

# **Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich**

## **Dział 11 Ocena stanu i metody analityczne (Podprojekty PP-O, PP-A, PP-W)**

**- wersja robocza -**

## Historia dokumentu

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Nazwa dokumentu       | Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich, Dział 11 Ocena stanu i metody analityczne (Podprojekty PP-O, PP-A, PP-W) |
| Nazwa pliku           | ocena_stanu_i_metody_analityczne_180719   |
| Data utworzenia       | 14. marca 2018  |
| Data ostatniej zmiany | 19. lipca 2018  |

| Wersja | Data       | Opis zmian                                  | Autor              |
|--------|------------|---|--------------------|
| 0.1    | 08.05.2018 | Pierwsza wersja                             | Paulina Brzezińska |
| 0.2    | 14.05.2018 | Korekta                                     | Anna Niedzielska   |
| 0.3    | 15.05.2018 | Uzupełnienie                                | Paulina Brzezińska |
| 0.4    | 17.05.2018 | Prace redakcyjne                            | Marek Skakuj       |
| 0.5    | 17.05.2018 | Prace redakcyjne                            | Paulina Brzezińska |
| 0.6    | 18.05.2018 | Korekta                                     | Anna Niedzielska   |
| 0.7    | 23.05.2018 | Prace redakcyjne                            | Paulina Brzezińska |
| 0.8    | 25.05.2018 | Korekta                                     | Anna Niedzielska   |
| 0.9    | 05.06.2018 | Wprowadzenie zmian po uwagach zamawiającego | Anna Niedzielska   |
| 0.10   | 15.06.2018 | Korekta                                     | Tomasz Wojsz       |
| 0.11   | 18.06.2018 | Prace redakcyjne                            | Paulina Brzezińska |
| 0.12   | 20.06.2018 | Prace redakcyjne                            | Marek Skakuj       |
| 0.13   | 20.06.2018 | Wersja do konsultacji z zamawiającym        | Marek Skakuj       |
| 0.14   | 05.07.2018 | Uwzględnienie ustaleń ze spotkań roboczych  | Anna Niedzielska   |
| 0.15   | 05.07.2018 | Prace redakcyjne                            | Tomasz Wojsz       |
| 0.16   | 10.07.2018 | Wersja do konsultacji z zamawiającym        | Marek Skakuj       |
| 0.17   | 16.07.2018 | Kontrola zamawiającego                      | Zamawiający        |
| 0.18   | 17.07.2018 | Wersja do konsultacji z zamawiającym        | Marek Skakuj       |
| 0.19   | 18.07.2018 | Kontrola zamawiającego                      | Zamawiający        |
| 0.20   | 18.07.2018 | Wersja do konsultacji z zamawiającym        | Marek Skakuj       |

|      |            |                                     |              |
|------|------------|-------------------------------------|--------------|
| 0.21 | 19.07.2018 | Wersja do konsultacji z wykonawcami | Marek Skakuj |
|------|------------|-------------------------------------|--------------|

### **Stopka redakcyjna**

Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich (WDSN) zostały opracowane w ramach realizacji zadania „Dostosowanie wytycznych diagnostycznych stanu nawierzchni do potrzeb dróg wojewódzkich” (numer umowy: ZDW/2/ND/1/2018) na zlecenie następujących Zarządów Dróg:

1. Zarząd Dróg Wojewódzkich w Olsztynie
2. Zarząd Dróg Wojewódzkich w Gdańsku
3. Zachodniopomorski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Koszalinie
4. Zarząd Dróg Wojewódzkich w Bydgoszczy
5. Wielkopolski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Poznaniu
6. Podlaski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Białymstoku

Podstawą do opracowania Wytycznych diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich była dokumentacja systemu Diagnostyka Stanu Nawierzchni opracowanego przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad.

## Spis treści

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Wprowadzenie</b>   | <b>8</b>  |
| <b>2</b> | <b>Projekcja geograficznych danych elementarnych na model sieci</b>     | <b>11</b> |
| 2.1      | Ogólny opis procedury   | 11        |
| 2.2      | Dane wejściowe procedury  | 11        |
| 2.3      | Dane wyjściowe procedury  | 12        |
| 2.4      | Przebieg procedury rzutowania   | 14        |
| 2.4.1    | Zmodyfikowany algorytm Dijkstra   | 14        |
| 2.4.2    | Współczynnik dopasowania kształtu (WDK)                                 | 16        |
| 2.4.3    | Rzut prostopadły  | 17        |
| 2.4.4    | Zlokalizowanie punktów pomiarowych na modelu sieci                      | 18        |
| 2.4.5    | Rozdzielenie pomiędzy odcinki diagnostyczne                             | 19        |
| 2.5      | Utworzenie sieciowych danych elementarnych                              | 21        |
| <b>3</b> | <b>Obliczanie wielkości stanu</b>                                       | <b>22</b> |
| <b>4</b> | <b>Ocena stanu</b>  | <b>23</b> |
| 4.1      | Normowanie  | 24        |
| 4.1.1    | Funkcja normująca   | 25        |
| 4.1.2    | Parametry sterujące funkcji normującej                                  | 27        |
| 4.2      | Wskaźniki zespolone   | 28        |
| 4.2.1    | Wariant minimalny   | 28        |
| 4.2.2    | Wariant podstawowy  | 28        |
| 4.2.3    | Wariant zalecany  | 29        |
| 4.2.4    | Wariant optymalny   | 29        |
| 4.2.5    | Wariant optymalny uzupełniony o badanie właściwości przeciwpoślizgowych | 30        |
| 4.3      | Wskaźnik oceny ogólnej  | 31        |
| 4.4      | Wskaźnik potrzeb  | 32        |
| 4.5      | Postępowanie przy danych nieważnych                                     | 32        |
| <b>5</b> | <b>Analiza statystyczna</b>   | <b>33</b> |
| 5.1      | Wskaźniki statystyczne  | 33        |
| 5.2      | Dokumentacja wyników analiz statystycznych                              | 35        |
| 5.2.1    | Tabela ze wskaźnikami statystycznymi                                    | 35        |
| 5.2.2    | Wykres słupkowy średnich wartości parametrów stanu                      | 37        |
| 5.2.3    | Wykres słupkowy z rozkładem częstości                                   | 37        |

---

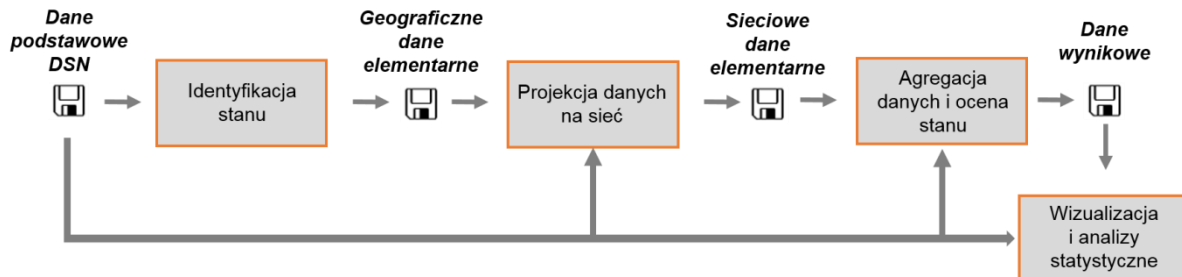
|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 5.2.4      | Legenda .....   | 38        |
| <b>5.3</b> | <b>Archiwizacja plików z wynikami analiz statystycznych .....</b>   | <b>39</b> |
| <b>6</b>   | <b>Mapy tematyczne .....</b>  | <b>40</b> |
| <b>6.1</b> | <b>Warstwowa struktura map stanu .....</b>                          | <b>41</b> |
| 6.1.1      | Warstwy z tłem .....  | 42        |
| 6.1.2      | Warstwy z siecią drogową (system referencyjny).....                 | 42        |
| 6.1.3      | Warstwy z klasami stanu .....                                       | 44        |
| 6.1.4      | Legenda .....   | 46        |
| <b>6.2</b> | <b>Archiwizacja plików z mapami stanu .....</b>                     | <b>47</b> |
| <b>7</b>   | <b>Wizualizacja wyników diagnostyki na profilach liniowych.....</b> | <b>48</b> |
| <b>7.1</b> | <b>Budowa profilu stanu .....</b>                                   | <b>49</b> |
| 7.1.1      | Legenda lewa .....  | 50        |
| 7.1.2      | Legenda prawa.....  | 51        |
| <b>7.2</b> | <b>Prezentacja informacji o modelu sieci .....</b>                  | <b>51</b> |
| <b>7.3</b> | <b>Prezentacja informacji o stanie .....</b>                        | <b>52</b> |
| 7.3.1      | Wykres wielkości parametru stanu.....                               | 52        |
| 7.3.2      | Oznaczenie klas stanu.....  | 53        |
| <b>7.4</b> | <b>Archiwizacja plików z profilami stanu.....</b>                   | <b>54</b> |
| <b>8</b>   | <b>Analiza porównawcza wyników diagnostyki .....</b>                | <b>55</b> |
| <b>8.1</b> | <b>Wskaźniki statystyczne .....</b>                                 | <b>55</b> |
| <b>8.2</b> | <b>Dokumentacja wyników analiz porównawczych .....</b>              | <b>56</b> |
| 8.2.1      | Wykres słupkowy średnich wartości parametru dla rejonów dróg.....   | 56        |
| 8.2.2      | Wykres słupkowy rozkładów częstości dla rejonów dróg .....          | 57        |
| 8.2.3      | Legenda .....   | 58        |
| <b>8.3</b> | <b>Archiwizacja plików z wynikami analiz porównawczych .....</b>    | <b>59</b> |
| <b>9</b>   | <b>Raport podsumowujący kampanię diagnostyczną .....</b>            | <b>60</b> |

## **Spis załączników**

**ZAŁ1      Wzorzec raportu podsumowującego kampanię diagnostyczną**

## 1 Wprowadzenie

Diagnostyka stanu nawierzchni drogowej obejmuje identyfikację stanu oraz analizę wyników identyfikacji, w tym wyznaczenie parametrów stanu, ich wizualizację i analizę statystyczną (rysunek 1).



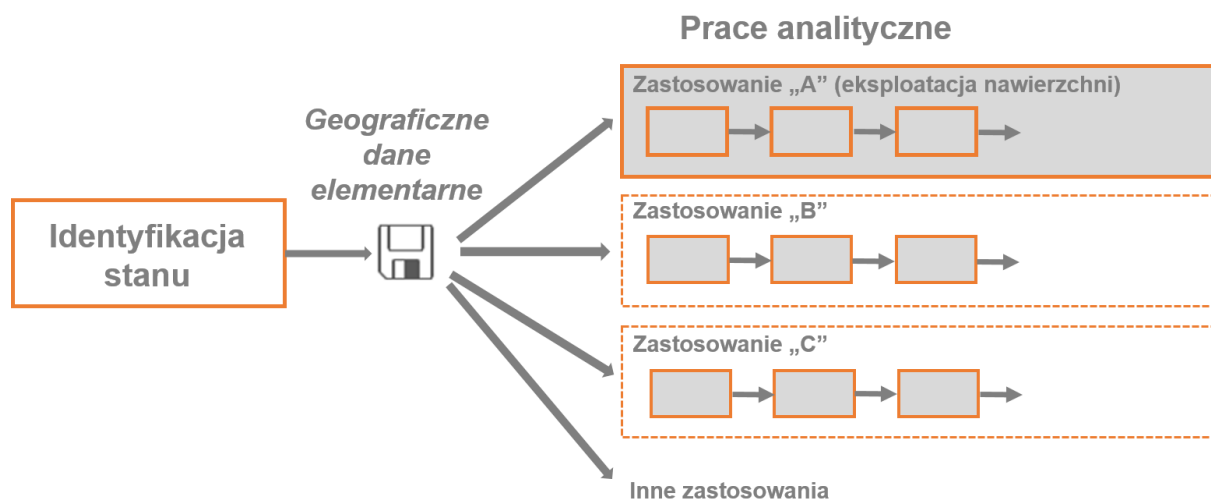
Rysunek 1: Uproszczona ilustracja procesu analitycznego

Identyfikacja stanu jest realizowana w sposób na tyle uniwersalny, aby jej wyniki mogły być wykorzystane dla różnych zastosowań, także poza systemami eksploatacji nawierzchni, np. dla celów wyceny i bilansowania infrastruktury drogowej, analizy bezpieczeństwa ruchu, dla przemysłu samochodowego. Dlatego bezpośrednim wynikiem identyfikacji stanu są dane elementarne o bardzo niskim stopniu agregacji. Do lokalizacji danych pomiarowych wykorzystywane są współrzędne geograficzne po to, aby nie narzucać przyszłym odbiorcom tych danych konkretnego systemu referencyjnego.

Dopiero projekcja danych elementarnych na określony model sieci, ich agregacja, wyznaczenie parametrów stanu, stosowna do konkretnych zastosowań wizualizacja oraz wskaźniki statystyczne pozwalają odpowiednio wykorzystać dane diagnostyczne. Ten ciąg operacji analitycznych przebiega w różny sposób dla poszczególnych zastosowań i jest dostosowany do specyfiki dyscyplin korzystających z wyników diagnostyki (patrz rysunek 2).

Wytyczne koncentrują się wyłącznie na wykorzystaniu danych diagnostycznych w utrzymaniu nawierzchni drogowej. Wszystkie prace analityczne realizowane w ramach Wytycznych odnoszą się do tego zastosowania.





**Rysunek 2: Operacje analityczne dla różnych zastosowań, bazujące na geograficznych danych elementarnych**

Pierwszymi krokami procesu analitycznego są **projekcja geograficznych danych elementarnych na model sieci** drogowej oraz **agregacja** uzyskanych w ten sposób sieciowych danych elementarnych w obrębie odcinków diagnostycznych o długości 100 metrów. Częścią procesu agregacji jest wyznaczenie wielkości parametrów stanu, wyrażonych w jednostkach fizycznych (np. głębokość kolein w milimetrach) i przypisane ich do konkretnego odcinka diagnostycznego. W procesie **oceny stanu** parametrom stanu są przypisywane wartości stanu (od 1 – ocena bardzo zła, do 5 – ocena bardzo dobra). Wyznaczane są także wartości parametrów zespolonych, takich jak wskaźnik stanu konstrukcji, czy wskaźnik oceny ogólnej. Wielkości stanu i wartości stanu dla poszczególnych odcinków diagnostycznych są zapisywane w pliku wynikowym i stanowią punkt wyjścia dla dalszych prac analitycznych.

Wymienione powyżej operacje analityczne (projekcja geograficznych danych elementarnych na model sieci, agregacja w obrębie odcinków diagnostycznych oraz ocena stanu), są opisane w niniejszym dokumencie.

Intensywność korzystania z wyników diagnostyki nawierzchni drogowej w praktyce administracyjnej jest w dużym stopniu uzależniona od sposobu przekazania wyników podmiotom zaangażowanym w proces sterowania eksploatacją nawierzchni. W celu umożliwienia szybkiej i intuicyjnej interpretacji wyników kampanii diagnostycznej, stosuje się przedstawienie wyników diagnostyki stanu nawierzchni w formie graficznej. Wizualizacja wyników diagnostyki jest wykorzystywana na strategicznym i operacyjnym poziomie zarządzania. Na poziomie strategicznym najczęściej stosowaną formą wizualizacji są **mapy stanu**, natomiast na poziomie operacyjnym **profile stanu**. Na poziomie strategicznym wykorzystuje się również **analizy statystyczne**. Analizy te odnoszą się do wyników diagnostyki w obrębie całej sieci drogowej objętej diagnostyką oraz umożliwiają **porównanie wyników w obrębie podsieci**, np. rejonów dróg.

Wytyczne definiują zakres i formę raportu podsumowującego kampanię diagnostyczną (opisanego w Rozdziale 9 niniejszego dokumentu), w którym **są udokumentowane wyniki** kampanii diagnostycznej. Raport zawiera dokumentację zastosowanych metod, zrealizowanego procesu oraz uzyskanych wyników projektu diagnostycznego.

W niniejszych Wytycznych opisano metody wykorzystywane przy realizacji prac analitycznych i ocenie stanu oraz przedstawiono wymagania dotyczące:

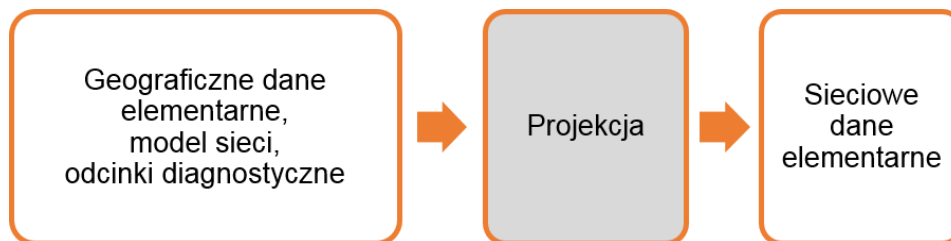
1. projekcji geograficznych danych elementarnych na model sieci i wytworzenie sieciowych danych elementarnych (podprojekt PP-P),
2. obliczania wielkości stanu na podstawie danych elementarnych (podprojekt PP-P),
3. oceny stanu, tzn. obliczania wartości stanu oraz wartości wskaźników zespolonych (podprojekt PP-O),
4. analizy statystycznej wyników jednej kampanii diagnostycznej (podprojekt PP-A),
5. wizualizacji wyników diagnostyki na mapach tematycznych (podprojekt PP-W),
6. wizualizacji wyników diagnostyki na profilach liniowych (podprojekt PP-W),
7. analizy porównawczej wyników diagnostyki, tzn. porównania stanu nawierzchni dla różnych jednostek administracyjnych (np. rejony dróg, powiaty) (podprojekt PP-W),
8. dokumentacji realizacji prac diagnostycznych (podprojekt PP-W).

Wymaga się, aby w kampanii diagnostycznej były spełnione wszystkie wymienione w niniejszym dokumencie wymagania.

## 2 Projektcja geograficznych danych elementarnych na model sieci

W ramach oceny stanu realizowana jest projekcja geograficznych danych elementarnych na sieć drogową, w wyniku czego powstają sieciowe dane elementarne<sup>1</sup>. Projekcja polega na przypisaniu danych elementarnych zlokalizowanych poprzez współrzędne geograficzne do modelu sieci i następnie do odcinków diagnostycznych.

Przebieg procesu projekcji i obliczania wielkości stanu przedstawiony jest na poniższym schemacie:



Rysunek 3: Schemat przebiegu procesu projekcji geograficznych danych elementarnych na sieć

### 2.1 Ogólny opis procedury

Podczas wykonania projekcji, dane elementarne zapisane w plikach z geograficznymi danymi elementarnymi, uporządkowane według przejazdów pomiarowych i zlokalizowane przez współrzędne geograficzne, są przypisywane do modelu sieci, a w konsekwencji do odcinków diagnostycznych. W rezultacie dane elementarne są uporządkowane według dróg, odcinków międzywęzłowych i odcinków diagnostycznych. Współrzędne geograficzne stają się informacją dodatkową.

Projekcja danych elementarnych jest wykonywana dla wszystkich podprojektów według tego samego schematu. Jest to możliwe dlatego, że podstawową jednostką danych dla wszystkich podprojektów jest pojedynczy pomiar (rekord) zlokalizowany przez współrzędne geograficzne. Projekcja jest wykonywana niezależnie dla różnych podprojektów.

### 2.2 Dane wejściowe procedury

Dane wejściowe procedury projekcji obejmują:

- pliki z geograficznymi danymi elementarnymi, zawierające wyniki pomiarów, przypisane do punktów pomiarowych zlokalizowanych przez współrzędne geograficzne oraz metr bieżący pomiaru. W zależności od podprojektu, geograficzne dane elementarne mają inną gęstość (np. profile poprzeczne identyfikowane są co jeden metr, ugięcia mierzone metodą FWD identyfikowane są co 100 metrów),
- plik z danymi podstawowymi opisujący geometrię modelu sieci,

<sup>1</sup> Projekcja danych elementarnych na sieć jest często określana skrótowo jako „projekcja”.

- pusty plik wynikowy określający podział sieci drogowej na odcinki diagnostyczne.

Formaty danych wykorzystywanych w procedurze udokumentowane są w Wytycznych, Dział 13.

## 2.3 Dane wyjściowe procedury

Procedura projekcji zwraca pliki z sieciowymi danymi elementarnymi. Są to pliki zawierające dane elementarne przypisane do modelu sieci.

