

Załącznik do Zarządzenia Nr 34
Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych
i Autostrad z dnia 30.04.2015 roku

DIAGNOSTYKA STANU NAWIERZCHNI I JEJ ELEMENTÓW

Wytyczne stosowania

Opracowanie - zespół autorski:

Piotr Dąbrowski – WT-LD O/Gdańsk
Sławomir Ejsmont – WT-LD O/Białystok
Grzegorz Foryś – DZ centrala
Janusz Franciszkiewicz – O/Białystok
Wojmir Gromadka – O/Olsztyn
Ryszard Łuczak – WT-LD O/Poznań
Robert Mielech – WT-LD O/Kraków
Paweł Nowak – WT-LD O/Poznań
Maciej Radzikowski – DZ centrala
Jacek Samulski – O/Opole
Paweł Stachoń – WT-LD O/Kraków
Maciej Zaborniak – O/Olsztyn

Uzgodnienie: GDDKiA - Departament Technologii

**Opiniodawca zasad oceny i klasyfikacji parametrów
techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni:**

Politechnika Wroclawska Zakład Dróg i Lotnisk – Prof. dr hab. inż. Antoni Szydło

Warszawa, marzec 2015

Spis treści

Wprowadzenie	5
Podstawowe określenia.....	7
Rozdział 1. Standardy kampanii diagnostyki stanu technicznego nawierzchni.....	10
1.1. Cel diagnostyki stanu nawierzchni (DSN)	10
1.2. Uniwersalność metod identyfikacji stanu	14
1.3. Składowe Systemu DSN	14
1.4. Algorytmy wyznaczania wielkości parametrów stanu.....	15
1.5. Odcinki diagnostyczne	15
1.6. Wielkości i wartości parametrów stanu	16
Rozdział 2. Cechy techniczne nawierzchni jezdni oraz proces ich identyfikacji	17
2.1. Cechy eksploatacyjne nawierzchni.....	17
2.2. Urządzenia pomiarowe.....	17
2.3. Zakres danych pomiarowych gromadzonych w ramach kampanii diagnostycznej.....	18
2.4. Ogólne wymagania jakościowe pomiarów	20
2.5. Składowe kampanii diagnostycznej.....	20
Rozdział 3. Metody gromadzenia i archiwizacji danych	21
3.1. Zasady nazewnictwa plików i folderów z danymi pomiarowymi.....	21
3.2. Przetwarzanie i przechowywanie danych	24
3.2.1. Proces przetwarzania danych	25
3.2.2. Rodzaje danych systemie DSN	25
3.2.3. Eksport danych z urządzenia pomiarowego	25
3.2.4. Struktura danych elementarnych.....	25
3.2.5. Sposób lokalizowania danych o stanie	26
3.2.6. Strumienie danych.....	26
3.2.7. Pliki z danymi elementarnymi	26
3.2.8. Format danych elementarnych – język XML	27
3.2.9. Geograficzne dane elementarne	27
3.2.10. Projekcja danych elementarnych na sieć drogową.....	27
3.2.11. Dane diagnostyczne	27
Rozdział 4. Plan działań w ramach kampanii pomiarowej.....	28
4.1. Harmonogram realizacji pomiarów	28
4.2. Obowiązki uczestników procesu gromadzenia danych	30
4.3. Zakresy realizowanych pomiarów	31

Rozdział 5. System zapewnienia jakości.....	33
Rozdział 6. Prace analityczne (zasady przetwarzania danych)	35
6.1. Wprowadzenie do prac analitycznych	35
6.2. Obliczanie wielkości stanu na podstawie danych elementarnych	38
6.2.1. Ogólny opis prac analitycznych	38
6.2.2. Projekcja danych elementarnych na model sieci	39
6.3. Ocena stanu. Obliczanie wartości stanu oraz wartości wskaźników zespolonych.....	47
6.3.1. Wprowadzenie	47
6.3.2. Kryteria oceny stanu technicznego nawierzchni	48
6.3.3. Normowanie	49
6.4. Wskaźniki zespolone.....	55
6.4.1. Podstawowe wskaźniki stanu.	55
6.4.2. Rozszerzona ocena globalna stanu nawierzchni	57
6.5. Analiza statystyczna	58
6.5.1. Wprowadzenie	58
6.5.2. Wskaźniki statystyczne	58
6.5.3. Dokumentacja wyników analiz statystycznych.....	59
6.5.4. Pliki z wynikami analiz statystycznych.....	62
6.6. Modele degradacji	62
6.6.1. Wprowadzenie	62
6.6.2. Wzory modeli degradacji do wykorzystania w systemie informatycznym wspomagającym DSN	63
6.7. Uproszczone modele poprawy stanu nawierzchni.....	64
6.8. Zasady wyznaczania zabiegów remontowych	66
6.8.1. Parametry dominujące	68
6.8.2. Ogólne zasady agregacji danych.....	68
6.8.3. Wyznaczanie potrzeb remontowych na odcinku	69
6.8.4. Analiza danych pozyskiwanych aktualnie rutynowo oraz badań dodatkowych niezbędnych do wyznaczenia szczegółowej technologii remontu	71
6.8.5. Klasyfikacja potrzeb remontowych na odcinku pasa jezdni, jezdni, drogi, ciągu drogowym, sieci drogowej.....	74
6.8.6. Dane o cenach zabiegów remontowych (ekonomiczne).....	74
6.8.7. Przykłady tabel zbiorczych zestawień wynikowych w systemie DSN ...	75
Rozdział 7. Formaty danych	79
Bibliografia.....	80

Załączniki 83

Załącznik A – Zasady realizacji pomiarów w ramach diagnostyki nawierzchni

Załącznik B – Instrukcja do części analitycznej – zasady oceny, klasyfikacje

Załącznik C – Wizualizacja i analiza wyników diagnostycznych

Załącznik D1 – Instrukcja wykonywania pomiarów ugięciomierzem FWD

Załącznik D2 – Instrukcja wykonywania pomiarów profilografem laserowym RSP

Załącznik D3 – Instrukcja wykonywania pomiarów z wykorzystaniem zestawu SRT-3

Załącznik D4 – Instrukcja wykonywania pomiarów zestawem TWO

Załącznik D5 – Instrukcja wykonywania pomiarów urządzeniem RMT

Załącznik E1 – Procedura przedsezonowych badań porównawczych zestawów FWD

Załącznik E2 – Procedura przedsezonowych badań porównawczych profilografów RSP

Załącznik E3 – Procedura wykonania przedsezonowych badań porównawczych SRT3

Załącznik E4 – Procedura wykonania przedsezonowych badań porównawczych TWO

Załącznik E5 – Procedura wykonania przedsezonowych badań porównawczych RMT

Załącznik F1 – Procedura wykonania badań ugięć nawierzchni aparatem FWD na własnym odcinku testowym (punktach pomiarowych)

Załącznik F2 – Procedura kontroli okresowej profilografu RSP

Załącznik F3 – Procedura wykonania badań kontrolnych SRT3 na własnym odcinku testowym

Załącznik F4 – Procedura wykonania badań kontrolnych TWO na własnym odcinku testowym

Załącznik F5 – Procedura wykonania badań kontrolnych RMT na własnym odcinku testowym

Załącznik F6 – Procedura kalibracji dystansomierzy urządzeń pomiarowych

Załącznik G – System Zapewnienia Jakości

Załącznik H – Formaty danych

Załącznik I – Zakres raportu z kampanii pomiarowej

Załącznik J – Dziennik operatora sprzętu pomiarowego

Załącznik K - Zasoby sprzętowe GDDKiA

Załącznik L - Katalog uszkodzeń w systemie automatycznej oceny nawierzchni asfaltowych

Wprowadzenie

W związku z dynamicznym postępowaniem technologicznym w zakresie diagnostyki stanu nawierzchni drogowych oraz potrzebami dostosowania dotychczas obowiązujących zasad diagnostyki do aktualnych uwarunkowań, w GDDKiA opracowano Wytyczne Diagnostyki Stanu Nawierzchni /DSN/ – zwane dalej Wytycznymi.

Dokument ten zastępuje zasady ustalania zakresów pomiarowych, zasady realizacji pomiarów i przetwarzania wyników cech techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni sieci dróg krajowych, podział obowiązków uczestników kampanii pomiarowej oraz tryb finansowania realizowanych działań, wdrożone w 2007 roku.

Wytyczne DSN określają m.in. działania w ramach diagnostyki stanu nawierzchni w 2015 roku i latach kolejnych, zasady i tryb działań oraz zakresy odpowiedzialności komórek merytorycznych GDDKiA.

Dotychczas obowiązujące dokumenty dotyczące diagnostyki zostały zweryfikowane oraz zmodyfikowane, uwzględniając:

- rozwój narzędzi wspomagających pomiary cech nawierzchni wprowadzających automatyzację oceny, dzięki czemu możliwe staje się wyeliminowanie czynników subiektywnych,
- wykonanie w 2012r. pracy naukowo-badawczej, w której przedstawiono zasady diagnostyki nawierzchni dróg (zawierające m.in.: ocenę pojedynczych pasów ruchu, zwiększenie liczby parametrów diagnostycznych),
- wykonanie w 2013r. pilotażowych pomiarów na sieci dróg krajowych w oparciu o założenia wynikające z ww. pracy naukowo-badawczej oraz zasoby sprzętowe znajdujące się na wyposażeniu GDDKiA,
- rozpoznanie oraz wdrożenia w 2014r. systemów do rejestracji i automatycznej interpretacji uszkodzeń nawierzchni jezdni (m.in. spękań nawierzchni, ubytków ziaren i lepiszcza), alternatywnych urządzeń do pomiarów współczynnika tarcia oraz mobilnego pomiaru ugięć nawierzchni,
- wykonanie pomiarów stanu „0” – wyjściowego.



Rysunek 1. Przyczyny zmian w zasadach diagnostyki nawierzchni

Poza zasadami oceny nawierzchni w dokumencie odniesiono się do oceny elementów bezpośrednio z nią związanych, które mają wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego – m.in. oznakowania poziomego.

Głównymi założeniami przyjętymi przy opracowaniu dokumentu Wytycznych były:

- wykorzystanie podstawowych założeń dotyczących organizacji kampanii pomiarowej z pracy naukowo-badawczej DSN [2],
- zachowanie spójności w analizach danych z dotychczas stosowanymi zasadami w celu zapewnienia ciągłości wnioskowania,
- uszczegółowienia procesów realizacji kampanii pomiarowej DSN w oparciu o zapisy w pracy naukowo-badawczej DSN oraz dotychczas stosowane zasady określone w różnych dokumentach, m.in. instrukcjach, komentarzach, pismach dotyczących realizacji kampanii pomiarowej na sieci dróg krajowych.

Zmiany, które zostały wprowadzone niniejszym dokumentem, to:

- wykorzystanie nowych technologii diagnostyki związanych m.in. z automatyczną oceną uszkodzeń nawierzchni oraz pomiarami ciągłymi właściwości przeciwpoślizgowych,
- wykonywanie pomiarów na wszystkich pasach zasadniczych ruchu,
- dokładniejsza agregacja danych pomiarowych,
- zwiększenie liczby parametrów techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni uwzględnianych w analizach,
- wykorzystanie współrzędnych geograficznych jako sposobu lokalizacji pomiarów na drodze,
- wprowadzenie zasady dotyczącej systemowego gromadzenia danych o cenach realizowanych zabiegów,
- aktualizacja klasyfikacji właściwości przeciwpoślizgowych,
- aktualizacja klasyfikacji nośności nawierzchni,
- wprowadzenie modeli degradacji i uproszczonych modeli poprawy stanu nawierzchni,
- ocena stanu nawierzchni wykonywana na dwóch poziomach: operacyjnym (szczegółowa) i strategicznych (ogólna).

W początkowych rozdziałach dokumentu zostały opisane standardy kampanii diagnostyki stanu technicznego nawierzchni, cechy nawierzchni jezdni i jej elementy podlegające identyfikacji i ocenie oraz metody ich gromadzenia. W końcowej części Wytycznych zamieszczono m.in. modele degradacji nawierzchni, na podstawie których można szacować potrzeby remontowe wykorzystując prognozy zmian cech techniczno-eksploatacyjnych, uproszczone modele poprawy stanu nawierzchni po wykonaniu zabiegów remontowych, zasady wstępnego typowania zabiegów remontowych oraz prac analitycznych.

W załącznikach do Wytycznych zamieszczono m.in.: szczegółowe zasady realizacji pomiarów, instrukcje dotyczące oceny i klasyfikacji poszczególnych parametrów, zasady wizualizacji i analizy wyników diagnostycznych, instrukcje wykonywania pomiarów, procedury przedsezonowych badań porównawczych, procedury wykonania badań na własnym odcinku testowym.

Podstawowe określenia /alfabetycznie/

Cechy nawierzchni. Właściwości nawierzchni, które zmieniają się w procesie eksploatacji. Synonimami dla określenia „cechy nawierzchni” są terminy: „cechy eksploatacyjne” oraz „cechy techniczno-eksploatacyjne”. Cechy nawierzchni są badane w ramach diagnostyki stanu nawierzchni. Przykładem cechy nawierzchni jest równość.

Cechy powierzchniowe. Cechy powierzchniowe są to uszkodzenia nawierzchni, takie jak spęknięcia lub wyboje oraz inne jej właściwości, widoczne na jej powierzchni, np. łaty.

Dane elementarne. Dane elementarne są to wstępnie przetworzone dane maszynowe elementarne, będące bezpośrednim wynikiem identyfikacji stanu nawierzchni i opisują jej cechy w sposób uniwersalny, niezależny od konkretnych zastosowań.

Dane podstawowe. Dane, charakteryzujące sieć drogową, zawierające jednoznaczne informacje o sieci drogowej będącej przedmiotem diagnostyki wraz z dodatkowymi informacjami, niezbędnymi do przeprowadzania identyfikacji oraz oceny i analizy statystycznej wyników diagnostyki.

Dane wynikowe/raporty z analiz. Dane charakteryzujące wyniki diagnostyki stanu dla pewnej sieci drogowej. Zawierają informacje o podziale sieci na odcinki diagnostyczne oraz wielkości i wartości parametrów stanu dla tych odcinków.

Diagnostyka stanu nawierzchni. Identyfikacja i ocena cech eksploatacyjnych nawierzchni drogowych a także inne, wspomagające działania, w tym również kontrola jakości, udostępnianie wyników zainteresowanym adresatom.

DT. Departament Technologii (jednostka koordynująca Wydziału Technologii – Laboratoria Drogowe).

DZ. Departament Zarządzania Drogami i Mostami (jednostka nadzorująca).

Identyfikacja stanu nawierzchni. Identyfikacja stanu nawierzchni jest procesem pozyskiwania informacji o cechach nawierzchni drogowych.

Kampania diagnostyczna. Plan działań przeprowadzenia diagnostyki stanu na danej sieci dróg, realizowany najczęściej w regularnych odstępach czasu.

Maszynowe dane elementarne. Bezpośrednie wyniki pomiarów cech nawierzchni, zakodowane w formatach charakterystycznych dla poszczególnych urządzeń pomiarowych, najczęściej w plikach ASCII lub w plikach binarnych.

Normowanie. Wyznaczanie wartości stanu dla parametru prostego na podstawie wielkości stanu.

Ocena stanu nawierzchni. Proces wyznaczania parametrów stanu na podstawie wyników identyfikacji, w tym określenia wielkości stanu i/lub jego wartości. Ocena stanu w ścisłym tego słowa znaczeniu ogranicza się do przypisywania parametrom ich wartości lub określenia klasy stanu.

Odcinek diagnostyczny. Odcinek pasa ruchu, dla którego są określane parametry stanu nawierzchni. W ramach DSN odcinek diagnostyczny ma standardową długość równą 50 metrów. Na końcu odcinka referencyjnego długość odcinka diagnostycznego może być krótsza niż 50 metrów.

Odcinek referencyjny. Odcinek drogi krajowej, zlokalizowany pomiędzy jej dwoma kolejnymi punktami referencyjnymi, dla którego określony jest punkt początkowy i końcowy oraz jego długość.

Parametr prosty. Opisuje jedną cechę nawierzchni. Każdy parametr prosty posiada wielkość i może posiadać wartość.

Parametr stanu. Sformalizowany opis cech nawierzchni, uwzględniający konkretne zastosowania. Jedna cecha nawierzchni może być opisywana przez jeden lub wiele parametrów stanu. Parametr stanu pozwala na opis cechy stanu w postaci liczb, wyrażających wielkość względnie wartość stanu.

Parametr zespolony. Synteza dwóch lub więcej parametrów nawierzchni (prostych lub zespolonych).

Pikietaż (kilometraż, kilometrowanie). Określenie miejsca na drodze poprzez podanie odległości od jej początku w km. Odległość tę podaje się z dokładnością do 1 metra, często w formacie bez przecinka, zastępując go znakiem „+” (km) xx+yyy lub xx,yyy (km), gdzie:

xx – całkowita liczba kilometrów od początku drogi;

yyy – całkowita liczba metrów liczona od ostatniego pełnego kilometra.

Plik z danymi wynikowymi. Plik z wynikami oceny stanu, tzn. z lokalizacją odcinków diagnostycznych, wielkościami i wartościami dla wszystkich parametrów stanu, a także z informacjami uzupełniającymi.

Podstawowy parametr stanu. Podstawowy parametr stanu jest przedmiotem oceny (normowania) i jest z reguły wykorzystywany do wyznaczania parametrów zespolonych.

Projekcja danych elementarnych. Transformacja danych elementarnych na określony model sieci.

Punkt referencyjny. Charakterystyczny punkt sieci drogowej (wyznaczony zgodnie z [56]), przyjęty jako punkt odniesienia dla lokalizowania informacji o drodze.

System pomiarowy. Patrz ► urządzenie pomiarowe.

System referencyjny. Zbiór pomierzonych pod względem długości odcinków referencyjnych, których początki i końce stanowią punkty referencyjne, tworzący sieć drogową.

Urządzenie pomiarowe (system pomiarowy). Jednostka pomiarowa, najczęściej pojazd pomiarowy, wykorzystywany dla celów identyfikacji stanu w odniesieniu do jednej lub kilku cech nawierzchni, np. do pomiarów równości podłużnej i poprzecznej.

Uzupełniający parametr stanu. Parametr stanu, nie będący parametrem podstawowym. Uzupełniający parametr stanu nie jest przedmiotem oceny (normowania) i jest wykorzystywany jako dodatkowa, uzupełniająca informacja. Uzupełniający parametr stanu może natomiast być oceniany w innych, aniżeli DSN, zastosowaniach, wykorzystujących wyniki diagnostyki stanu.

Wartość parametru stanu. Wynik normowania, czyli przekształcenia wielkości, dla parametru prostego lub superpozycji dwóch lub więcej wartości stanu dla parametru złożonego. Nie wszystkie parametry stanu posiadają wartość. Niektóre parametry stanu, np. nadmiar lepiszcza, posiadają tylko wielkość. W wyniku oceny stanu, parametrom stanu są przypisywane wartości (wartości stanu). Wartości stanu dla danego parametru prostego są obliczane na podstawie wielkości stanu dla tegoż parametru. A zatem parametr „głębokość kolein” posiada nie tylko wielkość, ale i wartość. Wartość jest wyrażona w jednostkach bezwymiarowych [0-100]. Dany parametr stanu posiada dla danego odcinka diagnostycznego maksymalnie jedną wielkość, ale może posiadać kilka wartości, gdyż w zależności od kategorii drogi lub w zależności od innych kryteriów mogą być różne sposoby oceny.

Wielkość parametru stanu. Liczba, opisująca (prosty) parametr stanu. Wielkość stanu jest wyrażana w jednostkach fizycznych (naturalnych) i wyznaczana na podstawie elementarnych danych pomiarowych lub w wyniku analizy uszkodzeń nawierzchni. Wielkością parametru stanu „średnia głębokość koleiny” jest np. 18 mm. Błędne byłoby natomiast sformułowanie: „wielkością stanu jest głębokość koleiny”. Parametry złożone nie posiadają wielkości stanu a jedynie wartości.

WGL. Wskaźnik globalny – służy do stworzenia rankingu odcinków dróg wytypowanych do zabiegów utrzymaniowych, uzależniony od przyjętego priorytetu (strategii) utrzymania sieci dróg.

WOG. Wskaźnik oceny ogólnej – wartość określająca stan nawierzchni drogi pod względem użytkowym oraz jej wytrzymałości.

WSK. Wskaźnik stanu konstrukcji – wartość opisująca stan techniczny nawierzchni, który uwzględnia wytrzymałość konstrukcji i jej zdolność do przenoszenia obciążeń.

WSU. Wskaźnik stanu użytkowego – wartość opisująca stan techniczny nawierzchni z punktu widzenia użytkownika drogi, uwzględnia ona ocenę komfortu i bezpieczeństwa jazdy.

WSP. Wskaźnik stanu powierzchni – wartość opisująca stan techniczny podobnie jak wskaźnik stanu konstrukcji (WSK), lecz nie bierze się pod uwagę pomiarów nośności na podstawie ugięć lecz wykorzystuje wyniki oceny cech powierzchniowych na podstawie zdjęć powierzchni.

WT-LD. Wydziały Technologii – Laboratoria Drogowe w Oddziałach GDDKiA.

Wykonawcy pomiarów (Wykonawcy) – Wydziały Technologii lub firmy zewnętrzne dysponujące specjalistycznymi systemami pomiarowymi.

Zasada uniwersalności identyfikacji stanu. Zasada zalecająca kodowanie wyników identyfikacji na możliwie niskim stopniu agregacji (dane elementarne), aby mogły być wykorzystane do możliwie dużej liczby zastosowań.

Zdjęcia pasa drogowego. Zdjęcia, wykonywane przy wykorzystaniu kamery/kamer, rejestrujących otoczenie pojazdu wykonującego pomiary lub fotorejestracji. Najczęściej są to zdjęcia z kamery frontowej.

Rozdział 1. Standardy kampanii diagnostyki stanu technicznego nawierzchni

1.1. Cel diagnostyki stanu nawierzchni (DSN)

Celem wykonania diagnostyki stanu nawierzchni, czyli pomiarów cech techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni, jest pozyskanie danych umożliwiających dokonanie oceny stanu nawierzchni, wymaganej w obowiązujących aktach prawnych. Ocena ta wykorzystywana jest bezpośrednio do realizacji zadań Generalnego Dyrektora w obszarze zarządzania majątkiem w podobszarze gromadzenia danych o stanie technicznym dróg.

Zgromadzone dane, dzięki zastosowaniu specjalistycznego oprogramowania, umożliwią uzyskanie informacji jaki zabieg remontowy, na którym odcinku i kiedy powinien zostać wykonany. Taka identyfikacja pozwoli ustalić w sposób obiektywny priorytety wykonywania prac drogowych, czyli stanowić będzie podstawę planowania zarówno robót remontowych jak i utrzymaniowych. Uzupełnienie uzyskiwanych danych o średnie koszty wykonania poszczególnych rodzajów zabiegów umożliwi planowanie wydatków (potrzeb finansowych) w układzie krótko i długo terminowym.

Informacje o stanie nawierzchni drogowych należą do podstawowych, jakie wykorzystuje administracja drogowa w procesie zarządzania eksploatacją dróg. Jakość danych o stanie nawierzchni, ich dokładność, kompletność i aktualność wpływają na decyzje związane z ich utrzymaniem i eksploatacją. Informacje te są uzyskiwane w ramach diagnostyki stanu nawierzchni.

Diagnostyka stanu technicznego nawierzchni drogowych obejmuje zatem identyfikację i ocenę cech eksploatacyjnych nawierzchni drogowych, a także inne wspomagające działania, w tym również kontrolę jakości, udostępnianie wyników zainteresowanym jednostkom, itd.

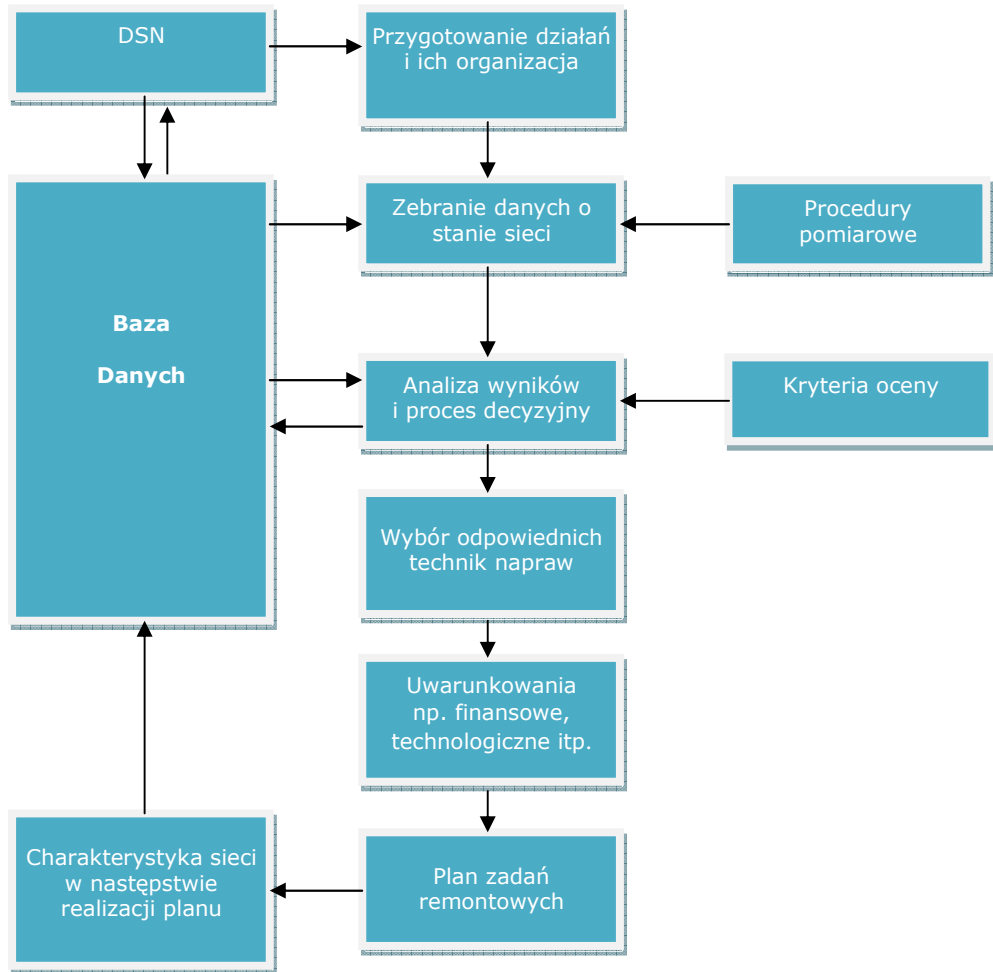
A zatem:

Diagnostyka stanu = identyfikacja stanu + ocena stanu

Możliwym będzie uzyskiwanie obiektywnych mierników realizacji budżetu zadaniowego, prognozy stanu technicznego nawierzchni do aktualizacji Programu Budowy Dróg Krajowych oraz Planu Działań na Sieci Dróg, itd.

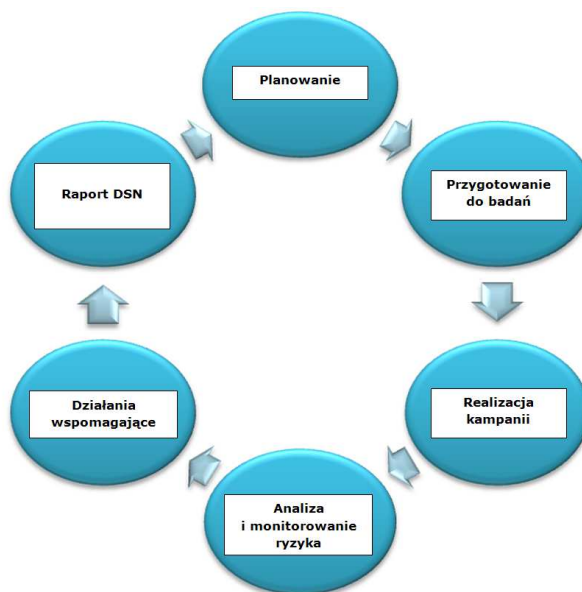
Analizy można będzie prowadzić na poziomie kraju, na poziomie oddziałów GDDKIA oraz na dowolnie wybranych odcinkach dróg krajowych np. sieci TEN-T, drogach międzynarodowych.

Na rysunku 1.1. przedstawiono ogólny proces zarządzania majątkiem z zastosowaniem dowolnego systemu wspomaganie zarządzania siecią drogową, w tym również z zastosowaniem DSN.



