analizy dynamicznej DSN są dla wymienionych powyżej wartości parametrów stanu obliczane następujące wskaźniki statystyczne:

- **Wartość średnia** – średnia ważona wartości danego parametru. Jako wagę przyjmuje się długość odpowiednich odcinków diagnostycznych w kampanii wiodącej. Wynik jest podawany w jednostce właściwej na skali 1-5.
- **Długość oceniona** – sumę długości odcinków z modelu sieci dla kampanii wiodącej ograniczonego do przecięcia sieci¹, dla których mogła zostać obliczona wartość parametru stanu. Zatem z tego zakresu wykluczone są odcinki, na których stan nie został zidentyfikowany lub wyniki identyfikacji zostały zakwalifikowane jako nieważne. Podawana jest w kilometrach z dokładnością do metra.

¹ W przypadku zastosowania metody synchronizacji opisanej w rozdziale 3.1 Porównanie całości wyników, długość ocenioną wylicza się wprost z całości danych wynikowych dla kampanii wiodącej

5 Dokumentacja wyników analiz dynamicznych

Zmiany średnich wartości na przestrzeni analizowanego okresu pomiędzy dwoma kampaniami ilustrowane są na wykresie bąbelkowym. Wyniki analizy dynamicznej są dokumentowane w jednym pliku PDF.

Każdy wykres bąbelkowy jest prezentowany na jednej stronie dokumentu i odnosi się do jednego parametru stanu. Na każdej stronie dokumentu umieszczone są informacje opisowe, wskazujące jednoznacznie na kampanię diagnostyczną oraz na zbiór danych, będących przedmiotem analizy (parametr, rodzaj nawierzchni). Ponadto informacje zawierają szereg adnotacji uzupełniających.

Poniżej zestawiono informacje, które powinny być każdorazowo zamieszczone na każdej stronie z wynikami analiz dynamicznych:

- **kampanie pomiarowe**, np.: „Porównanie stanu nawierzchni na drogach krajowych 2008-2012”,
- **nazwa parametru**, np.: „Głębokość kolein”,
- **rodzaj nawierzchni**, np.: „wszystkie typy nawierzchni”,
- **zlecniodawca**, np.: „Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad”,
- **wykonawca pomiarów**, np.: „Firma XXX, spółka z o.o.”,
- **wykonawca prac analitycznych**, np.: „Firma YYY, spółka z o.o.”,
- **data wykonania statystyk**, np.: „13-06-2012”,
- **pliki z danymi wynikowymi**, wykorzystanych do analiz dynamicznych, np. „dane_wynikowe_2012.05.15.xml, dane_wynikowe_2010.09.10.xml”
- **nazwa metody synchronizacji danych**, np.: „Porównanie danych dla odcinków referencyjnych (S1)”.

5.1 Wykresy bąbelkowe

Wykres bąbelkowy rysowany jest dla jednego parametru stanu.