Sieciowe dane elementarne spełniają następujące warunki:

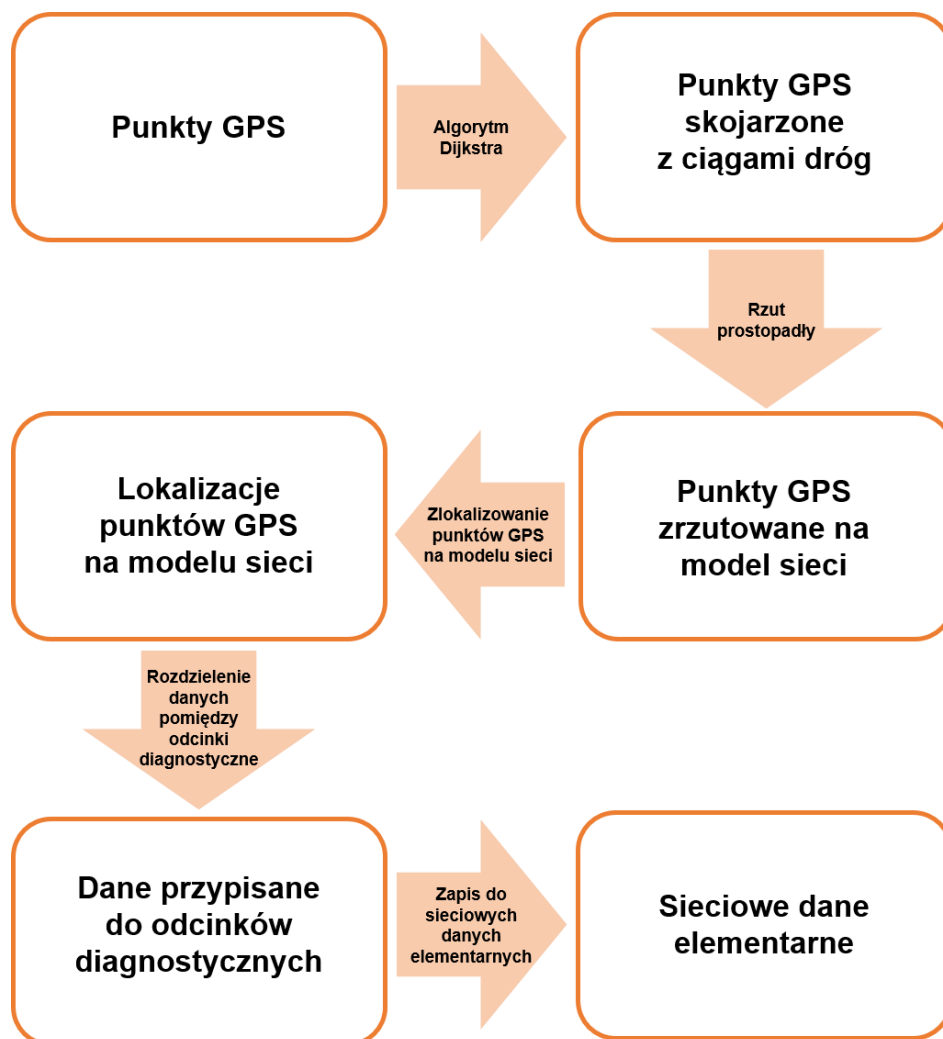
- **Przypisanie danych pomiarowych do odcinków międzywęzłowych.** Wyniki pomiaru są przypisane do odcinków międzywęzłowych, w obrębie których odbył się pomiar. Przypisanie wyników pomiarów do odcinków międzywęzłowych odbywa się na podstawie położenia geograficznego rekordów zawierających punkty pomiarowe. Wyznaczanie lokalizacji na modelu sieci odbywa się przy zastosowaniu zasady projekcji prostopadłej punktu pomiarowego na graf modelu sieci. Projekcja prostopadła jest odpowiednio rozszerzona, tak aby uwzględniać ewentualne niedokładności geometrii modelu sieci.
- **Określenie kierunku.** Dla każdego odcinka międzywęzłowego określa się, czy pomiar odbywał się w kierunku zgodnym czy przeciwnym do narastania pikietażu. Określenie kierunku odbywa się na podstawie przebiegu sekwencji punktów pomiarowych. Do sieciowych danych elementarnych przejmowane są tylko te dane, które zostały zmierzone w kierunku zgodnym z kierunkiem określonym przez odcinki diagnostyczne.
- **Rozdzielenie danych pomiarowych pomiędzy odcinki międzywęzłowe.** W przypadku pomiaru obejmującego swoim zakresem więcej niż jeden odcinek międzywęzłowy, wyniki pomiaru są rozdzielone pomiędzy odcinki międzywęzłowe z dokładnością do jednego metra.
- **Określenie pasa ruchu.** Przypisanie danych do pasa ruchu odbywa się na podstawie informacji dostarczonych przez wykonawcę pomiarów i zapisanych w geograficznych danych elementarnych.
- **Rozdzielenie danych pomiędzy odcinki diagnostyczne.** W przypadku pomiaru obejmującego swoim zakresem więcej niż jeden odcinek diagnostyczny, wyniki pomiaru są rozdzielone pomiędzy odcinki diagnostyczne z dokładnością do jednego metra. W przypadku, gdy  $X$  metrów, jakie liczy odcinek diagnostyczny przypadnie  $Y > 110\% \cdot X$  lub  $Y < 90\% \cdot X$  metrów bieżących pomiaru, dane zawarte w tym odcinku diagnostycznym oznaczane są jako nieważne (flaga ważności  $G = -99$ ).
- **Ograniczenie danych pomiarowych do zakresu objętego diagnostyką.** W wyjściowych plikach z sieciowymi danymi elementarnymi są zapisywane tylko dane zebrane na odcinkach międzywęzłowych, które wchodzą w zakres projektu

diagnostycznego. Zakres projektu diagnostycznego określony jest w danych podstawowych. Dane wychodzące poza zakres objęty diagnostyką są ignorowane.

- **Przypisanie danych pomiarowych do odcinków diagnostycznych.** W wyjściowych plikach z sieciowymi danymi elementarnymi są zapisywane tylko dane zebrane w obrębie odcinków diagnostycznych, określonych przez wejściowy plik z danymi wynikowymi. Podział modelu sieci na odcinki diagnostyczne określony jest w pliku wynikowym. Dane zebrane w kierunku niezgodnym z kierunkiem wynikającym z odcinków diagnostycznych są ignorowane.
- **Projekcja warunkowa przy niekompletnych lokalizacjach geograficznych.** W przypadku niekompletnych lub błędnych zapisów współrzędnych geograficznych punktów pomiarowych, wyniki pomiaru są lokalizowane w obrębie odcinka międzywęzłowego za pomocą metra bieżącego pomiaru.
- **Przejmowanie najnowszych danych pomiarowych.** W przypadku, kiedy w obrębie jednego odcinka diagnostycznego występują dane pomiarowe dla więcej niż jednego prawidłowego pomiaru, w sieciowych danych elementarnych należy zapisać najnowsze wyniki.
- **Oddzielenie danych z różnych przejazdów pomiarowych.** W przypadku, kiedy w obrębie jednego odcinka diagnostycznego występują dane pomiarowe zebrane w ramach różnych przejazdów pomiarowych, w sieciowych danych elementarnych należy zapisać wyniki pochodzące z najnowszego przejazdu pomiarowego.
- **Przejmowanie ważności danych z danych geograficznych.** Jeśli na odcinku diagnostycznym wystąpią dane oznaczone w geograficznych danych elementarnych jako dane nieważne flaga ważności  $G < 0$ , odcinek diagnostyczny także zostaje oznaczony jako zawierający nieważne dane, chyba że istnieje inny pomiar zawierający ważne dane dla tego odcinka diagnostycznego. Przejmowana jest najniższa występująca w tych danych flaga ważności  $G$ .
- **Przejmowanie prędkości pomiarowej z danych geograficznych.** Prędkość pomiarowa zapisana dla odcinka diagnostycznego jest pierwszą z prędkości zapisanych w geograficznych danych elementarnych na tym odcinku, patrząc w kierunku przejazdu.
- **Format.** Wynikowe sieciowe dane elementarne są zgodne z formatem opisanym w Wytycznych, Dział 13.

## 2.4 Przebieg procedury rzutowania

Przebieg obliczeń w ramach procedury rzutowania przedstawia poniższy schemat:



Rysunek 4: Schemat przebiegu procedury projekcji

### 2.4.1 Zmodyfikowany algorytm Dijkstra

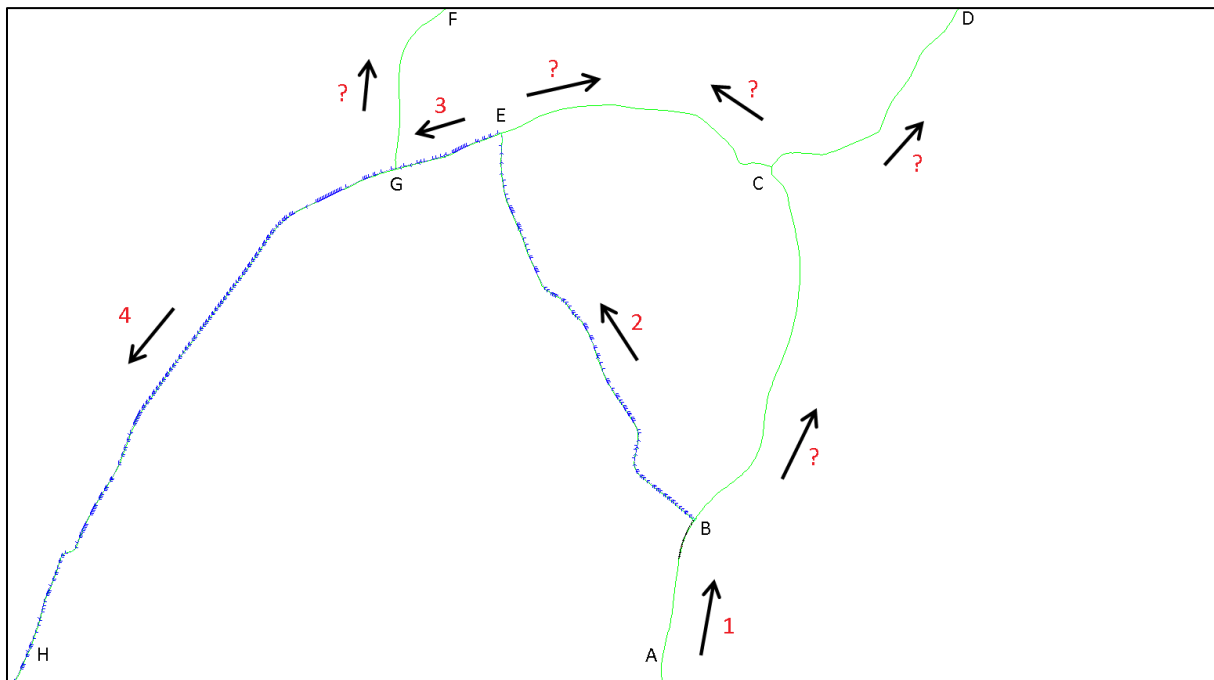
Do znalezienia odcinków międzywęzłowych, na których został wykonany pomiar, zastosowany jest zmodyfikowany algorytm Dijkstra. Oryginalny algorytm Dijkstra służy do efektywnego wyszukania najkrótszej ścieżki w grafie przy zadanych nieujemnych wagach krawędzi. Algorytm rozbudowuje drzewo możliwych ścieżek, z każdym krokiem wydłużając aktualnie najkrótszą ścieżkę, aż do odnalezienia poszukiwanej ścieżki.

Procedura zastosowana do wytypowania ścieżki w modelu sieci traktuje model sieci jako graf. W pierwszym kroku procedury zostaje znaleziony odcinek międzywęzłowy, na którym pomiar się rozpoczyna. W kolejnych krokach wyznacza się ciąg potencjalnie odwiedzonych odcinków międzywęzłowych, tworząc drzewo odzwierciedlające wszystkie potencjalnie przejechane ścieżki (odcinki międzywęzłowe). W celu wyznaczenia faktycznie przejechanej ścieżki (przejechanych odcinków międzywęzłowych) wybiera się tę ścieżkę, która najlepiej pasuje do

trajektorii pomiaru. Ścieżki rozbudowywane są metodą wszerz (a nie w głąb). Oznacza to, że w każdym kroku wydłużana jest jedna ścieżka, aktualnie najkrótsza. Po każdym wydłużeniu ścieżka jest analizowana (obliczany jest współczynnik dopasowania kształtu WDK, patrz Rozdział 2.4.2). W wypadku znacznej rozbieżności aktualnej ścieżki zatrzymywane jest jej dalsze wydłużanie, co pozwala na znaczne przyspieszenie obliczeń.

Na tym etapie wyznaczony zostaje także kierunek przejazdu po odcinkach międzywęzłowych, gdyż ścieżki modelu sieci są zorientowane.

Na rysunku 5 pokazano przykładowy model sieci (zielone linie) i trajektorię przejazdu pomiarowego (kolor niebieski). Określenie odcinków międzywęzłowych, po których odbył się pomiar rozpoczyna się od ustalenia odcinka początkowego. Pierwszy punkt przejazdu pomiarowego jest rzutowany na wszystkie odcinki międzywęzłowe i wybierany jest odcinek leżący najbliżej (w przykładzie jest to odcinek A-B). Odcinek A-B stanowi korzeń budowanego drzewa.



**Rysunek 5: Poglądowa ilustracja etapu wyznaczenia przejechanej ścieżki na modelu sieci – punkty pomiarowe są oznaczone niebieskim kolorem**

Następnie od odcinka początkowego A-B budowana jest dalsza trasa przejazdu. Dobierane są kolejne odcinki, które mogą potencjalnie tworzyć ścieżkę przejazdu. Za odcinkiem A-B możliwe jest odwiedzenie odcinka B-C lub B-E. Po B-C możliwe kontynuacje to C-D i C-E. Natomiast po B-E to E-C oraz E-G. W analogiczny sposób budowane jest całe drzewo wszystkich możliwych kontynuacji dla zadanej topologii modelu sieci. Rozbudowa drzewa ścieżek kończy się w momencie osiągnięcia przez wszystkie gałęzie długości równej lub większej niż długość przejazdu pomiarowego. Budowa gałęzi jest przerywana także, gdy jej WDK przekroczy wartość krytyczną (patrz Rozdział 2.4.2).

Na koniec pozostaje wybranie najbardziej prawdopodobnej ścieżki, po której faktycznie odbył się przejazd pomiarowy. Najbardziej prawdopodobna ścieżka określana jest na podstawie wartości współczynnika dopasowania kształtu WDK (patrz Rozdział 2.4.2).

Wynikiem działania tego algorytmu jest lista odcinków międzywęzłowych na modelu sieci, na których był wykonany pomiar. Rysunek 5 ilustruje przykład, gdzie wynikiem będzie lista: A-B; B-E; E-G; G-H. Każdy odcinek sieciowy ma ponadto określony kierunek przejazdu.

#### **2.4.2 Współczynnik dopasowania kształtu (WDK)**

Współczynnik dopasowania kształtu (WDK) opisuje dopasowanie danej ścieżki złożonej z odcinków międzywęzłowych do faktycznej trajektorii przejazdu pomiarowego. Im ten współczynnik jest mniejszy, tym ścieżka jest lepiej dopasowana do przejazdu pomiarowego. Szukając ścieżki faktycznie przejechanej przez przejazd pomiarowy, szukamy ścieżki o najniższym WDK.

Sposób obliczenia tego współczynnika ma decydujące znaczenie dla poprawności algorytmu, szczególnie w przypadkach niedokładnych współrzędnych punktów pomiarowych, gdy występowały zaniki sygnału z satelitów lub sam model geometrii sieci nie jest wystarczająco precyzyjny z powodu niedokładności lub celowych uproszczeń przebiegu dróg.

Obliczenie współczynnika dopasowania kształtu wymaga analizy współrzędnych geograficznych wszystkich punktów pomiarowych oraz odpowiadających im rzutów prostopadłych na modelu sieci. Punkt na modelu sieci, korespondujący z punktem pomiarowym jest obliczany z kształtu ścieżki i wartości metra bieżącego pomiaru. Dla każdej pary punktów (pozycja we współrzędnych geograficznych punktu pomiarowego; pozycja na modelu sieci) obliczana jest odległość między nimi.

Współczynnik dopasowania kształtu WDK obliczany jest według empirycznego wzoru:

$$WDK = A + \frac{M}{10} + L + P + D$$

gdzie:

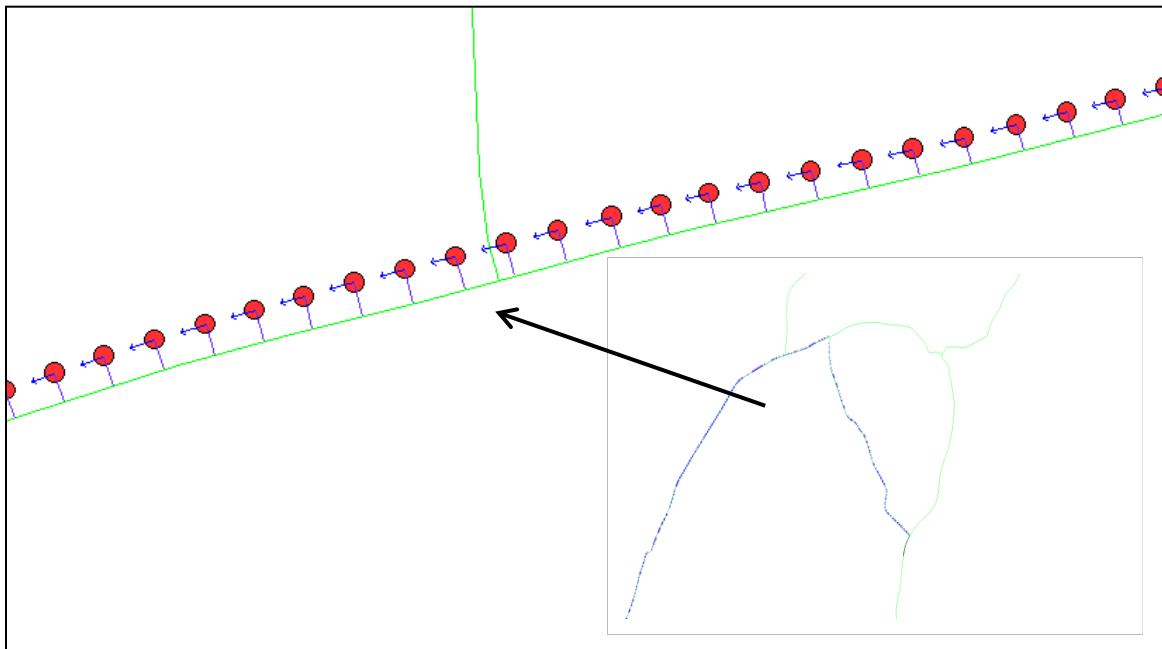
- $A$  - średnia odległość pomiędzy punktami,
- $M$  - maksymalna odległość pomiędzy punktami,
- $L$  - liczba punktów pomiarowych, które nie mają odpowiednika na modelu sieci (nie były dopasowane do przebiegu na modelu sieci),
- $P$  - współczynnik określający preferencje dla pomiarów zgodnych z kierunkiem wzrostu pikietażu. Uaktywnia się tylko dla ścieżek tak samo dobrze dopasowanych przed jego dodaniem. Jego wartość wynosi  $-0,00001$ , jeśli pomiar na ostatnim odcinku modelu sieci odbył się w kierunku zgodnym z pikietażem, zaś  $0$  - jeśli pomiar na ostatnim odcinku modelu sieci odbył się w kierunku przeciwnym,
- $D$  - odległość ostatniego punktu pomiarowego z pomiaru od tzw. punktu projekcji pomocniczej (PH) na modelu sieci. Punkt PH pozwala wpływać z zewnątrz (poprzez



ręczne wskazanie punktu na modelu sieci) na sposób wyboru właściwej trasy na modelu sieci.

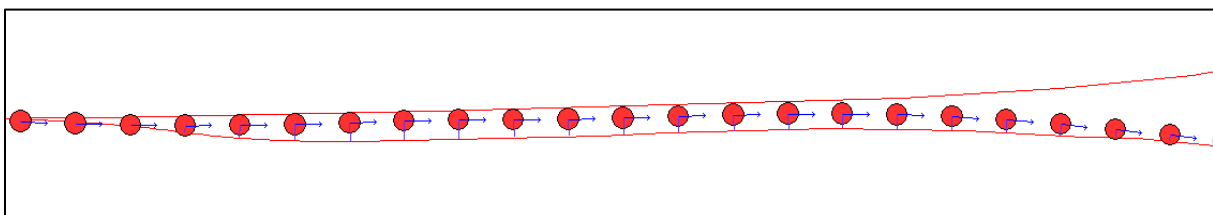
### 2.4.3 Rzut prostopadły

Dla wyznaczonej w punkcie 2.4.1 ścieżki punkty pomiarowe rzutowane są prostopadłe na łamane reprezentujące geometrię tej ścieżki w modelu sieci (patrz rysunek 6).



**Rysunek 6: Ilustracja rzutu prostopadłego punktów pomiarowych na łamane modelu sieci, czerwone punkty oznaczają lokalizacje punktów pomiarowych**

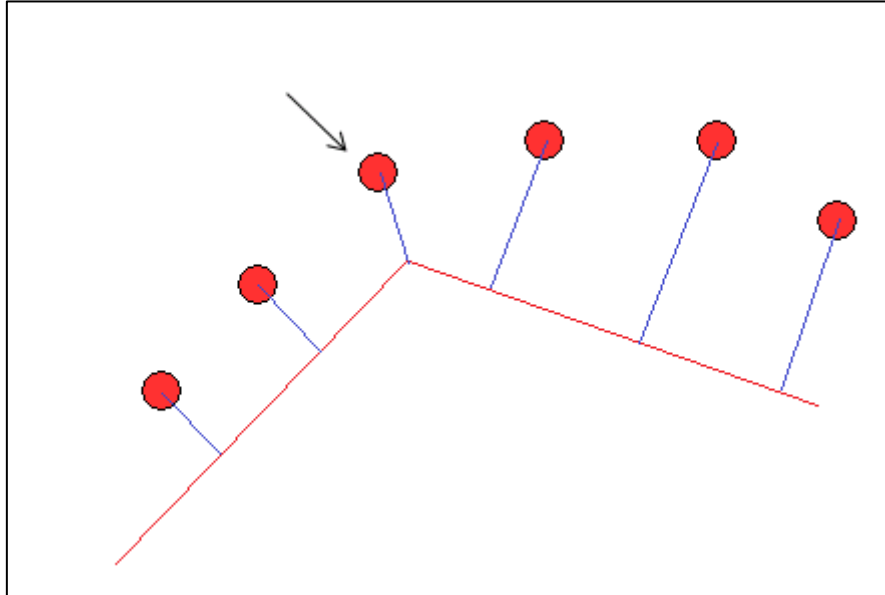
Punkty pomiarowe rzutowane są wyłącznie na odcinki sieciowe wyznaczone w poprzednim kroku. Pozwala to uniknąć rzutowania punktów pomiarowych na odcinki międzywęzłowe niewchodzące w skład aktualnie analizowanej ścieżki, które miejscami mogą zbliżać się do punktów pomiarowych przejazdu (rysunek 7).



**Rysunek 7: Punkty pomiarowe rzutowane są wyłącznie na odcinki należące do listy odwiedzonych odcinków sieciowych**

Rzutowanie punktów pomiarowych w miejscach załamań geometrii modelu sieci może nie być rzutem prostopadłym (rzut prostopadły w tym miejscu nie istnieje), lecz przypisaniem do najbliższego miejsca na modelu sieci (rysunek 8).