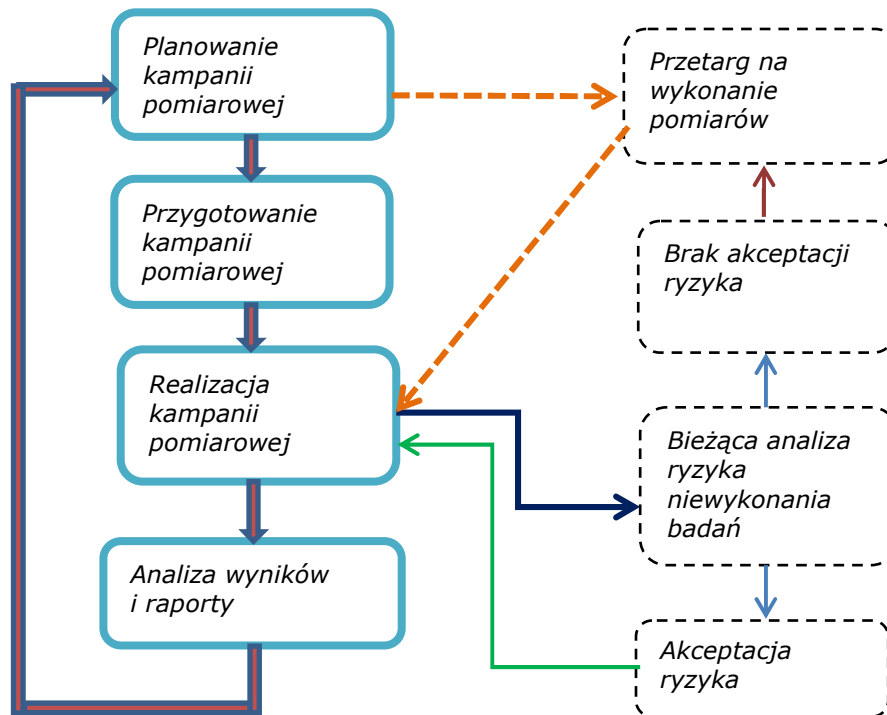
Rysunek 1.1. Proces decyzyjny w zarządzaniu siecią drogową

Natomiast na kolejnym rysunku przedstawiono procesy funkcjonujące w cyklu rocznym w systemie DSN.



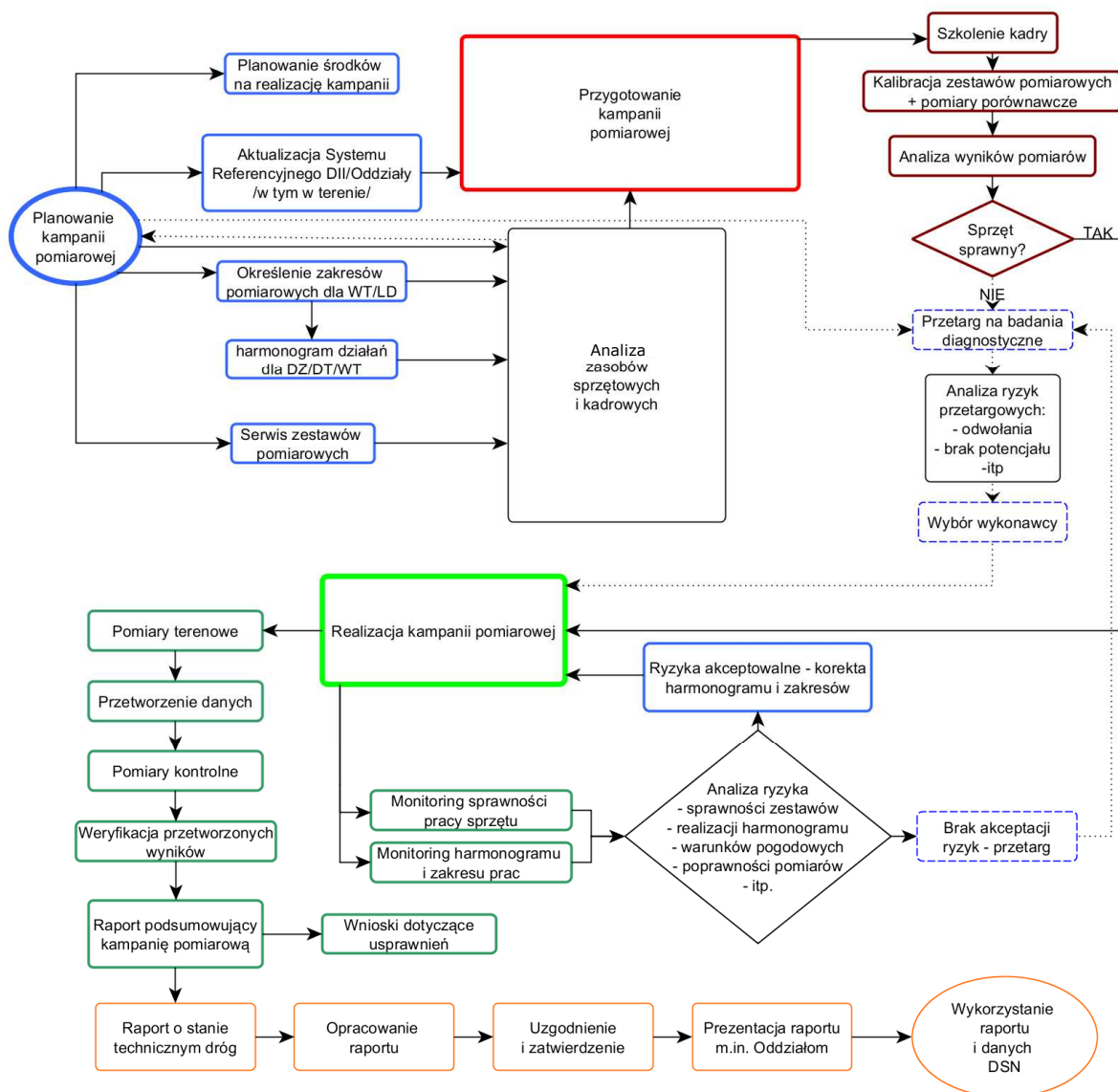
Rysunek 1.2. Cykl roczny systemu DSN

Najistotniejszym elementem decydującym o funkcjonowaniu systemu Diagnostyki Stanu Nawierzchni jest proces realizacji kampanii pomiarowej na sieci dróg krajowych (rys. 1.3.).



Rysunek 1.3. Uproszczony schemat procesu realizacji kampanii pomiarowej

Na kolejnym schemacie (rysunek 1.4.) przedstawiono szczegółowo proces realizacji kampanii pomiarowej.



Rysunek 1.4. Szczegółowy schemat procesu realizacji kampanii pomiarowej DSN

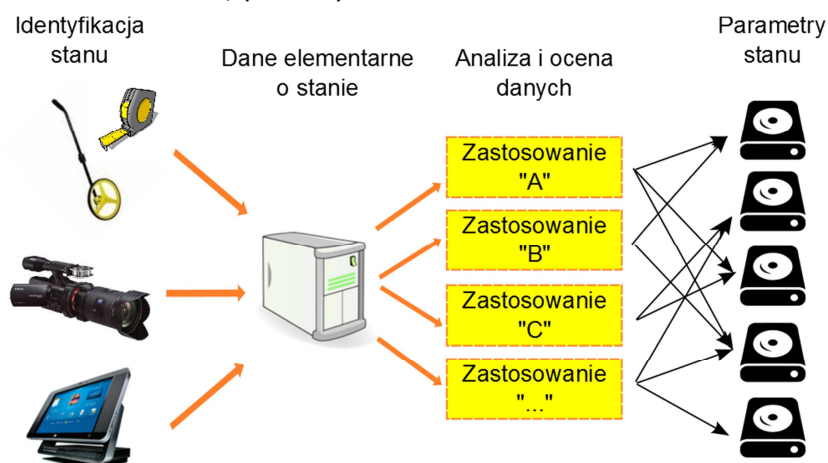
W wyniku analizy informacji uzyskanych w procesie gromadzenia danych w ramach DSN, opracowywany jest raport dotyczący stanu technicznego nawierzchni. Obszar w jakim wykorzystywane są przedmiotowe dane obejmuje m.in. (rysunek 1.5.):



Rysunek 1.5. Wykorzystanie danych DSN

1.2. Uniwersalność metod identyfikacji stanu

Istota nowoczesnych systemów diagnostyki polega na uniwersalności metod identyfikacji stanu. Identyfikacja jest procesem zbierania danych o nawierzchni (pomiar, fotorejestracja, identyfikacja wizualna), a jej bezpośrednim wynikiem są tzw. **dane elementarne**, opisujące właściwości nawierzchni. Dane elementarne są przechowywane w ustandaryzowanych plikach (np. w formacie xml), przede wszystkim do celów wyznaczania parametrów stanu, patrz rysunek 1.6.



Rysunek 1.6. Obliczanie parametrów stanu na podstawie danych elementarnych przy uwzględnieniu różnych zastosowań

Obliczanie parametrów stanu na podstawie zidentyfikowanych danych elementarnych może być realizowane przez różne instytucje, często niezależnie od siebie, np. przez administrację drogową dla celów planowania budżetów na remonty nawierzchni, przez jednostki prowadzące audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego w celu identyfikacji miejsc zagrożenia bezpieczeństwa. Każda z tych jednostek postrzega stan nawierzchni z innej perspektywy i może korzystać z innych parametrów stanu, kierując się zasadą, iż muszą one najlepiej odpowiadać ich indywidualnym wymaganiom.

1.3. Składowe Systemu DSN

System składa się z następujących modułów funkcjonalnych:

- moduł rejestracji;
- moduł oceny;
- system informatyczny.

Moduł rejestracji obejmuje procedury pomiaru i zapisu danych o parametrach stanu nawierzchni.

Moduł oceny obejmuje procedury przetwarzania danych z pomiarów i kryteria do określenia stanu technicznego nawierzchni drogowych. Ponadto moduł oceny zawiera relacje pomiędzy stanem nawierzchni i zabiegami remontowymi, które należy zaplanować i wykonać, aby poprawić ten stan.

System informatyczny składa się z bazy danych, przechowującej wyniki pozyskiwane w ramach modułu rejestracji oraz z procedur wykonawczych, implementujących moduł oceny i umożliwiających wygenerowanie odpowiednich zestawień w formie tabel,

wykresów i map. Powinien posiadać również moduł wymiany danych z innymi systemami użytkowymi przez zarządcę drogi. System informatyczny może być realizowany przez jedną lub kilka współzależnych aplikacji.

Wykorzystanie aplikacji przewidywane jest na trzech poziomach:

- 1) WT-LD – niezbędne dla operatorów sprzętu pomiarowego do przetworzenia plików maszynowych w pliki elementarne;
- 2) Oddziały GDDKiA – niezbędna do aktualizacji danych i ich zatwierdzania oraz generowania zestawień wynikowych w skali oddziału;
- 3) Centrala GDDKiA – do realizacji programu zapewnienia jakości związanego z weryfikacją danych oraz generowania zestawień wynikowych w skali kraju.

1.4. Algorytmy wyznaczania wielkości parametrów stanu

Dla każdej z cech nawierzchni są określone **podstawowe parametry stanu** oraz **parametry uzupełniające**. Parametry podstawowe są przedmiotem oceny i są wykorzystywane do wyznaczania parametrów zespolonych. Parametry uzupełniające są wykorzystywane do pogłębionych, szczegółowych analiz stanu.

Dla każdego parametru stanu nawierzchni jest jednoznacznie definiowany **algorytm** wyznaczania jego wielkości, względnie wartości.

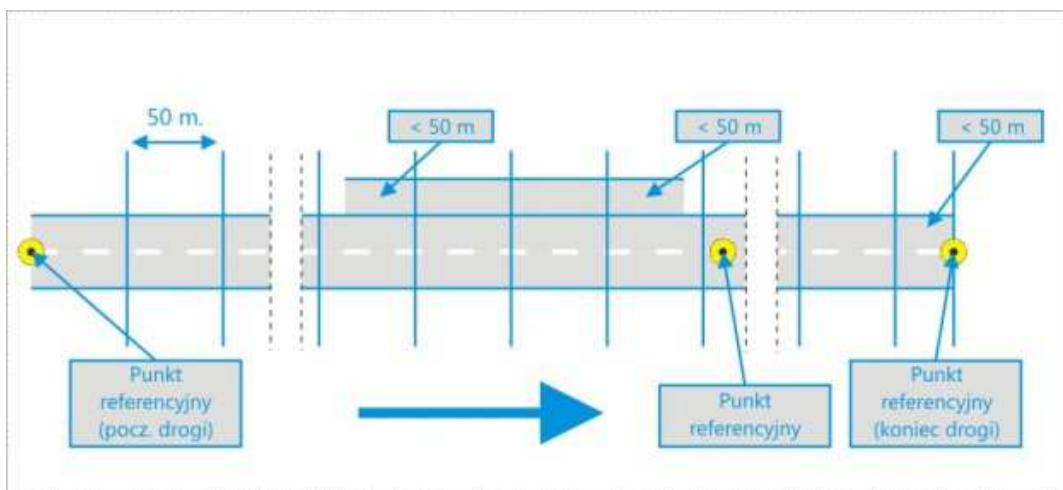
Algorytm wyznaczania parametru stanu zawiera pełen opis wszystkich operacji i zasad postępowania przy wyznaczaniu wielkości, względnie wartości, danego parametru, w tym także reguluje szczególne przypadki, w których dane odbiegają od sytuacji standardowych (np. niepełne lub wadliwe dane wejściowe). Algorytm wyznaczania parametru stanu powinien być na tyle kompletny i tak udokumentowany, aby gwarantował uzyskanie przez niezależne podmioty dla tych samych danych elementarnych takich samych parametrów.

Z uwagi na dużą złożoność algorytmów obliczania parametrów stanu, w szczególności zaś z powodu bardzo wielu sytuacji szczególnych, praktykowane jest tworzenie, przez użytkowników systemów diagnostycznych, dedykowanych programów komputerowych, umożliwiających obliczenie wielkości stanu dla wszystkich kluczowych parametrów. **Kod źródłowy takiego programu, opatrzony wyczerpującymi komentarzami, stanowi niezbędne uzupełnienie dokumentacji algorytmu wyznaczania danego parametru.**

1.5. Odcinki diagnostyczne

Dla celów wykorzystania wyników oceny stanu nawierzchni, sieć drogowa dzielona jest na **odcinki diagnostyczne**. Odcinek diagnostyczny ogranicza się zawsze do jednego pasa ruchu i zawiera z reguły w obszarze jednego odcinka referencyjnego. Standardowa długość odcinka diagnostycznego w systemie DSN wynosi 50 metrów.

Podział sieci drogowej **na odcinki diagnostyczne jest dokonywany na osi drogi poprzez punkty w odległości 50 metrów, zaczynając od punktu referencyjnego stanowiącego początek drogi**. Tak więc ostatni odcinek diagnostyczny odcinka referencyjnego jest z reguły krótszy niż standardowa długość. Krótsze są także: pierwszy i/lub ostatni odcinek diagnostyczny w obrębie pasów ruchu, zaczynających się i/lub kończących w obrębie danego odcinka referencyjnego (patrz rysunek 1.7).



Rysunek 1.7. Odcinki diagnostyczne

1.6. Wielkości i wartości parametrów stanu

Podstawową miarą parametru stanu jest jego **wielkość**. Wielkość parametru jest wyrażana w jednostkach naturalnych, np. średnia głębokość kolein w [mm], IRI w [m/km].

Dla niektórych zastosowań już sama wielkość parametru jest wystarczającą informacją dla realizacji szeregu zadań operacyjnych w zakresie sterowania eksploatacją nawierzchni. Jednak w celu obliczenia **parametrów zespolonych**, będących wynikiem agregacji dwóch lub więcej parametrów, np. wskaźnika stanu użytkowego lub wskaźnika oceny ogólnej, konieczne jest sprowadzenie poszczególnych parametrów do „wspólnego mianownika” poprzez przypisanie każdemu z nich **wartości stanu** w jednolitym układzie odniesienia (skala od 0 do 100). Proces wyznaczania wartości stanu określany mianem **normowania** został opisany w rozdziale 6.3.3.

Podczas gdy dla każdego parametru stanu nawierzchni (z wyjątkiem parametrów zespolonych) jest zdefiniowany sposób określenia jego wielkości, nie wszystkie parametry stanu podlegają normowaniu, a zatem nie wszystkim są przypisywane wartości.

Parametry zespolone nie mają wielkości i są opisywane jedynie przez wartość stanu.

Wielkości i wartości poszczególnych parametrów stanu nawierzchni, a także wartości parametrów zespolonych, w dowiązaniu do systemu referencyjnego są kodowane w plikach z danymi wynikowymi.

Rozdział 2. Cechy techniczne nawierzchni jezdni oraz proces ich identyfikacji

2.1. Cechy eksploatacyjne nawierzchni

Nawierzchnia drogowa, tak jak wszystkie inne obiekty, jest postrzegana poprzez pewne cechy. Dla celów niniejszego dokumentu pod pojęciem „cechy nawierzchni” będą rozumiane te cechy, które zmieniają się w procesie jej eksploatacji. Podstawowymi **cechami nawierzchni** są:

- **nośność** (trwałość), opisująca zdolność nawierzchni do przenoszenia obciążeń od ruchu drogowego, ocena dokonywana na poziomie sieci drogowej;
- **równość**, określająca w jakim stopniu powierzchnia nawierzchni drogowej jest zbliżona z powierzchnią płaską;
- **właściwości przeciwpoślizgowe**, charakteryzujące przyczepność pomiędzy nawierzchnią a oponą pojazdu. W szczególności opisują one zdolność do wytwarzania siły tarcia podczas poślizgu koła;
- **cechy powierzchniowe**, charakteryzujące uszkodzenia nawierzchni oraz inne jej właściwości, istotne z punktu widzenia zarządzania eksploatacją nawierzchni, widoczne na jej powierzchni.

Dodatkowo, oprócz cech nawierzchni, w ramach systemu ocenie podlega również **oznakowanie poziome** nawierzchni.

Wymienione powyżej cechy nawierzchni oraz jej elementy charakteryzują jej stan. Stan ten zmienia się w procesie użytkowania (z reguły stopniowo pogarsza) oraz po realizacji remontów (z reguły skokowo polepsza). Cechy eksploatacyjne charakteryzują zatem właściwości nawierzchni w pewnym punkcie czasowym.

Dla opisanego cech nawierzchni w sformalizowany sposób wykorzystuje się **parametry stanu nawierzchni**.

W oparciu o parametry stanu nawierzchni, z uwzględnieniem zależności między nimi oraz ich hierarchizację wstępnie typowane są zabiegi remontowe.

2.2. Urządzenia pomiarowe

W skład bazy sprzętu pomiarowego, wykorzystywanego w kampanii diagnostycznej, będącego w dyspozycji jednostek GDDKiA, wchodzi następujące typy specjalistycznych aparatów oraz zestawów pomiarowych, są to:

1. Profilografy RSP 21-laserowe;
2. Zestawy SRT-3;
3. Zestaw TWO;
4. Zestawy FWD;
5. Zestawy RMT;
6. Zestawy LPR /rezerwa strategiczna/.

Posiadany sprzęt pomiarowy użytkowany przez poszczególne jednostki GDDKiA (WT-LD) służy w pierwszej kolejności do wykonywania celów określonych przez centralę GDDKiA, w drugiej kolejności do realizacji potrzeb lokalnych oddziałów. Aktualne zasoby sprzętowe zamieszczone zostały w Załączniku K do Wytycznych.

Jednym z czynników uzyskiwania odpowiedniej powtarzalności i odtwarzalności wyników pomiarów jest stan techniczny urządzeń pomiarowych. Zabezpieczenie serwisu sprzętu pozostawia się do realizacji WT-LD, które samodzielnie podejmują decyzję w jakim zakresie powinien być on wykonywany siłami własnymi, z zachowaniem zaleceń

producentów, a w jakim powinien być zlecony do jednostek specjalistycznych (ew. producentów).

W celu racjonalizacji i zmniejszeniu kosztów pomiarów WT-LD posiadające łącznie sprzęt RSP, SRT-3 lub równoważny, oraz np. do realizacji automatycznej oceny spękań i ubytków nawierzchni, w zależności od posiadanego sprzętu, powinny organizować obsady zespołów pomiarowych w ten sposób, aby jedna ekipa obsługiwała dwa lub trzy urządzenia w zależności od potrzeb pomiarowych.

Dodatkowo przewiduje się wykorzystanie specjalistycznego sprzętu pomiarowego będącego w dyspozycji zewnętrznych wykonawców. W ramach zleceń do zewnętrznych wykonawców przewidywane są pomiary następującymi jednostkami sprzętowymi:

- mobilne urządzenia do pomiaru ugięć nawierzchni jezdni (oznaczenie – PM),
- automatyczne systemy do oceny uszkodzeń/napraw nawierzchni (oznaczenie – AON).

2.3. Zakres danych pomiarowych gromadzonych w ramach kampanii diagnostycznej

Tabela 2.1. Lista parametrów i danych podstawowych wykorzystywanych w Systemie DSN

LP.	Parametr lub dane /jednostka pomiarowa/	Kod
1.	Ugięcie /pomiar punktowy/	UP
2.	Wskaźnik SCI 300 /pomiar punktowy/	SCIP
3.	Ugięcie PM /pomiar mobilny/	UC
4.	Wskaźnik SCI 300 /pomiar mobilny/	SCIC
5.	Głębokość koleiny	KOLC
6.	Wskaźnik równości (IRI)	IRIC
7.	Wskaźnik średniej głębokości tekstury (MTD) /makrotekstura/	MTDC
8.	Profil poprzeczny	PPOC
9.	Współczynnik tarcia /pomiar punktowy/	WTP
10.	Współczynnik tarcia /pomiar ciągły/	WTC
11.	Wskaźnik stanu spękań	WSAA
12.	Wskaźnik stanu powierzchni	WPAA
13.	Wskaźnik stanu spękań nawierzchni betonowych	WSBA
14.	Wskaźnik stanu powierzchni nawierzchni betonowych /	WPBA
15.	RL – powierzchniowy współczynnik odbłasku	RLC
16.	Qd – współczynnik luminancji przy oświetleniu rozproszonym	QDC
17.	SRT – wskaźnik szorstkości oznakowania	SRTC
18.	Zdjęcia pasa drogowego (ogólny widok/50m)	FOTP

Oznaczenia w kodach literowych (ostatnia litera):

P – pomiar punktowy, C – pomiar ciągły, A – pomiar ciągły, ocena automatyczna.

W zależności od przyjętych zasad przetwarzania danych w analizach będą mogły być wykorzystywane np. wyniki równości i kolein z prawego lub lewego śladu koła na pasie ruchu. Na podstawie obmiarów spękań będą m.in. mogły być wyznaczane indeksy spękań. Wyniki pomiarów ugięć nawierzchni wraz dodatkowymi danymi posłużą m.in. do wyznaczenia sieciowej oceny nośności nawierzchni oraz parametrów pomocniczych. Szczegółowe zasady dotyczące realizacji pomiarów, przetwarzania i analizy danych zostały opisane w kolejnych rozdziałach oraz załącznikach do Wytocznych.

Parametry uzupełniające wykorzystywane w Systemie DSN (automatyczny pomiar uszkodzeń/napraw)

Dla różnych typów nawierzchni drogowej są zdefiniowane różne parametry nawierzchni. W ramach niniejszego dokumentu ograniczono się do nawierzchni asfaltowych oraz ogólnie do betonowych. Poniżej zestawiono parametry cech powierzchniowych:

Nawierzchnie asfaltowe:

- Pęknięcia siatkowe (PS),
- Pęknięcia pojedyncze (PP) – w tym:
 - Pęknięcia pojedyncze podłużne (PPD),
 - Pęknięcia pojedyncze poprzeczne (PPP),
- Wskaźnik stanu spękań (SSP)
- Łaty (LA),
- Wyboje (WY),
- Ubytki (UB).

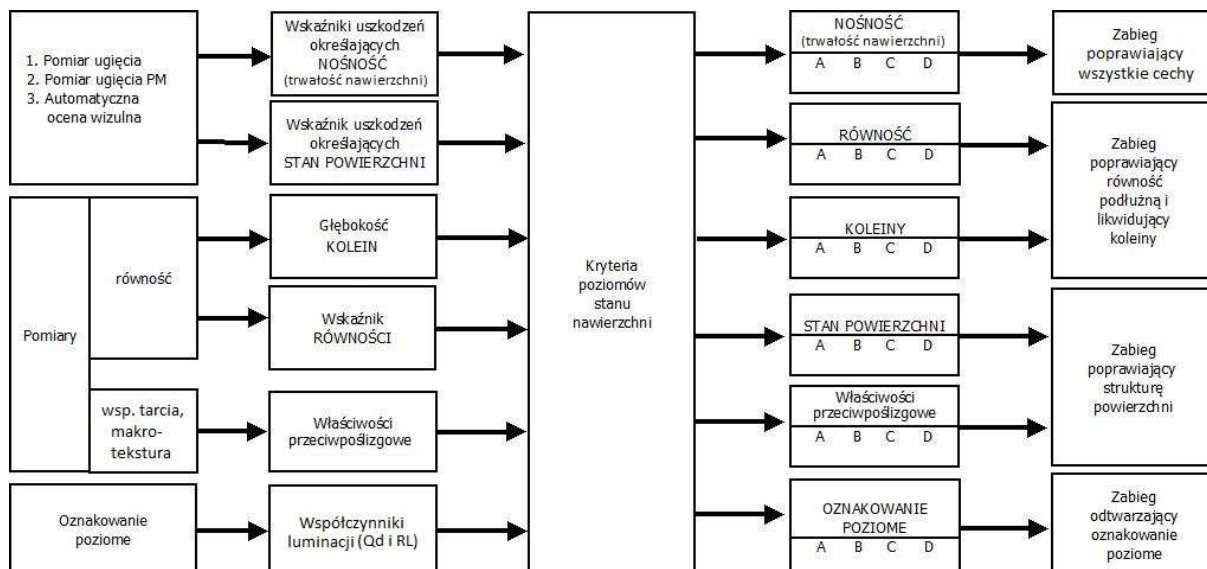
Nawierzchnie betonowe:

- Pęknięcia pojedyncze i poprzeczne (PP);
- Uszkodzenia narożników (UN);
- Uszkodzenia krawędzi (UK).

Nawierzchnie betonowe (grupy uszkodzeń):

- Uszkodzenia wpływające na stan strukturalny i funkcjonalny (UF),
- Uszkodzenia wpływające na stan strukturalny (US),
- Uszkodzenia związane z krawędziami (UK),
- Wady powierzchni (WP).

Na rysunku 2.1. pokazano szkic zależności pomiędzy poszczególnymi podstawowymi parametrami stanu nawierzchni oraz typowanymi zabiegami remontowymi.



Rysunek 2.1. Zależność pomiędzy podstawowymi parametrami stanu nawierzchni oraz typowanymi zabiegami remontowymi.

Szczegółowe zasady typowania zabiegów remontowych zostały opisane w rozdziale 6.

2.4. Ogólne wymagania jakościowe pomiarów

W tabeli 2.2. zamieszczono ogólne wymagania jakościowe dotyczące pomiarów wszystkich cech techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni.

Tabela 2.2. Ogólne wymagania jakościowe dotyczące pomiarów

	Nazwa	Jednostka	Wymagany zakres
Wymagania jakościowe	Dokładność określenia metra bieżącego	[m/km]	≤ 1
	Dokładność określenia współrzędnych geograficznych	[m]	≤ 1 – w przypadku pomiarów zleczanych zewnętrznym Wykonawcom $\leq 2,5$ – w przypadku pomiarów wykonywanych przez urządzenia GDDKiA
	Częstotliwość określenia lokalizacji dla pomiarów ciągłych	[m]	≤ 10
	Odchylenie od linii pomiaru	[m]	$\leq 0,40$

1. Dokładność (dopuszczalny błąd) określenia metra bieżącego [m/km] – dopuszczalne odchylenie odczytów odometru lokalizujących pomiar od faktycznie przebytej w trakcie przejazdu pomiarowego drogi. Wyrażone jest w metrach odchylenia na każdy przebyty kilometr.
2. Dokładność (dopuszczalny błąd) określenia współrzędnych geograficznych [m] – promień koła wyznaczającego dokładność określenia współrzędnych geograficznych punktu, w jakim znajduje się pojazd pomiarowy (w zależności od mierzonej cechy).
3. Częstość określenia lokalizacji pomiaru dla pomiarów ciągłych [m] – odstęp pomiędzy kolejnymi odczytami systemu lokalizującego (odometr + GPS), dla pomiarów ciągłych. Dla pomiarów punktowych, lokalizacje należy rejestrować w punktach pomiarów.
4. Odchylenie od linii pomiaru [m] – maksymalne oddalenie linii, wzdłuż której wykonany został przejazd pomiarowy, od teoretycznej linii zakładanej przez wytyczne dla tego pomiaru.

2.5. Składowe kampanii diagnostycznej

Biorąc pod uwagę identyfikowane cechy nawierzchni oraz uwzględniając konieczność zapewnienia wymaganej jakości wyników diagnostyki wprowadzono podział kampanii diagnostycznych na następujące elementy:

- aktualizacja danych sieciowych,
- pomiary,
- analizy.