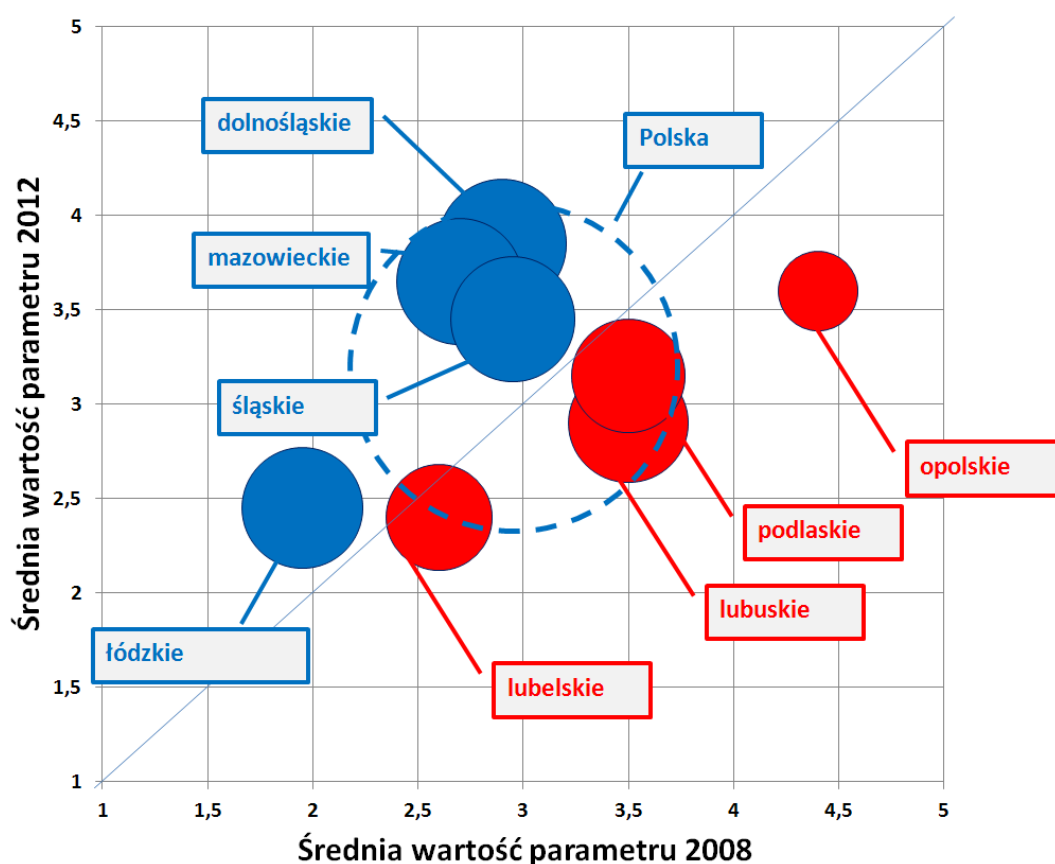
Na wykresie bąbelkowym rozmieszczone są koła w punktach, w których przecinają się dane o wartości średniej, obliczonej dla kampanii wiodącej i starszej. Każde koło reprezentuje dane dla jednej sieci (np. Oddział GDDKiA). Dla danych z całej sieci dróg krajowych rysuje się okrąg (tzn. bez wypełnienia). Pole powierzchni koła/okręgu jest proporcjonalne do długości ocenionej.

Środek koła (okręgu) jest usytuowany w punkcie (x, y) , gdzie x jest średnią wartością danego parametru stanu danej sieci w kampanii starszej, zaś y – w kampanii wiodącej.

Dzięki temu sieci, na których dany parametr uległ pogorszeniu umieszczone będą pod prostą $y = x$, zaś te, gdzie uległ polepszeniu – nad nią.

W pobliżu poszczególnych kół umieszcza się etykiety z nazwą podsieci (np. Oddziału GDDKiA). Etykieta „Polska” oznacza się okrąg reprezentujący dane dla całej sieci dróg krajowych. Etykiety powinny być rozmieszczone tak, aby zapewnić czytelność wykresu i uniknąć zasłaniania obiektów na wykresie.

Dodatkowo koła (wnętrze) i okrąg, jak i etykiety z podpisami koloruje się na niebiesko ($RGB="0070C0"$) w przypadku polepszenia stanu i na czerwono ($RGB="FF0000"$) w przypadku pogorszenia. W przypadku identycznego stanu w obu kampaniach należy użyć koloru szarego ($RGB="D3D3D3"$).



Rysunek 2: Wykres bąbelkowy porównujący stan dla dwóch kampanii. Dla uproszczenia zilustrowano 8 województw, dane fikcyjne

Na wykresie bąbelkowym należy naszkicować także prostą $y = x$, wyznaczającą punkty oznaczające brak zmiany stanu pomiędzy kampaniami.

6 Pliki z wynikami analiz dynamicznych

Wykresy bąbelkowe dla całej kampanii diagnostycznej są zapisywane w jednym pliku PDF.

Z uwagi na to, iż pliki z wynikami analiz dynamicznych są archiwizowane, ich nazwy powinny jednoznacznie wskazywać na konkretną kampanię diagnostyczną. Pozy tym nazewnictwo powinno być zbieżne z dodatkowymi wymaganiami zdefiniowanymi przez Zamawiającego.

W nazwie pliku powinny być zatem zawarte następujące informacje:

- rodzaj projektu: „DSN” (Diagnostyka Stanu Nawierzchni),
- rok realizacji identyfikacji: np.: „2012”,
- zawartość dokumentu: „AnalizyDynamiczne”,
- symbol zastosowanej metody synchronizacji, np.: „S1”.

Przykładowa nazwa pliku z wynikami analiz dynamicznych:

DSN_2012_AnalizyDynamiczne_S1.pdf

Spis ilustracji

Rysunek 1: Orientacyjne zestawienie rozmiaru danych branych pod uwagę przy różnych metodach synchronizacji.	10
Rysunek 2: Wykres bąbelkowy porównujący stan dla dwóch kampanii. Dla uproszczenia zilustrowano 8 województw, dane fikcyjne	14