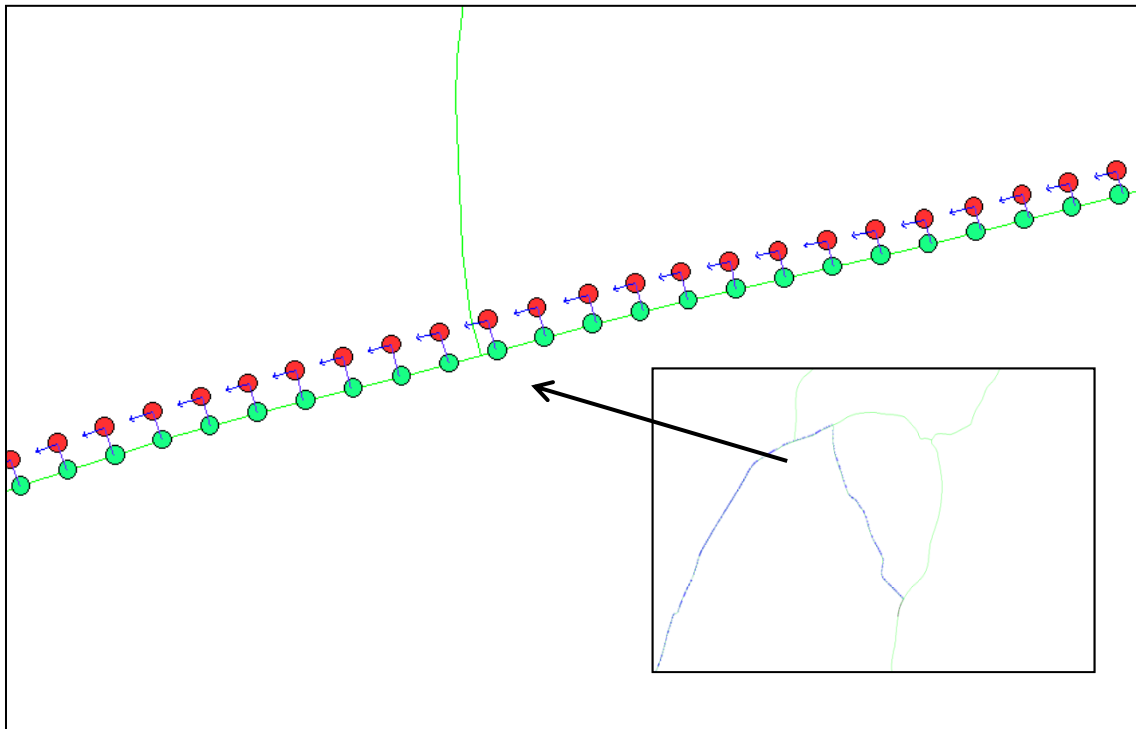
Jeśli przypisanie punktu pomiarowego wypada dokładnie w punkcie węzłowym, może być on przypisany do któregośkolwiek z dwóch odcinków dochodzących do tego punktu. Nie ma to wpływu na wynik projekcji.



**Rysunek 8: Rzutowanie niektórych punktów pomiarowych nie jest rzutem prostokątnym sensu stricto**

#### **2.4.4 Zlokalizowanie punktów pomiarowych na modelu sieci**

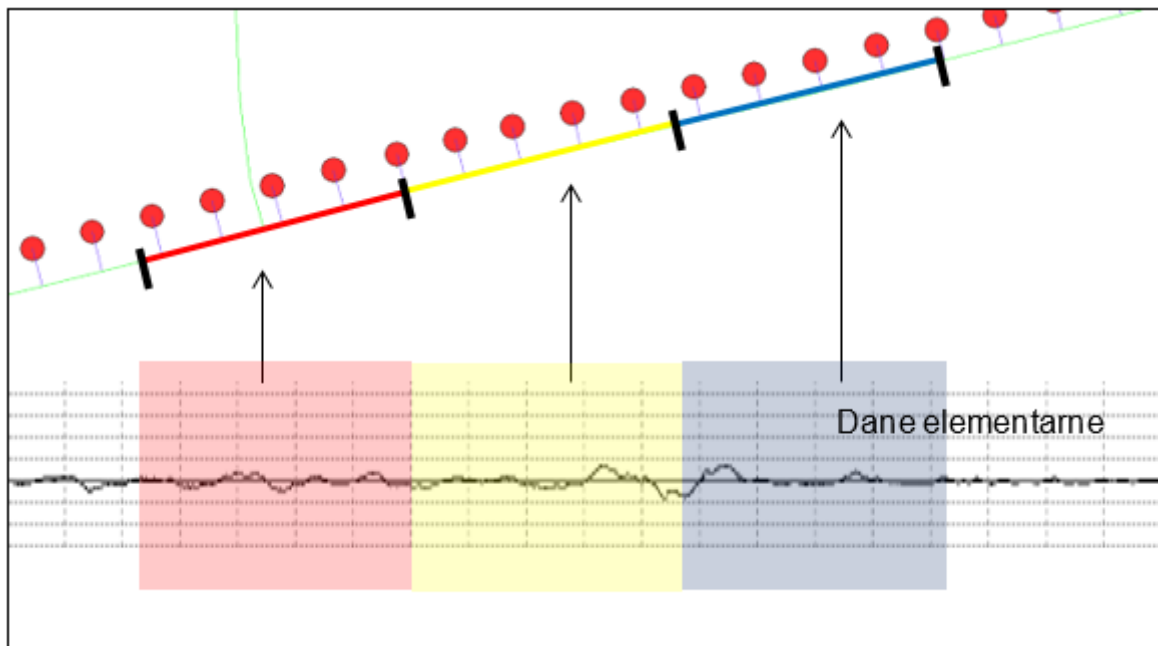
W kolejnym kroku oblicza się współrzędne w systemie referencyjnym (odcinek międzywęzłowy i odległość od jego początku) dla wszystkich punktów pomiarowych należących do przejazdu pomiarowego i znajdujących się w obrębie modelu sieci. Procedurę tę wykonuje się wykorzystując zestawienie narastania metra bieżącego pomiaru z narastaniem pikietażu dla kolejnych punktów pomiarowych (patrz rysunek 9).



**Rysunek 9: Ilustracja przypisania punktów pomiarowych do modelu sieci, czerwone punkty oznaczają lokalizacje punktów pomiarowych, zielone ich lokalizacje po przypisaniu do modelu sieci**

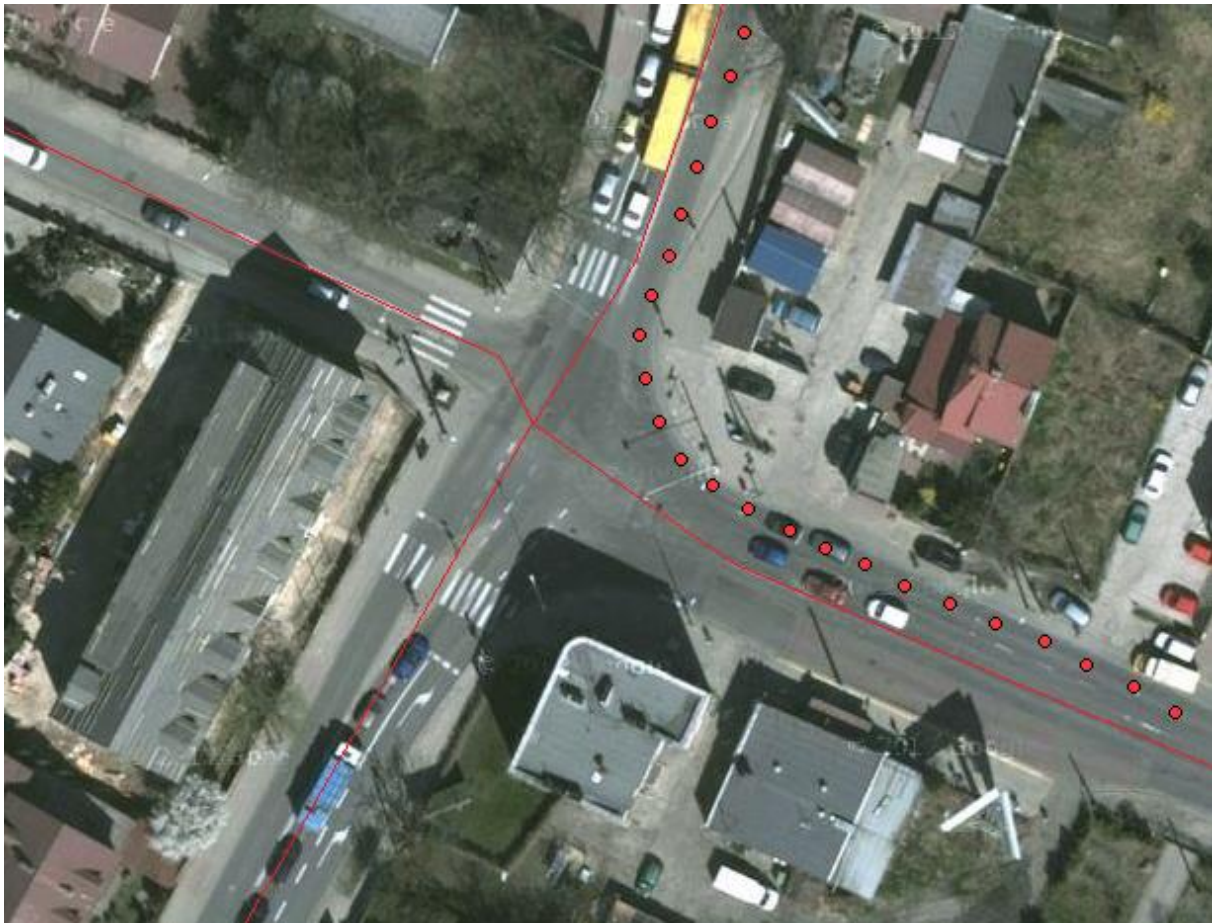
#### **2.4.5 Rozdzielenie pomiędzy odcinki diagnostyczne**

Na podstawie lokalizacji punktów pomiarowych na modelu sieci przypisuje się je do odcinków diagnostycznych. W ramach tego kroku następuje przypisanie ilości zebranych danych do długości odcinków zapisanych w modelu sieci. W przypadku niedoskonałości geometrii sieci lub zapisanych długości następuje rozciąganie lub ściskanie danych (w ramach tolerancji opisanych w Rozdziale 2.3) tak, aby na danym odcinku diagnostycznym znalazły się tylko dane zmierzone w jego obrębie (patrz rysunek 10).



**Rysunek 10: Schematyczna ilustracja rozdzielania danych elementarnych pomiędzy odcinki diagnostyczne**

Ścislenie lub rozciąganie danych elementarnych polega na umieszczeniu do 10% więcej lub mniej danych pomiarowych w sieciowym odcinku diagnostycznym niż wynikałoby to z jego nominalnych rozmiarów. Taka sytuacja występuje najczęściej na łukach o małym promieniu (rysunek 11), gdzie przejazd pomiarowy i kształt modelu sieci nie przystają do siebie (na przykład szeroka droga zamodelowana linią łamaną umieszczoną w osi drogi, pomiędzy jezdniami). Jeżeli w obrębie odcinka diagnostycznego zarejestrowano więcej lub mniej punktów pomiarowych, niż wynika to z tolerancji opisanych w Rozdziale 2.3, to dane na odcinku diagnostycznym oznaczane są jako dane nieważne.



Rysunek 11: Przejazd pomiarowy (czerwone punkty)

## 2.5 Utworzenie sieciowych danych elementarnych

Na tym etapie procedury rzutowania dane pomiarowe są porządkowane zgodnie z numerami dróg, odcinkami międzywęzłowymi, numerami pasa, kierunkami. W przypadku, gdy wystąpiły dwa pomiary z dwóch przejazdów na jednym odcinku diagnostycznym należy przejść do sieciowych danych elementarnych dane nowszego przejazdu.

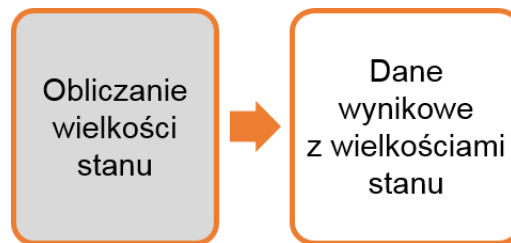
Dane pomiarowe po uporządkowaniu i przypisaniu do modelu sieci są zapisywane w sieciowych danych elementarnych. Format sieciowych danych elementarnych jest zdefiniowany w Wytycznych, Dział 13.

### 3 Obliczanie wielkości stanu

Obliczanie wielkości stanu jest wykonywane na podstawie **sieciowych** danych elementarnych. W sieciowych danych elementarnych pomiary są przypisane do odpowiednich odcinków diagnostycznych. Obliczanie wielkości stanu odbywa się niezależnie dla każdego odcinka diagnostycznego. Wyjątek stanowią niektóre procedury obliczania wielkości stanu dla równości podłużnej. Wykorzystują one dane zidentyfikowane na fragmentach nawierzchni sąsiadujących z danym odcinkiem diagnostycznym<sup>2</sup>. Jest to podyktowane uwarunkowaniami obliczeniowymi wykorzystanych algorytmów.

Procedury obliczania wielkości stanu zostały opisane w odpowiednich Działach Wytycznych.

Obliczone wielkości stanu zapisywane są w pliku z danymi wynikowymi i służą do obliczenia wartości stanu. Rysunek 12 przedstawia schemat procedury obliczania wielkości stanu.



Rysunek 12: Schemat obliczania wielkości stanu

---

<sup>2</sup> Zależnie od położenia danego odcinka diagnostycznego, dane te są zapisane w sieciowych danych elementarnych w tzw. danych rozbiegowych i pobiegowych lub w sąsiednich odcinkach diagnostycznych.

## 4 Ocena stanu

**Ocena stanu** jest etapem procesu diagnostyki, który polega na nadaniu wartości obliczonym w poprzednim etapie (podprojekt PP-P) wielkościom parametrów stanu. Wyznaczenie wartości parametrów stanu odbywa się w ramach podprojektu PP-O.

Wielkości stanu dla różnych parametrów stanu są wyrażone w różnych jednostkach fizycznych i wykazują się różnymi skalami zmienności, przez co nie są ze sobą porównywalne. Na przykład, średnia obliczona z wielkości trzech parametrów nie będzie miała sensownej interpretacji:

- SSP = 34% (34% powierzchni pokrytej spękaniami),
- IRI = 0,6 m/km (międzynarodowy wskaźnik równości równy 0,6),
- D = 400  $\mu$ m (ugięcie maksymalne 400 mikrometrów).

Aby móc porównywać parametry ze sobą, potrzebne jest ich unormowanie, dzięki czemu staną się bezwymiarowe, będą miały jednolitą skalę zmienności oraz będą w takim samym stopniu wskazywały na zły lub dobry stan nawierzchni.

Algorytm normowania jest taki sam dla wszystkich wielkości stanu, różni się jedynie parametrami sterującymi podanymi w Rozdziale 4.1.2.

Na etapie oceny stanu dokonywane jest również wyliczenie zespolonych wskaźników stanu. W odróżnieniu od wielkości stanu, z których każda odpowiada jednemu mierzonemu parametrowi stanu, wskaźniki zespolone agregują do jednej wartości kilka parametrów. Dobór parametrów wchodzących w skład wskaźnika zespolonego zależy od tego, w jaki sposób wskaźnik zespolony ma charakteryzować stan. Wyróżniono następujące zespolone wskaźniki stanu:

- **wskaźnik stanu konstrukcji (WSK)** – opisuje stan techniczny z punktu widzenia wytrzymałości konstrukcji i zdolności do przenoszenia obciążeń nawierzchni,
- **wskaźnik stanu powierzchni (WSP)** – opisuje stan techniczny podobnie jak wskaźnik stanu konstrukcji (WSK), jednak nie bierze się pod uwagę pomiarów nośności na podstawie ugięć, lecz wykorzystuje wyniki oceny cech powierzchniowych na podstawie zdjęć powierzchni,
- **wskaźnik stanu użytkowego (WSU)** – opisuje stan techniczny z punktu widzenia użytkownika drogi, a zatem ocenie podlega komfort i bezpieczeństwo jazdy,
- **wskaźnik oceny ogólnej (WOG)** – opisuje stan techniczny w sposób całościowy, biorąc pod uwagę wszystkie aspekty stanu technicznego włączone w ocenę,
- **wskaźnik potrzeb (WP)** – opisuje potrzeby remontowe, biorąc pod uwagę wszystkie aspekty stanu technicznego.

Obliczanie wskaźników zespolonych oraz wskaźnika potrzeb omówione zostały w Rozdziałach 4.2, 4.3 i 4.4.

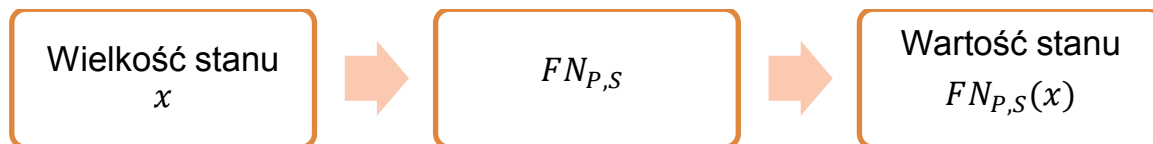
Wszystkie wartości stanu oraz wskaźniki zespolone są obliczane dla poszczególnych **odcinków diagnostycznych**. Obliczenia te są wykonywane niezależnie dla każdego odcinka diagnostycznego. Wyniki obliczeń zapisywane są w pliku z danymi wynikowymi.

#### 4.1 Normowanie

Normowanie jest procesem przekształcającym fizyczną wielkość stanu w bezwymiarową wartość stanu.

Zakłada się, że wartości stanu mieszczą się w przedziale  $[1, 5]$ , gdzie wartość 1 oznacza najgorszy stan nawierzchni, a 5 najlepszy stan nawierzchni. Wartości stanu są wyrażane w postaci liczby rzeczywistej, zaokrąglonej do dwóch miejsc po przecinku.

Do normowania służy funkcja normująca  $FN_{P,S}(x)$ , przekształcająca wielkość stanu  $x$  dla parametru  $P$ , przy założeniu zestawu parametrów sterujących  $S$ , w odpowiednią wartość stanu.



Rysunek 13: Normowanie - schemat

Zarówno wielkości stanu, jak i wartości stanu zapisywane są w danych wynikowych.

Wyróżnia się następujące parametry sterujące:

- **wielkość pożądana**  $W_p$  – odpowiada ocenie nawierzchni nowo wybudowanej. Jej przekroczenie jest równoznaczne z przypisaniem odcinka do klasy B (stan zadowalający), w przeciwnym wypadku odcinek posiada klasę A (stan dobry),
- **wielkość ostrzegawcza**  $W_{ost}$  – wskazuje na konieczność zabiegu utrzymaniowego w najbliższej przyszłości. Jej przekroczenie jest równoznaczne z przypisaniem odcinka do klasy C (stan niezadowalający),
- **wielkość krytyczna**  $W_{kryt}$  – wskazuje na natychmiastowe potrzeby remontowe. Jej przekroczenie jest równoznaczne z przypisaniem odcinka do klasy stanu D (stan zły),
- **współczynnik znaku** –  $Z$  – określa kierunek korelacji między wielkością i wartością stanu. Jeśli wartość stanu powinna rosnać (polepszać się) wraz ze wzrostem wielkości stanu,  $Z = 1$ , w przeciwnym wypadku  $Z = -1$ . Większość wielkości stanu posiada  $Z = -1$ , z wyjątkiem współczynnika tarcia.

Wielkości pożądana, ostrzegawcza i krytyczna pełnią rolę progów określających jak należy oceniać wielkości stanu. Do progów przypisane są trzy ustalone poziomy wartości stanu (patrz rysunek 14). Wartości progowe dzielą przedział dopuszczalnych wartości stanu na klasy stanu (patrz rysunek 15).



| Progowa wielkość stanu | Odpowiadająca wartość stanu |
|------------------------|-----------------------------|
| $W_p$                  | 4,5                         |
| $W_{ost}$              | 2,5                         |
| $W_{kryt}$             | 1,5                         |

Rysunek 14: Przyporządkowanie wartości stanu do progowych wielkości stanu

| Zakres stanu | wartości | Klasa stanu                    | Kolor (R,G,B)                      | Kolor HEX |
|--------------|----------|--------------------------------|------------------------------------|-----------|
| [4,5; 5]     |          | Klasa A (stan dobry)           | kolor niebieski<br>(RGB=0,176,240) | "00B0F0"  |
| [2,5; 4,5)   |          | Klasa B (stan zadowalający)    | kolor zielony<br>(RGB=0,176,80)    | "00B050"  |
| [1,5; 2,5)   |          | Klasa C (stan niezadowalający) | kolor żółty<br>(RGB=255,255,0)     | "FFFF00"  |
| [1; 1,5)     |          | Klasa D (stan zły)             | kolor czerwony<br>(RGB= 255,0,0)   | "FF0000"  |

Rysunek 15: Przyporządkowanie wartości stanu do klas stanu

#### 4.1.1 Funkcja normująca

Funkcja normująca  $FN$  transformuje zbiór możliwych wielkości stanu dla danego parametru na przedział  $[1, 5]$  tak, że wielkości stanu dla złego stanu nawierzchni otrzymują wartość 1, zaś dla dobrego – 5. Ponadto z rysunku 14 wynika, że:

$$FN_{P,S}(W_p) = 4,5$$

$$FN_{P,S}(W_{ost}) = 2,5$$

$$FN_{P,S}(W_{kryt}) = 1,5$$

Pomiędzy wielkościami  $W_p$  a  $W_{ost}$  oraz  $W_{ost}$  a  $W_{kryt}$  funkcja jest liniowa. Poza przedziałem  $[W_p, W_{kryt}]$  jest stała i wynosi odpowiednio 5 i 1, co odzwierciedla jednakowe traktowanie odcinków w stanie lepszym niż pożądany (klasa A) i analogicznie – jednakowe traktowanie odcinków w stanie gorszym niż krytyczny (klasa D).