Standardowo dane sieciowe są przygotowywane i udostępniane przez administrację drogową. Dane te zostały zdefiniowane i opisane w rozdziale 7 oraz załączniku H. Pomiary i analizy są wykonywane przez administrację drogową lub podmioty zewnętrzne, w zależności od dostępności sprzętu i przyjętych rozwiązań organizacyjnych. Zakres analiz i zasady przetwarzania danych pomiarowych zostały opisane w rozdziale 6 oraz załącznikach A, B i C. Aktualne posiadane urządzenia do diagnostyki nawierzchni wyszczególniono w załączniku K.

Rozdział 3. Metody gromadzenia i archiwizacji danych

3.1. Zasady nazewnictwa plików i folderów z danymi pomiarowymi

W każdym roku pomiarowym Wykonawcy mają obowiązek w trakcie trwania kampanii pomiarowej realizować pomiary oraz archiwizować wyniki pomiarów zgodnie z poniżej opisanymi zasadami.

Jeden plik z danymi elementarnymi obejmuje tylko jeden pas drogi, lub jego fragment, w jednym kierunku.

W przypadku realizacji pomiarów, w sytuacji wystąpienia nieciągłości drogi, zaleca się zakończyć pomiar i rozpocząć jego realizację po zakończeniu nieciągłości.

Niedopuszczalne są sytuacje, iż w jednym pliku z danymi elementarnymi są wyniki dla różnych pasów jednej drogi.

3.1.1. Rodzaje plików w systemie DSN

W systemie DSN wyróżniamy następujące rodzaje plików:

1. z danymi podstawowymi,
2. z danymi maszynowymi,
3. z danymi elementarnymi,
4. z sieciowymi danymi elementarnymi/danymi dotyczącymi odcinków diagnostycznych,
5. ze zdjęciami pasa drogowego zakodowanymi w danych elementarnych,
6. z danymi wynikowymi /w tym wymiany danych pomiędzy systemami/.

Szczegóły dotyczące poszczególnych rodzajów plików opisano w Załączniku H.

3.1.2. Standardy nazewnictwa plików

Nazwy zbiorów z danymi odcinków diagnostycznych: **PPPP_XXXXXX_J_K_N_S.YYYY**

gdzie:

P – kod pliku (1-4 znaków)

X – jest numerem drogi wraz ze znakiem lokalnym o ile taki występuje (1-7 znaków),

J – jest numerem jezdni (1 znak),

K – lokalizacja danych na jezdni (Kierunek: R – rosnący, M – malejący),

N – numer pasa (1, 2, ...) liczony od krawędzi danej jezdni (1 znak);

W przypadku poboczy utwardzonych należy wprowadzić kod „9”.

W przypadku pasów awaryjnych należy wprowadzić kod „0”.

S – strona występowania oznakowania poziomego (Strona: L-lewa, P-prawa) (1 znak). Podaje się w przypadku oznakowania poziomego.

YYYY – cztery cyfry dla oznaczenia roku pomiarów.

Zasady przetwarzania plików opisano w rozdziale 6, załącznikach do Wytycznych oraz instrukcjach specjalistycznego oprogramowania.

Tabela 3.1. Kody plików w systemie DSN

Lp.	Kod plików z urządzeń /PPPP/	Rodzaj parametru	Uwagi
1.	UP	Ugięcie (pomiar punktowy), Wskaźnik SCI 300 (pomiar punktowy),	
2.	UC	Ugięcie PM /Pomiar Mobilny/, Wskaźnik SCI 300 (Pomiar Mobilny)*	
3.	KOLC	Głębokość koleiny	
4.	IRIC	Wskaźnik równości (IRI)	
5.	MPDC	Wskaźnik średniej głębokości profilu MPD * /makrotekstura/	
6.	PPOC*	Profil poprzeczny*	
7.	WTP	Szorstkość nawierzchni (pomiar punktowy),	
8.	WTC	Szorstkość nawierzchni (pomiar ciągły),	
9.	AONA	Wskaźnik stanu spękań nawierzchni asfaltowych, Wskaźnik stanu powierzchni nawierzchni asfaltowych	
10.	AONB	Wskaźnik stanu spękań nawierzchni betonowych, Wskaźnik stanu powierzchni nawierzchni betonowych	
11.	OPZC	Współczynnik odbłasku (RI), Współczynnik luminancji w świetle rozproszonym (Qd), Wskaźnik szorstkości oznakowania (SRT)*	

UWAGA:

pliki zdjęć pasa drogowego zakodowane są w danych elementarnych, z części urządzeń pomiarowych,

*) dane dodatkowe do szczególnych analiz w systemie.

3.1.3. Przykłady

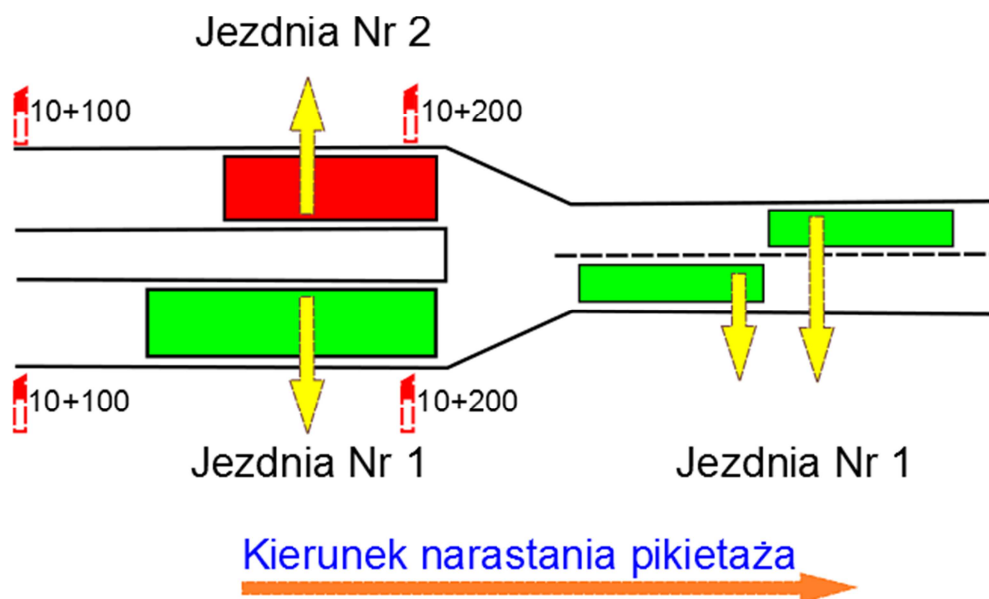
KOLC_8_1_R_1.2016 - plik z pomiarami głębokości kolein dla drogi nr 8, jezdni nr 1, pasie nr 1 w kierunku narastającym, pomiary wykonane w 2016 roku.

IRIC_8a_1_M_2.2016 - plik z pomiarami równości podłużnej dla odcinka drogi z pikietażem lokalnym nr 8a, jezdni nr 1, pasie nr 2 w kierunku malejącym, pomiary wykonane w 2016 roku.

W przypadku odcinków z pikietażem lokalnym pliki mają analogiczny format (odcinki kilometrażu lokalnego będą miały odrębne pliki z odpowiednimi nazwami).

3.1.4. Numeracja jezdni w systemie DSN

W nazwach plików systemu DSN obowiązuje numeracja jezdni zgodna z zasadami przyjętymi dla celów ewidencji dróg. Zasady numeracji zilustrowano na rysunku 3.1.



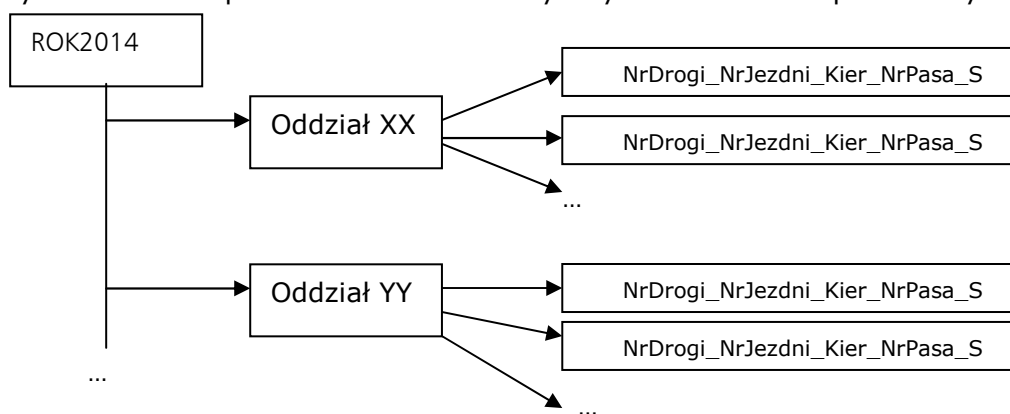
Rysunek nr 3.1. Zasady numeracji jezdni w systemie DSN.

3.1.5. Standardy nazewnictwa folderów z plikami

W związku z rozszerzeniem zakresu pomiarów w ramach diagnostyki nawierzchni sieci dróg krajowych i wdrożeniowym rozpoczęciem pomiarów na wszystkich pasach ruchu, niezbędne jest odpowiednie przechowywanie (katalogowanie) plików pomiarowych. W związku z powyższym opracowane zostały poniższe zasady przechowywania plików pomiarowych.

Pliki z pomiarów wykonywanych na terenie poszczególnych Oddziałów GDDKiA powinny być przechowywane w folderach w folderze zasadniczym, np. w roku 2014 - „ROK2014”. Pliki maszynowe należy przechowywać w oddzielnych folderach z rozróżnieniem dla każdej drogi, jezdni, kierunku pomiaru oraz pasa ruchu.

Na rysunku nr 3.2. przedstawiono schematyczny układ folderów pomiarowych:



gdzie XX, YY – nazwa oddziału na terenie którego wykonywane były pomiary.

Rysunek 3.2. Struktura układu folderów pomiarowych.

Nazwa folderu z plikami elementarnymi przedstawia się następująco:

NrDrogi_NrJezdni_Kier_NrPasa_S

gdzie:

- 1) NrDrogi** – numer drogi (w tym znacznik pikietaża lokalnego – jeżeli występuje), zgodnie z zasadami dotychczas stosowanymi w systemach pomiarowych;
- 2) NrJezdni** – numer jezdni, zgodnie z zasadami dotychczas stosowanymi w systemach pomiarowych;
- 3) Kier** – Kierunek (R – rosnący, M – malejący);
- 4) NrPasa** – numer pasa (1, 2, ...) liczony od krawędzi danej jezdni;
W przypadku poboczy utwardzonych należy wprowadzić kod „9”.
W przypadku pasów awaryjnych należy wprowadzić kod „0”.
- 5) S – oznakowania poziomego na danym pasie ruchu** (zgodnie z numeracją w punkcie 4)

Zasady szczegółowe:

- w przypadku dróg jedno-jezdniowych oznaczenie (P lub L) oznakowania poziomego zlokalizowanego w osi jezdni jest przypisywany do pasa z rosnącym pikietażem.
- rozróżnienia oznakowania na pasie ruchu należy dokonać poprzez dodatkowe oznaczenia strony pasa ruchu: literą „P” – oznakowanie po prawej stronie pasa ruchu, literą „L” – oznakowanie po lewej stronie pasa ruchu.

Przykładowa nazwa folderu:

A4_1_R_1_P – autostrada A4, jezdnia nr 1, pikietaż (kierunek) rosnący, pierwszy pas ruchu zasadniczego od strony krawędzi pasa awaryjnego, linia oznakowania z prawej strony.

3.2. Przetwarzanie i przechowywanie danych

Oddziały GDDKiA przetwarzają dane z użyciem systemu informatycznego i na tej podstawie realizują zadania zdefiniowane w opisanych celach Systemu DSN (rozdział 4.2 – zadania użytkowników systemu).

Na podstawie danych z Oddziałów Centrala GDDKiA realizuje zadania postawione w rozdziale 4.2. Ma przy tym obowiązek archiwizowania danych przez okres co najmniej pięciu lat w następującym zakresie:

- pliki z danymi elementarnymi z pomiarów cech techniczno-eksploatacyjnych;
- dokumentację pomiarów kontrolnych wraz z plikami pomiarowymi.

Oddziały mają obowiązek archiwizowania danych przez okres co najmniej pięciu lat w następującym zakresie:

- pliki z danymi elementarnymi z pomiarów cech techniczno-eksploatacyjnych;
- pliki z danymi podstawowymi;
- dokumentację, wyniki pomiarów odbiorczych – w przypadku pomiarów wykonywanych przez Wykonawcę zewnętrznego.

Jednostki wykonujące pomiary cech techniczno-eksploatacyjnych mają obowiązek archiwizowania danych przez okres co najmniej pięciu lat w następującym zakresie:

- pliki z danymi maszynowymi z pomiarów cech techniczno-eksploatacyjnych;
- pliki z danymi elementarnymi z pomiarów cech techniczno-eksploatacyjnych;
- pliki z danymi podstawowymi;
- dokumentację przetwarzania danych pomiarowych;

- dokumentację wraz z plikami pomiarowymi z okresowych kontroli stanu technicznego sprzętu pomiarowego;
- dokumentację tj. dzienniki pomiarów, wyniki pomiarów kalibracyjnych i odbiorczych;
- dokumentację wraz z plikami pomiarowymi z pomiarów kontrolnych.

Dane wprowadzone do systemu informatycznego powinny docelowo obejmować okres co najmniej czterech lat licząc od roku bieżącego oraz uzupełniające dane archiwalne.

3.2.1. Proces przetwarzania danych

W ramach gromadzenia i przetwarzania danych w systemie DSN należy wykonać następujące czynności:

1. Przejęcie danych maszynowych z pomiarów urządzeniami pomiarowymi do formatów danych elementarnych wraz z dowiązaniem danych w nich zawartych do punktów charakterystycznych drogi. Dopuszcza się projekcję danych w oparciu o geograficzne dane elementarnych na sieć (system referencyjny GDDKiA).
Pliki maszynowe po wczytaniu z urządzenia należy przekilometrować oraz nadać im odpowiednie parametry związane z Systemem Referencyjnym (SR) w oparciu o specjalistyczne oprogramowanie współpracujące z danym urządzeniem oraz bazującym na aktualnym SR wykorzystywanym w GDDKiA.
2. Zasilenie systemu danymi elementarnymi, oraz danymi opisującymi sieć drogową.
3. Klasyfikacja parametrów techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni.
4. Wygenerowanie profili, wykresów i map tematycznych dla sieci dróg z zarejestrowanymi danymi.

3.2.2. Rodzaje danych systemie DSN

1. Dane maszynowe – dane z urządzeń pomiarowych.
2. Dane elementarne z urządzeń pomiarowych – standardowo, w większości przypadków co 1m (dane dowiązane do SR).
3. Dane opisujące sieć drogową – dane z informacjami o sieci drogowej. Dane są dowiązane do istniejącego SR.
4. Pliki zdjęć pasa drogowego są dodatkowymi danymi pozyskiwanymi podczas kampanii pomiarowej np. urządzeniem RSP.

3.2.3. Eksport danych z urządzenia pomiarowego

Eksport danych następuje poprzez przetworzenie danych maszynowych specjalistycznym oprogramowaniem dedykowanym dla urządzeń pomiarowych, do plików elementarnych wykorzystywanych przez system DSN.

Opisy plików (struktur) zamieszczono w rozdziale 7 niniejszego dokumentu.

3.2.4. Struktura danych elementarnych

Dane elementarne składają się z odpowiednio ustrukturyzowanego zbioru plików z danymi elementarnymi, będących plikami w języku XML. Podstawową zasadą struktury danych elementarnych jest klasyfikacja danych elementarnych wedle sposobu lokalizacji. Wyróżnia się dwa rodzaje klasyfikowania danych elementarnych:

- dane elementarne - podstawowy sposób klasyfikowania danych w systemie DSN,
- geograficzne dane elementarne (dane elementarne z pikietażem zrzutowanym przy pomocy współrzędnych geograficznych i siatki dróg).

3.2.5. Sposób lokalizowania danych o stanie

Dane o stanie nawierzchni są identyfikowane podczas przejazdu pojazdem pomiarowym i rejestrowane w plikach maszynowych. Podczas pomiaru operator pozyskuje informacje związane z diagnostyką oraz informacje pozwalające na późniejsze dowiązanie danych do istniejącego systemu referencyjnego tzw. punkty charakterystyczne (np.: słupki kilometrowe, punkty referencyjne). Dodatkowo podczas przejazdu urządzenia zbierane są dane o współrzędnych geograficznych.

Z uwagi na problemy z zanikiem lub przekłamaniami sygnału GPS (np.: zalesione odcinki, obiekty inżynierskie) operator podczas pomiaru powinien nanosić wszystkie mijane znaki charakterystyczne (np.: słupki kilometrowe, punkty referencyjne, początek/koniec odcinka pomiarowego), celem dalszego przetworzenia pliku maszynowego do danych elementarnych służących do zasilenia systemu DSN.

W celu przypisania danych z urządzenia a posiadających informacje zapisane we współrzędnych geograficznych następuje proces rzutowania danych elementarnych na aktualny model sieci. Do wykonania tego procesu niezbędne jest dysponowanie strukturą sieci i geometrią poszczególnych odcinków referencyjnych. Wynikiem procesu rzutowania jest plik z danymi elementarnymi, w którym dane elementarne przypisane są do pikietaża drogi.

Jeśli nastąpi zmiana modelu sieci, np. w wyniku zmian numeracji dróg, ich klasy, wprowadzenia lub usunięcia punktów referencyjnych lub zmiany kilometrażu, możliwe jest dokonanie ponownej projekcji danych elementarnych na nowy model sieci i tym samym uaktualnienie danych o stanie.

3.2.6. Strumienie danych

Strumienie danych są strukturą grupującą metrowe rekordy dla większej liczby metrów pomiaru. Dodatkowo zawierają informacje, które są istotne dla danej porcji rekordów. W geograficznych i w sieciowych danych elementarnych te struktury danych mają inne znaczenie, choć zawsze reprezentują pewien jasno zdefiniowany odcinek i pomiary na nim wykonane.

Dla geograficznych danych elementarnych strumień danych zawiera, co najwyżej 10 kolejnych metrów pomiaru, przy czym mniej niż 10 metrów może wystąpić wyłącznie dla ostatniego w danym przejeździe pomiarowym strumienia (na końcu pomiaru). Wyniki pomiaru uszeregowane są wedle metra bieżącego pomiaru, przyrastającego o 10 dla kolejnych strumieni danych. Ponadto do każdego strumienia danych (tj. co 10 metrów) zapisana jest informacja o współrzędnych geograficznych początku strumienia danych. Kolejne rekordy metrowe zapisane są w kolejności wykonywania przejazdu pomiarowego.

Dla sieciowych danych elementarnych strumień danych zawiera wyniki pomiaru dla danego odcinka diagnostycznego, lokalizację wyników pomiaru określa zatem jednoznacznie lokalizacja na modelu referencyjnym. Długość strumienia danych zależy od podziału sieci na odcinki diagnostyczne. Lokalizacje geograficzne wyjściowych strumieni danych (zawartych w geograficznych danych elementarnych, z których pochodzą sieciowe dane elementarne) są zapisywane w dowiązaniu do modelu sieci. Kolejne rekordy metrowe zapisane są w kolejności narastającego pikietażu.

3.2.7. Pliki z danymi elementarnymi

Plik z danymi elementarnymi odzwierciedla wyniki pomiaru dla jednej drogi (odcinka) w ramach jednego numeru jezdni i pasa ruchu.

3.2.8. Format danych elementarnych – język XML

Język XML stanowi uniwersalną podstawę definiowania dowolnych struktur danych. Dla konkretnego zastosowania konieczne jest stworzenie dodatkowej definicji formatu w postaci schematu XML (pliku XSD).

Zaleca się stosowanie zapisu plików elementarnych w język XML w wersji 1.0. Jako kodowanie dla pliku przyjęto UTF-8.

3.2.9. Geograficzne dane elementarne

Dane maszynowe dostarczone przez urządzenie pomiarowe przetwarzane są na standardowy format geograficznych danych elementarnych. W danych tych zapisano wszystkie istotne wyniki pomiarów. W większości przypadków odstęp między punktami pomiarowymi wynosi 1m, każde 10 punktów zestawionych jest w strumieniu danych.

3.2.10. Projekcja danych elementarnych na sieć drogową

Podczas wykonania procedury projekcji elementarne wyniki identyfikacji zakodowane w plikach z geograficznymi danymi elementarnymi, uporządkowane według przejazdów pomiarowych i zlokalizowane przy pomocy położenia geograficznego (współrzędna GPS) przypisywane są do modelu sieci. Następuje reorganizacja danych, w wyniku której geograficzne lokalizacje stają się informacją poboczną, dane zaś są przyporządkowane do modelu sieci (kilometrażu drogi).

Procedura projekcji generuje pliki z sieciowymi danymi elementarnymi. Są to pliki zawierające dane elementarne zlokalizowane przez położenie na modelu sieci, tzn. przez określenie ciągu danych pomiarowych (sekwencji metrowych rekordów), jako obiektu liniowego w myśl definicji danych podstawowych o sieci. W ramach projekcji nie następuje żadna modyfikacja danych pomiarowych, zmienia się jedynie sposób ich lokalizacji.

Na podstawie danych zapisanych w plikach z sieciowymi danymi elementarnymi w kolejnych krokach wyznaczone zostaną wielkości charakteryzujące parametry techniczno-eksploatacyjne nawierzchni.

Wynikiem rzutowania jest utworzenie są tzw. sieciowe dane elementarne (tożsame z danymi elementarnymi), w których lokalizacja pomiaru uzupełniona jest o odniesienie do danych lokalizacyjnych (droga, jezdnia, pas ruchu, pikietaż ...).

3.2.11. Dane diagnostyczne

W ramach raportowania i prezentacji na mapach z plików elementarnych zasilonych do bazy danych systemu informatycznego tworzone są odcinki diagnostyczne, z reguły długości 50 metrowej, wykorzystywane do dalszego przetwarzania i analiz. Na podstawie odcinków diagnostycznych wyznaczane są m.in. odcinki miarodajne.

Rozdział 4. Plan działań w ramach kampanii pomiarowej

4.1. Harmonogram realizacji pomiarów

Przed rozpoczęciem kampanii pomiarowej na sieci dróg krajowych, na początku roku, jednostka koordynująca prace przesyła do Oddziałów GDDKiA informacje dotyczące strategii realizacji pomiarów wraz z harmonogramem realizacji pomiarów i wstępnymi zakresami pomiarowymi.

Przykładowy harmonogram realizacji pomiarów na sieci dróg krajowych w jednym cyklu eksploatacyjnym Systemu został przedstawiony poniżej. Należy jednak zaznaczyć, że harmonogram ten ma charakter orientacyjny i może zostać zmieniony przez koordynatora Systemu.

Do czasu pozyskania przez GDDKiA odpowiedniej liczby jednostek pomiarowych do automatycznej oceny uszkodzeń nawierzchni, realizowana ona będzie w trakcie kampanii pomiarowej na zasadzie zleceń Wykonawcom zewnętrznym w ramach przetargów. Zakładany termin zakończenia umów powinien nastąpić najpóźniej do końca listopada.

Rysunek 4.1. Przykładowy harmonogram kampanii pomiarowej

Zadanie	Wykonawca/ Koordynator Odpowiedzialny	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Serwis przedsezonowy urządzeń pomiarowych – SRT3, RSP, FWD, TWO, RMT	WZ/DT/WT												
Aktualizacja bazy danych Systemu Referencyjnego	Oddziały / DII												
Opracowanie harmonogramu kampanii i wstępnych zakresów pomiarowych	DZ												
Informacja z DT o możliwościach pomiarowych poszczególnych WT	DT												
Wyznaczenie jednostek do realizacji pomiarów	DZ												
Uruchomienie zleceń pomiarów oraz przekazanie plików z danymi podstawowymi przez Oddziały do WT, WZ. Opracowanie przez Oddziały szczegółowych zakresów	Oddziały do wyznaczonych WT oraz Wykonawców zewnętrznych												
Aktualizacja oznakowania punktów referencyjnych na jezdniach dróg krajowych	WZ/DZ/Oddziały												
Przedsezonowe pomiary porównawcze /certyfikacja urządzeń/ RSP 21, FWD	WT/ przy współpracy DZ /DT												
Przedsezonowe pomiary porównawcze /certyfikacja urządzeń/ SRT-3, TWO, RMT	WT/ przy współpracy DZ/DT												
Szkolenie ekip, przekazanie instrukcji z realizacji pomiarów, ustawień urządzeń	DZ/DT												
Rozpoczęcie pomiarów rutynowych	WT WZ / DT / DZ												
Nadzór merytoryczny nad pomiarami Monitoring realizacji zakresów i sprawności sprzętu	DZ/WT												
Korekty zakresów pomiarowych do WT w przypadku awarii lub uszkodzenia sprzętu	DZ												
Zakończenie pomiarów rutynowych	WT / DT / DZ												
Badania kontrolne/odbiorcze (RSP, SRT-3)	WT/DZ												
Przetwarzanie danych pomiarowych i sukcesywne przekazywanie wyników z WT i WZ	WT/DZ/Oddział												
Aktualizacja danych pomocniczych DSN	Oddziały /DZ												
Opracowanie wstępnej informacji o stanie technicznym sieci dróg krajowych	DZ												
Opracowanie raportu o stanie dróg	DZ, Oddziały												

4.2. Obowiązki uczestników procesu gromadzenia danych

Koordynatorem realizacji działań w ramach DSN jest Departament Zarządzania Drogami i Mostami /DZ/ przy wsparciu Departamentu Technologii /DT/. **Głównym zadaniem tych jednostek jest zapewnienie spójności, porównywalności otrzymywanych wyników oraz ich wysokiej jakości.**

Zakres odpowiedzialności – DZ

1. Planowanie wstępnych zakresów pomiarowych poszczególnych parametrów stanu technicznego nawierzchni dla poszczególnych Wydziałów Technologii – Laboratoriów Drogowych /WT-LD/.
2. Opracowanie szczegółowych harmonogramów realizacji pomiarów automatycznych.
3. Przygotowanie strategii realizacji pomiarów.
4. Opracowanie wyników oceny dla całej sieci dróg krajowych i publikacja wyników w corocznym raporcie.
5. Opracowanie analiz i wniosków dotyczących kształtowania polityki utrzymaniowej.
6. Koordynowanie Programu Zapewnienia Jakości.
7. Przekazywanie informacji do oddziałów o konieczności zlecenia pomiarów uzupełniających wynikających z analizy ryzyk potencjału sprzętowego.
8. Planowanie środków na pomiary uzupełniające na podstawie zapotrzebowań zgłaszanych przez oddziały GDDKiA.
9. Prowadzenie analiz ryzyk.
10. Opiniowanie wniosków DT o zakup nowego sprzętu pomiarowego do diagnostyki sieciowej.
11. Uczestnictwo w procesie kalibracji i badaniach porównawczych sprzętu pomiarowego.

Zakres odpowiedzialności – DT

1. Uzgadnianie planów zakresów pomiarowych poszczególnych parametrów stanu technicznego nawierzchni dla poszczególnych Wydziałów Technologii – Laboratoriów Drogowych /WT-LD/.
2. Uzgadnianie harmonogramów realizacji pomiarów automatycznych.
3. Opiniowanie materiałów do zlecenia pomiarów uzupełniających wynikających z analizy ryzyk potencjału sprzętowego.
4. Planowanie środków na utrzymanie sprzętu do wykonywania pomiarów.
5. Koordynowanie i nadzór nad serwisem sprzętu pomiarowego realizowanego przez WT-LD.
6. Planowanie środków na zakup sprzętu pomiarowego.
7. Nadzorowanie procesu kalibracji i pomiarów porównawczych.

Zakres odpowiedzialności Oddziału (Pion Technologii)

1. Utrzymywanie sprzętu w należytej sprawności technicznej (w tym planowanie budżetu na serwis urządzeń).
2. Wykonywanie pomiarów zgodnie z przekazanymi zakresami przez (Pion Utrzymania) oraz zgodnie z harmonogramem kampanii DSN.
3. Współpraca ze zleceniodawcami, DZ, DT oraz innymi jednostkami upoważnionymi w zakresie wykonywania pomiarów kontrolnych.
4. Planowanie środków na realizację pomiarów w ramach zasobów finansowych i kadrowych oddziałów.
5. Raportowanie w ramach monitoringu sprawności sprzętu pomiarowego.

6. Raportowanie w ramach monitoringu realizowanych zakresów pomiarowych.
7. Archiwizacja plików z danymi maszynowymi oraz elementarnymi przez okres minimum 5 lat od momentu ich pozyskania.
8. Przetwarzania plików z danymi maszynowymi z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania.
9. Zapewnienie odpowiedniego personelu do zbierania, przetwarzania i analizowania danych w Systemie.
10. Organizacja przez wskazane WT-LD przedsezonowych pomiarów porównawczych sprzętu biorącego udział w kampanii pomiarowej.

Zakres odpowiedzialności Oddziału (Pion Utrzymania)

1. Opracowanie szczegółowych zakresów pomiarów automatycznych, z uwzględnieniem informacji o odcinkach planowanych do remontów, przebudów oraz na których zrealizowano remonty lub oddano do ruchu w roku poprzednim.
2. Wykonanie projektów organizacji ruchu dla zabezpieczenia macierzystych jednostek WT-LD przez komórki organizacyjne ds. BRD.
3. Wykonanie zabezpieczenia dla WT-LD przez Rejony Dróg (oznakowanie, sprzęt osłony).
4. Wnioskowanie o dodatkowe zakresy badań (do akceptacji DT i DZ).
5. Zasilanie systemu informatycznego, wykorzystywanego w ramach DSN, danymi pomocniczymi niezbędnymi do prowadzenia analiz (np. wykonane zabiegi remontowe, przebudowy, oddane do ruchu nowe odcinki dróg).
6. Wykorzystanie wyników z Systemu do określania potrzeb w zakresie utrzymania dróg.
7. Realizacja programu zapewnienia jakości i odpowiedzialność za prawidłowe funkcjonowanie Systemu na swoim terenie.
8. Zapewnienie odpowiedniego personelu do zbierania i analizowania danych w Systemie.
9. Archiwizacja danych w komputerowym systemie informatycznym DSN.
10. Prowadzenie postępowań przetargowych w przypadku zleceń pomiarów do Wykonawców zewnętrznych.
11. Opracowanie wyników oceny dla całej sieci oddziału i publikacja wyników w corocznym raporcie.

4.3. Zakresy realizowanych pomiarów

Strategia realizacji pomiarów jest ustalana i przekazywana użytkownikom Systemu nie później niż do końca pierwszego kwartału każdego roku.

Oddziały Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad opracowują szczegółowe wykazy odcinków dróg przeznaczonych do pomiarów w ramach kolejnej kampanii pomiarowej. Pod uwagę należy brać następujące przesłanki:

- organizacyjne – na podstawie strategii sformułowanej przez Centralę Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad;
- techniczne – na podstawie analizy pomiarów realizowanych dla potrzeb Systemu w latach poprzednich, analizy innych pomiarów i badań takich jak pomiar ugięć, lokalizacji zabiegów remontowych, lokalizacji zabiegów planowanych na rok bieżący, informacji służby utrzymania dróg itp.
- formalne – uwzględnienie terminów upływu okresu gwarancyjnego.

Ogólne założenia opracowywania zakresów pomiarowych:

- Pomiarzy będą realizowane na poszczególnych pasach ruchu zasadniczego (z reguły jazdy na wprost).
- Aktualność danych pomiarowych dla dowolnego odcinka drogi na poszczególnym pasie ruchu nie może być starsza niż 2 lata (dotyczy pomiarów równości podłużnej, poprzecznej, makrotekstury).
- W przypadku pomiarów ugięć nawierzchni oraz automatycznej oceny stanu spękań i stanu powierzchni pomiary będą realizowane w zależności od przyjętych w danym roku strategii opisanych w harmonogramie działań na dany rok kalendarzowy (przykładowy harmonogram zaprezentowano na rys. 4.1).
 - a) Zakłada się, że pomiary ugięć nawierzchni będą realizowane na odcinkach, planowanych remontów (w tym nakładek), których równość podłużna, koleiny lub stan spękań będą w klasie C lub D stanu technicznego.
 - b) Automatyczne pomiary stanu spękań i stanu powierzchni będą realizowane na wszystkich pasach dróg krajowych. Aktualność danych pomiarowych dla dowolnego odcinka drogi na poszczególnym pasie ruchu nie może być starsza niż 3 lata.
- Pomiary właściwości przeciwpoślizgowych będą realizowane na prawych pasach ruchu powolnego w przypadku dróg o przekroju dwujezdniowym i „2+1”. W przypadku dróg jezdno-jezdniowych pomiary należy wykonywać w obu kierunkach ruchu. Aktualność danych pomiarowych dla dowolnego odcinka drogi na poszczególnym pasie ruchu nie może być starsza niż 3 lata.

Po dokonaniu wdrożenia urządzeń diagnostycznych umożliwiających pomiary w dowolnym śladzie pasa ruchu, pomiary właściwości przeciwpoślizgowych będą realizowane w lewym lub prawym śladzie pasa ruchu w zależności od przekroju porzecznego drogi (droga jedno-jezdniowa lub dwujezdniowa). Zakresy pomiarów ulegną rozszerzeniu.
- Pomiary oznakowania poziomego grubowarstwowego należy wykonywać co 2 lata. Maksymalny roczny zakres uzależniony jest od możliwości pomiarowych.
- systemowe – tj. eliminuje się z programu pomiarów:
 - a) odcinki dróg objęte planem robót remontowych w bieżącym roku;
 - b) odcinki dróg, które ze względu na swoje parametry geometryczno-ruchowe uniemożliwiają wykonanie pomiaru zgodnie z zasadami podanymi w Wytycznych DSN.

W wyniku tej analizy Oddziały Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad opracowują program oceny stanu nawierzchni w bieżącym roku, który zawiera wykaz odcinków dróg przewidzianych do pomiaru poszczególnych parametrów techniczno-eksploatacyjnych. Wykaz jest przesyłany do akceptacji Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad – Departamentu Zarządzania Drogami i Mostami, który porównuje zgodność wykazu ze strategią realizacji pomiarów, co warunkuje przystąpienie do realizacji pomiarów. Dyrektor Oddziału GDDKiA w zależności od występowania lokalnych potrzeb, może zaproponować zwiększenie zakresów pomiarowych wraz z uzasadnieniem w danym roku pomiarowym. Zwiększenie zakresu pomiarowego wymaga akceptacji Centrali GDDKiA.

Rozdział 5. System zapewnienia jakości

System Diagnostyki Stanu Nawierzchni dzieli się zasadniczo na dwa procesy: pomiary diagnostyczne oraz analizę wyników tych pomiarów. Proces identyfikacji danych o stanie nawierzchni, realizowany przez jednostki własne, jak i w szczególnych przypadkach podmioty zewnętrzne, jest obciążony zarówno ryzykiem nieprawidłowości danych, jak również nieterminowości ich dostarczenia. Identyfikowane w trakcie pomiarów dane elementarne są podstawą całego systemu Diagnostyki Stanu Nawierzchni i punktem wyjścia do wszystkich dalszych analiz. Dlatego też błędy popełnione na etapie ich pozyskiwania mają negatywne konsekwencje dla całego dalszego łańcucha analiz. Zabezpieczenie przed tymi błędami jest zadaniem Programu Zapewnienia Jakości DSN.

Program Zapewnienia Jakości /PZJ/ jest skonstruowany tak, aby uwzględniał wszystkie istotne potencjalne zagrożenia, zarówno wobec wyników oceny stanu, jak i wobec samego procesu realizacji kampanii diagnostycznej.

Program Zapewnienia Jakości DSN składa się z szeregu elementów. Każdy z nich jest zorientowany na zidentyfikowanie potencjalnych nieprawidłowości i błędów, oraz na zabezpieczenie przed ich wystąpieniem. Podstawą systemu była kompleksowa analiza ryzyka, uwzględniająca prawdopodobieństwo wystąpienia zakłóceń i błędów oraz możliwe skutki ich zaistnienia.

Systematyczna kontrola jakości realizowanych pomiarów ma fundamentalne znaczenie nie tylko dla jednostki nadzorującej, ale także dla Wykonawcy. Kontrola jakości realizowanych pomiarów jeszcze w trakcie identyfikacji, a nie dopiero po zakończeniu prac, ma istotne znaczenie dla powodzenia kampanii pomiarowej. W związku z powyższym system DSN wyposażono w szereg narzędzi kontroli jakości. Do podstawowych narzędzi tego systemu należą:

- pomiary porównawcze przedsezonowe;
- kontrola własna;
- pomiary kontrolne przez inne jednostki;
- kontrola terminowości.

Podmiotami realizującymi pomiary mogą być zarówno laboratoria administracji drogowej, jak i wyspecjalizowane firmy. Aby mieć pewność co do przydatności określonego sprzętu pomiarowego dla celów DSN Wykonawca pomiarów musi uzyskać świadectwo dopuszczenia do wykonywania pomiarów /SDWP/, wydane przez upoważnioną do tego jednostkę lub w przypadku Wykonawców zewnętrznych dokument potwierdzający sprawność pomiarową. Warunkiem otrzymania takiego świadectwa jest uzyskanie prawidłowych wyników identyfikacji stanu na wyznaczonych odcinkach testowych podczas przedsezonowych badań porównawczych. Pozytywny wynik potwierdza przydatność systemu pomiarowego do celów DSN.

Badania porównawcze zestawów pomiarowych potwierdzają przydatność sprzętu do realizacji pomiarów diagnostycznych. Nie gwarantują jednak, że Wykonawca /np. WT-LD/ będzie w stanie sprostać wysokim wymaganiom technicznym i logistycznym, związanym z pomiarami, często na wielu tysiącach kilometrów w krótkim okresie czasu i w różnych warunkach atmosferycznych i ruchowych. Z uwagi na to wprowadzono szereg wzajemnie się uzupełniających, spójnych procedur, ukierunkowanych na kontrolę istotnych cech całego procesu identyfikacyjnego.

Wykonawca, aby minimalizować ryzyko związane z koniecznością powtarzania pomiarów, jest zobowiązany do sukcesywnej realizacji pomiarów kontrolnych we własnym zakresie. Taka **kontrola własna Wykonawcy**, której zakres i tryb są szczegółowo określone przez program zapewnienia jakości, nie zabezpiecza wprawdzie Wykonawcy przed

systematycznymi błędami aparatury pomiarowej, pozwala jednak wykryć cały szereg potencjalnych nieprawidłowości, takich jak np. awarie poszczególnych czujników pomiarowych lub innych błędów. Kontrola własna Wykonawcy jest realizowana w ustalonym trybie a jej wyniki dokumentowane na standardowych formularzach, które są przedmiotem kontroli przez jednostkę koordynującą.

Pomiary kontrolne wykonywane są przede wszystkim przez wytypowane laboratoria drogowe (Wydziały Technologii). Pomiary kontrolne są realizowane wyrywkowo, w ustalonych interwałach czasowych i w ustalonym trybie. Przekroczenie tolerancji, czyli dopuszczonego poziomu rozbieżności pomiędzy dostarczonymi przez wykonawcę pomiarów wynikami a wynikami uzyskanymi z pomiarów referencyjnych, pociąga za sobą konsekwencje natury technicznej i organizacyjnej. Z reguły prowadzi to do konieczności powtórzenia pomiarów wykonanych na odcinkach pomierzonych od ostatniego, pozytywnie ocenionego pomiaru kontrolnego.

Kontrola terminowości Wykonawcy daje jednostce nadzorującej przebieg procesu kampanii pomiarowej możliwość oceny zaawansowania prac diagnostycznych na danym etapie. Zidentyfikowane odcinki dróg są sukcesywnie raportowane przez wykonawcę pomiarów i nanoszone na mapę postępu prac diagnostycznych. Zaawansowanie prac jest ponadto wyrażane w postaci wskaźników statystycznych, np. przez stopień zrealizowanych prac pomiarowych, opisany w procentach. Na podstawie porównania realnych wskaźników z planowanymi możliwe jest wykrycie ewentualnych przestoju związanych z problemami technicznymi oraz ocena realności zakończenia całości prac w zaplanowanym terminie.

W celu oceny zdolności Wykonawcy do realizacji prac identyfikacji stanu w pełnym, wymaganym zakresie, narzucane są **terminy pośrednie**, w których Wykonawca jest zobowiązany dostarczyć przetworzone wyniki prac. Typowym terminem pośrednim jest 50%. **Termin 50%** pozwala na ocenę potencjału logistycznego oraz zaplecza technicznego, warunkującego elastyczne reagowanie na nieplanowane, jednak przy dużych projektach diagnostycznych nieuniknione, czynniki natury obiektywnej, takie jak np. awarie sprzętu, niekorzystne czynniki atmosferyczne etc. W ramach terminu końcowego (**termin 100%**) jest dokonywana kontrola wyników całości zrealizowanych prac pomiarowych.

Szczegółowy opis poszczególnych elementów składających się na Program Zapewnienia Jakości zamieszczony został w Załączniku G.

Rozdział 6. Prace analityczne (zasady przetwarzania danych)

6.1. Wprowadzenie do prac analitycznych

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.

Dlatego bezpośrednim wynikiem identyfikacji stanu są dane elementarne o bardzo niskim stopniu agregacji, które same w sobie nie niosą jeszcze jakiegokolwiek potencjału informacyjnego.

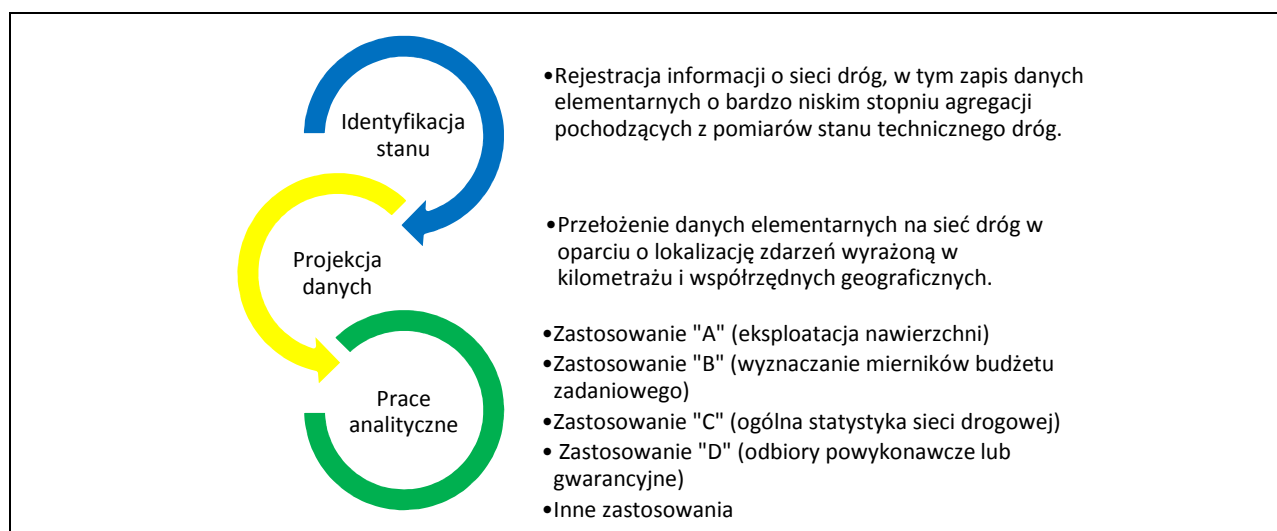
Dla celów lokalizacji danych elementarnych wykorzystywany jest kilometraż (oparty na istniejącym Systemie Referencyjnym [SR]) wraz z uzupełniającymi go współrzędnymi geograficznymi, które są niezależne od zastosowanego w GDDKiA – systemu referencyjnego.

W przypadku braku SR na oddawanych do użytkowania ciągach dróg, możliwa jest projekcja danych z diagnostyki na modelu sieci drogowej (np. pomiar odbiorczy) w oparciu o kilometraż roboczy oraz współrzędne geograficzne.

Projekcja danych elementarnych, czyli przełożenie danych z pomiarów na określony model sieci, po której następuje ich agregacja, wyznaczenie parametrów stanu, stosowna do konkretnych zastosowań wizualizacja oraz wskaźniki statystyczne pozwalają wykorzystać dane diagnostyczne dla konkretnych zastosowań.

Ten ciąg operacji analitycznych przebiega w różny sposób dla poszczególnych zastosowań i jest dostosowany do specyfiki dyscyplin, korzystających z wyników diagnostyki. System DSN koncentruje się głównie na utrzymaniu nawierzchni drogowej. Wszystkie prace analityczne, realizowane w ramach DSN są skupione na tym zastosowaniu.

Pierwszymi krokami procesu analitycznego jest projekcja danych elementarnych, dla których lokalizację oparto na kilometrażu i wspomagająco na współrzędnych geograficznych, na model sieci drogowej oraz agregacja uzyskanych w ten sposób sieciowych danych elementarnych w obrębie odcinków diagnostycznych o długości 50 metrów.



Rysunek 6.1. Operacje analityczne dla różnych zastosowań, bazujące na danych elementarnych.

Bezpośrednim wynikiem tej agregacji są wielkości parametrów stanu, wyrażone w jednostkach naturalnych, np. głębokość kolein w milimetrach, przypisane do konkretnego odcinka diagnostycznego.

Diagnostyka stanu nawierzchni drogowej obejmuje identyfikację stanu, analizę wyników identyfikacji, w tym wyznaczenie parametrów stanu, dodatkowo odcinków jednorodnych (pod względem jednorodności stanu technicznego drogi, natężenia ruchu oraz typowych cech techniczno-eksploatacyjnych, tj. konstrukcji nawierzchni i jej wieku, szerokości jezdni i/lub pasa ruchu, etc.) ich wizualizację i analizę statystyczną.

Typowanie odcinków jednorodnych na drodze ma na celu wstępne określenie proponowanych zabiegów utrzymania z opcją możliwości dla systemu DSN rozbudowy wspomaganie ulepszenia dróg (budowy i/lub przebudowy), np. dzięki współpracy z systemami typu Pavement Management System (PMS).

Dla potrzeb typowania w systemie DSN zabiegów remontowych ustala się długość odcinka miarodajnego $L=1000$ metrów.

W przypadkach szczególnych jak początek i koniec drogi ocenę odcinkową wyznacza się dla odcinków o długości $500 \div 1499$ m.

W procesie **oceny stanu** parametrom stanu przypisywane są wartości stanu od 0 do 100.

W systemie DSN prace analityczne będą realizowane na kilku poziomach decyzyjnych, w zależności od potrzeb wykorzystania danych. Każdy z ocenianych parametrów kwalifikowany jest według czterostopniowej skali:

- Klasa A – stan dobry: oceniany odcinek o nawierzchni w stanie dobrym (nawierzchnie nowe lub przebudowane),
- Klasa B – stan zadowalający: oceniany odcinek o nawierzchni w stanie zadowalającym (nawierzchnie nowe, odnowione, dopuszczalne występowanie sporadycznych uszkodzeń, nawierzchnie nie wymagające zabiegów),
- Klasa C – stan niezadowalający: oceniany odcinek o nawierzchni w stanie niezadowalającym (nawierzchnie z uszkodzeniami wymagające zaplanowania zabiegów naprawczych),
- Klasa D – stan zły: oceniany odcinek o nawierzchni w stanie złym (nawierzchnie z uszkodzeniami wymagające niezwłocznych zabiegów naprawczych).

Wartości stanu dla poszczególnych klas parametrów stanu technicznego zamieszczono w tabeli 6.1.

Tabela 6.1: Poziomy stanu, klasy techniczne i wartości stanu.

Klasa techniczna	Wartość stanu	Opis
klasa A - stan dobry	(75; 100]	Nawierzchnie nowe lub przebudowane.
klasa B - stan zadowalający	[50; 75]	Nawierzchnie nowe, odnowione, dopuszczalne występowanie sporadycznych uszkodzeń, nawierzchnie nie wymagające zabiegów.
klasa C – stan niezadowalający - planowe wykonywanie zabiegów	[25; 50)	Nawierzchnie z uszkodzeniami wymagające zaplanowania zabiegów naprawczych.
klasa D - stan zły - natychmiastowe interwencje	[0; 25)	Nawierzchnie z uszkodzeniami wymagające niezwłocznych zabiegów naprawczych.

Relacje poziomów decyzyjnych i klas stanu technicznego zamieszczono w rozdziale 6.3.2.

Parametry techniczno-eksploatacyjne są oceniane wg ogólnego schematu:

1. Ustalenie lokalizacji odcinków miarodajnych i wyznaczenie na nich odcinkowych ocen stanu nawierzchni.
2. Wykonanie zestawienia odcinkowych ocen oraz wyznaczenie średniego poziomu odcinkowych ocen.
3. Ustalenie dominującego parametru (parametrów) na poziomie ostrzegawczym i poziomie krytycznym.
4. Określenie potrzeb remontowych odcinka pomiarowego na poziomie decyzyjnym.
5. Określenie potrzeb remontowych pasa jezdni, drogi, ciągu drogowego, części sieci drogowej, całej sieci drogowej.
6. Wyznaczenie oceny globalnej stanu nawierzchni.

W związku z tym wyznaczane są wartości tzw. parametrów zespolonych, takich jak wskaźnik stanu konstrukcji, czy wskaźnik oceny ogólnej.

Wielkości stanu i wartości stanu dla poszczególnych odcinków diagnostycznych są zapisywane w plikach z danymi wynikowymi i stanowią odniesienie dla dalszych prac analitycznych.

Na ich podstawie system określa zabiegi konieczne i zalecane oraz ich szacunkowe koszty.

Te pierwsze trzy opisane powyżej procesy analityczne, czyli projekcja lokalizacji zdarzeń/wyników pomiarów w kilometrażu i geograficznych danych elementarnych na model sieci, agregacja w obrębie odcinków diagnostycznych oraz ocena stanu są w systemie DSN jednoznacznie zdefiniowane i powinny być zrealizowane z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania.

Pliki z danymi wynikowymi z wypełnionymi wielkościami i wartościami stanu stanowią punkt wyjścia dla dalszych prac analitycznych, przede wszystkim wizualizacji danych oraz analiz statystycznych, których zakres oraz forma wyników mogą się różnić w zależności od kategorii drogi, jej klasy techniczno-eksploatacyjnej oraz wymagań zarządcy dróg określonej kategorii.

Intensywność korzystania z wyników diagnostyki nawierzchni drogowej w praktyce administracyjnej jest w dużym stopniu uzależniona od sposobu przekazania wyników

podmiotom, zaangażowanym w proces zarządzania utrzymaniem, eksploatacją nawierzchni i rozwojem sieci dróg.

W celu umożliwienia szybkiej i intuicyjnej interpretacji wyników kampanii diagnostycznej system DSN jako podstawową formę przewiduje wizualizację wyników diagnostyki. Wizualizacja wyników diagnostyki jest wykorzystywana zarówno na strategicznym, jak i na operacyjnym poziomie zarządzania. Na poziomie strategicznym stosowaną formą wizualizacji są mapy stanu, natomiast na poziomie operacyjnym profile stanu.

Poziom strategiczny zarządzania eksploatacją jest ponadto adresatem wyników analiz statystycznych. Analizy te odnoszą się do wyników diagnostyki w obrębie całej diagnozowanej sieci drogowej oraz umożliwiają porównanie wyników w obrębie podsięci, np. oddziałów GDDKiA lub rejonów GDDKiA.

Poza tym analizy statystyczne umożliwiają ocenę dynamiki stanu, czyli porównanie wyników, uzyskanych w następnych lub poprzednich kampaniach diagnostycznych.

Na poziomie strategicznym i operacyjnym, wykorzystuje się modele degradacji nawierzchni i wyniki kampanii pomiarowych z lat ubiegłych do prognozowania stanu technicznego sieci dróg (w zależności od potrzeb dla kraju, oddziału, rejonu lub wybranego odcinka drogi), które wstępnie pozwolą oszacować potrzeby finansowe i wytypować odcinki do robót na rok lub lata następne.

6.2. Obliczanie wielkości stanu na podstawie danych elementarnych

6.2.1. Ogólny opis prac analitycznych

Obliczanie wielkości stanu następuje w ramach prac analitycznych w części wyznaczania wielkości parametrów stanu. Wykonywane jest ono na podstawie danych elementarnych. Dane elementarne przyporządkowane są do odpowiednich odcinków diagnostycznych. Obliczanie wielkości stanu odbywa się niezależnie dla danych z poszczególnych odcinków diagnostycznych.

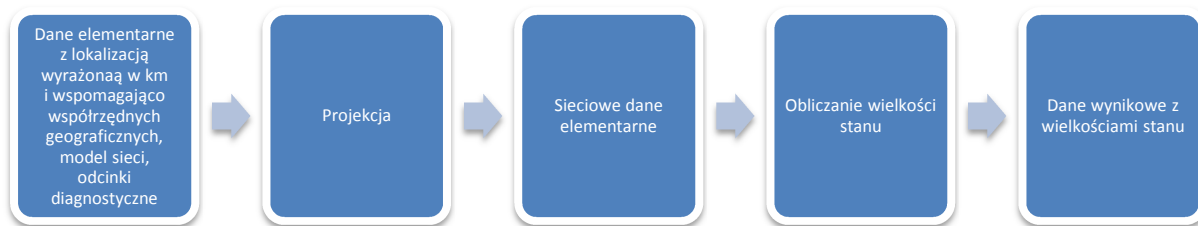
W ramach prac analitycznych jest także realizowana projekcja danych elementarnych na sieć drogową, w wyniku czego powstają sieciowe dane elementarne. Projekcja danych elementarnych na sieć często będzie określana skrótowo jako „projekcja”.

Projekcja polega na przypisaniu danych elementarnych przyporządkowanych do kilometrażu i wspomagająco do współrzędnych geograficznych w celu lokalizacji na modelu sieci i wiązaniu ich podczas obliczeń z danymi podstawowymi systemu.

Obliczone wielkości stanu zapisywane są w pliku z danymi wynikowymi DSN i służą do obliczenia wartości stanu w ramach oceny stanu.

Etap oceny stanu opisany jest w części dotyczącej obliczania wartości stanu oraz wartości wskaźników zespolonych.

Przebieg procesu projekcji i obliczania wielkości stanu przedstawiony jest na kolejnym schemacie (rysunek 6.2.):



Rysunek 6.2. Schemat przebiegu procesu projekcji danych elementarnych na sieć i obliczania wielkości stanu.

6.2.2. Projekcja danych elementarnych na model sieci

6.2.2.1. Ogólny opis procedury

Podczas wykonania procedury projekcji elementarne wyniki identyfikacji rejestrowane są w plikach w kilometrażu i wspomagająco z geograficznymi danymi elementarnymi z przypisaniem do modelu sieci (w oparciu o główny system referencyjny oraz wspomagający system referencyjny, tylko dla dróg z określoną kategorią lub klasą techniczną).

Po czym następuje reorganizacja danych, w wyniku której, geograficzne lokalizacje stają się tylko informacją poboczną (np. do celów prezentacji danych na mapach), dane zaś są uporządkowane wedle odcinków diagnostycznych umiejscowionych w ramach odcinków systemu referencyjnego dla określonego modelu sieci.

Projekcja wykonywana jest w identyczny sposób dla danych elementarnych wszystkich parametrów pomierzonych.

Jest to związane z faktem, że podstawową jednostką danych, funkcjonującą podczas projekcji dla wszystkich identyfikowanych danych jest metrowy rekord danych elementarnych.

Podczas projekcji wykonywane są dodatkowe czynności związane z agregacją pewnych danych do odcinków diagnostycznych, dla pomiarów punktowych np. właściwości przeciwpoślizgowych.

6.2.2.2. Dane wejściowe procedury

Dane wejściowe procedury projekcji obejmują:

- pliki z danymi elementarnymi, zawierającymi wyniki pomiarów, przypisane do punktów, identyfikowanych poprzez lokalizację wyrażoną w km oraz współrzędnych geograficznych (zasadniczo co 10 metrów);
- plik z danymi podstawowymi określa m.in. geometrię modelu sieci;
- plik wynikowy określający podział na odcinki diagnostyczne.

6.2.2.3. Dane wyjściowe procedury

Procedura projekcji umożliwia dalsze przetwarzanie danych elementarnych na model sieci dróg, który charakteryzują dane podstawowe.

Wynikiem procedury projekcji są informacje - sieciowe dane elementarne, które trafią do ogólnych i szczegółowych analiz statystycznych, dzięki temu wyniki danych z pomiarów i analiz będą mogły być przedstawione w postaci tabel, map, raportów.