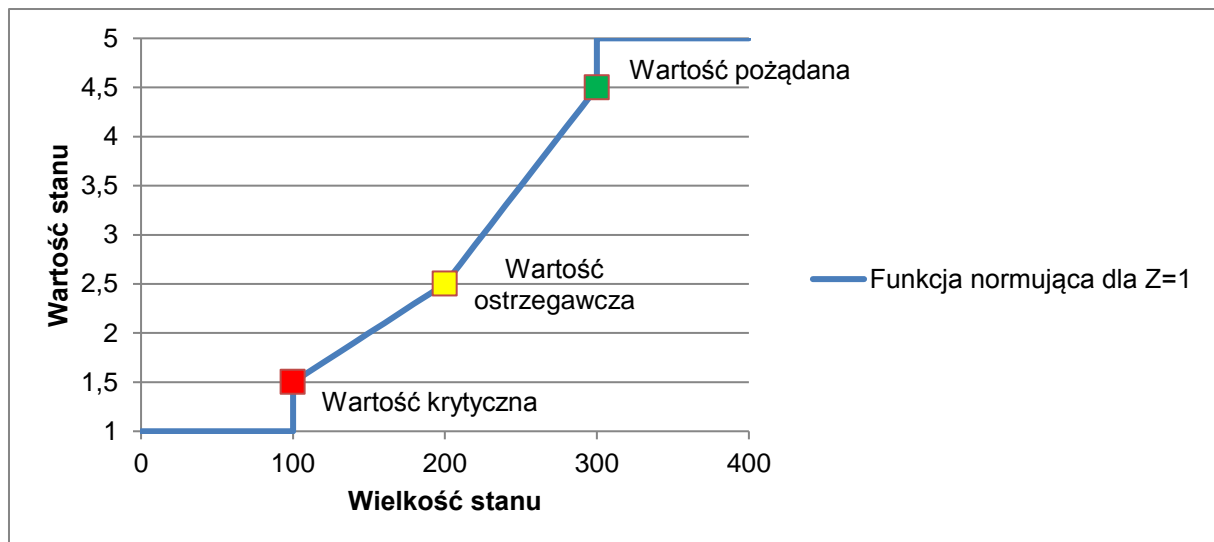
Ogólny wzór na funkcję normującą jest następujący: przyjmując  $x \geq 0$ :

$$FN_{P,S}(x) = \begin{cases} 1, & Z \cdot x < Z \cdot W_{kryt} \\ 1,5 + \frac{x - W_{kryt}}{W_{ost} - W_{kryt}}, & Z \cdot W_{kryt} \leq Z \cdot x < Z \cdot W_{ost} \\ 2,5 + 2,0 \cdot \frac{x - W_{ost}}{W_p - W_{ost}}, & Z \cdot W_{ost} \leq Z \cdot x \leq Z \cdot W_p \\ 5 & Z \cdot x > Z \cdot W_p \end{cases}$$

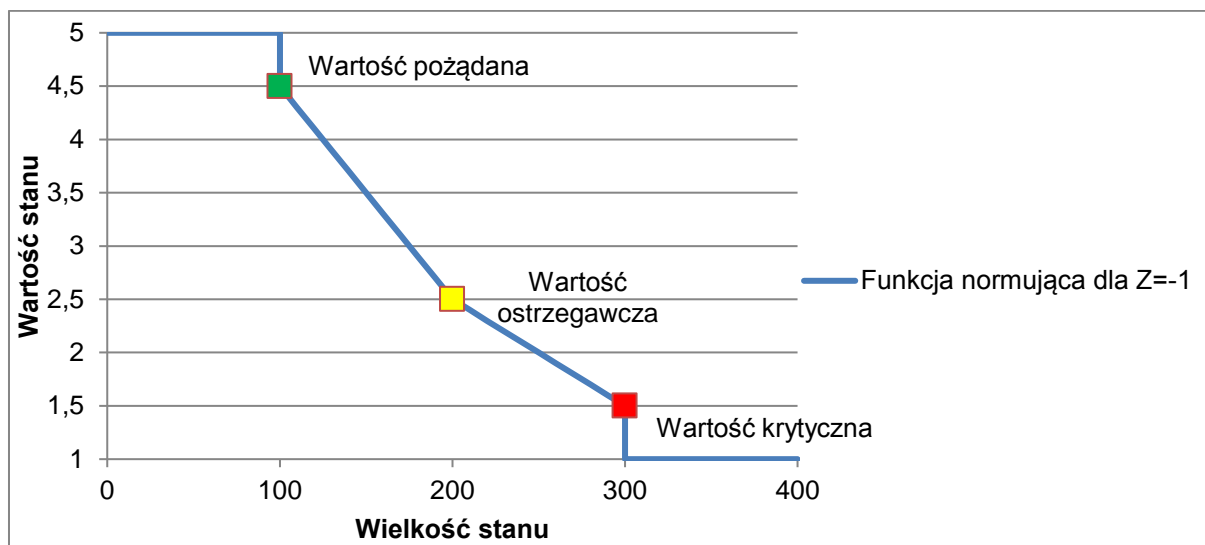
Na rysunkach 17 oraz 18 przedstawiono hipotetyczny przebieg funkcji normującej dla parametru o wielkościach stanu w zakresie 0-400 i parametrach sterujących (patrz rysunek 16).

| Parametr sterujący | Wartość przykładowa (wariant 1) | Wartość przykładowa (wariant 2) |
|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| $W_{kryt}$         | 100                             | 300                             |
| $W_{ost}$          | 200                             | 200                             |
| $W_p$              | 300                             | 100                             |
| $Z$                | 1                               | -1                              |

Rysunek 16: Przykładowe parametry sterujące dla funkcji normującej, dla hipotetycznego parametru



Rysunek 17: Ilustracja przebiegu funkcji normującej dla wariantu 1: hipotetycznego parametru o współczynniku znaku  $Z = 1$



Rysunek 18: Ilustracja przebiegu funkcji normującej dla wariantu 2: hipotetycznego parametru o współczynniku znaku  $Z = -1$

Jeżeli wielkość stanu przyjmuje wartość ujemną (dane oznaczone flagą ważności danych) to należy postępować zgodnie z postanowieniami Rozdziału 4.5.

#### 4.1.2 Parametry sterujące funkcji normującej

Rysunek 19 przedstawia parametry sterujące dla poszczególnych wielkości stanu.

| Wielkość stanu                       | Jednostka  | $W_p$ | $W_{ost}$ | $W_{kryt}$ | $Z$ |
|--------------------------------------|------------|-------|-----------|------------|-----|
| <b>Równość podłużna</b>              |            |       |           |            |     |
| IRI                                  | [m/km]     | 2     | 5,9       | 7,8        | -1  |
| <b>Równość poprzeczna</b>            |            |       |           |            |     |
| GK                                   | [mm]       | 10    | 20        | 30         | -1  |
| GW                                   | [mm]       | 0,1   | 6         | 9          | -1  |
| <b>Właściwości przeciwpoślizgowe</b> |            |       |           |            |     |
| WT                                   | [-]        | 0,41  | 0,35      | 0,30       | 1   |
| <b>Cechy powierzchniowe</b>          |            |       |           |            |     |
| SSP                                  | [%]        | 5     | 20        | 30         | -1  |
| LA                                   | [%]        | 5     | 20        | 30         | -1  |
| <b>Nośność</b>                       |            |       |           |            |     |
| D                                    | [ $\mu$ m] | 250   | 580       | 730        | -1  |
| SCI                                  | [ $\mu$ m] | 120   | 290       | 360        | -1  |
| HZ                                   | [cm]       | 8     | 16        | 32         | -1  |

Rysunek 19: Parametry sterujące dla funkcji normujących

Wartości stanu dla poszczególnych parametrów oznaczane są w tekście i we wzorach przedrostkiem „WS\_” lub symbolem  $WS_x$ .

## 4.2 Wskaźniki zespolone

Wskaźniki zespolone posiadają tę samą skalę (od 1 do 5) oraz tę samą interpretację (stan zły/dobry) co wartości stanu. Poniższe wzory na wskaźniki zespolone mają zastosowanie, jeżeli wszystkie wykorzystywane wartości stanu są nieujemne (dane ważne, nie oznaczone flagami ważności danych); w przeciwnym wypadku należy postępować zgodnie z postanowieniami Rozdziału 4.5.

Wskaźniki **WSK** (wskaźnik stanu konstrukcji), **WSP** (wskaźnik stanu powierzchni) i **WSU** (wskaźnik stanu użytkowego) są obliczane jako średnie ważone wartości stanu dla różnych zestawów parametrów z uwzględnieniem **zasady przebicia**. Zasada przebicia mówi, że jeśli którakolwiek z wartości stanu wchodzących w skład danego wskaźnika zespolonego jest niższa niż wartość ostrzegawcza, wskaźnik stanu nie może być od niej większy.

Obliczanie wskaźników zespolonych uzależnione jest od zastosowanego wariantu kampanii diagnostycznej.

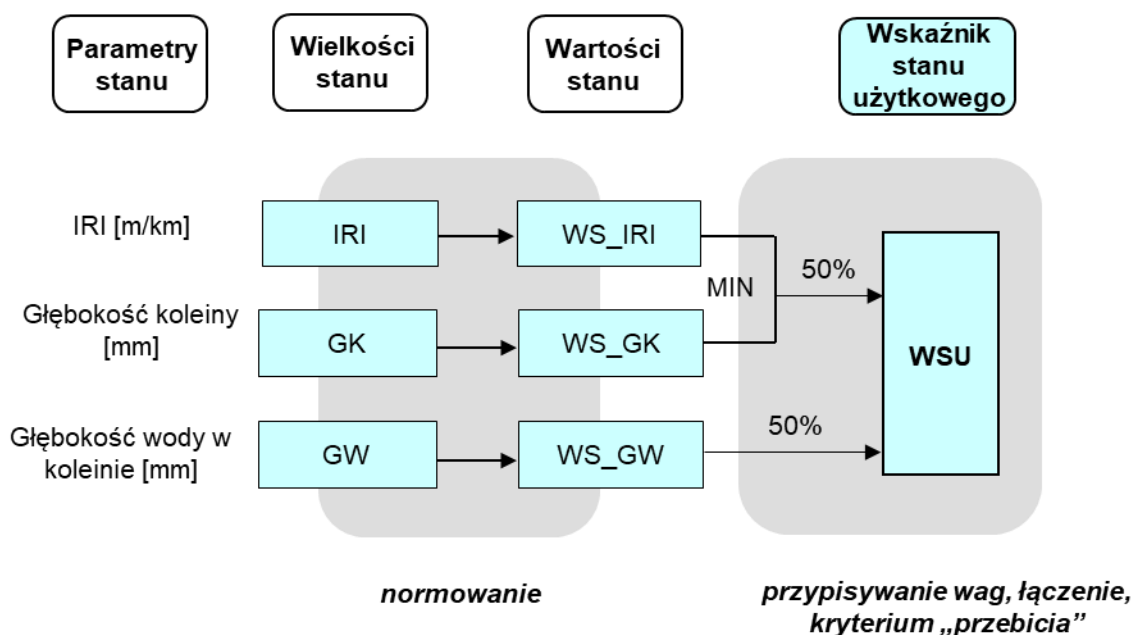
### 4.2.1 Wariant minimalny

Wskaźników zespolonych nie wyznacza się.

### 4.2.2 Wariant podstawowy

**Wskaźnik stanu użytkowego** obliczany jest następująco:

$$WSU^* = 0,5 \cdot \min(WS_{IRI}, WS_{GK}) + 0,5 \cdot WS_{GW}$$



Rysunek 20: Schemat wyznaczenia wskaźników zespolonych w wariantcie podstawowym

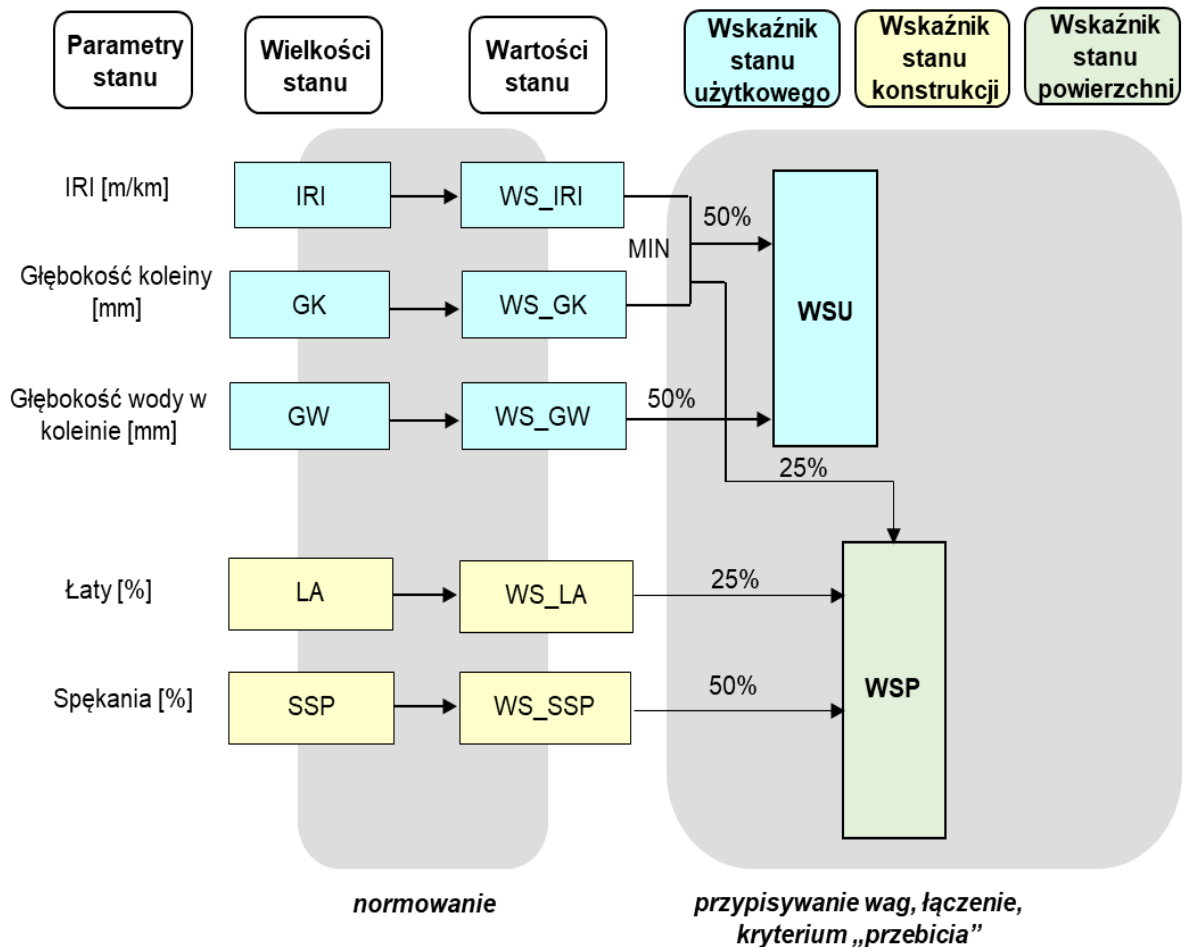
### 4.2.3 Wariant zalecany

**Wskaźnik stanu użytkowego** obliczany jest następująco:

$$WSU^* = 0,5 \cdot \min(WS_{IRI}, WS_{GK}) + 0,5 \cdot WS_{GW}$$

**Wskaźnik stanu konstrukcji** (dla nawierzchni bitumicznych) obliczany jest następująco:

$$WSP^* = 0,5 \cdot WS_{SSP} + 0,25 \cdot WS_{LA} + 0,25 \cdot \min(WS_{GK}, WS_{IRI})$$



Rysunek 21: Schemat wyznaczania wskaźników zespolonych w wariantie zalecany

### 4.2.4 Wariant optymalny

**Wskaźnik stanu użytkowego** obliczany jest następująco:

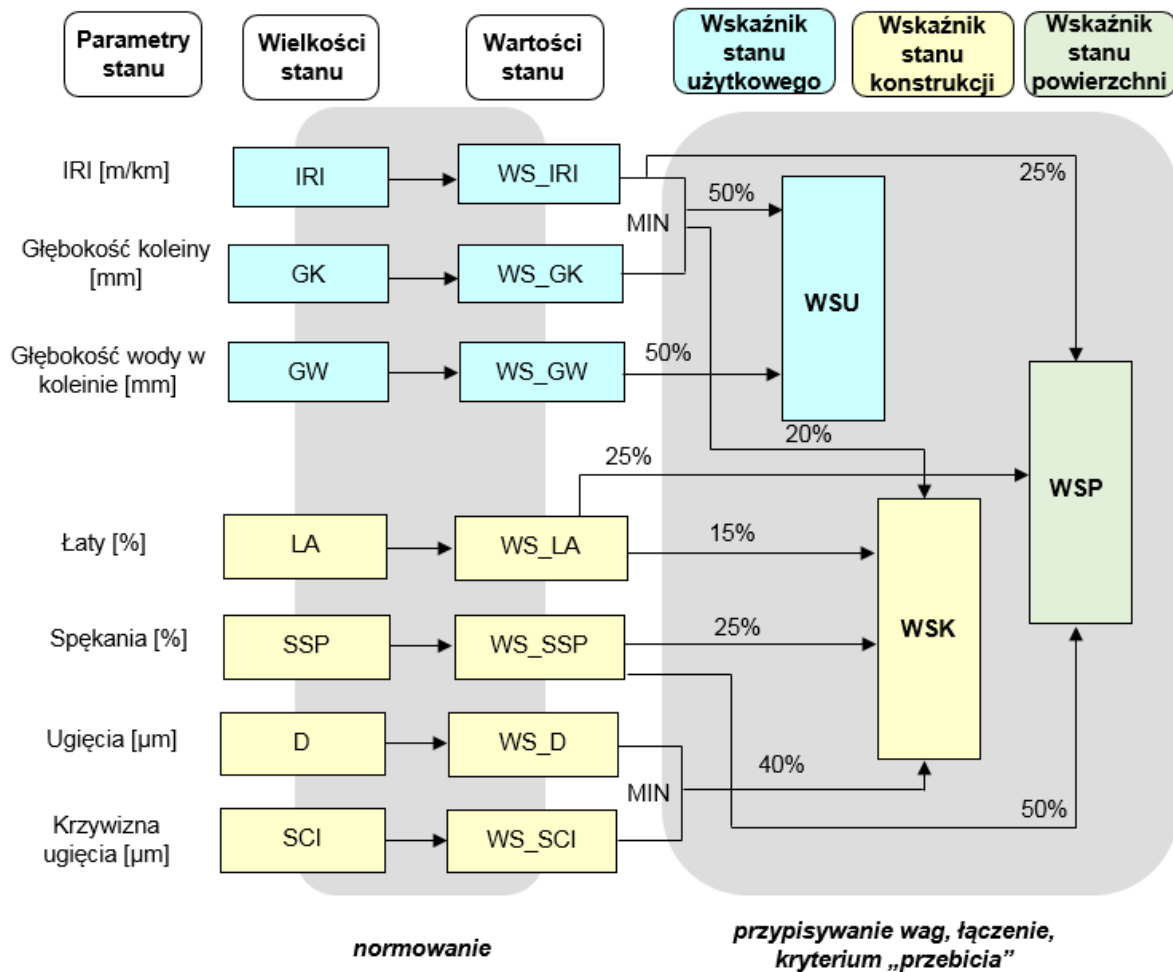
$$WSU^* = 0,5 \cdot \min(WS_{IRI}, WS_{GK}) + 0,5 \cdot WS_{GW}$$

**Wskaźnik stanu konstrukcji** obliczany jest następująco:

$$WSK^* = 0,25 \cdot WS_{SSP} + 0,15 \cdot WS_{LA} + 0,4 \cdot \min(WS_D, WS_{SCI}) + 0,2 \cdot \min(WS_{GK}, WS_{IRI})$$

**Wskaźnik stanu powierzchni** obliczany jest następująco:

$$WSP^* = 0,25 \cdot \min(W_{S_{IRI}}, W_{S_{GK}}) + 0,5 \cdot W_{S_{SSP}} + 0,25 \cdot W_{S_{LA}}$$



Rysunek 22: Schemat wyznaczania wskaźników zespolonych w wariantcie optymalnym

#### 4.2.5 Wariant optymalny uzupełniony o badanie właściwości przeciwpoślizgowych

**Wskaźnik stanu użytkowego** obliczany jest następująco:

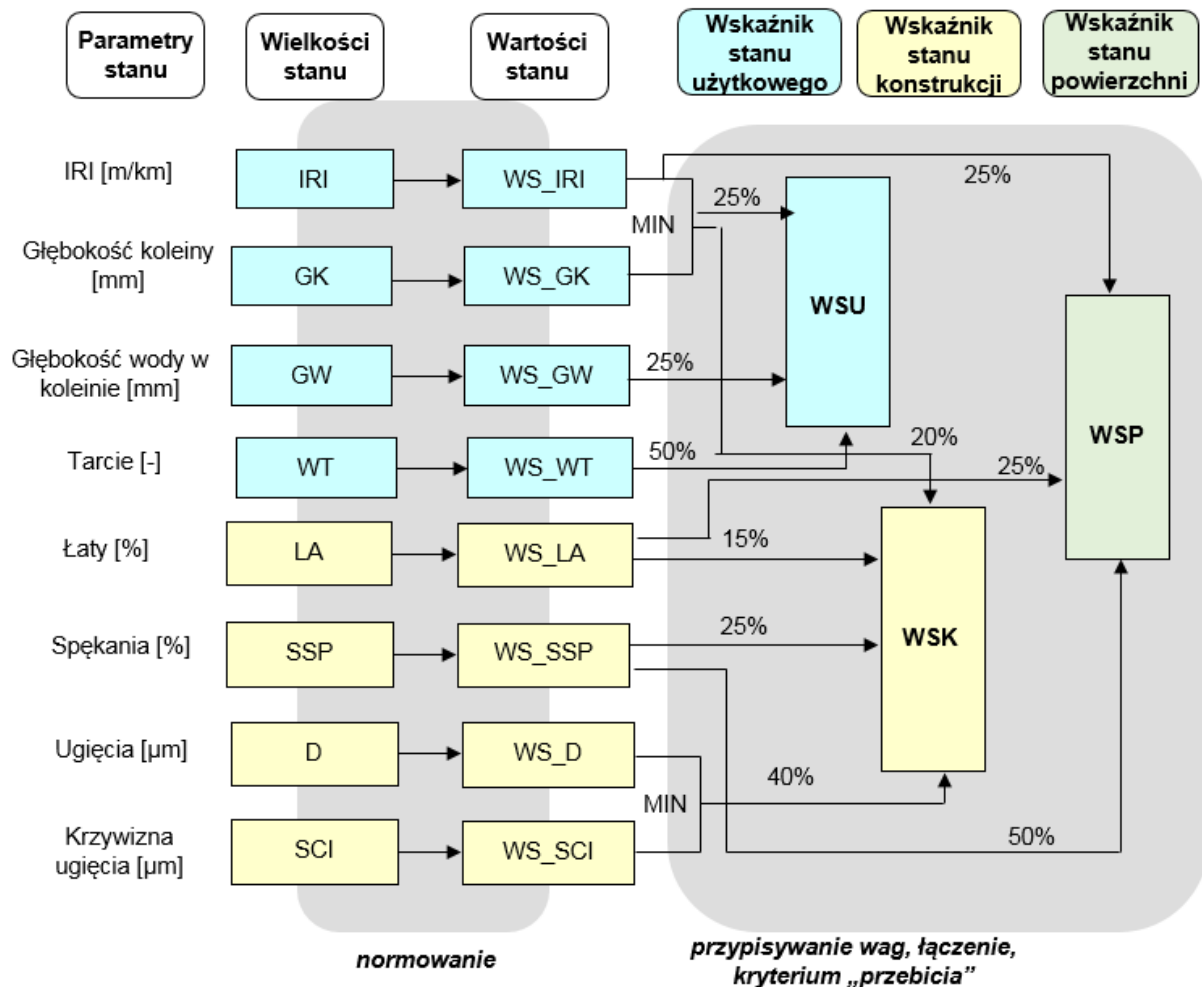
$$WSU^* = 0,25 \cdot \min(W_{S_{IRI}}, W_{S_{GK}}) + 0,25 \cdot W_{S_{GW}} + 0,5 \cdot W_{S_{WT}}$$