W wyniku projekcji sieciowe dane elementarne uzyskały:

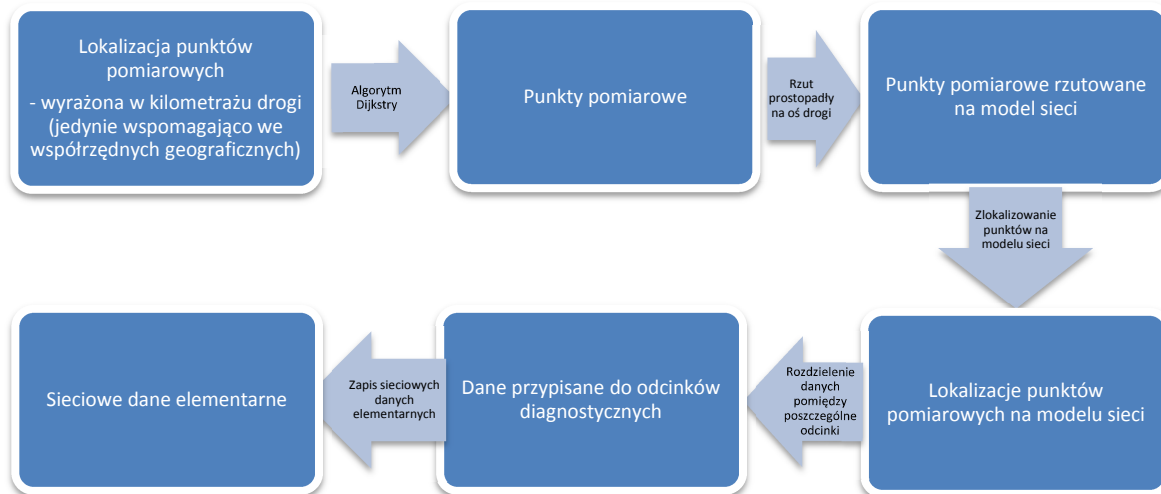
- **Przypisanie do odcinków referencyjnych.** Wyniki pomiaru są zlokalizowane w obrębie odcinków referencyjnych, na których wykonany był pomiar. Przypisanie zdarzenia do odcinków referencyjnych odbywa się na podstawie lokalizacji wyrażonej w kilometrażu. Dopuszcza się wspomagającą lokalizację wyrażoną na podstawie

położenia geograficznego punktów pomiarowych. Wyznaczanie lokalizacji na modelu sieci odbywa się przy zastosowaniu zasady projekcji prostopadłej punktu pomiarowego na graf modelu sieci.

- **Określenie kierunku.** Dla wyników pomiaru jest ustalane, czy w obrębie poszczególnych odcinków referencyjnych pomiar odbywał się w kierunku zgodnym czy przeciwnym do narastania kilometrażu. Jest to określane na podstawie 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.
- **Rozdzielenie danych pomiędzy odcinki referencyjne.** W przypadku pomiaru obejmującego swoim zakresem więcej niż jeden odcinek referencyjny, wyniki pomiaru są rozdzielone pomiędzy odcinki referencyjne z dokładnością do jednego metra.
- **Określenie pasa ruchu.** Dla wyników pomiaru jest określone, po którym pasie ruchu odbywał się pomiar. Jest to określane na podstawie informacji zapisanych w danych elementarnych.
- **„Przycięcie” do modelu sieci.** W wyjściowych plikach z danymi elementarnymi są zapisywane tylko dane zebrane na odcinkach referencyjnych, pochodzących z modelu sieci, zapisanego w pliku z danymi podstawowymi.
- **Przypisanie do odcinków diagnostycznych.** W wyjściowych plikach z danymi elementarnymi są zapisywane tylko dane zebrane w obrębie odcinków diagnostycznych.
- **Projekcja warunkowa przy niekompletnych lokalizacjach wyrażonych w kilometrażu i współrzędnych geograficznych.** W przypadku niekompletnych lub błędnych zapisów lokalizacji punktów pomiarowych wyniki pomiaru są lokalizowane w obrębie odcinka referencyjnego za pomocą metra bieżącego pod warunkiem, że znana jest długość odcinka referencyjnego lub jego geometria, która musiałaby być jednoznacznie opisana przez punkty geograficzne.
- **Przejmowanie najnowszych danych pomiarowych.** W przypadku wystąpienia na tej samej lokalizacji sieciowej więcej niż jednego prawidłowego pomiaru, w sieciowych danych elementarnych zapisane zostają najnowsze wyniki.
- **Oddzielenie danych z różnych przejazdów pomiarowych.** W ramach jednego odcinka diagnostycznego w sieciowych danych elementarnych występują dane pochodzące wyłącznie z jednego przejazdu pomiarowego.
- **Lokalizację zdjęć i punktów na modelu sieci.** Informacje o zdjęciach oraz informacje o lokalizacji pojazdu pomiarowego są przyporządkowywane do modelu sieci przez przypisanie im odległości (w rozumieniu odległości od punktu referencyjnego modelu sieci) oraz umieszczenie ich w odpowiednim odcinku diagnostycznym.
- **Określony format.** Dane elementarne są zgodne z formatem, opisanym w części dotyczącej formatów danych.

6.2.2.4. Przebieg procedury rzutowania

Przebieg realizacji obliczeń w ramach procedury rzutowania.



Rysunek 6.3. Schemat przebiegu procedury projekcji danych

6.2.2.5. Zmodyfikowany algorytm Dijkstry

Do określenia odcinków referencyjnych, na których został wykonany pomiar (lokalizacja w km i wspomagająco we współrzędnych GPS), stosowany jest zmodyfikowany algorytm Dijkstry.

Algorytm Dijkstry, opracowany przez holenderskiego informatyka Edsgera Wybea Dijkstrę, służy do znajdowania najkrótszej ścieżki z pojedynczego źródła w grafie o nieujemnych wagach krawędzi. Algorytm nie działa, jeśli w grafie występują krawędzie z ujemnymi wagami – w tym wypadku używa się wolniejszego, lecz bardziej ogólnego algorytmu Bellmana-Forda. Jeśli graf nie jest ważony (wszystkie wagi mają wielkość 1), zamiast algorytmu Dijkstry wystarczy algorytm przeszukiwania grafu wszerz.

Stosowany jest również algorytm A*, który stanowi pewne uogólnienie algorytmu Dijkstry, pozwala wyszukiwać tylko część grafu, jednak wymaga dodatkowej wstępnej informacji (heurystyki) o odległościach wierzchołków. Inny algorytm Prima znajdowania minimalnego drzewa rozpinającego oparty jest o bardzo podobny pomysł co algorytm Dijkstry.

Używany do prezentacji na mapach oraz dla lokalizacji wyników pomiarów, których lokalizacja została oparta tylko na współrzędnych GPS, bez lokalizacji wyrażonej w kilometrażu. Poza tym może stać się elementem wspomagającym weryfikację samej lokalizacji.

Metoda obliczeniowa Dijkstry stanowi alternatywę dla szybkiego algorytmu grafowego stosowanego w systemach GPS.

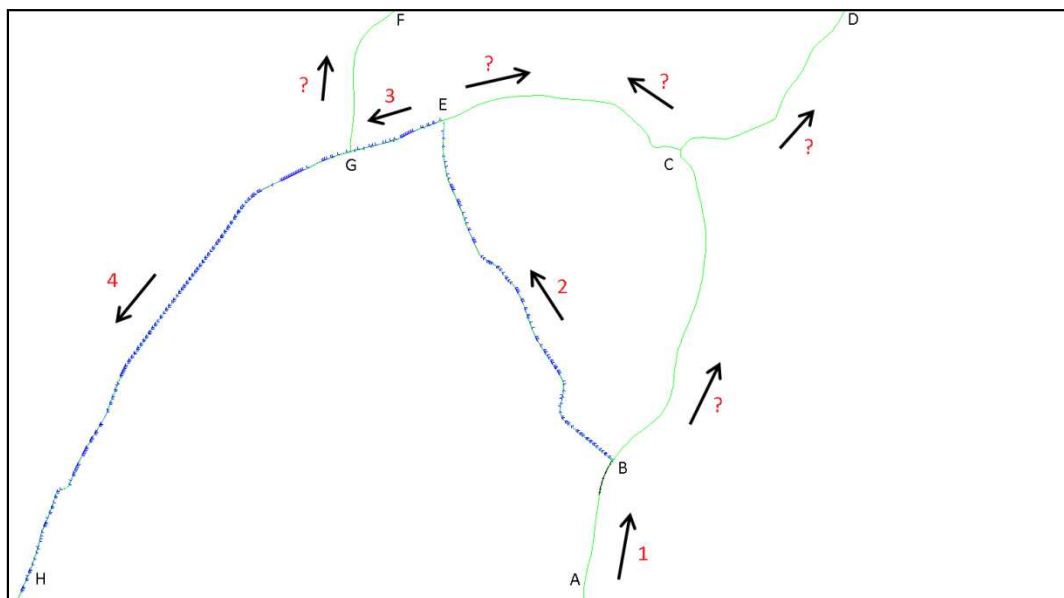
Oryginalny algorytm Dijkstry służy głównie do efektywnego wyszukania najkrótszej ścieżki w grafie przy zadanych, nieujemnych wagach krawędzi. Algorytm rozbudowuje drzewo możliwych ścieżek, z każdym krokiem wydłużając aktualnie najkrótszą ścieżkę, aż do odnalezienia poszukiwanej ścieżki.

Procedura zastosowana do wytypowania zmierzonej ścieżki w modelu sieci traktuje model sieci jako graf. W pierwszym kroku procedury zostaje znaleziony odcinek referencyjny, na którym pomiar się rozpoczyna. W kolejnych krokach wyznacza się ciąg potencjalnie odwiedzonych odcinków referencyjnych tworząc drzewo odzwierciedlające wszystkie

potencjalnie przejechane ścieżki. W celu wyznaczenia faktycznie przejechanej ścieżki wybiera się tę ścieżkę, która najlepiej pasuje do trajektorii pomiaru. Ścieżki rozbudowywane są metodą wszerz (a nie w głąb) to znaczy, że w każdym kroku wydłużana jest jedna ścieżka, aktualnie najkrótsza. Po każdym wydłużeniu ścieżka jest analizowana (obliczany jest współczynnik dopasowania kształtu WDK). 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 referencyjnych, gdyż ścieżki modelu sieci są zorientowane.

Na rysunku 6.4. pokazano przykładowy model sieci (zielone linie) i trajektorię przejazdu pomiarowego (niebieski). Określenie odcinków referencyjnych, po których odbył się pomiar rozpoczyna się od ustalenia odcinka początkowego. W przypadku zapisu lokalizacji pomiaru wyrażonego w km i współrzędnych geograficznych, pierwszy punkt przejazdu pomiarowego jest rzutowany na właściwy odcinek referencyjny, zaś w przypadku znanych tylko współrzędnych geograficznych pierwszy punkt przejazdu pomiarowego jest rzutowany na wszystkie odcinki referencyjne i wybierany jest odcinek leżący najbliżej (w przykładzie jest to odcinek A-B). Odcinek A-B stanowi korzeń budowanego drzewa.



Rysunek 6.4. 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 danej 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 krytyczną wartość. Ta optymalizacja w znaczny sposób zwiększa wydajność algorytmu.

Na koniec pozostaje wybranie najbardziej prawdopodobnej ścieżki, po której faktycznie odbył się przejazd pomiarowy. W tym celu dla każdej ścieżki obliczany jest WDK ścieżki oraz śladu przejazdu pomiarowego.

Wynikiem działania tego algorytmu jest lista odcinków sieciowych na modelu sieci, na których był wykonany pomiar. Rysunek 6.4. ilustruje przykład, gdzie wynikiem będzie lista: A-B; B-E; E-G; G-H. Każdy odcinek sieciowy ma ponadto określony kierunek przejazdu.

6.2.2.5.1. Współczynnik dopasowania kształtu (WDK)

Współczynnik dopasowania kształtu (WDK) opisuje dopasowanie danej ścieżki na modelu sieci do 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 danych o lokalizacji w km i 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 przejrzenia km i współrzędnych GPS wszystkich punktów pomiarowych oraz odpowiadających im punktów 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 w km i GPS punktu pomiarowego; pozycja na modelu sieci) obliczana jest odległość między nimi.

Współczynnik dopasowania kształtu WDK obliczany jest według empirycznego wzoru:

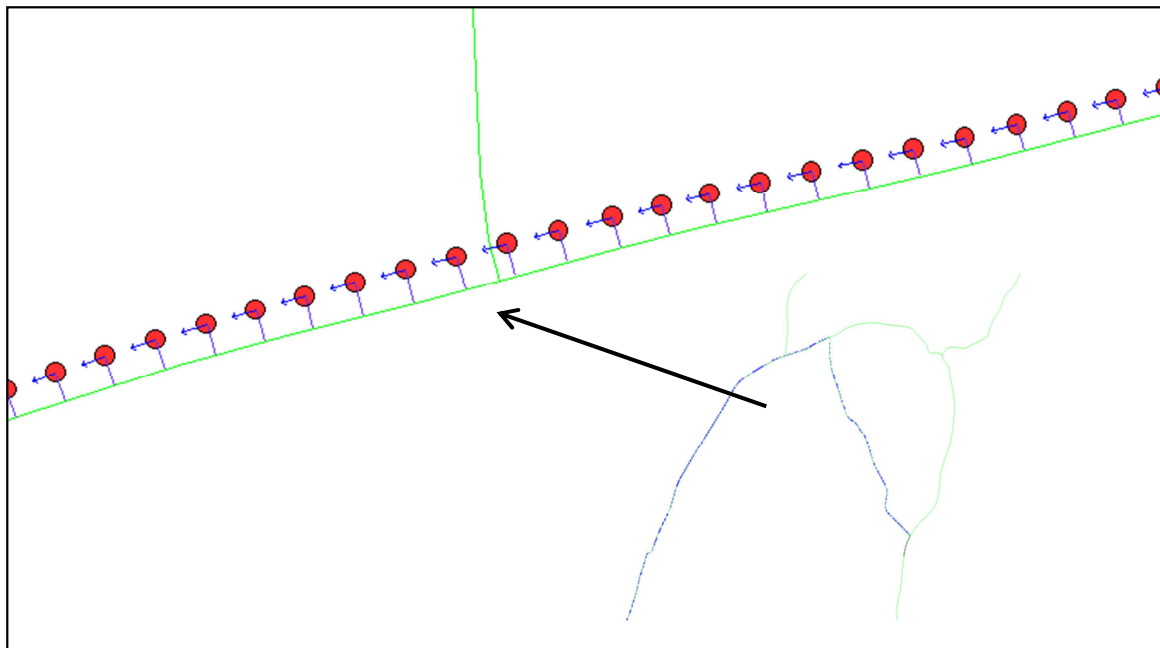
$$WDK = A + \frac{M}{10} + L + P + D$$

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 kilometrażu. 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 PH na modelu sieci. Punkt PH (projection hint) pozwala wpływać z zewnątrz (poprzez ingerencję użytkownika programu) na sposób wybór właściwej trasy na modelu sieci.

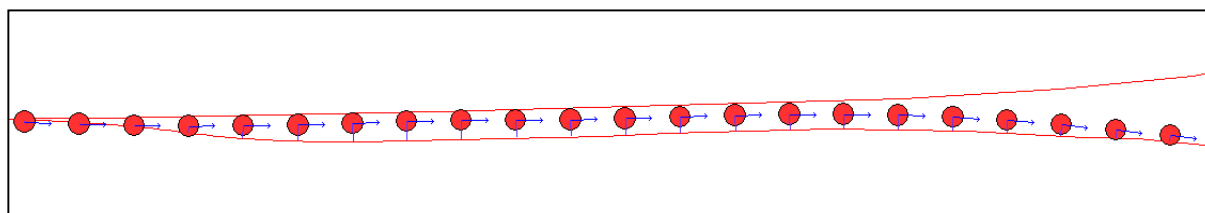
6.2.2.5.2. Rzut prostopadły

Dla wyznaczonej ścieżki punkty pomiarowe rzutowane są prostopadle na łamane reprezentujące geometrię tej ścieżki w modelu sieci (patrz rysunek 6.5.).



Rysunek 6.5. Ilustracja rzutu prostopadłego punktów pomiarowych na łamane modelu sieci, czerwone punkty oznaczają lokalizacje punktów pomiarowych

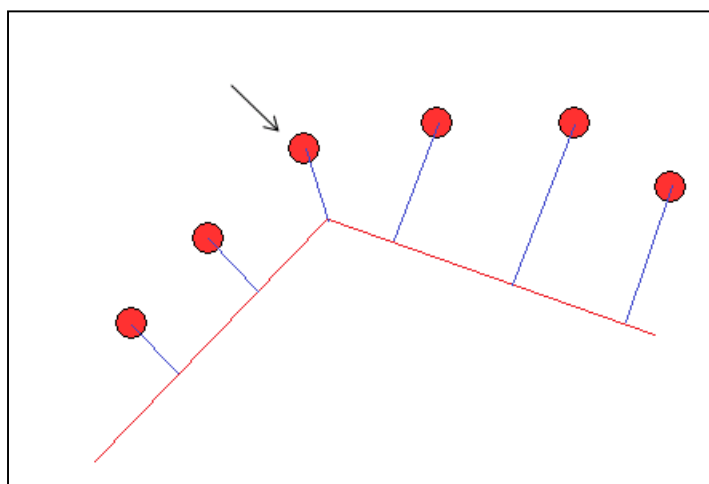
Punkty pomiarowe rzutowane są wyłącznie na odcinki sieciowe, wyznaczone w poprzednim kroku. Pozwala to uniknąć błędnego rzutowania na obce odcinki, które miejscami mogą zbliżyć się do punktów pomiarowych przejazdu (rysunek 6.6.).



Rysunek 6.6. Punkty pomiarowe rzutowane są wyłącznie na odcinki należące do listy odwiedzonych odcinków sieciowych

Rzutowanie punktów pomiarowych w miejscach załamań wielu linii (wielolinie, ang. polyline) modelu sieci może nie być rzutem prostopadłym, lecz przypisaniem do najbliższego miejsca na modelu sieci (rysunek 6.7.).

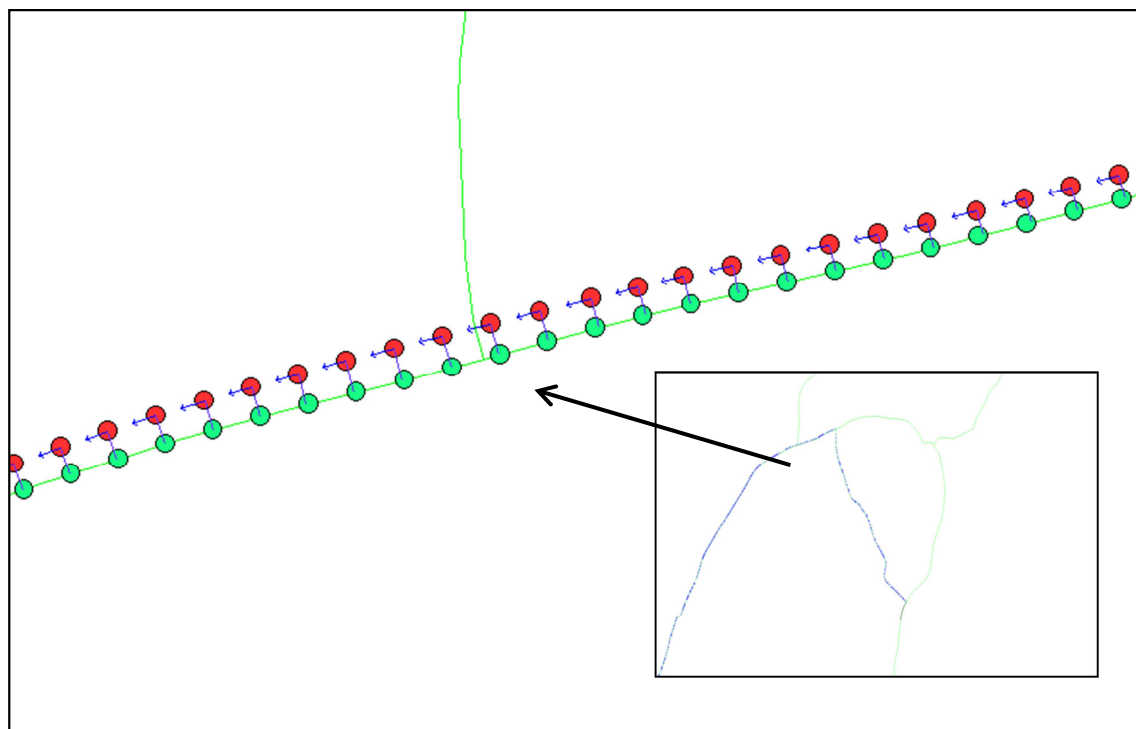
Jeśli przypisanie punktu pomiarowego wypadnie dokładnie w punkcie referencyjnym, może być on przypisany do któregośkolwiek z dwóch odcinków dochodzących do tego punktu. Nie ma to wpływu na wynik projekcji.



Rysunek 6.7. Przykład rzutowania niektórych punktów pomiarowych, który nie jest typowym rzutem prostopadłym

6.2.2.5.3. Zlokalizowanie punktów pomiarowych na modelu sieci

W kolejnym kroku oblicza się lokalizacje sieciowe (odcinek referencyjny i odległość od jego początku) dla wszystkich rzutów punktów pomiarowych należących do przejazdu pomiarowego i znajdujących się w obrębie modelu sieci. Wykonuje się to wykorzystując zestawienie narastania metra bieżącego pomiaru z narastaniem kilometrażu dla kolejnych punktów pomiarowych, patrz rysunek 6.8.



Rysunek 6.8. Ilustracja przypisania punktów pomiarowych (lokalizacja wyrażona w km i współrzędnych GPS) do modelu sieci, czerwone punkty oznaczają lokalizacje punktów pomiarowych, zielone - ich lokalizacje po przypisaniu do modelu sieci

6.2.2.5.4. Rozdzielenie pomiędzy odcinki diagnostyczne

Na podstawie lokalizacji punktów pomiarowych na modelu sieci przypisuje się je do odcinków diagnostycznych. Wykonuje się to wykorzystując zestawienie narastania metra bieżącego pomiaru z narastaniem kilometrażu dla kolejnych punktów pomiarowych. Przy okazji określone zostaje, na jakim metrze bieżącym pomiaru przypadają kolejne odcinki diagnostyczne oraz lokalizacje sieciowe zdjęć i ich przypisanie do odcinków diagnostycznych.

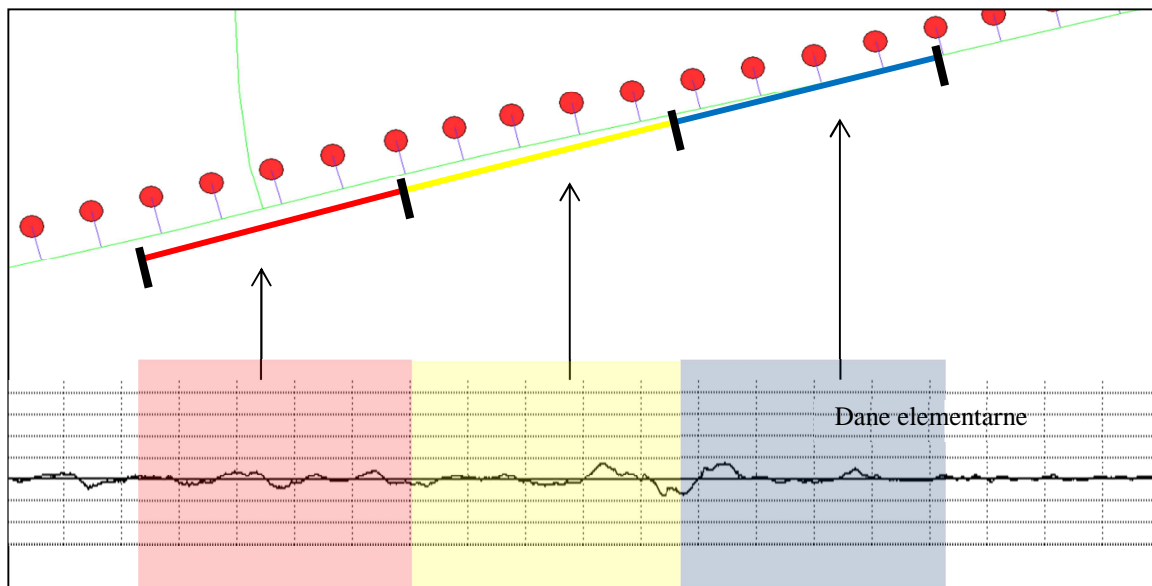
Na tym etapie następuje adaptacja ilości zebranych danych (ilości zbadanych metrów nawierzchni) do długości odcinków zapisanych w modelu sieci. W przypadku niedoskonałości geometrii sieci lub zapisanych długości następuje rozciąganie lub ściskanie danych (w ramach tolerancji opisanych) tak, aby na danym odcinku diagnostycznym znalazły się tylko i wyłącznie dane zmierzone w jego obrębie.

Ściskanie lub rozciąganie danych elementarnych polega na umieszczeniu do 10% więcej lub mniej danych pomiarowych w sieciowym odcinku diagnostycznym niż wynikałoby to z jego deklarowanych rozmiarów. Sytuacja taka występuje najczęściej na zakrętach o małym promieniu (rysunek 6.9.), gdzie przejazd pomiarowy i kształt modelu sieci nie przystają do siebie. Na przykład szeroka droga zamodelowana linią łamaną umieszczoną w osi drogi, pomiędzy jezdniami.



Rysunek 6.9. Przejazd pomiarowy (czerwone punkty)

Algorytmy rzutowania uwzględniają odcinki diagnostyczne z wartościami danych, w zakresie dozwolonym przez format danych elementarnych, patrz rysunek 6.10.



Rysunek 6.10. Schematyczna ilustracja rozdzielania danych elementarnych pomiędzy odcinki diagnostyczne

6.2.2.5.4. Prezentacja danych elementarnych

Dane są porządkowane zgodnie z numerami dróg, odcinkami referencyjnymi, numerami jezdni, pasa i kierunkami narastania kilometrażu.

W przypadku, gdy wystąpiły dwa pomiary z dwóch przejazdów na jednym odcinku diagnostycznym jest rozstrzygane, który pomiar jest najaktualniejszy i odpowiednie dane są przejmowane do prezentacji danych elementarnych.

W przypadku braku danych z danego sezonu pomiarowego pobierane są dane z sezonu poprzedniego.

6.3. Ocena stanu. Obliczanie wartości stanu oraz wartości wskaźników zespolonych

6.3.1. Wprowadzenie

Ocena stanu jest etapem procesu diagnostyki, który polega na nadaniu wartości wielkościom parametrów stanu obliczonym na poprzednim etapie.

Wielkości stanu dla różnych parametrów stanu, będąc wielkościami fizykalnymi (mierzalnymi) podawanymi w różnych jednostkach i wykazującymi się różnymi skalami zmienności, nie są ze sobą porównywalne. Przykładowo nie można bezpośrednio obliczyć średniej z wielkości trzech parametrów:

- **SSP** = 34% (34% powierzchni pokrytej spękaniami),
- **IRI** = 0,6 mm/m (lub m/km, międzynarodowy wskaźnik równości równy 0,6),
- **D₀** = 400 μm (ugięcie maksymalne 400 mikrometrów).

W celu sprowadzenia wielkości stanu do wspólnego mianownika potrzebne jest ich normowanie, dzięki czemu staną się one bezwymiarowe, będą miały jednolitą skalę zmienności i w jednolity sposób wskażą na zły lub dobry stan nawierzchni.

Algorytm normowania jest taki sam dla wszystkich wielkości stanu, różni się jedynie parametrami sterującymi podanymi w rozdziale 6.3.3.2.

W przypadku niektórych parametrów, takich jak uszkodzenia nawierzchni betonowych identyfikowane są w ramach identyfikacji cech powierzchniowych, wyróżnia się pomocnicze wartości stanu agregujące średnią wielkość oraz występowanie uszkodzenia do jednej wartości stanu. Zostało to opisane w rozdziale 6.3.3.2.

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:

- **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), lecz 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 stanu oznakowania (WSO)** – opisuje stan oznakowania poziomego,
- **wskaźnik globalny (WGL)** – służy do stworzenia rankingu odcinków dróg wytypowanych do zabiegów utrzymaniowych, uzależniony od przyjętego priorytetu utrzymania sieci dróg.

Obliczanie wskaźników zespolonych omówione jest w rozdziale 6.4.

Wszystkie wartości stanu oraz wskaźniki zespolone obliczane są, tak jak i wielkości parametrów stanu, dla poszczególnych **odcinków diagnostycznych**. Obliczenia te wykonywane są niezależnie dla każdego odcinka diagnostycznego.

6.3.2. Kryteria oceny stanu technicznego nawierzchni

Kryteria oceny wyznaczają trzy poziomy decyzyjne stanu technicznego nawierzchni, dla którego wyróżnia się cztery klasy.

Poziom pożądany (dobry) – w poziomie pożądanym znajdują się nawierzchnie nowe, odnowione oraz eksploatowane, których stan techniczny nie wymaga planowania zabiegów remontowych; poziom pożądany obejmuje dwie klasy stanu nawierzchni: klasę A, która oznacza nawierzchnie w stanie dobrym, oraz klasę B, która oznacza nawierzchnie w stanie zadowalającym.

Poziom ostrzegawczy (niezadowalający) – jest to poziom określający stan nawierzchni, w którym uzasadnione jest co najmniej wykonanie szczegółowych badań stanu technicznego w celu wykonania zabiegu (zgodnie z [6]) poprawiającego stan nawierzchni; poziom ostrzegawczy obejmuje klasę C, która oznacza nawierzchnie w stanie niezadowalającym.

Poziom krytyczny (zły) – jest to poziom określający stan nawierzchni, w którym wymagane jest natychmiastowe wykonanie szczegółowych badań technicznych w celu wykonania zabiegu (zgodnie z [6]); poziom krytyczny obejmuje klasę D, która oznacza nawierzchnie w stanie złym.

Relacje poziomów decyzyjnych i klas stanu technicznego pokazano na rysunku 6.11.

Klasa techniczna	Poziom stanu
klasa A - stan dobry	POZIOM POŻĄDANY
klasa B - stan zadowalający	
klasa C – stan niezadowalający - planowe wykonywanie zabiegów	POZIOM OSTRZEGAWCZY
klasa D - stan zły – niezbędne niezwłoczne interwencje	POZIOM KRYTYCZNY

Rysunek 6.11. Kryteria oceny stanu technicznego nawierzchni.

6.3.3. Normowanie

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

Zakłada się, że wartości stanu mieszczą się w przedziale $[0;100]$, gdzie wartość 0 oznacza najgorszy stan nawierzchni, 100 – najlepszy.

Głównym elementem procedury normowania jest funkcja normująca $FN_{P,S}(x)$, przekształcająca wielkość stanu x dla parametru P_i przy założeniu zestawu parametrów sterujących S w odpowiednią wartość stanu.



Rysunek 6.12. Funkcja normująca – schemat działania.

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

W ramach parametrów sterujących wyróżnia się następujące wielkości:

- **wielkość pożądaną** – W_p – odpowiadającą ocenie nawierzchni świeżo wybudowanej. Jej przekroczenie jest równoznaczne z przypisaniem odcinka do klasy B (stan zadowalający), w przeciwnym wypadku odcinek posiada klasę A (stan dobry),
- **wielkość ostrzegawczą** – W_{ost} – wskazującą na konieczność zabiegu utrzymaniowego w najbliższej przyszłości. Jej przekroczenie jest równoznaczne z przypisaniem odcinka do klasy C (stan niezadowalający),
- **wielkość krytyczną** – W_{kryt} – wskazującą na natychmiastowe potrzeby remontowe. Jej przekroczenie jest równoznaczne z przypisaniem odcinka do klasy stanu D (stan zły),
- **współczynnik znaku** – Z – określający czy dany parametr oznacza gorszy stan dla większych czy mniejszych wielkości stanu. Jeśli wartość stanu powinna rosnąć (polepszać się) wraz ze wzrostem wielkości stanu, $Z=1$, w przeciwnym wypadku $Z=-1$. Większość wielkości stanu posiada $Z=-1$, z wyjątkiem m.in. współczynnika tarcia i makrotekstury.

Wielkości pożądana, ostrzegawcza i krytyczna pełnią rolę progów określających, jak oceniać należy wielkości stanu. Do tych 3 progów przypisane są trzy ustalone poziomy wartości stanu (patrz tabela 6.2.). Wartości progowe dzielą przedział dopuszczalnych wartości stanu na klasy stanu (patrz tabela 6.3).

Tabela 6.2. Przyporządkowanie wartości stanu do progowych wielkości stanu

Progowa wielkość stanu	Odpowiadająca wartość stanu
W_p	75
W_{ost}	50
W_{kryt}	25

Tabela 6.3. Przyporządkowanie wartości stanu do klas stanu

Zakres wartości stanu	Klasa stanu
(75; 100]	Klasa A (stan dobry)
[50; 75]	Klasa B (stan zadowalający)
[25; 50)	Klasa C (stan niezadowalający)
[0; 25)	Klasa D (stan zły)

6.3.3.1. Funkcja normująca

Funkcja normująca przeprowadza zbiór możliwych wielkości stanu dla danego parametru na przedział $[0; 100]$ tak, że wielkości stanu odpowiadające złemu stanowi otrzymują wartość 25, zaś dobremu – 75. Ponadto z tabeli 6.13, wynika że:

$$FN_{p,s}(W_p) = 75$$

$$FN_{p,s}(W_{ost}) = 50$$

$$FN_{p,s}(W_{kryt}) = 25$$

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 75 i 25, co odzwierciedla jednakowe traktowanie odcinków w stanie lepszym niż pożądany (klasa A) i analogicznie – jednakowe traktowanie odcinków w stanie gorszym niż krytyczny (klasa D).

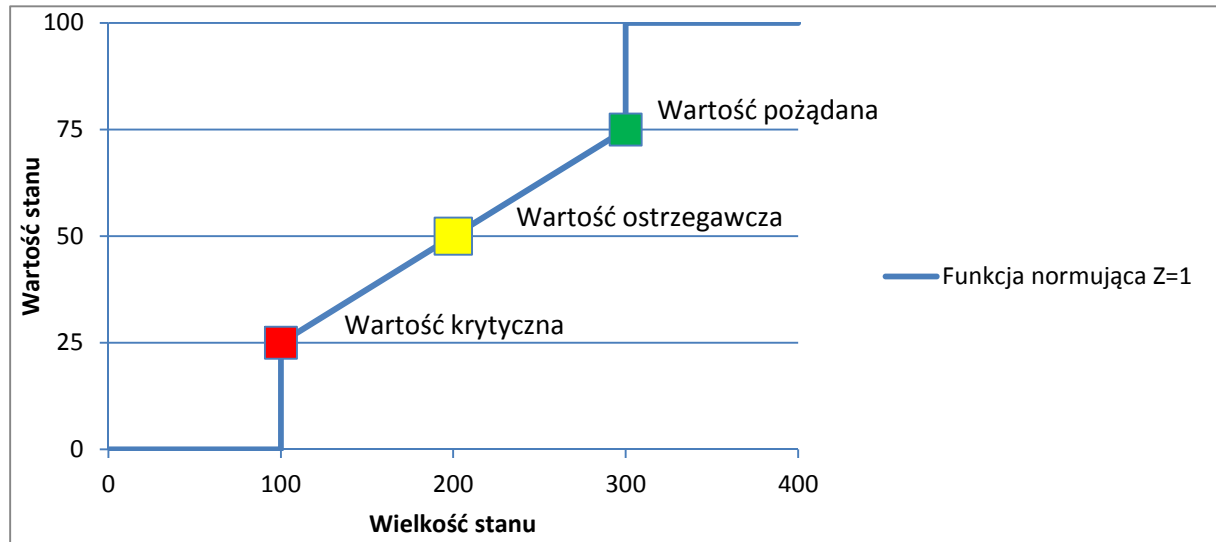
Ogólny wzór na funkcję normującą jest następujący. Przyjmując $x \geq 0$:

$$FN_{p,s}(x) = \begin{cases} 0, & Z \cdot x < Z \cdot W_{kryt} \\ 25 + \frac{x - W_{kryt}}{W_{ost} - W_{kryt}}, & Z \cdot W_{kryt} \leq Z \cdot x < Z \cdot W_{ost} \\ 50 + 25 \cdot \frac{x - W_{ost}}{W_p - W_{ost}}, & Z \cdot W_{ost} \leq Z \cdot x \leq Z \cdot W_p \\ 100 & Z \cdot x > Z \cdot W_p \end{cases}$$

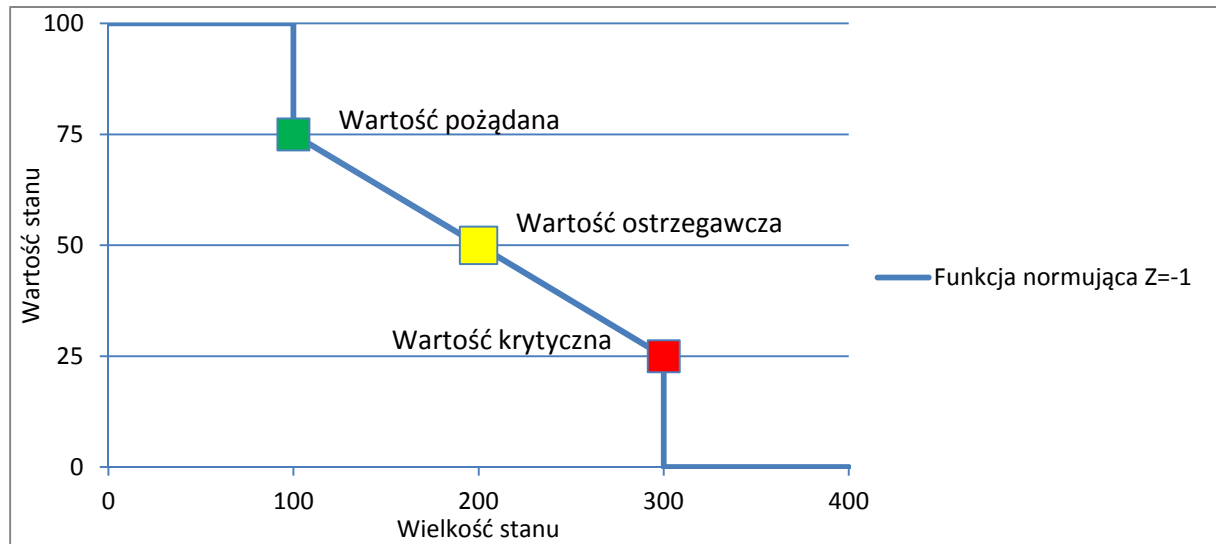
Na rysunkach 6.13 oraz 6.13 przedstawiono hipotetyczny przebieg funkcji normującej dla parametru o wielkościach stanu w zakresie $0 \div 400$ i parametrach sterujących opisanych w tabelicy 6.4.

Tabela 6.4. Przykładowe parametry sterujące dla funkcji normującej, dla hipotetycznego parametru

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



Rysunek 6.14: Ilustracja przebiegu funkcji normującej dla wariantu 2: hipotetycznego parametru o współczynniku znaku $Z = -1$

6.3.3.2. Parametry sterujące funkcji normującej

W tabeli 6.5 podano parametry sterujące dla poszczególnych wielkości stanu.

Parametry uwzględniane w procesie wyliczania wskaźników zespolonych dla nawierzchni bitumicznych:

- międzynarodowy wskaźnik równości (IRIC),
- głębokość kolein (KOLC),
- współczynnik tarcia (WTP/WTC),
- spękania (SSP),
- łaty (LA),
- makrotekstura (MTDC),
- ugięcia maksymalnego (UP/UC),
- wskaźnika krzywizny powierzchni (SCIP/SCIC).

Parametry uwzględniane w procesie wyliczania wskaźników zespolonych dla nawierzchni betonowych:

- pęknięcia podłużne i poprzeczne (PP)
- pęknięcia podłużne i poprzeczne, średnia długość pęknięcia na płycie (PSD),
- pęknięcia podłużne i poprzeczne, procent uszkodzonych płyt (PPU);
- uszkodzenia narożników (UN)
 - uszkodzenia narożników, średnia liczba uszkodzonych narożników na płycie (UNLU),
 - uszkodzenia narożników, procent uszkodzonych płyt (UNPU);
- uszkodzenia krawędzi (UK)
 - uszkodzenia krawędzi, średnia długość uszkodzeń na płycie (UKDU),
 - uszkodzenia krawędzi, procent uszkodzonych płyt (UKPU);
- stan oznakowania poziomego
 - powierzchniowy współczynnik odbłasku, tzw. widzialność w nocy (RLC),
 - współczynnik luminancji w świetle rozproszonym, tzw. widzialność dzienna (QdC),
- wskaźnik średniej głębokości tekstury, makrotekstura - RSP (MTDC).

Tabela 6.5. Parametry sterujące dla poszczególnych wartości stanu.

Wielkość stanu	Jednostka	W_p	W_{ost}	W_{kryt}	Z
Równość podłużna - nawierzchnie asfaltowe i betonowe					
IRIC dla dróg klasy A, S, GP	[mm/m]	2	4,3	5,7	-1
IRIC dla dróg klasy G i pozostałych	[mm/m]	3	5	6,6	-1
Równość poprzeczna - nawierzchnie asfaltowe i betonowe					
KOLC	[mm]	10	20	30	-1

Wielkość stanu	Jednostka	W_p	W_{ost}	W_{kryt}	Z
Właściwości przeciwpoślizgowe - nawierzchnie asfaltowe i betonowe					
WTP WTC dla dróg klasy A, S	[-]	0,49	0,35	0,28	1
WTP WTC dla dróg klasy GP i pozostałych	[-]	0,41	0,35	0,28	1
Makrotekstura - nawierzchnie asfaltowe i betonowe					
MTDC	[mm]	1	0,8	0,6	1
Cechy powierzchniowe - nawierzchnie asfaltowe					
SSP	[%]	1	5	10	-1
LA	[%]	1	5	10	-1
Cechy powierzchniowe - nawierzchnie betonowe					
PSD	[m]	0,1	2	4	-1
PPU	[%]	1	23	35	-1
UNLU	[-]	0,1	2	3	-1
UNPU	[%]	1	23	35	-1
UKDU	[m]	0,1	4	8	-1
UKPU	[%]	1	23	35	-1
Ugięcie - nawierzchnie asfaltowe (Miarodajna wartość ugięcia)					
UP lub UC dla KR1-2	[μ m]	550	790	1100	-1
UP lub UC dla KR3	[μ m]	390	550	710	-1
UP lub UC dla KR4	[μ m]	300	390	470	-1
UP lub UC dla KR5	[μ m]	250	310	360	-1
UP lub UC dla R6-7	[μ m]	205	265	340	-1
Wskaźnik SCI300 - nawierzchnie asfaltowe (Miarodajna wartość wskaźnika SCI300)					
SCIP lub SCIC dla KR1-2	[μ m]	115	165	240	-1
SCIP lub SCIC dla KR3	[μ m]	70	110	190	-1

Wielkość stanu	Jednostka	W_p	W_{ost}	W_{kryt}	Z
SCIP lub SCIC dla KR4	[μm]	50	80	140	-1
SCIP lub SCIC dla KR5	[μm]	40	60	100	-1
SCIP lub SCIC dla R6-7	[μm]	30	50	80	-1
Stan oznakowania poziomego					
RLC Nawierzchnia asfaltowa	[mcd/lx/m ²]	250	200	150	1
RLC Nawierzchnia betonowa	[mcd/lx/m ²]	250	200	150	1
QdC Nawierzchnia asfaltowa	[mcd/lx/m ²]	130	110	100	1
QdC Nawierzchnia betonowa	[mcd/lx/m ²]	160	140	130	1

Wartości stanu dla poszczególnych parametrów oznaczane są w tekście i we wzorach symbolem W_{S_x} .

W algorytmach obliczeniowych systemu DSN, w przypadku braku wyników:

- pomiaru ugięć (wskaźnika SCI300) nawierzchni asfaltowych, dane należy uzupełnić wskaźnikami spękań nawierzchni, gdy są one określone;
- pomiaru właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni asfaltowych, dane można uzupełnić wskaźnikami średniej głębokości makrotekstura, gdy są one określone.

Pomocnicze wartości stanu nawierzchni betonowych

Pomocnicze wartości stanu obliczane są wyjątkowo dla parametrów opisujących uszkodzenia nawierzchni betonowych. Jest to spowodowane rozbiem identyfikacji na dwa odrębne czynniki:

- występowanie danej cechy wyrażone jako odsetek uszkodzonych płyt;
- średni stopień występowania danej cechy w obrębie uszkodzonych płyt.

Dla oceny stanu pod względem cech powierzchniowych dla nawierzchni betonowych konieczne jest wzięcie pod uwagę obu aspektów każdego parametru.

W celu obliczenia pojedynczej wartości stanu dla takich par parametrów stosuje się średnią geometryczną wyliczaną według wzoru. Przy $x, y \geq 0$:

$$G(x, y) = \sqrt{xy}$$

Wówczas dla nawierzchni betonowych:

$$WS_{PP} = G(WS_{PSD}, WS_{PPU}) = \sqrt{WS_{PSD} * WS_{PPU}}$$

$$WS_{UN} = G(WS_{UNLU}, WS_{UNPU}) = \sqrt{WS_{UNLU} * WS_{UNPU}}$$

$$WS_{UK} = G(WS_{UKDU}, WS_{UKPU}) = \sqrt{WS_{UKDU} * WS_{UKPU}}$$

W przypadku braku występowania uszkodzeń dla jednego z parametrów, przyjmuje się dla niego w w/w wzorach wartość pożądaną (W_p).

6.4. Wskaźniki zespolone

6.4.1. Podstawowe wskaźniki stanu.

Wskaźniki zespolone posiadają tę samą skalę (od 0 do 100) oraz tę samą interpretację (stan zły/dobry) co wartości stanu. Poniższe wzory na wskaźniki zespolone funkcjonują przy założeniu, że wszystkie ich składowe wartości stanu są nieujemne.

W przeciwnym przypadku oznacza to, że mamy do czynienia z danymi nieważnymi.

System DSN nie dopuszcza danych nieważnych do obliczeń.

W przypadku braku danych na danym odcinku drogi w jednym z okresów pomiarowych, dopuszczalne jest wykorzystanie wyników stanu z poprzednich lat, tj. maksymalnie ostatnich 3-ech lat.

W następnej kampanii pomiarowej należy bezwzględnie wykonać nowe pomiary w ramach DSN, na odcinkach dróg które wykazują w/w braki w danych.

Wskaźniki **WSK** (wskaźnik stanu konstrukcji), **WSP** (wskaźnik stanu powierzchni), **WSO** (wskaźnik stanu oznakowania poziomego) i **WSU** (wskaźnik stanu użytkowego) obliczane są jako średnie ważone wartości stanu dla różnych zestawów parametrów z uwzględnieniem reguły, która nadaje priorytet parametrom wykazującym stan po przekroczeniu dopuszczalnego progu wielkości danego parametru, tzn. poziomu ostrzegawczego.

Wskaźnik stanu użytkowego obliczany jest następująco:

$$WSU^* = 0,25 \cdot \min(WS_{IRIC}) + 0,25 \cdot WS_{KOLC} + 0,5 \cdot WS_{WTP/WTC}$$

Wskaźnik stanu konstrukcji obliczany jest na podstawie dwóch wzorów zależnie od typu nawierzchni.

a. Dla nawierzchni asfaltowych:

$$WSK^* = 0,25 \cdot WS_{SSP} + 0,15 \cdot WS_{LA} + 0,4 \cdot \min(WS_{UP}, WS_{UC}) + 0,2 \cdot \min(WS_{KOLC}, WS_{IRIC})$$

b. Dla nawierzchni betonowych:

$$WSK^* = 0,5 \cdot WS_{PP} + 0,35 \cdot \min(WS_{KOLC}, WS_{IRIC}) + 0,15 \cdot \min(WS_{UK}, WS_{UN})$$

Wskaźnik stanu powierzchni obliczany jest na podstawie dwóch wzorów zależnie od typu nawierzchni.

a. Dla nawierzchni asfaltowych:

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

b. Dla nawierzchni betonowych:

$$WSP^* = 0,35 \cdot \min(W_{S_{IRIC}}, W_{S_{KOLC}}) + 0,3 \cdot W_{S_{PP}} + 0,2 \cdot W_{S_{UN}} + 0,15 \cdot W_{S_{UK}}$$

Następnie w celu obliczenia ostatecznych wartości wskaźników zespolonych uwzględniana jest zasada przebicia określająca, 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:

$$WSU = \begin{cases} \text{dla } W_{S_{IRIC}}, W_{S_{KOLC}}, W_{S_{WT}} \geq 25 & WSU = WSP^* \\ \min(W_{S_{IRIC}}, W_{S_{KOLC}}, W_{S_{WT}}) < 25 & WSU \leq 25 \end{cases}$$

W przypadku wskaźnika konstrukcji wzory są różne dla nawierzchni asfaltowych:

$$WSK = \begin{cases} \text{w przypadku, gdy } W_{S_{SSP}}, W_{S_{LA}}, W_{S_{UP}}, W_{S_{UC}}, W_{S_{IRIC}}, W_{S_{KOLC}} \geq 25, \text{ wówczas} & WSK = WSK^* \\ \text{jeśli wystąpi przypadek } \min(W_{S_{SSP}}, W_{S_{LA}}, W_{S_{UP}}, W_{S_{UC}}, W_{S_{IRIC}}, W_{S_{KOLC}}) < 25, \text{ wówczas} & WSK \leq 25 \end{cases}$$

i nawierzchni betonowych:

$$WSK = \begin{cases} \text{w przypadku, gdy } W_{S_{PP}}, W_{S_{UK}}, W_{S_{UN}}, W_{S_{IRIC}}, W_{S_{KOLC}} \geq 25, \text{ wówczas} & WSK = WSK^* \\ \text{jeśli wystąpi przypadek } \min(W_{S_{PP}}, W_{S_{UK}}, W_{S_{UN}}, W_{S_{IRIC}}, W_{S_{KOLC}}) < 25, \text{ wówczas} & WSK \leq 25 \end{cases}$$

W przypadku wskaźnika stanu powierzchni, wzory są różne dla nawierzchni asfaltowych:

$$WSP = \begin{cases} \text{w przypadku, gdy } W_{S_{IRIC}}, W_{S_{KOLC}}, W_{S_{SSP}}, W_{S_{LA}} \geq 25, \text{ wówczas} & WSP = WSP^* \\ \text{jeśli wystąpi przypadek } \min(W_{S_{IRIC}}, W_{S_{KOLC}}, W_{S_{SSP}}, W_{S_{LA}}), \text{ wówczas} & WSP \leq 25 \end{cases}$$

i nawierzchni betonowych:

$$WSP = \begin{cases} \text{w przypadku, gdy } W_{S_{IRIC}}, W_{S_{KOLC}}, W_{S_{PP}}, W_{S_{UN}}, W_{S_{UK}} \geq 25, \text{ wówczas} & WSP = WSP^* \\ \text{jeśli wystąpi przypadek } \min(W_{S_{IRIC}}, W_{S_{KOLC}}, W_{S_{PP}}, W_{S_{UN}}, W_{S_{UK}}), \text{ wówczas} & WSP \leq 25 \end{cases}$$

Wskaźnik oceny ogólnej oblicza się inaczej, zależnie od tego, czy dostępny jest wynik oceny konstrukcji (tj. WSK). Jeśli jest, wskaźnik oceny ogólnej wynosi:

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

W przeciwnym przypadku, gdy dostępny jest jedynie wskaźnik oceny powierzchni, stosuje się wzór:

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

Wskaźnik stanu oznakowania poziomego obliczany jest oddzielnie na podstawie poniższego wzoru:

$$WSO = 0,5 \cdot RLC + 0,5 \cdot QdC$$

Jest dodatkowym parametrem pozwalającym określić stan oznakowania poziomego koloru białego, w stanie suchym, bez względu na klasę techniczną dróg.

6.4.2. Rozszerzona ocena globalna stanu nawierzchni

Ocena globalna polega na wyznaczeniu Wskaźnika Globalnego (**WGL**) do celów określenia priorytetów (strategii) utrzymania.

Wybór priorytetu utrzymania dróg na rok następny lub ich kombinację ustala:

- GDDKiA w Warszawie (Centrala GDDKiA) dla całej sieci dróg krajowych;
- Oddział GDDKiA dla zarządzanej sieci dróg krajowych.

Wybór priorytetu utrzymania pozwala skrócić czas i zoptymalizować proces wyboru zadań do zabiegów utrzymaniowych. Zakres wartości **WGL** zawiera się w przedziale $<0;100>$ i im większa jego wartość, tym lepszy stan nawierzchni. Wskaźniki globalne wg dowolnego priorytetu można obliczać dla odcinków o określonej długości 1000 m, odcinków jednorodnych lub miarodajnych oraz jako średnie ważone dla:

- odcinków międzywęzłowych;
- ciągów drogowych;
- wycinków sieci drogowej;
- całej sieci drogowej.

Wagi poszczególnych wskaźników są zmiennymi decyzyjnymi i zależą od przyjętego priorytetu utrzymania dróg:

▪ **Priorytet A – poprawy stanu strukturalnego nawierzchni.**

WGL_A przyjęto jako wartość sumy:

- Wskaźnika stanu konstrukcji WSK z wagą 70%;
- Wskaźnika stanu powierzchni WSP z wagą 20%;
- Wskaźnika stanu użytkowego WSU z wagą 10%.

$$WGL = 0,7 \cdot WSK + 0,2 \cdot WSP + 0,1 \cdot WSU$$

▪ **Priorytet B – poprawy stanu bezpieczeństwa ruchu.**

WGL_B przyjęto jako wartość sumy:

- Wskaźnika stanu konstrukcji WSK z wagą 20%;
- Wskaźnika stanu powierzchni WSP z wagą 40%;
- Wskaźnika stanu użytkowego WSU z wagą 40%.

$$WGL = 0,2 \cdot WSK + 0,4 \cdot WSP + 0,4 \cdot WSU$$

▪ **Priorytet C – minimalizacji kosztów zabiegów utrzymaniowych.**

WGL_C przyjęto jako wartość sumy:

- Wskaźnika stanu konstrukcji WSK z wagą 10%;
- Wskaźnika stanu powierzchni WSP z wagą 30%;
- Wskaźnika stanu użytkowego WSU z wagą 60%.

$$WGL = 0,1 \cdot WSK + 0,3 \cdot WSP + 0,6 \cdot WSU$$

Dla potrzeb zwiększenia poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego, poprzez poprawę stanu technicznego nawierzchni zaleca się korzystanie z Priorytetu B. Sklasyfikowane w tym wariancie zadania, umożliwią w pierwszej kolejności podjęcie działań na odcinkach i miejscach sieci dróg krajowych, na których poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego jest najniższy.

6.5. Analiza statystyczna

6.5.1. Wprowadzenie

Analizy statystyczne wykonuje się w ramach DSN w odniesieniu do wielkości i wartości parametrów stanu, przedstawionych w raportach i projekcji danych na mapach.

Analizy mają na celu przedstawienie wyników kampanii diagnostycznej w skali całej ocenianej sieci lub poszczególnych podsieci, np. dla województw.

Dzięki temu zarządca dróg otrzymuje możliwość uzyskania szybkiej i kompleksowej informacji na temat stanu technicznego nawierzchni objętej badaniami DSN na dwóch zasadniczych poziomach: operacyjnym i strategicznym.

6.5.2. Wskaźniki statystyczne

Przedmiotem analiz statystycznych są wielkości i wartości stanu dla tych odcinków diagnostycznych, dla których było możliwe obliczenie wielkości względnie wartości.

Wielkości i wartości stanu, poddawane analizom statystycznym przeliczane są z danych elementarnych.

Analizę statystyczną wykonuje się oddzielnie dla poszczególnych województw oraz dla całej sieci dróg krajowych. Ponadto możliwa jest analiza statystyczna, oddzielnie dla nawierzchni asfaltowych i betonowych.

Tak więc, w przypadku kampanii diagnostycznej w obrębie całej sieci dróg krajowych w Polsce, na poziomie kraju, możliwych jest do generowania 51 zestawów danych, dla których dokonywana jest analiza statystyczna:

$(1(\text{Kraj}) + 16 (\text{województw})) \times (3 (\text{nawierzchnia bitumiczna, betonowa, wszystkie})) = 51$ standardowych analiz.

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

- międzynarodowy wskaźnik równości (IRIC),
- głębokość kolein (KOLC),
- współczynnik tarcia (WTP/WTC),
- spękań (SSP),
- łat (LA),
- ugięcia maksymalnego (UP/UC),
- wskaźnika krzywizny powierzchni (SCIP/SCIC),

oraz dla **wartości** następujących parametrów stanu:

- międzynarodowy wskaźnik równości (IRIC),
- głębokość kolein (KOLC),
- współczynnik tarcia (WTP/WTC),
- wskaźnik stanu spękań (SSP),
- wskaźnik łat (LA),
- pęknięcia podłużne i poprzeczne (WS_p),
- uszkodzenia narożników (UN),
- uszkodzenia krawędzi (UK),
- ugięcia maksymalnego (UP/UC),
- wskaźnik krzywizny powierzchni (SCIC/SCIP),
- wskaźnik stanu użytkowego (WSU),
- wskaźnik stanu konstrukcji (WSK),
- wskaźnik stanu powierzchni (WSP),
- wskaźnik oceny ogólnej (WOG),
- wskaźnik stanu oznakowania poziomego (WSO).

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

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

Wartość średnia – średnia ważona wielkości względnie 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 0-100 (dla średniej wartości stanu).

Odchylenie standardowe – odchylenie standardowe ważne. Jako wagę przyjmuje się długość odpowiednich odcinków diagnostycznych. Podawane jest w jednostce właściwej danej wielkości stanu (dla odchylenia wielkości stanu) lub na skali 0-100 (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 0-100 (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 0-100 (dla kwantyli wartości stanu). Przy obliczaniu kwantyli jest także uwzględniane ważenie długościami odcinków.

Odsetek klas 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: rozkład częstości klas stanu, podawany w %.

Długość oceniona – suma długości odcinków diagnostycznych, dla których mogła zostać obliczona wielkość względnie wartość parametru stanu. Podawana jest w kilometrach z dokładnością do metra.

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

Długość odcinków wymagających remontów – suma długości odcinków na poziomie ostrzegawczym i krytycznym z proponowanymi zabiegami.