**Wskaźnik stanu konstrukcji** obliczany jest następująco:

$$WSK^* = 0,25 \cdot W_{S_{SSP}} + 0,15 \cdot W_{S_{LA}} + 0,4 \cdot \min(W_{S_D}, W_{S_{SCI}}) + 0,2 \cdot \min(W_{S_{GK}}, W_{S_{IRI}})$$

**Wskaźnik stanu powierzchni** obliczany jest następująco:

$$WSP^* = 0,25 \cdot \min(W_{S_{IRI}}, W_{S_{GK}}) + 0,5 \cdot W_{S_{SSP}} + 0,25 \cdot W_{S_{LA}}$$



Rysunek 23: Schemat wyznaczania wskaźników zespolonych w wariacie optymalnym uzupełnionym o badanie właściwości przeciwpoślizgowych

### 4.3 Wskaźnik oceny ogólnej

Jeżeli został wyznaczony wskaźnik stanu konstrukcji (WSK), wtedy wskaźnik oceny ogólnej wyznacza się na podstawie wzoru:

$$WOG = \min(WSU, WSK)$$

W przeciwnym przypadku, gdy wyznaczony został jedynie wskaźnik stanu powierzchni (WSP), do wyznaczenia wskaźnika oceny ogólnej stosuje się zależność:

$$WOG = \min(WSU, WSP)$$

Jeśli wyznaczono tylko wartość wskaźnika stanu powierzchni, to wskaźnik oceny ogólnej przyjmuje wartości wskaźnika stanu powierzchni.

W pozostałych przypadkach nie wyznacza się wskaźnika oceny ogólnej.

#### 4.4 Wskaźnik potrzeb

Wskaźnik potrzeb remontowych (WP) określa zakres potrzeb remontowych dla danego odcinka diagnostycznego. Wskaźnik potrzeb remontowych przyjmuje wartości z przedziału [0; 100], przy czym 0 oznacza brak potrzeb remontowych, a 100 oznacza maksymalne zapotrzebowanie na remont odcinka diagnostycznego.

Wskaźnik potrzeb remontowych obliczany według następującej zależności:

$$WP = (C_{WSU} * (5 - WSU) + C_{WSK} * (5 - WSK)) / 4$$

gdzie  $C_{WSU}$  i  $C_{WSK}$  są wagami odpowiednio dla wskaźnika stanu użytkowego i konstrukcji ( $C_{WSU} + C_{WSK} = 100$ ). Do obliczeń należy przyjmować:  $C_{WSU} = 20$  i  $C_{WSK} = 80$ .

#### 4.5 Postępowanie przy danych nieważnych

Dla wielkości stanu, dla których dane zostały oznaczone jako nieważne i zakodowane są w danych wynikowych w postaci flag ważności danych, wartości stanu przyjmują odpowiednią flagę ważności danej wielkości stanu.

Jeżeli przynajmniej jedna wartość parametru stanu wykorzystywana do wyliczenia wskaźnika zespolonego oznaczona jest przy pomocy flagi ważności, to w takim przypadku dla danego odcinka diagnostycznego wartość wskaźnika zespolonego przyjmuje wartość odpowiadającą najniższej wartości flagi ważności danych.



## 5 Analiza statystyczna

Opisane w Wytycznych analizy statystyczne wykonuje się w odniesieniu do wielkości i wartości parametrów stanu oraz wartości wskaźników zespolonych, zapisanych w plikach wynikowych.

Analizy statystyczne mają na celu przedstawienie wyników kampanii diagnostycznej w skali całej ocenianej sieci lub poszczególnych podsieci, np. dla rejonów dróg. Dzięki temu otrzymuje się możliwość uzyskania szybkiej i kompleksowej informacji na temat stanu technicznego nawierzchni objętej badaniami w ramach diagnostyki stanu nawierzchni.

### 5.1 Wskaźniki statystyczne

Przedmiotem analiz statystycznych są wielkości i wartości stanu oraz wartości wskaźników zespolonych dla tych odcinków diagnostycznych, dla których było możliwe obliczenie wielkości, względnie wartości. Pomijane są te odcinki diagnostyczne, dla których nie dokonano pomiarów lub wykonano pomiary, ale wskutek niespełnienia określonych wymagań jakościowych lub innych niezbędnych warunków nie było możliwe wyznaczenie poprawnych wielkości i/lub wartości parametrów stanu oraz wartości wskaźników zespolonych.

Wielkości i wartości stanu oraz wartości wskaźników zespolonych poddawane analizom statystycznym są pobierane z pliku wynikowego. Analizę statystyczną wykonuje się oddzielnie dla poszczególnych jednostek organizacyjnych (na przykład rejonów dróg) oraz dla całej sieci dróg wojewódzkich w danym zarządzie.

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

- międzynarodowy wskaźnik równości (IRI),
- głębokość kolein (GK),
- teoretyczna głębokość wody (GW),
- współczynnik tarcia (WT),
- spękania (SSP),
- łąty (LA),
- uszkodzenia krawędzi (UK),
- ugięcie maksymalne (D),
- wskaźnik krzywizny ugięcia (SCI),
- grubość zastępcza wzmocnienia (HZ),

dla następujących **wartości** parametrów stanu:

- międzynarodowy wskaźnik równości (WS\_IRI),
- głębokość kolein (WS\_GK),
- teoretyczna głębokość wody (WS\_GW),
- współczynnik tarcia (WS\_WT),
- spękania (WS\_SSP),
- łąty (WS\_LA),

- ugięcie maksymalne (WS\_D),
- wskaźnik krzywizny ugięcia (WS\_SCI),
- grubość zastępcza wzmocnienia (WS\_HZ),

oraz dla następujących wartości **wskaźników zespolonych**:

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

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

W ramach standardowej analizy realizowanej podczas każdej kampanii diagnostycznej, dla wymienionych powyżej wielkości i wartości parametrów stanu oraz wartości wskaźników zespolonych, są obliczane następujące wskaźniki statystyczne:

- **Wartość średnia** – średnia ważona wielkości lub wartości danego parametru. Jako wagę przyjmuje się długość odpowiednich odcinków diagnostycznych. Wynik jest podawany w jednostce właściwej wielkości danego parametru stanu (dla średniej wielkości stanu) lub na skali 1-5 (dla średniej wartości stanu).
- **Odchylenie standardowe** – odchylenie standardowe ważone. Jako wagę przyjmuje się długość odpowiednich odcinków diagnostycznych. Podawane jest w jednostce właściwej danej wielkości stanu (dla odchylenia wielkości stanu) lub na skali 1-5 (dla odchylenia wartości stanu).
- **Minimum i maksimum** – największa i najmniejsza poprawna wielkość/wartość obliczona w skali analizowanej sieci. Podawane są w jednostce właściwej danej wielkości stanu (dla min/max wielkości stanu) lub na skali 1-5 (dla min/max wartości stanu).
- **Kwantyle 5%, 15%, 50%, 85%, 95%** - wielkości/wartości stanu, dla których odpowiedni odsetek (tj. 5%, 15% itd.) długości sieci otrzymał wielkości/wartości mniejsze lub równe tej wielkości/wartości. Podawane są w jednostce właściwej danej wielkości stanu (dla kwantyli wielkości stanu) lub na skali 1-5 (dla kwantyli wartości stanu). Przy obliczaniu kwantyli jest także uwzględniane ważenie długościami odcinków.
- **Rozkład częstości klas stanu A (B, C, D)** – stosunek sumy długości odcinków diagnostycznych zakwalifikowanych do klasy A (B, C, D) – stan dobry (zadowolający, niezadowolający, zły) w stosunku do sumy długości wszystkich ocenionych odcinków diagnostycznych sieci. Inaczej: odsetek klas stanu, podawany w %.
- **Długość sieci** – suma długości odcinków diagnostycznych, dla których została obliczona wielkość lub wartość parametru stanu. 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.

- **Liczba odcinków diagnostycznych** – liczba ocenionych odcinków diagnostycznych, dla których mogła zostać obliczona wielkość lub wartość parametru stanu. Ustalona analogicznie jak długość oceniana.

W przypadku zastosowania wariantu minimalnego nie wyznacza się wskaźników statystycznych.

## **5.2 Dokumentacja wyników analiz statystycznych**

Wskaźniki statystyczne, wyszczególnione w Rozdziale 5.1, są dokumentowane w tabelach ze wskaźnikami statystycznymi (patrz Rozdział 5.2.1). Wartości średnie oraz rozkład częstości klas stanu są ponadto przedstawiane graficznie na wykresach słupkowych (patrz Rozdziały 5.2.2 oraz 5.2.3).

### **5.2.1 Tabela ze wskaźnikami statystycznymi**

Tabela ze wskaźnikami statystycznymi przedstawia wszystkie wskaźniki statystyczne, obliczone dla poszczególnych jednostek administracyjnych dla danej kampanii diagnostycznej.

Na rysunku 24 pokazano przykład tabeli ze wskaźnikami statystycznymi.

| Parametr | Oceniona        |                    | Jedn. | Wartość<br>średnia | Odch.<br>stand. | Wielkości stanu |       |       |       |       |       |       |
|----------|-----------------|--------------------|-------|--------------------|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          | długość<br>[km] | liczba<br>odcinków |       |                    |                 | Kwantyle        |       |       |       |       |       |       |
|          |                 |                    |       |                    |                 | min             | 5%    | 15%   | 50%   | 85%   | 95%   | max   |
| IRI      | 1234,065        | 14567              | -     | 2,30               | 0,46            | 0,01            | 1,05  | 1,98  | 2,30  | 3,40  | 4,70  | 8,70  |
| GK       | 1234,065        | 14567              | mm    | 13,0               | 2,6             | 0,0             | 0,0   | 3,0   | 13,0  | 30,0  | 35,0  | 50,0  |
| GW       | 1234,065        | 14567              | mm    | 5,0                | 1,0             | 0,0             | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 5,0   | 15,0  | 20,0  |
| WT       | 1234,065        | 14567              | -     | 0,450              | 0,090           | 0,120           | 0,150 | 0,340 | 0,450 | 0,460 | 0,470 | 0,600 |
| SSP      | 1000,001        | 12345              | %     | 12,1               | 2,4             | 0,0             | 0,0   | 1,1   | 12,1  | 36,0  | 45,0  | 100,0 |
| LA       | 1000,001        | 12345              | %     | 30,0               | 6,0             | 0,0             | 0,0   | 12,0  | 30,0  | 50,0  | 56,0  | 100,0 |
| D        | 1234,065        | 14567              | µm    | 180,0              | 36,0            | 100,0           | 120,0 | 160,0 | 180,0 | 400,0 | 700,0 | 823,0 |
| SCI      | 1234,065        | 14567              | µm    | 145,0              | 29,0            | 35,0            | 56,0  | 70,0  | 145,0 | 204,0 | 256,0 | 398,0 |
| HZ       | 1234,065        | 14567              | mm    | 132,0              | 6,0             | 0,0             | 44,0  | 1,1   | 30,0  | 190,0 | 220,0 | 336,0 |

| Parametr | Oceniona        |                    | Jedn. | Wartość<br>średnia | Odch.<br>stand. | Wartości stanu |      |      |      |      |      |      |
|----------|-----------------|--------------------|-------|--------------------|-----------------|----------------|------|------|------|------|------|------|
|          | długość<br>[km] | liczba<br>odcinków |       |                    |                 | Kwantyle       |      |      |      |      |      |      |
|          |                 |                    |       |                    |                 | min            | 5%   | 15%  | 50%  | 85%  | 95%  | max  |
| IRI      | 1234,065        | 14567              | 1-5   | 2,14               | 1,48            | 0,00           | 1,09 | 1,73 | 2,18 | 3,29 | 4,29 | 5,00 |
| GK       | 1234,065        | 14567              | 1-5   | 4,96               | 1,17            | 0,00           | 1,25 | 1,61 | 2,28 | 3,27 | 4,26 | 5,00 |
| GW       | 1234,065        | 14567              | 1-5   | 2,52               | 1,14            | 0,00           | 1,23 | 1,65 | 2,25 | 3,03 | 4,24 | 5,00 |
| WT       | 1234,065        | 14567              | 1-5   | 2,83               | 1,49            | 0,00           | 1,21 | 1,76 | 2,10 | 3,23 | 4,29 | 5,00 |
| SSP      | 1000,001        | 12345              | 1-5   | 3,28               | 1,06            | 0,00           | 1,27 | 1,73 | 2,23 | 3,28 | 4,20 | 5,00 |
| LA       | 1000,001        | 12345              | 1-5   | 4,68               | 1,03            | 0,00           | 1,03 | 1,75 | 2,01 | 3,23 | 4,14 | 5,00 |
| D        | 1234,065        | 14567              | 1-5   | 4,08               | 1,05            | 0,00           | 1,13 | 1,67 | 2,14 | 3,03 | 4,14 | 5,00 |
| SCI      | 1234,065        | 14567              | 1-5   | 1,58               | 1,44            | 0,00           | 1,17 | 1,66 | 2,17 | 3,24 | 4,25 | 5,00 |
| HZ       | 1234,065        | 14567              | 1-5   | 1,32               | 1,24            | 0,00           | 1,11 | 1,23 | 2,14 | 3,18 | 4,18 | 5,00 |
| WSU      | 1234,065        | 14567              | 1-5   | 4,13               | 1,04            | 0,00           | 1,27 | 1,66 | 2,05 | 3,10 | 4,06 | 5,00 |
| WSK      | 1234,065        | 14567              | 1-5   | 4,88               | 1,34            | 0,00           | 1,14 | 1,55 | 2,14 | 3,08 | 4,27 | 5,00 |
| WSP      | 1234,065        | 14567              | 1-5   | 3,44               | 1,01            | 0,00           | 1,15 | 1,67 | 2,16 | 3,17 | 4,27 | 5,00 |
| WOG      | 1234,065        | 14567              | 1-5   | 1,19               | 1,36            | 0,00           | 1,15 | 1,65 | 2,06 | 3,11 | 4,24 | 5,00 |

| Parametr | Długość oceniona [km] | Rozkład częstości |         |         |         |
|----------|-----------------------|-------------------|---------|---------|---------|
|          |                       | Klasa A           | Klasa B | Klasa C | Klasa D |
| IRI      | 1234,065              | 86,54%            | 4,49%   | 1,79%   | 7,18%   |
| GK       | 1234,065              | 76,45%            | 7,85%   | 3,14%   | 12,56%  |
| GW       | 1234,065              | 67,87%            | 10,71%  | 4,28%   | 17,14%  |
| WT       | 1234,065              | 95,32%            | 1,56%   | 0,62%   | 2,50%   |
| SSP      | 1000,001              | 87,23%            | 4,26%   | 1,70%   | 6,81%   |
| LA       | 1000,001              | 45,21%            | 18,26%  | 7,31%   | 29,22%  |
| D        | 1234,065              | 87,32%            | 4,23%   | 1,69%   | 6,76%   |
| SCI      | 1234,065              | 87,55%            | 4,15%   | 1,66%   | 6,64%   |
| HZ       | 1234,065              | 87,45%            | 4,01%   | 1,23%   | 6,24%   |
| WSU      | 1234,065              | 87,36%            | 4,21%   | 1,69%   | 6,74%   |
| WSK      | 1234,065              | 78,63%            | 7,12%   | 2,85%   | 11,40%  |
| WSP      | 1234,065              | 65,87%            | 11,38%  | 4,55%   | 18,20%  |
| WOG      | 1234,065              | 67,50%            | 10,83%  | 4,33%   | 17,33%  |

Rysunek 24: Przykład tabeli ze wskaźnikami statystycznymi (dane fikcyjne)

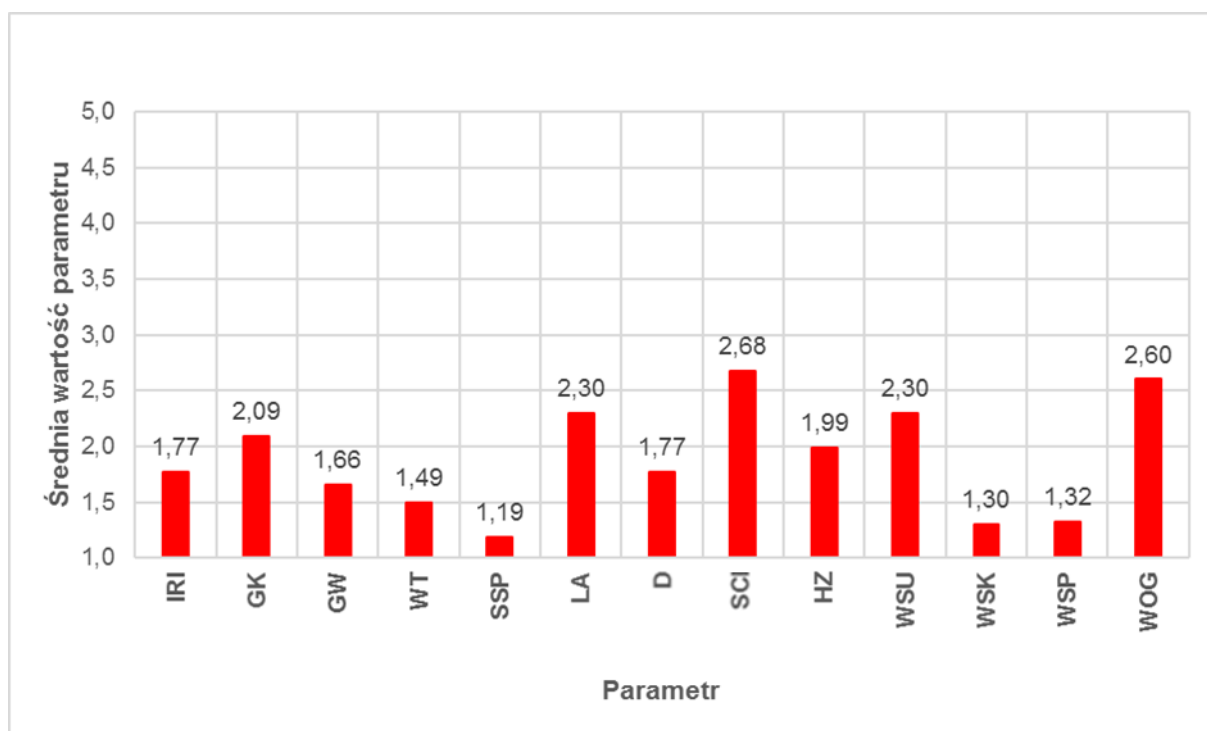
## 5.2.2 Wykres słupkowy średnich wartości parametrów stanu

Wykres słupkowy przedstawia średnie wartości poszczególnych parametrów stanu. Wysokość słupka reprezentuje wartość średnią danego parametru stanu. Kolejność parametrów stanu odpowiada ich zestawieniu w Rozdziale 5.1.

Wykres słupkowy średnich wartości parametrów stanu posiada oś pionową z lewej strony wykresu, na której odłożona jest skala ocen od 1 do 5 i ze skokiem co 0,5.

Słupki są rysowane w kolorze czerwonym (RGB="FF0000"). Nad słupkami są naniesione wartości średnie dla wartości każdego parametru.

Na rysunku 25 pokazano przykład wykresu słupkowego średnich.



Rysunek 25: Przykład wykresu słupkowego ze średnimi wartościami parametru stanu (dane fikcyjne)

## 5.2.3 Wykres słupkowy z rozkładem częstości

Wykres słupkowy rozkładów na klasy przedstawia procentowy rozkład na klasy stanu „A”–„D” dla poszczególnych parametrów.