Długość wykonanych zabiegów remontowych/budowy nowych odcinków dróg – suma długości dróg poddanych określonym zabiegom remontowym i wybudowanych nowych odcinków dróg.

Średnie koszty wykonania poszczególnych typów/rodzajów zabiegów – zestawienie tabelaryczne średnich kosztów wykonania poszczególnych typów /rodzajów zabiegów w danym roku kalendarzowym.

6.5.3. Dokumentacja wyników analiz statystycznych

Wskaźniki statystyczne, wyszczególnione w rozdziale 6.5.2. są dokumentowane w tabelach ze wskaźnikami statystycznymi. Wartości średnie oraz rozkład częstości klas stanu są ponadto wizualizowane na wykresach.

Wyniki analizy statystycznej (tabele i wykresy) są dokumentowane w plikach PDF. Jeden plik PDF jest generowany dla jednego województwa. W odrębnym pliku PDF są dokumentowane wyniki dla całej sieci dróg krajowych.

Każdy z powyższych dokumentów, zawiera tabele i wykresy najczęściej prezentowane na jednej stronie dokumentu. Na każdej stronie dokumentu umieszczone są informacje

opisowe, wskazujące jednoznacznie na kampanię diagnostyczną oraz na zbiór danych, będących przedmiotem analizy statystycznej (np. województwo, rodzaj nawierzchni). Ponadto informacje te zawierają szereg adnotacji uzupełniających.

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

kampania pomiarowa, np. „Diagnostyka stanu nawierzchni na drogach krajowych 2015”,

sieć drogowa, np. „Drogi Krajowe, Województwo Podlaskie”,

rodzaj nawierzchni, np. „wszystkie typy nawierzchni”,

Zarządca dróg, np. „Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad”,

wykonawca pomiarów, np. „WT Laboratorium Drogowe w Białymstoku”,

wykonawca prac analitycznych, np. „GDDKiA Oddział w Białymstoku, Wydział Dróg i Sieci Drogowej”,

data wykonania statystyk, np. „07-07-2015”.

6.5.3.1. Tabela ze wskaźnikami statystycznymi

Tabela ze wskaźnikami statystycznymi przedstawia podstawowy zestaw wskaźników statystycznych, obliczanych dla poszczególnych zbiorów danych (oddział / rejon/ rodzaj nawierzchni) dla danej kampanii diagnostycznej:

- a. Wielkość stanu poszczególnych parametrów, przy uwzględnieniu:
 - Kwantyle 5%, 15%, 50%, 85%, 95%;
 - wartości średnie parametru;
 - odchylenie standardowe;
- b. Wartość stanu poszczególnych parametrów, przy uwzględnieniu:
 - Kwantyle 5%, 15%, 50%, 85%, 95%;
 - wartości średnie parametru;
 - odchylenie standardowe;
- c. Rozkład częstości poszczególnych parametrów i odpowiadających im klas technicznych.

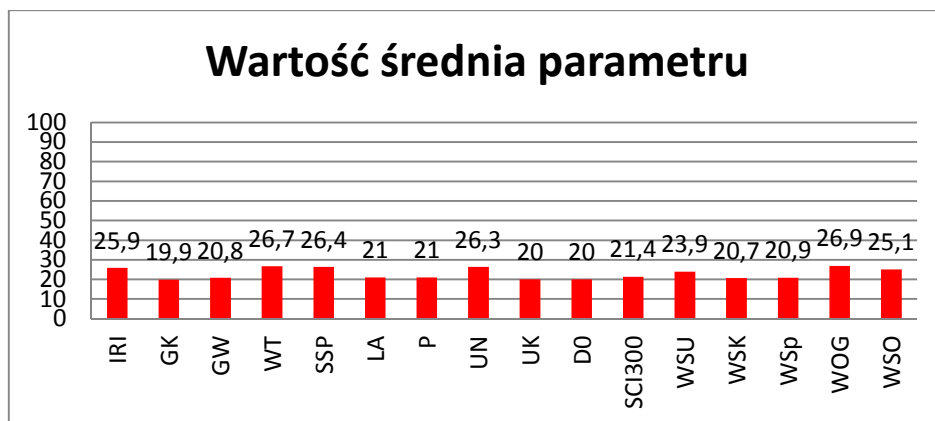
6.5.3.2. Wykres słupkowy średnich wartości parametrów stanu

Wykres słupkowy średnich przedstawia średnie wartości poszczególnych parametrów stanu. Wysokość słupka reprezentuje wartość średnią danego parametru stanu. Kolejność parametrów stanu odpowiada ich zestawieniu w rozdziale 0.

Wykres słupkowy średnich wartości parametrów stanu posiada oś pionową z lewej strony wykresu, na której odłożona jest skala ocen od 0 do 100 i ze skokiem co 10.

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

Na rysunku 6.16 pokazano przykład wykresu słupkowego średnich.



Rysunek 6.16. Przykład wykresu słupkowego ze średnimi wartościami parametru stanu

6.5.3.3. 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 0. Rozkład częstości klas należy ilustrować przy wykorzystaniu kolorów:

klasa A (stan dobry) – kolor jasno zielony (#96d250) – rgb (150,210,80)

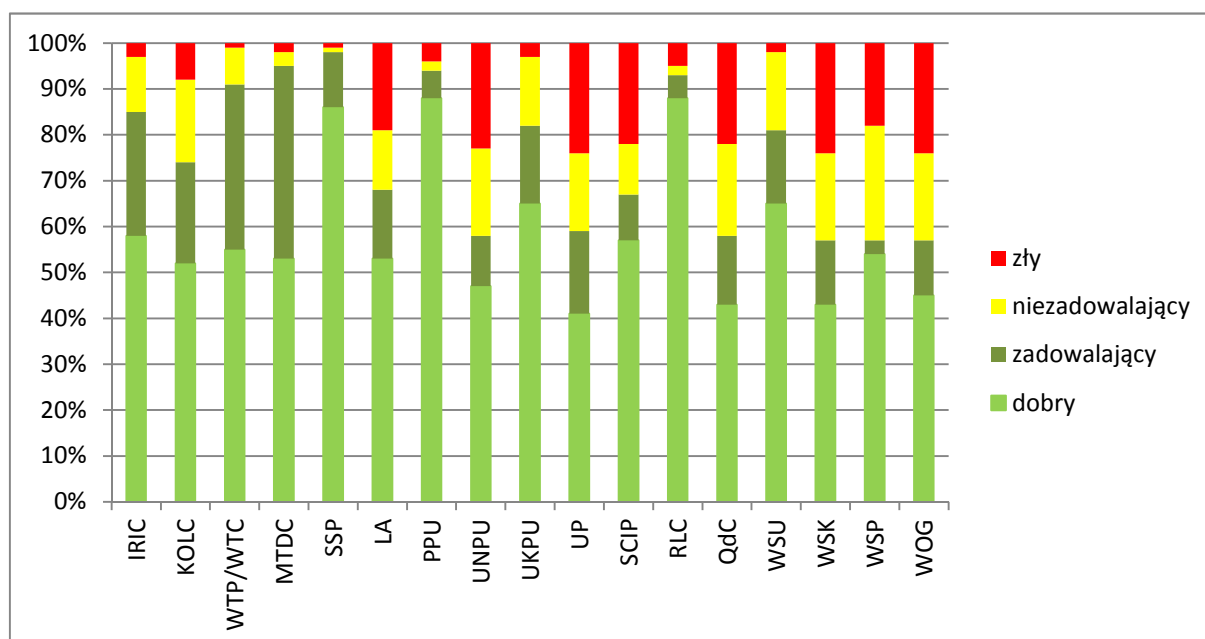
klasa B (stan zadowalający) – kolor ciemno zielony (#5f8732) – rgb (95,135,50)

klasa C (stan niezadowalający) – kolor żółty (#FFFF00) – rgb (255,255,0)

klasa D (stan zły) – kolor czerwony (#FF0000) – rgb (255,0,0)

Klasę D należy umieścić u góry słupka.

Na rysunku 6.17. pokazano przykład wykresu słupkowego rozkładów na klasy stanu.



Rysunek 6.17. Przykład wykresu słupkowego z rozkładem częstości klas stanu

6.5.4. Pliki z wynikami analiz statystycznych

Tabele ze wskaźnikami statystycznymi oraz wykresy dla danej sieci (województwa) są zapisywane w jednym pliku PDF. W odrębnym pliku zapisywane są wyniki dla całej Polski.

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

W nazwie pliku powinny być zatem zawarte następujące informacje:

rodzaj projektu: „DSN” (Diagnostyka Stanu Nawierzchni),
rok realizacji identyfikacji: np. „2015”,

dwuznakowy klucz województwa zgodny z kodem w systemie TERYT np. 05
(województwo podlaskie). W przypadku pliku dla całej Polski nie uwzględniać
w nazwie pliku,

zawartość dokumentu: „Statystyka”.

Przykładowe nazwy plików z wynikami analiz statystycznych:

DSN_05_Statystyka_2015.pdf – wyniki dla województwa podlaskiego

DSN_00_Statystyka_2015.pdf – wyniki dla kraju

6.6. Modele degradacji

6.6.1. Wprowadzenie

W rozdziale zestawiono analityczne modele degradacji dla poszczególnych parametrów nawierzchni. W systemie informatycznym wspomagającym analizę danych diagnostycznych na podstawie modeli, dedykowany moduł funkcjonalny dla odcinka pasa ruchu, odcinka jezdni, drogi, sieci drogowej; powinien umożliwiać generowanie wartości prognozowanych na odcinku diagnostycznym.

W systemie informatycznym DSN generowanie danych prognozowanych należy realizować w następujący krokach (dotyczy danych odcinków diagnostycznych):

- a) określenie czasu prognozowania,
- b) określenie współczynnika wzrostu ruchu (brak wzrostu lub dane z prognozy),
- c) założenie bazy dodatkowej z danymi o opisie sieci,
- d) założenie plików o ruchu, jeśli wskaźnik wzrostu ruchu jest różny od 1 to na kolejne lata niezbędne jest zwiększanie wartości natężenia ruchu,
- e) założenie plików z poszczególnymi parametrami stanu nawierzchni - dotyczy wyłącznie odcinków o nawierzchni asfaltowej,
- f) obliczenie prognoz wszystkich wskaźników w zależności od wzrostu natężenia ruchu,
- g) na podstawie wyników danych z odcinków diagnostycznych uruchomienie zasadniczej części systemu umożliwiającej generowanie zestawień wynikowych.

6.6.2. Wzory modeli degradacji do wykorzystania w systemie informatycznym wspomagającym DSN

Model - Równość podłużna:

$$IRI = IRIo * \exp(0.033 * (t - to))$$

gdzie:

IRI jest przewidywaną wartością wskaźnika równości w roku t, [mm/m]
IRIo jest zmierzoną wartością IRI w roku to (na danej połowie hektometra), [mm/m]

Model - Głębokość kolein:

$$KO = KOo * \exp(0.045 * (t - to))$$

gdzie:

KO jest wartością wskaźnika głębokości kolein w roku t, [mm]
KOo jest wartością KO w roku to (na danym hektometrze), [mm]

Model - Właściwości przeciwpoślizgowe:

YAX < 0.413:

$$SN = SNo - 0.2538 * YAX * (t - to)$$

YAX >= 0.413:

$$SN = SNo - 0.1047 * (\ln(YAX) + 1.8596) * (t - to)$$

gdzie:

SN jest wartością współczynnika tarcia w roku t, [μ]
SNo jest wartością SN w roku to, [μ]
YAX jest średnią liczbą osi rzeczywistych / pas / rok [mln] (w latach: od to do t)

Model - Wskaźnik spękań - procedura iteracyjna:

$$n = PNo$$

dla i od to do t - 1:

$$np = n + (a / n + b) * (\alpha * \ln(ESAL(i)) + \beta) / \gamma / 2$$
$$n = n + (a / np + b) * (\alpha * \ln((ESAL(i) + ESAL(i+1)) / 2) + \beta) / \gamma$$

$$PN = n$$

gdzie:

$$\alpha = - 0.016$$
$$\beta = 0.0099$$
$$\gamma = - 0.0839$$
$$a = - 0.09$$
$$b = 0.0847$$

PN jest wartością wskaźnika spękań w roku t

PNo jest wartością PN w roku to

ESAL(i) jest liczbą osi obliczeniowych 100kN / pas / rok (w roku: i)

Model - Wskaźnik stanu powierzchni:

$$PP = PPO \cdot \exp(-0.0682 \cdot (t - t_0))$$

gdzie:

PP jest wartością wskaźnika stanu powierzchni w roku t
PPO jest wartością PP w roku t_0

Model - Nośność (ugięcia sprężyste):

$$\frac{dDEF}{dt} = 9061.6 \cdot Y_r \cdot H^{-1.72}$$

czyli w postaci jawnej:

$$DEF = DEF_0 + 9061,6 \cdot Y_r \cdot H^{-1,72} \cdot (t - t_0)$$

w których:

DEF jest wartością znormalizowanego ugięcia sprężystego.

Y_r jest liczbą osi obliczeniowych 100 kN na pas ruchu w ciągu roku.

H jest grubością warstw asfaltowych nawierzchni.

DEF_0 jest wartością ugięcia w roku t_0 .

Niezbędne dane:

- 1) prognozy ESAL(i) - liczba osi obliczeniowych 100kN / pas / rok (w roku: i);
- 2) prognozy YAX - średnia liczbą osi rzeczywistych / pas / rok [mln] (w latach: od t_0 do t)
- 3) grubość warstw bitumicznych nawierzchni

W prowadzonych analizach maksymalny czas prognozowania ustala się na 6 lat.

Wyżej wymienione modele zostały poddane aktualizacji w 2005 roku, w oparciu o dane z Długoterminowych Odcinków Testowych (DOT). W przyszłości należy dokonać ich aktualizacji w oparciu o sukcesywne prowadzone pomiary cech techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni na odcinkach na których zastosowano analogiczne oraz nowe technologie.

W ramach kampanii DSN regularnie powtarzane pomiary, wykonywane według tych samych procedur, przybierające ten sam format wynikowy i jednoznaczną lokalizację pozwalają na analizowanie tempa degradacji nawierzchni i tym samym wykonywanie regulacji istniejących modeli degradacji lub ich różnicowanie.

Proponowane działania związane z aktualizacją modeli powinny obejmować:

1. Przygotowanie serii czasowych danych pomiarowych dotyczących różnych cech nawierzchni;
2. Przeprowadzenie analiz tempa degradacji stanu technicznego nawierzchni lub ich zakontraktowanie;
3. Przełożenie uzyskanych wyników na parametry modeli degradacji i wprowadzenie ich do bazy danych;
4. Planowanie aktualizacji/rozbudowy DSN w ww. zakresie.

6.7. Uproszczone modele poprawy stanu nawierzchni

W przypadku wykonania zabiegu remontowego na odcinku pasa ruchu, odcinku jezdni lub drogi oraz braku danych pomiarowych na wyniki parametrów na odcinku diagnostycznym można wstępnie określić – do czasu wykonania pomiarów cech techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni, zgodnie z zasadami opisanymi w niniejszym rozdziale.

Jeżeli od momentu pomiaru wykonano zabieg remontowy, to jego wpływ niezależnie od klasy stanu nawierzchni przed remontem, przy braku danych z pomiarów automatycznych, uwzględnia się zgodnie z tabelą 6.6.

Tabela 6.6. Wpływ zabiegu remontowego na stan techniczny nawierzchni

Grupa zabiegów (kod)	Ugięcia / stan spękań	Równość podłużna	Koleiny	Stan powierzchni	Właściwości przeciwpoślizgowe
	Klasa stanu nawierzchni				
Zabieg modernizujący (1), budowa (0)	A	A	A	A	A
Zabieg wyrównujący (2)	A	A	A	A	A
Zabieg powierzchniowy (3)	1	2	2	A	A

OZNACZENIA:

- A - w obliczeniach przyjmuje się minimalne (tj. najmniej korzystne) wartości liczbowe odpowiadające klasie A dla poszczególnych parametrów;
- 1 - stan nieokreślony (brak pomiarów rutynowych po wykonaniu zabiegu remontowego), domyślnie przypisuje się minimalne wartości liczbowe dla stanu spękań odpowiadające klasie A;
- 2 - stan nieokreślony (brak pomiarów rutynowych po wykonaniu remontu), domyślnie przypisuje się wartości liczbowe odpowiadające klasie A lub B zależnie od stanu odcinka przed wykonaniem zabiegu remontowego.

Rozwiązanie to wprowadza się w celu zróżnicowania w systemie informatycznym „**stanu nieokreślonego**” odcinka pasa jezdni, wynikającego z braku wyników pomiarów (jeśli przypadek wystąpi) w konsekwencji niewykonania pomiarów ze względu na parametry geometryczno-ruchowe odcinka oraz przypisanego po wykonaniu zabiegu remontowego.

W związku z tym, w systemie informatycznym wspomagającym DSN, oznaczenia „1”, „2” będą interpretowane w następujący sposób:

„1” traktowany jest jako klasa A, zgodnie z zasadami podanymi w opisie tabeli 6.6. Wskaźnik spękań odzwierciedla stan liczbowy spękań nawierzchni, wstępnie informujący o jej nośności, ale po wykonaniu remontu tj. ułożeniu warstwy nawierzchni, ewentualnie wykonaniu np. powierzchniowego utrwalenia (które w każdym przypadku jest realizowane po uprzednim remoncie cząstkowym) spękania nie są widoczne – przynajmniej czasowo.

W przypadku „2” rozróżniamy dwie możliwości:

- a) Przypisujemy klasę A lub B, gdy poprzednie oceny miały odpowiednio klasę A lub B. Wychodząc z założenia, że stan techniczny na tych odcinkach mógł w rzeczywistości tylko ulec poprawie, ale z powodu braku wyników pomiarów automatycznych bezpieczniej będzie pozostać przy ocenie parametrów na wcześniejszym poziomie.
- b) Przypisujemy klasę B w przypadku, gdy poprzednie pomiary równości i kolein wskazywały klasę niższą niż B. Ustawienie wstępnie parametru w klasie B będzie bardziej odpowiadało stanowi faktycznemu. Zgodnie z zasadami przeprowadzania remontów odcinków dróg, wykonywanie zabiegu powierzchniowego na odcinku drogi, którego równość i koleiny zostały ocenione w klasach C lub D nie jest wskazane.

W sporadycznych przypadkach jeśli takie sytuacje mają miejsce, wykonywane jest frezowanie nawierzchni, które przyczynia się do zmniejszenia głębokości kolein oraz poprawy równości podłużnej.

W systemie informatycznym wspomagających DSN, dla rozróżnienia pochodzenia danych (oceny na podstawie pomiarów lub przyjęte zgodnie z ww. założeniami), przypisane oznaczenia klas należy wyróżnić innymi symbolami np.: małymi literami. W szczególnych przypadkach ułatwi to planowanie pomiarów automatycznych na sieci danego Oddziału GDDKiA w kolejnym sezonie pomiarowym.

W obliczeniach przyjmuje się minimalne (tj. najmniej korzystne) wartości liczbowe odpowiadające klasie A lub B dla poszczególnych parametrów. Jeżeli od poprzedniego pomiaru parametru techniczno-eksploatacyjnego nawierzchni eksploatowanej upłynęły **cztery lata** (lub więcej), to w przypadku wykonania na odcinku prac remontowych „0” lub „1” wyniki tego pomiaru uważa się za nieaktualne i wobec tego oznacza się je w Systemie jako „**nieokreślone**”. Natomiast w przypadku zabiegu „2” parametry należy przyjąć za „nieokreślone” po upływie **dwóch lat**, a zabiegu „3” po **upływie roku**.

W przypadku dostępności pomiarów ugięć nawierzchni, do przetwarzania danych dopuszcza się wyniki nie starsze niż 3 lata.

W algorytmach przetwarzania danych nośność nawierzchni (ugięcia) podlega oszacowaniu wyłącznie w przypadku budowy odcinka lub wykonania zabiegu typu modernizacja. Przy innego rodzaju zabiegach wartość tego parametru określana jest jako stan nieokreślony.

6.8. Zasady wyznaczania zabiegów remontowych

Nawierzchnia drogowa, tak jak wszystkie inne obiekty, jest postrzegana poprzez pewne cechy. Pod pojęciem „cechy nawierzchni” rozumie się te cechy, które zmieniają się w procesie jej eksploatacji.

Podstawowymi **cechami** nawierzchni są:

- nośność** (trwałość) opisująca zdolność nawierzchni do przenoszenia obciążeń od ruchu drogowego,
- równość** określająca, w jakim stopniu powierzchnia nawierzchni drogowej jest zbieżna z powierzchnią wymaganą (idealną),
- właściwości przeciwpoślizgowe**, charakteryzujące przyczepność pomiędzy nawierzchnią a oponą pojazdu. W szczególności opisują one zdolność do wytwarzania siły tarcia podczas poślizgu koła,
- cechy powierzchniowe**, charakteryzujące uszkodzenia nawierzchni oraz inne jej właściwości, istotne z punktu widzenia zarządzania eksploatacją nawierzchni, widoczne na jej powierzchni.

Cechy nawierzchni w systemie DSN charakteryzują jej stan. Stan ten zmienia się w procesie użytkowania: z reguły pogarsza się a po realizacji zabiegów remontowych polepsza się.

Dla opisanie cech nawierzchni w sformalizowany sposób wykorzystuje się parametry stanu technicznego nawierzchni.

Stan techniczny nawierzchni określają następujące parametry techniczno-eksploatacyjne wg zasad podanych w Załączniku B do Wytycznych oraz rozdziale 6.8.7.:

Pozostała trwałość nawierzchni /parametr zespolony/ (PTN) – określa się wskaźnikiem nośności na podstawie ugięcia standaryzowanego lub krzywizny ugięcia (wskaźnika SCI300) w zależności od kategorii ruchu i typu konstrukcji nawierzchni (jeśli dane są dostępne) lub stanu spękań.

Wskaźnik ugięć – wyliczana wartość ugięcia standaryzowanego dla odcinka diagnostycznego, pasa ruchu, ciągu drogowego lub sieci dróg.

Wskaźnik SCI300 (wskaźnik krzywizny ugięcia nawierzchni) – różnica ugięć zmierzonych przez czujniki nacisku płyty obciążeniowej w centrum obciążenia 0 mm (d_0) i 300 mm od środka przyłożenia obciążenia (d_{300}), który charakteryzuje stan górnych warstw związanych konstrukcji nawierzchni: $SCI300 = d_0 - d_{300}$.

Stan spękań – określa się wskaźnikiem spękań nawierzchni na podstawie automatycznej oceny uszkodzeń/napraw nawierzchni.

Równość podłużna – określana jest na podstawie pomiaru profilu podłużnego nawierzchni urządzeniami profilometrycznymi.

Głębokość koleiny – określa się na podstawie pomiaru ich głębokości w równoodległych przekrojach poprzecznych specjalistycznymi urządzeniami.

Właściwości przeciwpoślizgowe – określa się na podstawie pomiaru współczynnika tarcia lub makrotekstury specjalistycznymi urządzeniami.

Stan powierzchni – określa się wskaźnikiem stanu powierzchni na podstawie automatycznej oceny uszkodzeń/napraw nawierzchni.

Stan techniczny oznakowania poziomego określają następujące parametry techniczno-eksploatacyjne wg zasad podanych w Załączniku B do Wytycznych oraz rozdziale 6.8.7.:

Współczynnik luminancji retrorefleksyjnej – iloraz luminancji L powierzchni oznakowania drogowego w kierunku obserwacji i luminancji E_{\perp} powierzchni prostopadłej względem kierunku padającego światła (tzw. widzialność w nocy) [41].

Współczynnik luminancji przy oświetleniu rozproszonym – iloraz luminancji powierzchni oznakowania drogowego w określonym kierunku i iluminacji tej powierzchni (tzw. widzialność w dzień) [41].

Wartość odporności na poślizg - jakość odporności na poślizg mokrej powierzchni zmierzonej w oparciu o tarcie gumowego suwaka o tę powierzchnię przy niskiej prędkości [41].

Zarejestrowane parametry techniczno-eksploatacyjne podlegają ocenie (klasyfikacji).

Dla potrzeb Systemu DSN ustala się długość odcinka miarodajnego $L=1000$ metrów. W przypadkach szczególnych jak początek i koniec drogi ocenę odcinkową wyznacza się dla odcinków o długości $500 \div 1499$ m. W analizach na poziomie sieci drogowej wyznaczane są oceny odcinkowe.

Odcinkowa ocena stanu nawierzchni dla poszczególnych parametrów jest wyznaczana poprzez porównanie obliczonych wg wzorów z Załącznika B wartości miarodajnych na odcinku o ustalonej długości z klasyfikacją stanu nawierzchni. Dodatkowo dla równości podłużnej, właściwości przeciwpoślizgowych należy uwzględnić klasę drogi, a w przypadku ugięć nawierzchni oraz wskaźnika krzywizny ugięcia nawierzchni, natężenie ruchu pojazdów. Odcinkowe oceny stanu nawierzchni służą do określenia parametrów dominujących.

6.8.1. Parametry dominujące

Odcinek pasa jezdni w Systemie może być charakteryzowany przez czternaście parametrów techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni i wyposażenia (oznakowania nawierzchni), z których każdy jest sklasyfikowany w jednej z czterech klas.

Dla ustalenia parametru (parametrów) dominującego stanu nawierzchni przyjmuje się **następującą hierarchię priorytetów** (od najwyższego do najniższego):

- | | |
|--|------------------------|
| 1. Wskaźnik ugięć FWD /FWD/ | - UP |
| 2. Wskaźnik SCI 300 /FWD/ | - SCIP |
| 3. Wskaźnik ugięć PM /Pomiar Mobilny/ | - UC |
| 4. Wskaźnik SCI 300 (Pomiar Mobilny) | - SCIC |
| 5. Wskaźnik stanu spękań /AON/ | - WSAA lub WSBA |
| 6. Głębokość koleiny /RSP/ | - KOLC |
| 7. Wskaźnik równości podłużnej (IRI) /RSP/ | - IRIC |
| 8. Współczynnik tarcia /TWO/ | - WTC |
| 9. Współczynnik tarcia /SRT3/ | - WTP |
| 10. Wskaźnik makrotekstury /RSP/ | - MTDC |
| 11. Wskaźnik stanu powierzchni /AON/ | - WPAA lub WPBA |

Parametry z pozycji 1-5 po zagregowaniu danych można traktować jako parametr zespolony:

Pozostała trwałość nawierzchni o oznaczeniu – **PTN**.

Parametry z pozycji 8-9 można zamiennie oznaczać w zestawieniach – **WT**.

Dla ustalenia parametru (parametrów) dominującego stanu oznakowania nawierzchni przyjmuje się następującą hierarchię priorytetów (od najwyższego do najniższego):

1. Powierzchniowy współczynnik odbłasku (tzw. widzialność w nocy) – **RLC**.
2. Współczynnik luminancji w świetle rozproszonym (tzw. widzialność dzienna) – **QdC**.
3. Wskaźnik szorstkości oznakowania (parametr informacyjny) – **SRTC**.

Parametrem dominującym w poziomie krytycznym jest ten, który został oceniony w klasie D i ma najwyższy priorytet, pod warunkiem, że ocena dla parametrów o wyższym priorytecie jest wyznaczona.

Parametrem dominującym w poziomie ostrzegawczym jest ten, który został oceniony co najmniej w klasie C i mający najwyższy priorytet, pod warunkiem, że ocena dla parametrów o wyższym priorytecie jest wyznaczona.

Jeżeli żaden z parametrów nie został oceniony co najmniej w klasie C, to parametr dominujący nie występuje, a ogólny stan odcinka jest uznawany jako dobry.

6.8.2. Ogólne zasady agregacji danych

Wyznaczenia wartości miarodajnych na odcinku pasa/jezdni/drogi odbywa się na dwóch poziomach: strategicznym oraz operacyjnym. W przypadku dysponowania wynikami pomiarów równości poprzecznej i podłużnej wykonanych w dwóch śladach kół, do przetwarzania wykorzystywane są wyniki parametrów o gorszym stanie technicznym w przekroju pasa jezdni.

W przypadku wyznaczania wartości miarodajnych na poziomie strategicznym do dalszych analiz wybierane są odcinki diagnostyczne z najgorszymi wartościami w danym przekroju jezdni. Ocenie podlega przekrój całej jezdni.

W przypadku analiz na poziomie operacyjnym wartości miarodajne należy wyznaczyć niezależnie dla każdego ocenianego pasa ruchu.

Po zagregowaniu danych w Systemie (uzyskanych z inwentaryzacji stanu oraz informacji o zabiegach wykonanych pomiędzy czasem przeprowadzenia oceny i czasem obliczania stanu – generowania zestawienia) ogólną ocenę stanu wyznacza się zgodnie z poniższymi zasadami:

Stan pożądaný (dobry) – dla wybranego pasa jezdni, fragmentu drogi, ciągu drogowego lub sieci drogowej, sumuje się długości odcinków dróg zaliczonych do klasy A i klasy B,

Stan krytyczny (zły) – dla wybranego pasa jezdni, fragmentu drogi, ciągu drogowego lub sieci drogowej, sumuje się długości odcinków dróg zaliczonych do klasy D.