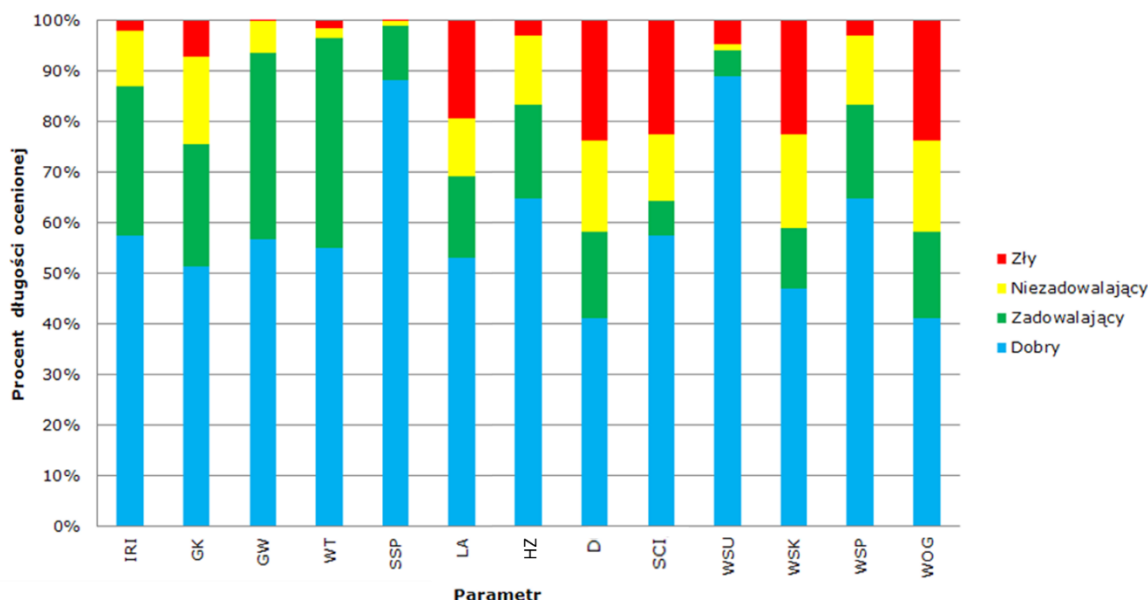
Kolejne słupki narysowane są dla wartości stanu w kolejności jak w Rozdziale 5.1. Rozkład częstości klas należy ilustrować przy wykorzystaniu kolorów:

| Klasa stanu                    | Kolor (R,G,B)                      | Kolor HEX |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Klasa A (stan dobry)           | kolor niebieski<br>(RGB=0,176,240) | "00B0F0"  |
| Klasa B (stan zadowalający)    | kolor zielony<br>(RGB=0,176,80)    | "00B050"  |
| Klasa C (stan niezadowalający) | kolor żółty<br>(RGB=255,255,0)     | "FFFF00"  |
| Klasa D (stan zły)             | kolor czerwony<br>(RGB= 255,0,0)   | "FF0000"  |

Rysunek 26: Rozkład częstości klas - kolory

Klasę D należy umieścić u góry słupka.

Na rysunku 27 pokazano przykład wykresu słupkowego rozkładów na klasy stanu.



Rysunek 27: Przykład wykresu słupkowego z rozkładem częstości klas stanu (dane fikcyjne)

## 5.2.4 Legenda

Każda z powyższych składowych, tzn. tabela ze wskaźnikami statystycznymi, wykresy słupkowe z wartościami średnich oraz wykresy słupkowe z rozkładem częstości, jest prezentowana na jednej stronie dokumentu. Na każdej stronie dokumentu są umieszczone informacje opisowe identyfikujące kampanię diagnostyczną oraz zbiór danych, będących przedmiotem analizy statystycznej:

- **kampania pomiarowa**, np. „Diagnostyka stanu nawierzchni na drogach wojewódzkich 2018”,
- **sieć drogowa**, np. „Województwo wielkopolskie”,
- **zamawiający**, np. „Wielkopolski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Poznaniu”,

- **plik z danymi wynikowymi**, na podstawie którego dokonano analiz statystycznych, np. „WDSN2018\_30\_dane\_wynikowe\_20180511.xml”,
- **data wykonania statystyk**, np. „14-05-2018”.

W zależności od potrzeb informacje opisowe mogą zostać rozszerzone.

### **5.3 Archiwizacja plików z wynikami analiz statystycznych**

Wyniki analizy statystycznej (tabele i wykresy) są dokumentowane w plikach PDF. Jeden plik PDF jest generowany dla danej jednostki administracyjnej. W odrębnym pliku PDF są dokumentowane wyniki dla całej sieci dróg wojewódzkich.

Z uwagi na to, iż pliki z wynikami analiz statystycznych są archiwizowane, ich nazwy powinny jednoznacznie wskazywać na kampanię diagnostyczną oraz na sieć będącą przedmiotem diagnostyki. W nazwie pliku powinny być zawarte następujące informacje:

- rodzaj projektu: „WDSN”,
- rok realizacji identyfikacji: np. „2018”,
- dwuznakowy klucz województwa zgodny z kodem w systemie TERYT (Krajowy Rejestr Urzędowy Podziału Terytorialnego Kraju): np. "28" (województwo warmińsko-mazurskie),
- zawartość dokumentu: „Statystyka”,
- data wygenerowania pliku z analizami statystycznymi.

Przykładowa nazwa pliku z wynikami analiz statystycznych:

|                                     |
|-------------------------------------|
| WDSN2018_28_Statystyka_20180514.pdf |
|-------------------------------------|

## 6 Mapy tematyczne

Wyniki diagnostyki stanu technicznego nawierzchni drogowych są prezentowane na mapach tematycznych. Adresatem tej formy wizualizacji danych o stanie nawierzchni jest przede wszystkim strategiczny szczebel zarządzania eksploatacją dróg.

Mapy tematyczne z wynikami oceny stanu to **mapy stanu**. Pozwalają one na szybką identyfikację fragmentów sieci w określonym stanie.

W praktyce zarządzania eksploatacją dróg jest wykorzystywanych wiele typów map stanu. Wybór typu mapy stanu zależy od konkretnych zastosowań. Najbardziej rozpowszechnionym typem mapy stanu jest **mapa klas stanu** (przykładowa mapa klas stanu przedstawiona jest na rysunku 28). Mapy klas stanu są obowiązkowymi mapami wykonywanymi w ramach WDSN.

Na mapach klas stanu każdy odcinek diagnostyczny przedstawiany jest symbolicznie jako pasek usytuowany wzdłuż osi drogi. Pasek ten jest narysowany w kolorze odpowiadającym klasie stanu. Na jednej mapie wizualizowany jest jeden parametr stanu lub jeden wskaźnik zespolony. Wizualizacji podlegają wszystkie wartości parametrów stanu oraz wskaźniki zespolone wyznaczone w ramach prac analitycznych. Na mapach stanu wizualizuje się także wyniki oceny wizualnej określonej w ramach podprojektu PP-OW.

W celu utworzenia mapy z klasami stanu wymagane są tablica wynikowa oraz model geometrii sieci. Ponadto, w celu ułatwienia przestrzennej orientacji, na mapie stanu są pokazane dodatkowe informacje topograficzne i administracyjne, takie jak granice jednostek administracyjnych, miejscowości, pozostałe drogi, cieki wodne itp.





Rysunek 28: Przykład mapa stanu (dane fikcyjne)

## 6.1 Warstwowa struktura map stanu

Każda mapa stanu składa się z warstw tematycznych. Poszczególne warstwy zawierają informacje określonego typu. Mapa stanu składa się z szeregu warstw, które można pogrupować następująco:

- warstwy z tłem (patrz Rozdział 6.1.1),
- warstwy z siecią drogową (patrz Rozdział 6.1.2),
- warstwy ze stanem (patrz Rozdział 6.1.3).

Ponadto mapy stanu posiadają legendę zawierającą podstawowe informacje o zawartości mapy oraz o kampanii diagnostycznej (patrz Rozdział 6.1.4).

Warstwy ze stanem obrazują symbolicznie odcinki diagnostyczne, tzn. 100-metrowe odcinki pasa drogowego w kolorach uzależnionych od klasy stanu nawierzchni.

Na jednej mapie stanu są prezentowane klasy stanu dla jednego parametru.

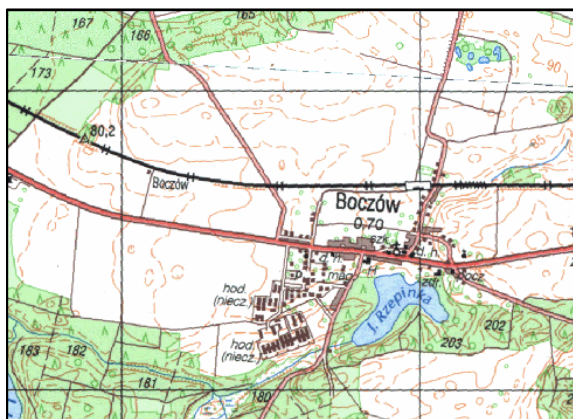
### 6.1.1 Warstwy z tłem

Wytyczne nie narzucają szczególnych wymagań w odniesieniu do warstw z tłem. Odpowiedni dobór tych warstw jest uzależniony od materiałów będących aktualnie w dyspozycji zamawiającego, od wymaganej skali mapy, od potrzeb i oczekiwań konkretnych adresatów map stanu. Jest jednak istotne, aby podkłady map stanu były pokazane w kolorach neutralnych po to, aby nie rozpraszały odbiorcy i pozwalały skoncentrować jego uwagę na podstawowej informacji przekazywanej przez mapę stanu, czyli wynikach diagnostyki stanu.

Zaleca się, aby zestaw warstw z tłem obejmował:

- warstwy z obszarami zabudowanymi,
- warstwy z nazwami większych miejscowości,
- warstwy z granicami państwa, granicami województw oraz rejonów, powiatów, gmin,
- warstwy z najważniejszymi ciekami wodnymi,
- warstwy z siecią dróg, niebędących przedmiotem diagnostyki, np. w przypadku diagnostyki na sieci dróg wojewódzkich są to sieci dróg krajowych, ewentualnie powiatowych i gminnych,
- warstwy z siatką geograficzną (południki i równoleżniki) względnie z alternatywnymi lub uzupełniającymi siatkami geograficznymi.

Dopuszczalne jest ponadto wykorzystywanie jako warstwy z tłem podkładów geograficznych w postaci map topograficznych lub zdjęć lotniczych (patrz rysunek 29). W takiej sytuacji wszystkie powyższe warstwy są z reguły zagregowane do jednej warstwy rastrowej.



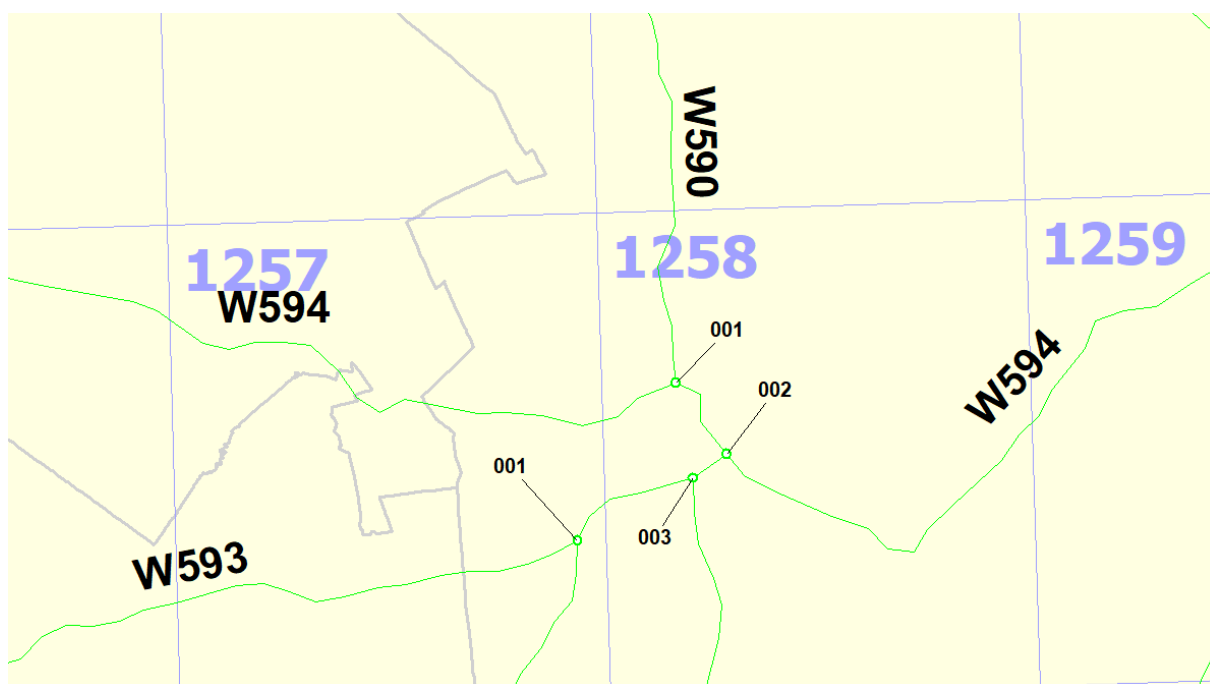
Rysunek 29: Przykłady warstw z tłem dla mapy stanu (mapa topograficzna oraz zdjęcia lotnicze)

### 6.1.2 Warstwy z siecią drogową (system referencyjny)

Mapa stanu ma między innymi umożliwić przybliżoną lokalizację zdarzeń drogowych, w szczególności zaś określić położenie sieciowe poszczególnych odcinków diagnostycznych. W związku z tym warstwy opisujące system referencyjny muszą zawierać następujące informacje:

- **odcinki międzywęzłowe**, rysowane jako linia łamana, zgodnie z geometrią zakodowaną w danych podstawowych. Kolor linii łamanej odpowiada kategorii drogi (drogi wojewódzkie – kolor zielony),
- **punkty węzłowe**, rysowane jako koła linią koloru, który odpowiada kategorii drogi (drogi wojewódzkie – kolor zielony),
- **numery punktów węzłowych**, opisywane czcionką koloru czarnego i połączone z punktami węzłowymi cienkimi liniami odniesienia koloru czarnego,
- **numery dróg**, opisane nad osią drogi czcionką koloru czarnego.

Na rysunku 30 pokazano fragment systemu referencyjnego, stanowiącego podstawę mapy stanu.



Rysunek 30: Fragment systemu referencyjnego dla mapy stanu.

Przy tworzeniu warstw z systemem referencyjnym należy mieć na uwadze ich czytelność i estetykę. W szczególności należy stosować konsekwentnie te same konwencje opisywania elementów systemu referencyjnego, tzn. numery dróg i kody punktów węzłowych. Żaden z opisów nie powinien kolidować z innym opisem elementu systemu referencyjnego oraz (w miarę możliwości) z istotnymi opisami tła, np. nazw miast.

Wszystkie punkty węzłowe muszą zostać opisane poprzez ich numery. Wyjątek stanowią mapy w małej skali (mniejszej niż 1 : 200.000). Na takich mapach, aby zwiększyć ich czytelność, nie są pokazywane numery punktów węzłowych.

Numery dróg nie muszą być umieszczane nad każdym odcinkiem międzywęzłowym. Ich rozmieszczenie powinno dawać możliwość jednoznacznego przypisania danego odcinka międzywęzłowego do drogi.

Wszystkie niezbędne informacje wymagane do wygenerowania warstw składających się na system referencyjny są zawarte w danych podstawowych opisanych w Wytycznych, Dział 13.

### 6.1.3 Warstwy z klasami stanu

Informacje o stanie nawierzchni są prezentowane symbolicznie na mapach stanu jako prostokąty odpowiadające poszczególnym odcinkom diagnostycznym, usytuowane wzdłuż osi drogi. Kolory prostokątów są zależne od klasy stanu odcinka. Poniżej są podane zasady określania położenia (Rozdział 6.1.3.1) oraz kolorów prostokątów (Rozdział 6.1.3.2).

#### 6.1.3.1 Geometria prostokątów odpowiadających odcinkom diagnostycznym na mapie stanu

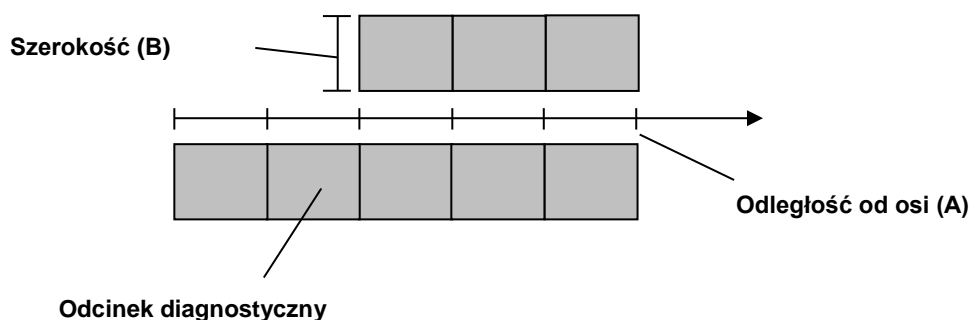
Jeden odcinek diagnostyczny, tzn. odcinek pasa ruchu o długości 100 metrów, jest reprezentowany na mapie stanu jako jeden obiekt graficzny.

Na rysunku 31 pokazano symbolicznie fragment odcinka drogi pomiędzy dwoma punktami węzłowymi. Każdy odcinek diagnostyczny jest reprezentowany przez prostokąt, usytuowany wzdłuż osi drogi. Położenie i wielkość tego prostokąta są określone poprzez następujące 2 parametry:

- odległość od osi (A),
- szerokość (B).

Długość prostokąta odpowiada długości odpowiedniego odcinka diagnostycznego.

Zarówno odległość od osi, jak i szerokość prostokąta są podawane w metrach.



**Rysunek 31: Odcinki diagnostyczne symbolizowane przez prostokąty, usytuowane wzdłuż drogi**

Odległości prostokątów, odpowiadających odcinkom diagnostycznym od osi drogi oraz ich szerokości zależą od skali mapy.

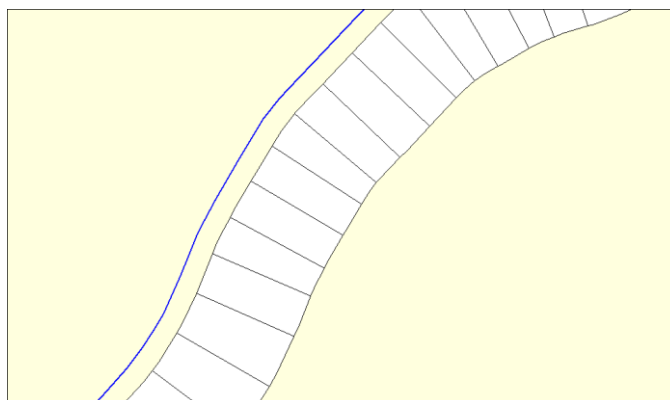
Rysunek 32 przedstawia zestawienie zalecanych wartości parametrów A i B w zależności od skali mapy.

| Skala mapy  | Odległość od osi (A) | Szerokość pasa (B) |
|-------------|----------------------|--------------------|
| 1 : 100.000 | 50 m                 | 200 m              |
| 1 : 200.000 | 80 m                 | 400 m              |
| 1 : 300.000 | 200 m                | 500 m              |

**Rysunek 32: Zalecane parametry położenia i wielkości prostokątów na mapach klas stanu**

Z uwagi na to, iż na mapie stanu oś drogi jest przedstawiona w postaci linii łamanej, odpowiadającej faktycznemu przebiegowi drogi w terenie, konieczne jest odpowiednie przekształcenie prostokąta reprezentującego odcinek diagnostyczny na wielobok (poligon). Transformacje takie są realizowane przez specjalistyczne oprogramowanie generujące mapy stanu.

Na rysunku 33 pokazano fragment drogi z naniesionymi wielobokami odpowiadającymi odcinkom diagnostycznym.



**Rysunek 33: Odcinki diagnostyczne jako wieloboki, usytuowane wzdłuż osi drogi**

### 6.1.3.2 Atrybuty graficzne prostokątów odpowiadających odcinkom diagnostycznym na mapie stanu

Prostokątom odpowiadającym odcinkom diagnostycznym są nadawane atrybuty skojarzone z klasami stanu. Stosuje się jednolity styl wypełnienia oraz przyjmuje następujące kolory:

| Klasa stanu                    | Kolor (R,G,B)                      | Kolor HEX |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Klasa A (stan dobry)           | kolor niebieski<br>(RGB=0,176,240) | "00B0F0"  |
| Klasa B (stan zadowalający)    | kolor zielony<br>(RGB=0,176,80)    | "00B050"  |
| Klasa C (stan niezadowalający) | kolor żółty<br>(RGB=255,255,0)     | "FFFF00"  |

| Klasa stanu  | Kolor (R,G,B)                         | Kolor HEX |
|--|---------------------------------------|-----------|
| Klasa D (stan zły)                                 | kolor czerwony<br>(RGB= 255,0,0)      | "FF0000"  |
| Brak danych o stanie dla wizualizowanego parametru | Kolor jasnoszary<br>(RGB=176,176,176) | "B0B0B0"  |

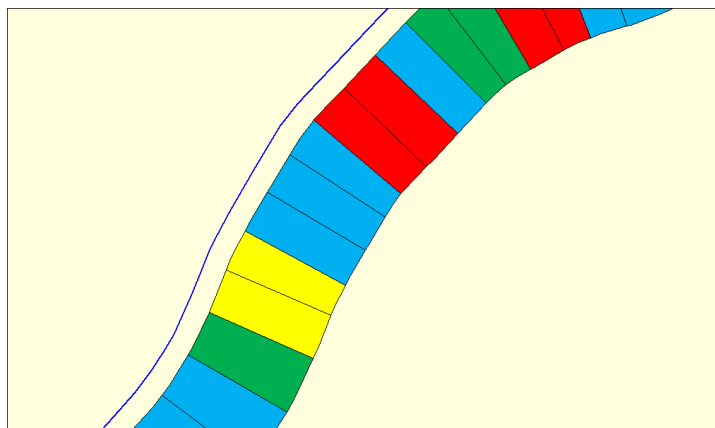
Rysunek 34: Prostokąty odpowiadające odcinkom diagnostycznym – kolory wypełnienia

| Klasa stanu                 | Kolor (R,G,B)                      | Kolor HEX |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------|
| Klasa A (stan dobry)        | kolor niebieski<br>(RGB=0,176,240) | "00B0F0"  |
| Klasa B (stan ostrzegawczy) | kolor zielony<br>(RGB=0,176,80)    | "00B050"  |
| Klasa C (stan zły)          | kolor czerwony<br>(RGB= 255,0,0)   | "FF0000"  |

Rysunek 35: Wariant minimalny

Krawędzie prostokątów są rysowane cienką, ciągłą linią koloru czarnego. Krawędzie prostokątów są rysowane po to, aby móc jednoznacznie odróżnić poszczególne odcinki diagnostyczne. Jest to celowe szczególnie dla map w dużych skalach. Na mapach o skali mniejszej, niż 1 : 150.000 nie zaleca się rysowania krawędzi, ponieważ przy małych skalach relatywna powierzchnia czarnych krawędzi dominuje i pokrywa znaczącą część wypełnienia prostokątów, a tym samym utrudnia optyczną rejestrację kolorów.

Na rysunku 36 pokazano fragment mapy klas stanu dla jednego pasa ruchu.



Rysunek 36: Fragment mapy stanu (prostokąty odpowiadające odcinkom diagnostycznym)

#### 6.1.4 Legenda

Każda mapa stanu posiada legendę, zawierającą podstawowe informacje o kampanii diagnostycznej, podmiotach zaangażowanych w prace diagnostyczne, o wizualizowanych parametrach stanu oraz inne informacje uzupełniające.

Poniżej zestawiono informacje, które powinny być każdorazowo zamieszczone na legendzie mapy stanu:

- **kampania pomiarowa**, np. „Diagnostyka stanu nawierzchni na drogach wojewódzkich 2018”,
- **sieć drogowa**, np. „województwo pomorskie”,
- **parametr stanu**, np. „wskaźnik oceny ogólnej”,
- **skala mapy**, np. 1 : 100.000,
- **zamawiający**, np. „Zarząd Dróg Wojewódzkich w Gdańsku”,
- **plik z danymi wyników**, na podstawie którego opracowano mapę, np. „WDSN2018\_22\_dane\_wynikowe\_20180511.xml”,
- **data wygenerowania mapy**, np. „15-05-2018”.

W zależności od potrzeb, zakres informacji umieszczanych na legendzie może zostać rozszerzony.

## 6.2 Archiwizacja plików z mapami stanu

Mapy stanu są dokumentowane w plikach PDF. Jeden plik PDF jest generowany dla danej jednostki administracyjnej. W odrębnym pliku PDF są dokumentowane wyniki dla całej sieci dróg wojewódzkich. W jednym pliku PDF zapisane są arkusze mapy stanu dla wszystkich ocenianych parametrów. Każdy arkusz zapisywany jest na oddzielnej stronie.

Z uwagi na to, iż pliki z mapami stanu są archiwizowane, ich nazwy powinny jednoznacznie wskazywać na konkretną kampanię diagnostyczną oraz na sieć, będącą przedmiotem diagnostyki. W nazwie pliku powinny być zawarte następujące informacje:

- rodzaj projektu: „WDSN”,
- rok realizacji identyfikacji: np. „2018”,
- dwuznakowy klucz województwa zgodny z kodem w systemie TERYT (Krajowy Rejestr Urzędowy Podziału Terytorialnego Kraju): np. "28" (województwo warmińsko-mazurskie),
- zawartość dokumentu: „MapyStan”,
- data wygenerowania mapy stanu..

Przykładowa nazwa pliku z wynikami analiz statystycznych:

WDSN2018\_28\_MapyStanu\_20180516.PDF

Jeśli zamawiający oczekuje wygenerowania oddzielnych plików dla poszczególnych parametrów stanu, wówczas należy odpowiednio rozszerzyć nazwę pliku o nazwę parametru stanu, na przykład dla wskaźnika oceny ogólnej:

WDSN2018\_28\_MapyStanu\_WOG\_20180515.PDF

## 7 Wizualizacja wyników diagnostyki na profilach liniowych

**Profile liniowe** umożliwiają równoczesną prezentację wielu grup danych drogowych na jednym wykresie i są przeznaczone dla operacyjnego poziomu zarządzania eksploatacją dróg - dostarczają szczegółowych i pogłębionych informacji na temat konkretnych odcinków sieci drogowej.

**Profiłem stanu** określamy profil liniowy wizualizujący wyniki oceny stanu.

Profile stanu pozwalają na zestawienie wyników oceny dla wszystkich istotnych parametrów stanu dla danego ciągu drogi, wraz z informacją o lokalizacji na modelu sieci. Profile stanu dostarczają maksimum informacji na poziomie oceny poszczególnych odcinków diagnostycznych w sposób naturalny i intuicyjny.

W procesie normowania wartości stanu dla różnych parametrów są wyrażane jako wartości w jednolitej skali od 1 (stan najgorszy) do 5 (stan najlepszy) i dzięki temu mogą zostać zaprezentowane na profilach stanu w jednolity sposób. Klasy stanu są pokazywane poprzez skojarzone z tymi klasami kolory.

Profile wykonuje się niezależnie dla każdej drogi, pasa ruchu i kierunku.

Na profilach stanu pokazywane są następujące informacje o lokalizacji na modelu sieci:

- numery dróg, odcinków i punktów węzłowych,
- pikietaż lokalny oraz kilometraż globalny,
- rejony dróg,
- podział administracyjny na województwa, powiaty i gminy.

Na profilach stanu wizualizowane są **wielkości stanu** dla następujących parametrów (w nawiasie podano skróty wykorzystywane do opisu wartości poszczególnych parametrów):

- międzynarodowy wskaźnik równości (IRI),
- głębokość kolein (GK),
- teoretyczna głębokość wody (GW),
- współczynnik tarcia (WT),
- spękania (SSP),
- łąty (LA),
- uszkodzenia krawędzi (UK),
- ugięcie maksymalne (D),
- wskaźnik krzywizny ugięcia (SCI),
- grubość zastępcza wzmocnienia (HZ).

Oraz wartości wskaźników zespolonych:

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



Parametry stanu przedstawione na profilu stanu należy odpowiednio ograniczyć jedynie do tych parametrów, które były identyfikowane w ramach kampanii diagnostycznej.

Wszystkie parametry (zarówno wielkości jak i wskaźniki zespolone) wizualizowane są w postaci wykresów na tle odpowiadającym przyporządkowaniu do odpowiedniej klasy stanu.

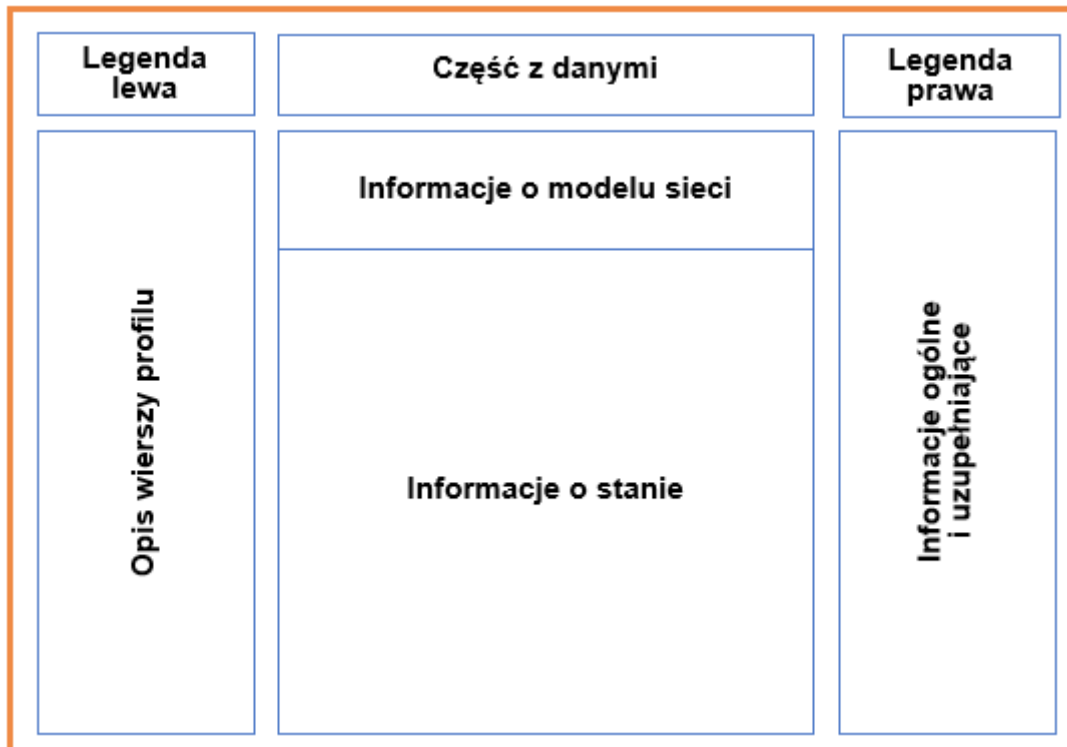
## 7.1 Budowa profilu stanu

Każdy profil stanu posiada ustaloną strukturę oraz jednoznaczną konwencję prezentowania danych. Można w nim wyróżnić trzy zasadnicze elementy (patrz rysunek 37):

- legendę lewą,
- część z danymi,
- legendę prawą.

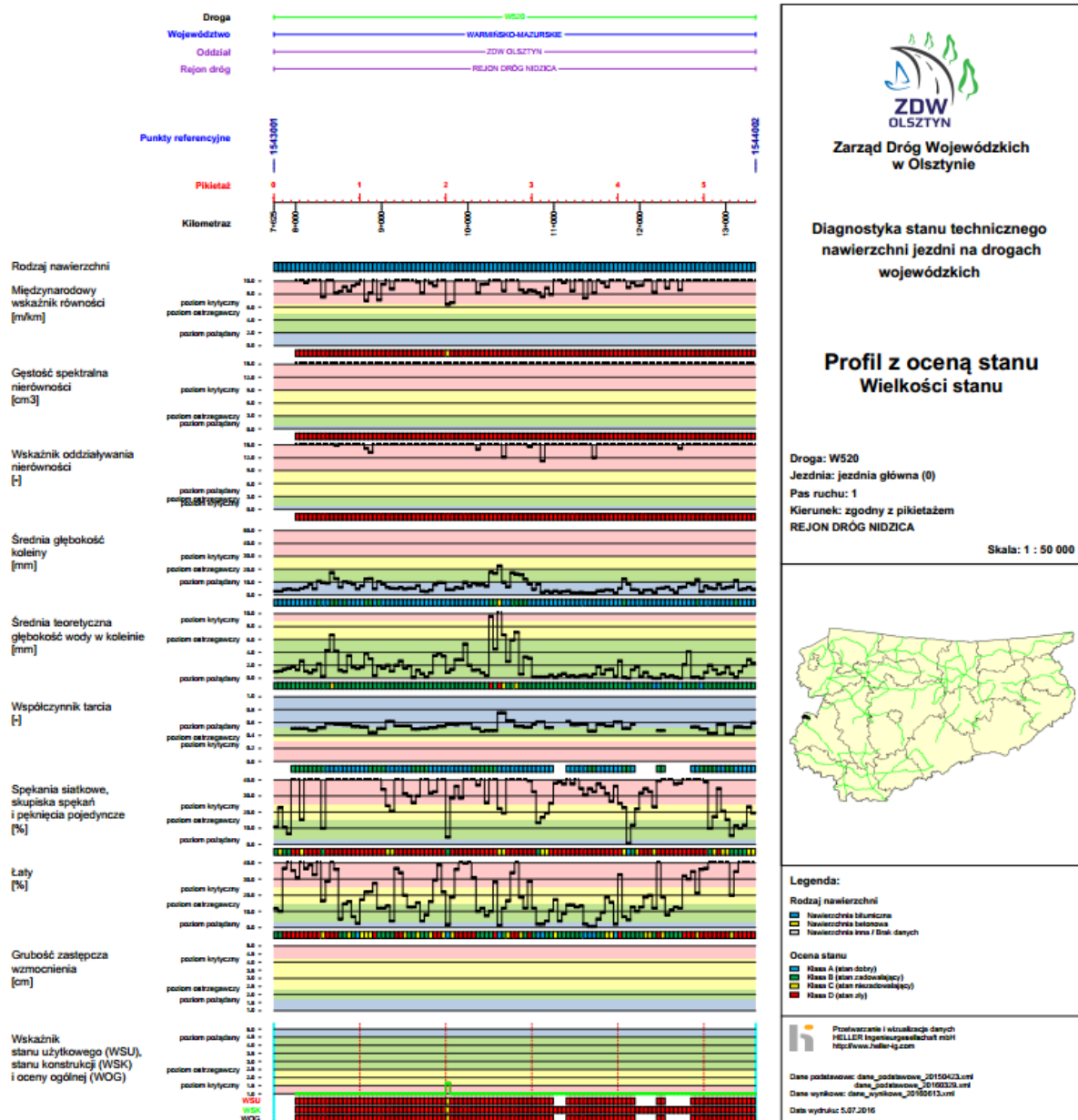
Element profilu stanu z danymi obejmuje przestrzeń z informacjami o modelu sieci oraz z informacjami o stanie. Poszczególne grupy danych, np. wielkości stanu w odniesieniu do parametru: „współczynnik tarcia” umieszczone są w odpowiednich wierszach profilu. Poszczególne elementy składowe profilu zostaną omówione szczegółowo w dalszej części dokumentu.

Na legendzie lewej podane są objaśnienia do poszczególnych wierszy. Na legendzie prawej znajdują się ogólne informacje o danym profilu i informacje uzupełniające.



Rysunek 37: Schematyczna ilustracja układu elementów na profilu stanu.

Na rysunku 38 pokazano przykładowy profil stanu.



Rysunek 38: Przykładowy profil (fragmenty) – ilustracja układu elementów na profilu stanu (dane fikcyjne)

### 7.1.1 Legenda lewa

Legenda lewa zawiera opisy poszczególnych wierszy profilu stanu.

W części prezentującej informacje o stanie, obok opisów wierszy, czyli nazw parametrów, są dla każdego wykresu zaznaczone poziomy: pożądany, ostrzegawczy i krytyczny (patrz Rozdział 7.3) oraz skala dla wartości stanu: od 1 do 5 ze skokiem co 0,5.

### 7.1.2 Legenda prawa

Legenda umieszczona z prawej strony profilu zawiera następujące informacje:

- **kampania pomiarowa**, np. „Diagnostyka stanu nawierzchni na drogach wojewódzkich 2018”,
- **sieć drogowa**, np. „Województwo kujawsko-pomorskie”,
- **numer drogi**, np. „W504”,
- **numer pasa ruchu**, np. „1”,
- **kierunek jazdy**, np. „zgodny z pikietażem”,
- **skala profilu**, np. 1 : 50.000,
- **zamawiający**, np. „Zarząd Dróg Wojewódzkich w Bydgoszczy”,
- **plik z danymi wynikowymi**, na podstawie którego opracowano profile, np. „WDSN2018\_04\_dane\_wynikowe\_20180511.xml”,
- **Data wygenerowania profilu**, np. „15-05-2018”.

Ponadto na legendzie umieszczana jest orientacyjna mapka sieci drogowej województwa wraz z zaznaczonym fragmentem drogi, jaki został przedstawiony na profilu.

Na legendzie umieszcza się także informację o kolorach odpowiadającym poszczególnym klasom stanu oraz rodzajom nawierzchni (patrz Rozdział 7.3).

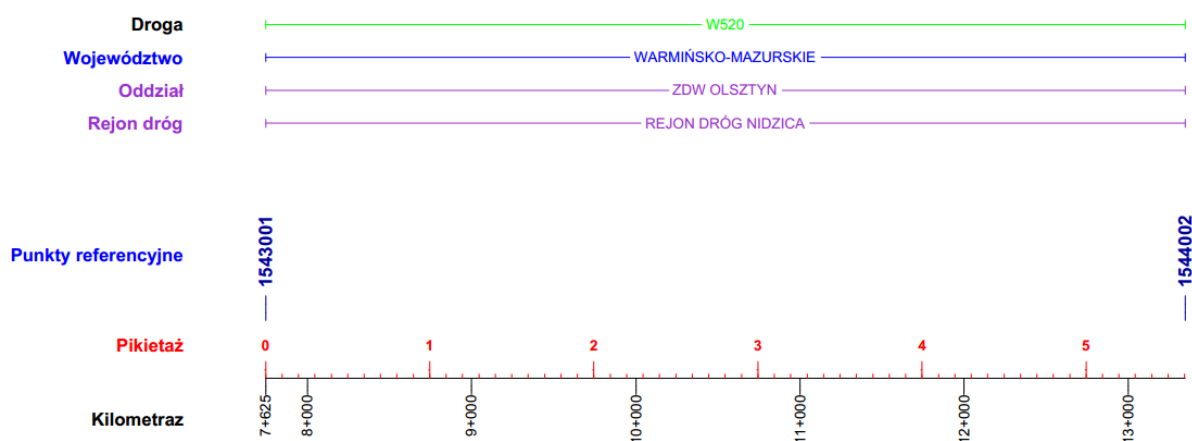
W zależności od potrzeb informacje opisowe mogą zostać rozszerzone.

## 7.2 Prezentacja informacji o modelu sieci

Informacje takie jak:

- numer drogi,
- województwo,
- powiat,
- gmina,
- rejon dróg.

prezentowane są kolejno w formie poziomych linii, których początek i koniec (oznaczone znacznikami) wyznaczają fragment drogi, dla których dana wartość obowiązuje. Na tle tych linii są umieszczone napisy zawierające odpowiednie informacje.



**Rysunek 39: Przykładowy profil (fragment) – prezentacja informacji o modelu sieci (dane fikcyjne)**

Numery punktów węzłowych są naniesione tekstem obróconym do pionu. Gdy kolejne punkty węzłowe położone są zbyt blisko siebie i opisy numerów punktów węzłowych kolidują ze sobą, są one odpowiednio rozsuwane i poprzez linie odniesienia jednoznacznie połączone z miejscami punktów węzłowych.

Poniżej umieszcza się oś, na której u góry odłożony jest pikietaż (liczby pełnych kilometrów oraz kreski co 100 metrów), a u dołu kilometraż globalny (patrz rysunek 39).

## 7.3 Prezentacja informacji o stanie

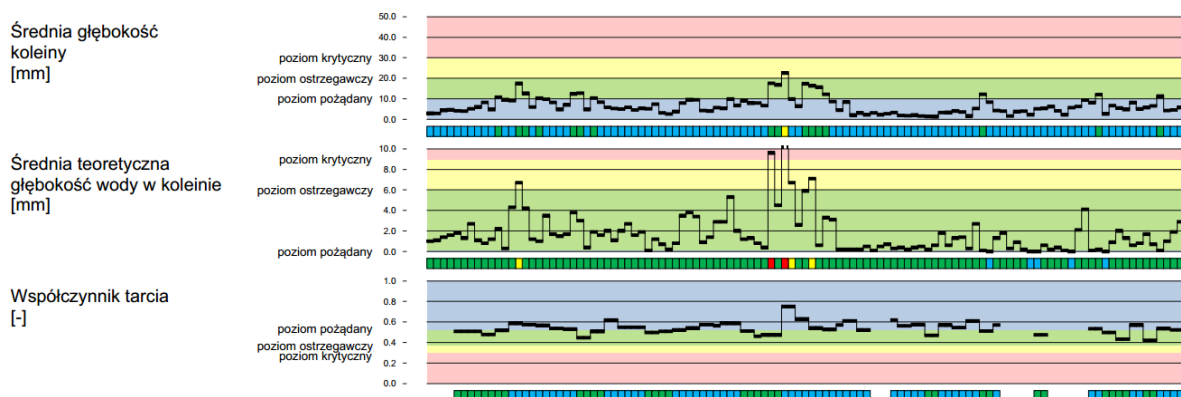
### 7.3.1 Wykres wielkości parametru stanu

Dla każdego parametru jest rysowany wykres wielkości parametru stanu (czarna linia) na tle skali ocen (patrz rysunek 41). Tło wykresu jest pokolorowane kolorami pastelowymi zgodnie z kryteriami oceny:

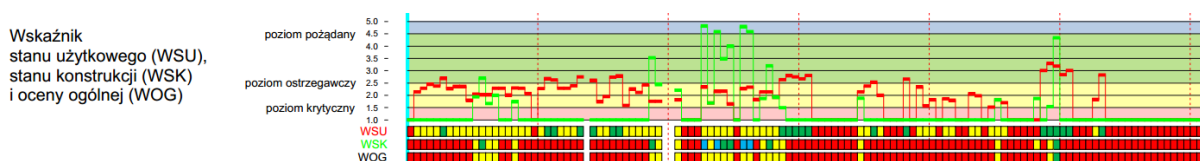
| Klasa stanu                    | Kolor (R,G,B)                           | Kolor HEX |
|--------------------------------|---|-----------|
| Klasa A (stan dobry)           | kolor błękitny (RGB= 184, 204, 228)     | "B8CCE4"  |
| Klasa B (stan zadowalający)    | kolor jasnozielony (RGB= 188, 226, 146) | "BCE292", |
| Klasa C (stan niezadowalający) | kolor żółty (RGB=255,255,167            | "FFFFA7"  |
| Klasa D (stan zły)             | kolor różowy (RGB= 255,201,201)         | "FFC9C9"  |

**Rysunek 40: Kryteria oceny - kolory pastelowe**

Ze względu na specyfikę algorytmu oceny stanu, wskaźniki zespolone: wskaźnik stanu użytkowego (WSU), wskaźnik stanu konstrukcji (WSK) i wskaźnik stanu powierzchni (WSP) mogą być zaprezentowane na jednym wykresie. Rozróżnienie pomiędzy WSU/WSK/WSP następuje poprzez kolor linii wykresu. Wskaźnik oceny ogólnej (WOG), definiowany jako minimum z parametrów zespolonych nie musi być dodatkowo zaznaczany (patrz rysunek 42).



Rysunek 41: Przykładowy profil (fragment) – prezentacja informacji o stanie (dane fikcyjne)



Rysunek 42: Przykładowy profil (fragment) – prezentacja informacji o stanie wskaźników stanu użytkowego, powierzchni oraz oceny ogólnej (dane fikcyjne)

### 7.3.2 Oznaczenie klas stanu

Pod każdym wykresem wartości stanu umieszcza się rząd prostokątów o cienkiej czarnej obwódce wypełnionych kolorami:

| Klasa stanu                    | Kolor (R,G,B)                      | Kolor HEX |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Klasa A (stan dobry)           | kolor niebieski<br>(RGB=0,176,240) | "00B0F0"  |
| Klasa B (stan zadowalający)    | kolor zielony<br>(RGB=0,176,80)    | "00B050"  |
| Klasa C (stan niezadowalający) | kolor żółty<br>(RGB=255,255,0)     | "FFFF00"  |
| Klasa D (stan zły)             | kolor czerwony<br>(RGB= 255,0,0)   | "FF0000"  |

Rysunek 43: Oznaczenie klas stanu – kolory wypełnienia

W przypadku braku danych o stanie dla wizualizowanego parametru nie należy rysować prostokąta.

Wyjątkiem są następujące wskaźniki zespolone: wskaźnik stanu użytkowego (WSU), wskaźnik stanu konstrukcji (WSK), wskaźnik stanu powierzchni (WSP) i wskaźnik oceny ogólnej (WOG). Ponieważ dzielą one jeden wykres, rzędy prostokątów ilustrujących ich klasy stanu rysuje się jeden pod drugim.

#### 7.4 Archiwizacja plików z profilami stanu

Mapy stanu są dokumentowane w plikach PDF. W jednym pliku PDF zapisywany jest profil stanu dla określonej drogi, pasa ruchu i kierunku.

Z uwagi na to, iż pliki z profilami stanu są archiwizowane, ich nazwy powinny jednoznacznie wskazywać na konkretną kampanię diagnostyczną oraz na sieć, będącą przedmiotem diagnostyki. W nazwie pliku powinny być zawarte następujące informacje:

- rodzaj projektu: „WDSN”,
- rok realizacji identyfikacji: np. „2018”,
- dwuznakowy klucz województwa zgodny z kodem w systemie TERYT (Krajowy Rejestr Urzędowy Podziału Terytorialnego Kraju): np. "28" (województwo warmińsko-mazurskie),
- zawartość dokumentu: „ProfilStanu”,
- numer drogi, np.: „W504”,
- numer pasa, np.: „pas1”,
- kierunek względem kierunku narastania pikietażu, np.: „zgodnie” lub „przeciwnie”,
- data wygenerowania profilu.

Przykładowe nazwy plików z wynikami analiz statystycznych:

|   |
|---|
| WDSN2018_28_ProfilStanu_W504_pas1_zgodnie_20180710.PDF    |
| WDSN2018_28_ProfilStanu_W506_pas1_przeciwnie_20180710.PDF |

## 8 Analiza porównawcza wyników diagnostyki

Analizy porównawcze wykonuje się w odniesieniu do wartości parametrów stanu oraz wartości współczynników zespolonych, zapisanych w plikach wynikowych. Analizy mają na celu porównanie wyników kampanii diagnostycznej pomiędzy poszczególnymi podsieciami, np. rejonami dróg lub powiatami. Dzięki temu zamawiający otrzymuje możliwość uzyskania szybkiej i kompleksowej informacji na temat stanu technicznego nawierzchni objętej diagnostyką znajdujących się w poszczególnych rejonach drogowych.

W analizie porównawczej obliczane są statystyki, które obliczane są także w analizie statystycznej (patrz Rozdział 5). Wyniki wizualizowane są jednak w inny sposób (patrz Rozdział 8.2).

W przypadku zastosowania wariantu minimalnego nie wykonuje się analizy porównawczej wyników.

### 8.1 Wskaźniki statystyczne

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

Wartości stanu poddawane analizom porównawczym są pobierane z pliku z danymi wynikowymi dla danej kampanii. Analizę statystyczną wykonuje się oddzielnie dla poszczególnych rejonów oraz dla całej sieci dróg wojewódzkich.

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),
- uszkodzenia krawędzi (WS\_UK),
- ugięcie maksymalne (WS\_D),
- wskaźnik krzywizny ugięcia (WS\_SCI),
- grubość zastępcza wzmocnienia (WS\_HZ),

oraz następujących wartości **wskaźników zespolonych**:

- 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 porównawczej realizowanej podczas każdej kampanii diagnostycznej, są obliczane (dla wymienionych powyżej wartości parametrów stanu) następujące wskaźniki statystyczne:

- **Wartość średnia**

Średnia ważona wartości danego parametru. Jako wagę przyjmuje się długość odpowiednich odcinków diagnostycznych. Wynik jest podawany w jednostce właściwej na skali 1-5.

- **Rozkład częstości klas stanu A (B, C, D)**

Stosunek sumy długości odcinków diagnostycznych zakwalifikowanych do klasy A (B, C, D) – stan dobry (zadowolający, niezadowolający, zły) w stosunku do sumy długości wszystkich ocenionych odcinków diagnostycznych sieci. Inaczej: odsetek klas, podawany w %.

- **Długość oceniona**

Suma długości odcinków diagnostycznych, 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.

## 8.2 Dokumentacja wyników analiz porównawczych

Wartości średnie oraz rozkład częstości klas stanu są wizualizowane na wykresach słupkowych (patrz Rozdziały 8.2.1 oraz 8.2.2).

### 8.2.1 Wykres słupkowy średnich wartości parametru dla rejonów dróg

Wykres słupkowy średnich przedstawia średnie wartości wybranego parametru stanu, a także sumę długości ocenionych odcinków diagnostycznych dla poszczególnych rejonów dróg. Wysokość słupka reprezentuje wartość średnią danego parametru stanu, długości ocenione zilustrowane są za pomocą punktów.

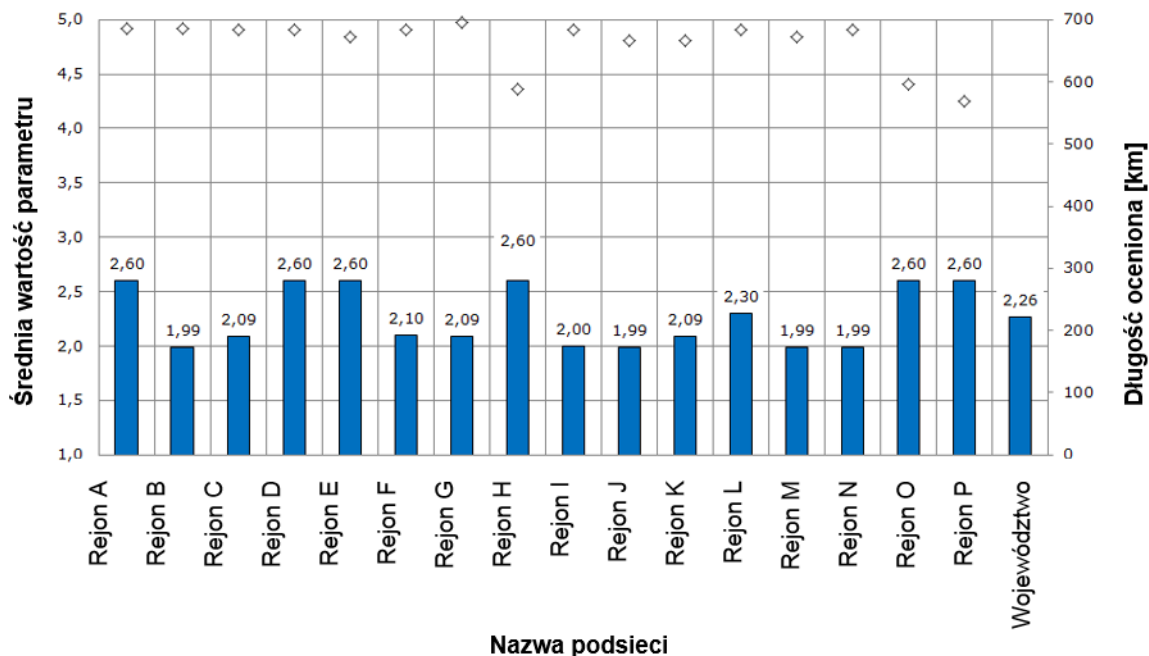
Wykres słupkowy średnich wartości parametrów stanu posiada dwie osie pionowe. Wartości średnie parametru są odczytywane z podziałki na osi lewej. Pokazana jest na niej skala ocen od 1 do 5 i ze skokiem co 0,5.

Na osi prawej jest pokazana suma długości ocenionych odcinków diagnostycznych dla danego parametru stanu dla poszczególnych podsieci. Zakres tej skali dostosowany jest do największej spośród długości ocenionych rejonów drogowych, długość oceniona dla całej sieci (np. cała sieć dróg wojewódzkich) nie jest pokazywana.



Słupki są rysowane w kolorze niebieskim. Nad słupkami są naniesione wartości średnie dla wartości dla danej podsięci.

Na rysunku 44 pokazano przykład wykresu słupkowego średnich wartości parametru. Przykład przygotowany został dla danych fikcyjnych.



Rysunek 44: Przykład wykresu słupkowego ze średnimi wartości parametru stanu (dane fikcyjne)

### 8.2.2 Wykres słupkowy rozkładów częstości dla rejonów dróg

Wykres słupkowy rozkładów na klasy przedstawia procentowy rozkład na klasy stanu „A” – „D” dla poszczególnych rejonów dla danego parametru.

Rozkład częstości klas należy ilustrować przy wykorzystaniu kolorów:

| Klasa stanu                    | Kolor (R,G,B)                      | Kolor HEX |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Klasa A (stan dobry)           | kolor niebieski<br>(RGB=0,176,240) | "00B0F0"  |
| Klasa B (stan zadowalający)    | kolor zielony<br>(RGB=0,176,80)    | "00B050"  |
| Klasa C (stan niezadowalający) | kolor żółty<br>(RGB=255,255,0)     | "FFFF00"  |
| Klasa D (stan zły)             | kolor czerwony<br>(RGB= 255,0,0)   | "FF0000"  |

Rysunek 45: Rozkład częstości klas dla rejonów dróg- kolory wypełnienia

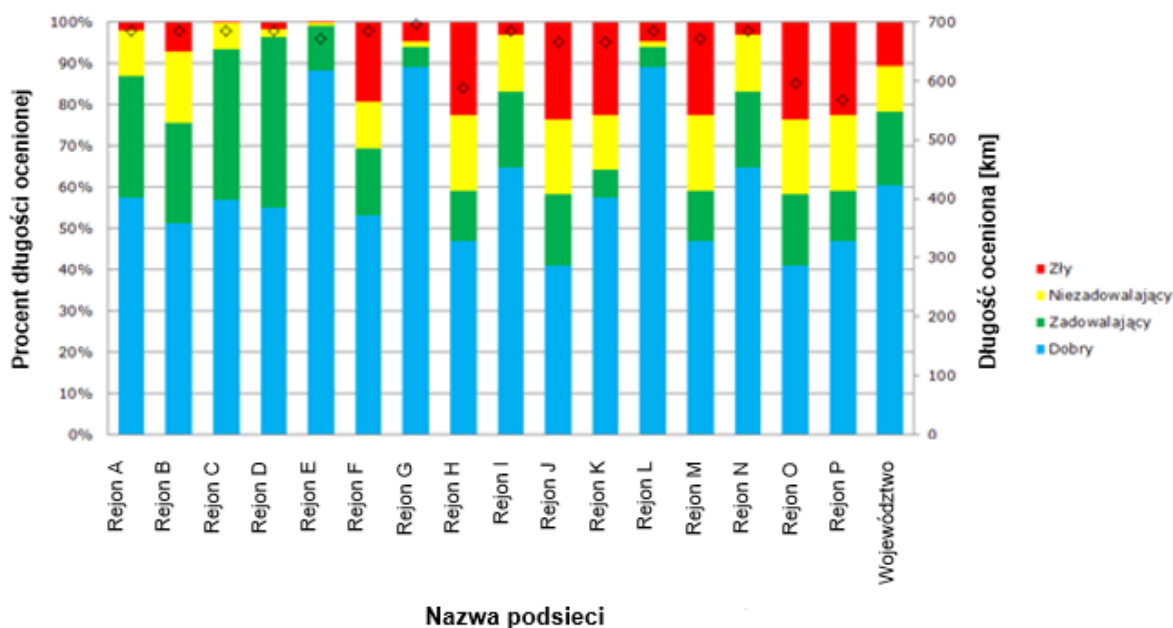
Klasę D należy umieszczać w górnej części słupka.

Długości ocenione są zilustrowane poprzez punkty na tle słupków.

Wykres słupkowy rozkładu częstości posiada 2 osie pionowe. Rozkład częstości jest odczytywany z podziałki na osi lewej. Pokazana jest na niej skala od 0 do 100% i ze „skokiem” co 10%.

Na osi prawej jest pokazana suma długości ocenionych odcinków diagnostycznych dla danego parametru stanu dla poszczególnych podsieci. Zakres tej skali dostosowany jest do największej spośród długości ocenionych rejonów, długość oceniona dla całej sieci nie jest pokazywana.

Na rysunku 46 pokazano przykład wykresu słupkowego rozkładów częstości klas stanu. Przykład przygotowany został dla danych fikcyjnych.



Rysunek 46: Przykład wykresu słupkowego z rozkładem częstości klas stanu

### 8.2.3 Legenda

Każdy wykres słupkowy jest prezentowany na jednej stronie dokumentu. Na każdej stronie dokumentu umieszczone są informacje opisowe identyfikujące kampanię diagnostyczną oraz zbiór danych będących przedmiotem analizy statystycznej (parametr, rodzaj nawierzchni). Ponadto, informacje zawierają szereg adnotacji uzupełniających.

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

- **kampania pomiarowa**, np. „Diagnostyka stanu nawierzchni na drogach wojewódzkich 2018”,
- **nazwa parametru**, np. „Głębokość kolein”,
- **rodzaj nawierzchni**, np. „wszystkie typy nawierzchni”,
- **zamawiający**, np. „Zachodniopomorski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Koszalinie”,

- **plik z danymi wynikowymi**, na podstawie którego dokonano analiz statystycznych, np. „WDSN2018\_32\_dane\_wynikowe\_20180511.xml”,
- **data wygenerowania statystyk**, np. „15-05-2018”.

W zależności od potrzeb informacje opisowe mogą zostać rozszerzone.

### 8.3 Archiwizacja plików z wynikami analiz porównawczych

Wyniki analizy porównawczych są dokumentowane w plikach PDF. W jednym pliku PDF należy zapisać wykres słupkowy średnich wartości parametru oraz wykres słupkowy rozkładów częstości dla jednego parametru stanu lub jednego wskaźnika zespolonego.

Z uwagi na to, iż pliki z wynikami analiz porównawczych są archiwizowane, ich nazwy powinny jednoznacznie wskazywać na kampanię diagnostyczną oraz na sieć będącą przedmiotem diagnostyki. W nazwie pliku powinny być zawarte następujące informacje:

- rodzaj projektu: „WDSN” (Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich),
- rok realizacji identyfikacji, np.: „2018”,
- dwuznakowy klucz województwa zgodny z kodem w systemie TERYT (Krajowy Rejestr Urzędowy Podziału Terytorialnego Kraju) np.: „32” (województwo zachodniopomorskie),
- zawartość dokumentu: „AnalizyPorownawcze”,
- skrót analizowanego parametru, np.: „GK”.
- Data wygenerowania pliku z analizą porównawczą.

Przykładowe nazwy plików z wynikami analiz porównawczych:

|   |
|---|
| WDSN2018_32_AnalizyPorownawcze_GK_20180710.pdf  |
| WDSN2018_32_AnalizyPorownawcze_WOG_20180710.pdf |

## 9 Raport podsumowujący kampanię diagnostyczną

Raport podsumowujący kampanię diagnostyczną dokumentuje jej przebieg, przedstawia podmioty zaangażowane w poszczególne etapy kampanii diagnostycznej oraz systematyzuje metody i produkty (dane) uzyskane w wyniku przeprowadzonej diagnostyki.

**Raport podsumowujący kampanię diagnostyczną**, określane także krótko raportem końcowym, powstaje na zakończenie każdej kampanii diagnostycznej. Jest dokumentem archiwalnym, jednak powinien być aktualizowany w przypadku modyfikacji bądź uzupełnienia wyników kampanii diagnostycznej.

Tytuł raportu powinien zawierać ustandaryzowany skrót jednoznacznie określający kampanię diagnostyczną dla danego województwa, np.: „WDSN 2018”

Przykładowy raport podsumowujący kampanię diagnostyczną znajduje się w załączniku [ZAŁ1]. W zależności od potrzeb, raport może zostać rozszerzony o dodatkowe rozdziały, tak, aby uwzględnić wszystkie istotne informacje zebrane podczas kampanii diagnostycznej.

## Spis rysunków

|   |    |
|---|----|
| Rysunek 1: Uproszczona ilustracja procesu analitycznego.....  | 8  |
| Rysunek 2: Operacje analityczne dla różnych zastosowań, bazujące na geograficznych danych elementarnych.....  | 9  |
| Rysunek 3: Schemat przebiegu procesu projekcji geograficznych danych elementarnych na sieć.....   | 11 |
| Rysunek 4: Schemat przebiegu procedury projekcji .....  | 14 |
| Rysunek 5: Poglądowa ilustracja etapu wyznaczenia przejechanej ścieżki na modelu sieci – punkty pomiarowe są oznaczone niebieskim kolorem.....  | 15 |
| Rysunek 6: Ilustracja rzutu prostopadłego punktów pomiarowych na łamane modelu sieci, czerwone punkty oznaczają lokalizacje punktów pomiarowych.....  | 17 |
| Rysunek 7: Punkty pomiarowe rzutowane są wyłącznie na odcinki należące do listy odwiedzonych odcinków sieciowych .....  | 17 |
| Rysunek 8: Rzutowanie niektórych punktów pomiarowych nie jest rzutem prostopadłym sensu stricto.....  | 18 |
| Rysunek 9: Ilustracja przypisania punktów pomiarowych do modelu sieci, czerwone punkty oznaczają lokalizacje punktów pomiarowych, zielone ich lokalizacje po przypisaniu do modelu sieci..... | 19 |
| Rysunek 10: Schematyczna ilustracja rozdzielania danych elementarnych pomiędzy odcinki diagnostyczne.....   | 20 |
| Rysunek 11: Przejazd pomiarowy (czerwone punkty).....   | 21 |
| Rysunek 12: Schemat obliczania wielkości stanu .....  | 22 |
| Rysunek 13: Normowanie - schemat.....   | 24 |
| Rysunek 14: Przyporządkowanie wartości stanu do progowych wielkości stanu .....   | 25 |
| Rysunek 15: Przyporządkowanie wartości stanu do klas stanu .....  | 25 |
| Rysunek 16: Przykładowe parametry sterujące dla funkcji normującej, dla hipotetycznego parametru .....  | 26 |
| Rysunek 17: Ilustracja przebiegu funkcji normującej dla wariantu 1: hipotetycznego parametru o współczynniku znaku $Z = 1$ .....  | 26 |
| Rysunek 18: Ilustracja przebiegu funkcji normującej dla wariantu 2: hipotetycznego parametru o współczynniku znaku $Z = -1$ .....   | 27 |
| Rysunek 19: Parametry sterujące dla funkcji normujących .....   | 27 |
| Rysunek 20: Schemat wyznaczania wskaźników zespolonych w wariancie podstawowym ..   | 28 |

---

|  |    |
|--|----|
| Rysunek 21: Schemat wyznaczania wskaźników zespolonych w wariancie zalecanym.....  | 29 |
| Rysunek 22: Schemat wyznaczania wskaźników zespolonych w wariancie optymalnym .....  | 30 |
| Rysunek 23: Schemat wyznaczania wskaźników zespolonych w wariancie optymalnym<br>uzupełnionym o badanie właściwości przeciwpoślizgowych.....                     | 31 |
| Rysunek 24: Przykład tabeli ze wskaźnikami statystycznymi (dane fikcyjne).....   | 36 |
| Rysunek 25: Przykład wykresu słupkowego ze średnimi wartości parametru stanu (dane<br>fikcyjne) .....  | 37 |
| Rysunek 26: Rozkład częstości klas - kolory .....  | 38 |
| Rysunek 27: Przykład wykresu słupkowego z rozkładem częstości klas stanu (dane fikcyjne)<br>.....  | 38 |
| Rysunek 28: Przykład mapa stanu (dane fikcyjne) .....  | 41 |
| Rysunek 29: Przykłady warstw z tłem dla mapy stanu (mapa topograficzna oraz zdjęcia<br>lotnicze) .....   | 42 |
| Rysunek 30: Fragment systemu referencyjnego dla mapy stanu.....  | 43 |
| Rysunek 31: Odcinki diagnostyczne symbolizowane przez prostokąty, usytuowane wzdłuż<br>drogi .....   | 44 |
| Rysunek 32: Zalecane parametry położenia i wielkości prostokątów na mapach klas stanu.   | 45 |
| Rysunek 33: Odcinki diagnostyczne jako wieloboki, usytuowane wzdłuż osi drogi .....  | 45 |
| Rysunek 34: Prostokąty odpowiadające odcinkom diagnostycznym – kolory wypełnienia ....   | 46 |
| Rysunek 35: Wariant minimalny .....  | 46 |
| Rysunek 36: Fragment mapy stanu (prostokąty odpowiadające odcinkom diagnostycznym)   | 46 |
| Rysunek 37: Schematyczna ilustracja układu elementów na profilu stanu.....   | 49 |
| Rysunek 38: Przykładowy profil (fragmenty) – ilustracja układu elementów na profilu stanu<br>(dane fikcyjne) .....   | 50 |
| Rysunek 39: Przykładowy profil (fragment) – prezentacja informacji o modelu sieci (dane<br>fikcyjne) .....   | 52 |
| Rysunek 40: Kryteria oceny - kolory pastelowe .....  | 52 |
| Rysunek 41: Przykładowy profil (fragment) – prezentacja informacji o stanie (dane fikcyjne)<br>.....   | 53 |
| Rysunek 42: Przykładowy profil (fragment) – prezentacja informacji o stanie wskaźników stanu<br>użytkowego, powierzchni oraz oceny ogólnej (dane fikcyjne) ..... | 53 |
| Rysunek 43: Oznaczenie klas stanu – kolory wypełnienia .....   | 53 |

|   |    |
|---|----|
| Rysunek 44: Przykład wykresu słupkowego ze średnimi wartościami parametru stanu (dane fikcyjne) ..... | 57 |
| Rysunek 45: Rozkład częstości klas dla rejonów dróg- kolory wypełnienia .....                         | 57 |
| Rysunek 46: Przykład wykresu słupkowego z rozkładem częstości klas stanu .....                        | 58 |