Stan ostrzegawczy (niezadowolający) – dla wybranego pasa jezdni, fragmentu drogi, ciągu drogowego lub sieci drogowej, wyznacza się jako różnicę długości ocenianej sieci oraz sumy stanu dobrego i złego.

6.8.3. Wyznaczanie potrzeb remontowych na odcinku

W zależności od dominującego parametru wstępnie wyznacza się zabieg remontowy należący do jednej z trzech grup zabiegów remontowych nawierzchni oraz zabiegi dotyczące oznakowania poziomego, które w Systemie DSN mają następująco określony wpływ na stan nawierzchni:

Zabiegi powierzchniowe – grupa zabiegów polepszających stan powierzchni i właściwości przeciwpoślizgowe;

Zabiegi wyrównujące – grupa zabiegów poprawiających równość podłużną, likwidujących koleiny, polepszających stan powierzchni i właściwości przeciwpoślizgowe;

Zabiegi modernizujące – grupa zabiegów poprawiających wszystkie oceniane parametry techniczno-eksploatacyjne nawierzchni; jeżeli na danym odcinku stan spękań lub ugięcia nawierzchni znajdują się w klasie D, to niezależnie od klas innych parametrów jako właściwy wskazywany jest zawsze zabieg modernizujący nawierzchnię;

Zabiegi oznakowania poziomego – grupa zabiegów odtwarzających cechy funkcjonalno-użytkowe oznakowania poziomego mające bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego /brd/.

Zależności pomiędzy parametrem dominującym i grupą zabiegów remontowych nawierzchni i oznakowania poziomego zamieszczono w tabelach 6.7a.-6.7c.

Tabela 6.7a. Zależności pomiędzy parametrem dominującym i grupą zabiegów remontowych nawierzchni asfaltowych

Typ zabiegu nawierzchni (kod)	Hierarchia parametrów		
	1	2	3
Modernizujący (1), Przebudowa (0)	UP lub SCIP	UC lub SCIC	WSAA
Wyrównujący (2)	KOLC (max. Lewa lub Prawa)	IRIC (max. Lewa lub Prawa)	-
Powierzchniowy (3)	WTC lub WTP	WPAA	MTDC

Tabela 6.7b. Zależności pomiędzy parametrem dominującym i grupą zabiegów remontowych nawierzchni betonowych

Typ zabiegu nawierzchni (kod)	Hierarchia parametrów		
	1	2	3
Modernizujący (1), Przebudowa (0)	WSBA	IRIC** (max. Lewa lub Prawa)	-
Wyrównujący (2)	IRIC (max. Lewa lub Prawa)	KOLC* (max. Lewa lub Prawa)-	-
Powierzchniowy (3)	WTC lub WTP	WPBA	MTDC

*) w pierwszych 10 latach od oddania nowego odcinka do eksploatacji dla ustalenia parametru (ów) dominującego można nie uwzględniać kolein (KOLC),

**) w przypadku odnotowania wyników w klasie D, w zależności od długości odcinka.

Przykłady szczegółowych propozycji remontów w zależności do uzyskiwanych wyników w poszczególnych parametrach:

- Wymiana płyt (WSBA, IRIC);
- Naprawa przenoszenia obciążenia (WSBA, IRIC);
- Uszczelnianie szczelin (WSBA);
- Naprawa na całą lub część grubości (WSBA);
- Podnoszenie płyt (IRIC);
- Nakładka (WTC, WTP, MTDC, IRIC, KOLC);
- Szlifowanie (KOLC, WTC, WTP).

Tabela 6.7c. Zależności pomiędzy parametrem dominującym i grupą zabiegów remontowych nawierzchni oznakowania poziomego

Typ zabiegu nawierzchni (kod)	Hierarchia parametrów		
	1	2	3
Zabieg oznakowania poziomego (10)	QdC lub RLC	-	-

Wstępnie wyznaczone zabiegi będą wykorzystywane do szacowania środków na potrzeby remontowe w skali poszczególnych jednostek GDDKiA.

Jeżeli dominujący parametr jest w poziomie ostrzegawczym, to należy zaplanować wykonanie zabiegu w ciągu kilku najbliższych lat oraz odcinek taki należy poddać w tym okresie szczegółowym badaniom.

Jeżeli dominujący parametr jest w poziomie krytycznym, to należy zaplanować wykonanie zabiegu natychmiast i przeprowadzić natychmiast szczegółowe badania.

Szczegółowe badania są niezbędne do zaprojektowania techniki wykonania zabiegu wg [6] lub innych wytycznych, lub zaleceń.

Jeżeli na odcinku parametr dominujący jest „nieokreślony”, to również zabieg remontowy na tym odcinku jest „nieokreślony” z uwagi na brak danych.

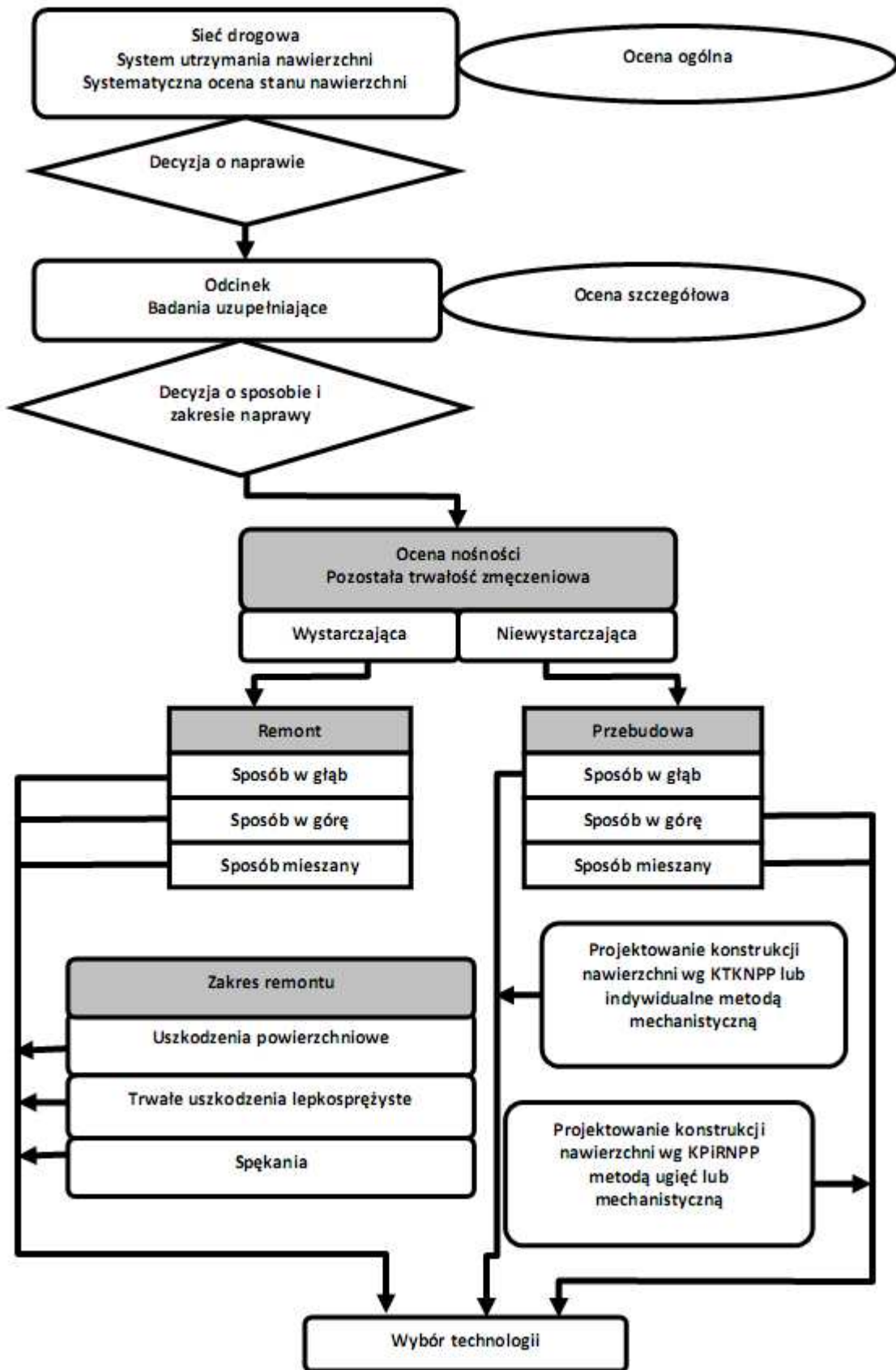
Zgodnie z obowiązującymi zasadami przed rozpoczęciem remontu przebudowy odcinka drogi należy wykonać zestaw badań i czynności rozpoznawczych niezbędnych przed przeprowadzeniem remontu zgodnie z tabelą 6.8.

W przypadku potrzeby należy dokonać badań uzupełniających, które pozwolą sformułować sposób i zakres naprawy (remontu lub przebudowy) oraz szczegółowe zalecenia technologiczne przyjętej techniki remontu lub przebudowy.

6.8.4. Analiza danych pozyskiwanych aktualnie rutynowo oraz badań dodatkowych niezbędnych do wyznaczenia szczegółowej technologii remontu

Na postawie systematycznej oceny stanu nawierzchni, w ramach DSN, zostają wstępnie wskazane odcinki dróg do określonych grup remontów. W celu wyznaczenia określenia szczegółowych technologii remontów należy przeprowadzić dodatkowe badania uzupełniające, obejmujące m.in. badania materiałowe, które wskażą sposób naprawy oraz na podstawie których będzie można zaprojektować modernizację (w tym wzmocnienie) nawierzchni i wybrać odpowiednią technologię naprawy (rys. 6.18).

- 1) W ramach DSN realizowane są następujące badania:
Pomiary – równość podłużna, równość poprzeczna, właściwości przeciwpoślizgowe, uszkodzeń nawierzchni (w tym spękań, stanu powierzchni), ugięcia oraz informacje dodatkowe; wykonywane z częstotliwością określoną w przyjętej strategii realizacji pomiarów.
- 2) W ramach przeglądów okresowych prowadzonych przez Rejony dróg realizowana jest:
Ocena wizualna – uszkodzenia poboczy, ocena rowów, ocena odwodnienia powierzchniowego; wykonywana raz do roku, np. przy wykonywaniu przeglądów okresowych.
- 3) W ramach realizacji dodatkowych badań, które należy wykonać poza pracami rutynowymi (na poziomie projektu): kwalifikacja gruntu w podłożu, moduł sprężystości warstw, grubość i układ warstw konstrukcji, kategoria ruchu i klasa drogi. Termin pozyskania danych dodatkowych – należy pozyskać/wykonać najpóźniej w roku kalendarzowym poprzedzającym remont nawierzchni.



Rysunek 6.18. Schemat postępowania w celu wyboru sposobu i zakresu naprawy [6]

Tabela 6.8. Badania i czynności rozpoznawcze do przygotowania napraw nawierzchni [6]

Rodzaj badania lub czynności rozpoznawczej	Kategoria ruchu		
	KR 1+2	KR 3+4	KR 5+7
Ocena wizualna uszkodzeń nawierzchni	+	+	+
Ocena wizualna uszkodzeń poboczy	+	+	+
Przegląd wizualny stanu rowów	+	+	+
Przegląd wizualny odwodnienia powierzchniowego nawierzchni	+	+	+
Kwalifikacja gruntu w podłożu	+	+	+
Ugięcie sprężyste nawierzchni	+	+	+
Moduł sprężystości warstw, na podstawie pomiaru czaszy ugięć		+*)	+
Ustalenie grubości i układu warstw konstrukcji nawierzchni	+	+	+
Rejestracja i ocena spękań poprzecznych nawierzchni	+	+	+
Równość podłużna **)		+	+
Równość poprzeczna **)		+	+
Właściwości przeciwpoślizgowe **)		+	+
Kategoria ruchu i klasa drogi	+	+	+
Wpływy górnicze ***)	+	+	+

Uwagi:

- *) badanie zalecane
- **) badanie konieczne w przypadku remontu drogi
- ***) badanie konieczne na terenach występowania szkód górniczych

6.8.5. Klasyfikacja potrzeb remontowych na odcinku pasa jezdni, jezdni, drogi, ciągu drogowym, sieci drogowej

W celu określenia **natychmiastowych** potrzeb remontowych sumuje się długości odcinków wymagających **w poziomie krytycznym** zabiegów remontowych oddzielnie dla poszczególnych grup zabiegów remontowych.

W celu określenia **łączych** potrzeb remontowych postępuje się analogicznie, przy czym sumuje się długości odcinków wymagających zabiegów remontowych **w poziomie ostrzegawczym i krytycznym**.

Potrzeby sieci drogowej w zakresie nawierzchni definiuje się jak w tabeli 6.9:

- ✓ **Potrzeby natychmiastowe** – dotyczą odcinków w stanie złym,
- ✓ **Potrzeby łączne** – dotyczą odcinków w stanie złym oraz w stanie niezadowolającym.

Tabela 6.9. Klasyfikacja potrzeb sieci drogowej w zakresie nawierzchni:

potrzeby natychmiastowe	= Klasa D (stan zły)	
potrzeby łączne	= Klasa C (stan niezadowolający)	+ Klasa D (stan zły)

6.8.6. Dane o cenach zabiegów remontowych (ekonomiczne)

Dane ekonomiczne z uwzględnieniem podatku VAT, należy wprowadzać i aktualizować w ciągu roku, po zakończeniu robót na nawierzchniach oraz po dokonaniu weryfikacji i ewentualnej modyfikacji dostępnych w systemie zabiegów utrzymaniowych.

Działania związane z aktualizacją obejmują:

1. Ustalenie cen jednostkowych na podstawie kosztów robót zrealizowanych na terenie poszczególnych oddziałów GDDKiA w ciągu danego roku. Ewentualna konfrontacja z cenami kosztorysowymi i ustalenie ostatecznych cen do wykorzystania w systemie informatycznym DSN.
2. Wprowadzenie zaktualizowanych kosztów zabiegów remontowych do bazy danych systemu informatycznego.

W systemie DSN gromadzone są dane o wykonanych zabiegach remontowych nawierzchni oraz elementach zlokalizowanych na jej powierzchni – oznakowanie poziome.

W procesie aktualizacji danych systemu operatorzy zobowiązani są do zasilania bazy danych informacjami o typie wykonanego zabiegu oraz jego cenie, typie wykonanego oznakowania poziomego oraz jego cenie. Z wykorzystaniem tych informacji w skali oddziału lub kraju można będzie określić średnią cenę danego zabiegu remontowego w danym roku.

Dane te będą wykorzystywane do szacowania średnich kosztów remontów w odniesieniu do rodzaju zabiegu, które są prezentowane jako informacje dodatkowe na wykresach i tabelach. Wykorzystując informacje o długości typowanych zabiegów do remontów nawierzchni oraz oznakowania poziomego wyliczane będą szacunkowe koszty remontów dla odcinków drogi, podsieci drogowej, sieci oddziału lub w skali kraju. Koszty te będą prezentowane na dwóch poziomach decyzyjnych: ostrzegawczym i krytycznym.

6.8.7. Przykłady tabel zbiorczych zestawień wynikowych w systemie DSN

System informatyczny wspomagający DSN powinien posiadać możliwości dynamicznego generowania m.in. tabel zbiorczych i zestawień zawartych w niniejszym podrozdziale.

Klasyfikacja parametrów stanu pasa jezdni, odcinka jezdni drogi, podsieci, sieci drogowej.

Klasy stanu [km]

Parametr stanu nawierzchni	A	B	C	D	?
Pozostała trwałość nawierzchni					
Równość podłużna					
Głębokość kolein					
Stan powierzchni					
Makrotekstura					
Wł. przeciwpoślizgowe					
Parametr oznakowania poziomego*					
Współczynnik odbłasku					
Współczynnik luminancji					

Klasy stanu [%]

Parametr stanu nawierzchni	A	B	C	D	?
Pozostała trwałość nawierzchni					
Równość podłużna					
Głębokość kolein					
Stan powierzchni					
Makrotekstura					
Wł. przeciwpoślizgowe					
Parametr oznakowania poziomego*					
Współczynnik odbłasku					
Współczynnik luminancji					

Zestawienie wstępnie proponowanych zabiegów remontowych.

Ocena stanu - proponowane zabiegi

Rodzaj zabiegu nawierzchni	Zalecane		Konieczne	
	[km]	[%]	[km]	[%]
Zabieg modernizacyjny				
Zabieg wyrównujący				
Zabieg powierzchniowy				
Razem - wymaga zabiegu				
Nie wymaga zabiegu				
Brak danych				
Oznakowanie poziome*				
Nie wymaga zabiegu				
Brak danych				

Zestawienie ogólnego stanu pasów/ jezdni/ dróg

Ogólny stan nawierzchni dróg

Stan dróg	[%]	[km]
dobry (poziom pożądany)		
niezadowolający (poziom ostrzegawczy)		
zły (poziom krytyczny)		
brak danych		

Ogólny stan oznakowania poziomego*

Stan dróg	[%]	[km]
dobry (poziom pożądany)		
niezadowolający (poziom ostrzegawczy)		
zły (poziom krytyczny)		
brak danych		

Oznaczenia:

* - pomiar wykonywany w miarę potrzeb,

? - brak danych w systemie (np. zwg. braku możliwości wykonania pomiarów ze względów technicznych).

Przykład zestawienia klas parametrów technicznych nawierzchni, parametrów dominujących, proponowanych zabiegów oraz stanu ogólnego odcinków

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział we Wrocławiu													
Parametry dominujące wg pomiarów realizowanych w ramach Systemu DSN													
Droga krajowa nr 39													
od km 20+000 do km 38+000 długość : 18,000 km													
odcinek: Bierdzychów - granica województwa													
Początek	Koniec	Długość	Klasa poszczególnych parametrów *					Parametr dominujący		Proponowany zabieg		Stan ogólny odcinka	
			PTN	IRIC	KOLC	WPAA	WT	na poziomie ostrzegawczym	na poziomie krytycznym	zalecany	konieczny		
20,000	20,000	21,000	D	B	A	D	B	N	N	1	1	K	
21,000	21,000	22,000	D	B	B	D	C	N	N	1	1	K	
22,000	22,000	23,000	D	C	C	D	C	N	N	1	1	K	
23,000	23,000	24,000	D	C	B	C	C	N	N	1	1	K	
24,000	24,000	25,000	C	B	A	B	B	N	-	1		O	
25,000	25,000	26,000	A	A	A	A	B	-	-			P	
26,000	26,000	27,000	A	A	A	A	B	-	-			P	
27,000	27,000	28,000	D	D	A	B	B	N	N	1	1	K	
28,000	28,000	29,000	D	D	C	C	C	N	N	1	1	K	
29,000	29,000	30,000	C	C	C	C	B	N	-	1		O	
30,000	30,000	31,000	D	D	C	D	B	N	N	1	1	K	
31,000	31,000	32,000	A	A	A	A	B	-	-			P	
32,000	32,000	33,000	D	D	B	B	C	N	N	1	1	K	
33,000	33,000	34,000	D	C	D	B	C	N	N	1	1	K	
34,000	34,000	35,000	D	C	D	C	C	N	N	1	1	K	
35,000	35,000	36,000	C	C	D	B	C	N	K	1	2	K	
36,000	36,000	37,000	C	C	D	B	D	N	K	1	2	K	
37,000	37,000	38,000	A	B	B	A	?	?	?	?	?	P	
*) - W systemie DSN rozróżniamy następujące klasy:													
A - stan dobry,													
B - stan zadowalający,													
C - stan niezadowalający,													
D - stan zły,													
? -stan; nieokreślony													
dla poniższych parametrów techniczno - eksploatacyjnych:													
PTN – pozostała trwałość nawierzchni													
IRIC - równość podłużna,													
KOLC - głębokość koleiny,													
WPAA - stan powierzchni,													
WT - właściwości przeciwpoślizgowe.													
na podstawie parametrów dominujących określone są następujące poziomy stanu:													
P - pożądany,													
O - ostrzegawczy,													
K - krytyczny.													

W przypadku pozostałej trwałości nawierzchni (PTN), w zależności od potrzeb analizy, parametr można prezentować w postaci zespolonej lub jako parametry niezależne.

Przykład zestawienia klas parametrów technicznych oznakowania poziomego nawierzchni, parametrów dominujących, proponowanych zabiegów oraz stanu ogólnego odcinków

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział we Wrocławiu										
Parametry dominujące oznakowania poziomego wg pomiarów realizowanych w ramach Systemu DSN										
Droga krajowa nr 39										
od km 20+000 do km 35+000 długość : 15,000 km										
odcinek: Bierdzychów - granica województwa										
Początek	Koniec	Długość	Klasa poszczególnych parametrów			Parametr dominujący		Proponowany zabieg		Stan ogólny oznakowania na odcinku
			RLC	QdC	SRTC*	na poziomie ostrzegawczym	na poziomie krytycznym	zalecany	konieczny	
20,000	20,000	21,000	A	D	B		Qd		T	K
21,000	21,000	22,000	B	D	C		Qd		T	K
22,000	22,000	23,000	C	D	C	RI	Qd	T	T	K
23,000	23,000	24,000	B	C	C	Qd		T		O
24,000	24,000	25,000	A	B	B	-	-			P
25,000	25,000	26,000	A	A	B	-	-			P
26,000	26,000	27,000	A	A	B	-	-			P
27,000	27,000	28,000	A	B	B	-	-			P
28,000	28,000	29,000	C	C	C	RI		T		O
29,000	29,000	30,000	C	C	B	RI		T		O
30,000	30,000	31,000	C	D	B	RI	Qd	T	T	K
31,000	31,000	32,000	A	A	B	-	-			P
32,000	32,000	33,000	B	B	C	-	-			P
33,000	33,000	34,000	D	B	C	-	RI		T	K
34,000	34,000	35,000	D	C	C	Qd	RI	T	T	K
*) - W systemie DSN rozróżniamy następujące klasy:										
A - stan dobry,										
B - stan zadowalający,										
C - stan niezadowalający,										
D - stan zły,										
? - stan nieokreślony.										
dla poniższych parametrów techniczno - eksploatacyjnych:										
RLC – powierzchniowy współczynnik odbłasku,										
QdC - współczynnik luminancji przy oświetleniu rozproszonym,										
SRTC – wskaźnik szorstkości oznakowania*.										
* - parametrat wykorzystywany informacyjnie.										
na podstawie parametrów dominujących określone są następujące poziomy stanu:										
P - pożądany,										
O - ostrzegawczy,										
K - krytyczny.										

Rozdział 7. Formaty danych

Z uwagi na wykorzystywane urządzenia pomiarowe, oraz różne typy generowanych plików wynikowych należy rozróżnić następujące typy danych:

- a) **Dane opisujące sieć drogową**, na chwilę obecną zakłada się generowanie danych na podstawie baz z wykorzystywanego w GDDKiA systemu ewidencji **BDD**.
- b) Dane „maszynowe” z urządzeń:
 - **profilograf laserowy** (plik RSP), plik zawierający dane pomiarowe IRI, koleinowania, makrotekstury. Plik RSP jest plikiem nieprzekilometrowanym ale posiadającym punkty charakterystyczne umożliwiające wykonanie dowiązania odcinka pomiarowego do sieci oraz współrzędne geograficzne.
 - **FWD (Dynatest, Kuab)** (pliki F25, FWD), plik zawierający dane o ugięciach, dane posiadają odniesienie do właściwego kilometra na sieci oraz współrzędne geograficzne.
 - **SRT-3** (plik SRTX), plik zawierający dane o współczynnikach tarcia, dane posiadają odniesienie do właściwego kilometra na sieci oraz współrzędne geograficzne.
 - **TWO** (pliki xml), plik zawierający dane o współczynnikach tarcia, dane posiadają odniesienie do właściwego kilometra na sieć oraz współrzędne geograficzne.
 - **RMT** (plik MEA, TXT), pliki zawierające informacje o właściwościach oznakowania poziomego, dane posiadają odniesienie do dystansu oraz informację o kilometrażu początkowym i kierunku wykonania pomiaru oraz współrzędne geograficzne.
- c) Dane elementarne w postaci plików xml stanowią podstawowy element zasilający bazę systemu DSN. Dane w większości zarejestrowane z częstotliwością co 1m są dowiązane do istniejącego kilometraża. W przypadku urządzeń realizujących pomiary równości w obu śladach kół, do przetwarzania wykorzystywane są wyniki parametrów o gorszym stanie technicznym w przekroju pasa jezdni.

Poszczególne typy danych (formaty plików) szczegółowo opisano w załączniku H.

Bibliografia

1. COST 336 – Use of Falling weight Deflectometers in Pavement Evaluation
2. Diagnostyka Stanu Nawierzchni – DSN. IBDiM; Warszawa 2012
3. Dynatest 5051 Mk-III RSP Podręcznik użytkownika
4. Dynatest 8002 – 108 FWD/HWD przeprowadzenie testu – instrukcja obsługi CPC15 – Toropol 2006
5. Instrukcja obsługi Kuab FWD
6. Katalog przebudów i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych. IBDiM; Warszawa 2014 /projekt/
7. LCMS™ (Laser Crack Measurement System), Pavemetrics 2014, <http://www.pavemetrics.com/en/lcms.html>
8. Nośność konstrukcji nawierzchni wielowarstwowych w krajowych warunkach klimatycznych., IBDiM Warszawa 2010
9. Ogólne Specyfikacje Techniczne: Badanie równości podłużnej oraz poprzecznej warstw nawierzchni drogowych - GDDKiA, 2013
10. Ogólne Specyfikacje techniczne: D-07.01.01 *Oznakowanie poziome*, Warszawa 2006
11. Ogólne Specyfikacje techniczne: *Ocena oznakowania poziomego*, Warszawa 2013
12. Ogólne Specyfikacje techniczne: *Ocena właściwości przeciwpółślizgowych nawierzchni dróg* Warszawa 2012 (projekt)
13. Opracowanie metodyki sieciowej oceny nośności nawierzchni na podstawie pomiaru ugięć pod obciążeniem dynamicznym – DRO-KONSULT Warszawa wrzesień 2008
14. Pomiar funkcjonalności oznakowania poziomego przy pomocy RMT – Instrukcja firmy Ramboll
15. Pomiar tekstury nawierzchni przy pomocy piasku kalibrowanego COBiRTD – Zakład Nawierzchni – Warszawa
16. Profilograf laserowy: Ogólne zasady prowadzenia pomiarów i przetwarzania wyników, S. Szpinek 1997
17. Profilograph Macrotecture Manual – v.2.0 – Greenwood Engineering 1999
18. Projekt Założeń LCMS,
19. Projekt – Wytycznych oceny nośności nawierzchni dróg z wykorzystaniem ugięciomierza laserowego TSD, Warszawa wrzesień 2014, IBDiM J. Sudyka
20. Projekt - Gwarancji jakości na roboty budowlane – GDDKiA 22-04-2014 (projekt z późniejszymi zmianami)
21. Przepisy Szwedzkiej Administracji Drogowej *Trafikverket*

22. RAPORT - Analiza porównawcza parametrów opisujących właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni drogowych, ustalonych w oparciu o wyniki pomiarów współczynnika tarcia i makrotekstury przy wykorzystaniu zestawów pomiarowych: SRT-3 (Skid Resistance Tester), TWO (Traction Watcher One), DFT (Dynamic Friction Tester) oraz CTM (Circular Track Meter), Politechnika Białostocka Grudzień 2014r.
23. Raport – Analiza wyników pomiarów poślizgowości nawierzchni jezdni drogowych na podstawie danych z Raportu IBDiM z dnia 9 grudnia 2013r. pt.: „ Aktualizacja zależności funkcyjnych w pomiarach urządzeniami SRT-3 między wartościami współczynnika tarcia uzyskanymi na oponach PIARC i Barum Bravuris”). S. Szpinek
24. Raport – Nadzór merytoryczny nad pomiarami przyczepności nawierzchni drogowych w 2000 roku - opracowanie IBDiM na zlecenie GDDP-BSSD.
25. Raport – Modernizacja pakietu oprogramowania oraz nadzór merytoryczny nad pomiarami równości podłużnej i głębokości kolein w 2010 roku, Etap IV. Pomiary odbiorcze – opracowanie DRO-KONSULT sp. z o.o. S. Szpinek
26. Raport - Wykonanie XIV serii badań na DOT, Weryfikacja Modeli degradacji nawierzchni, Warszawa 2005 listopad, DRO-KONSULT A. Janowski
27. Raport z pracy TD-93 pt.: Aktualizacja zależności funkcyjnych w pomiarach urządzeniem SRT-3 między wartościami współczynnika tarcia uzyskiwanymi na oponach PIARC i Barum Bravuris”. IBDiM Warszawa grudzień 2013
28. System pomiarowy SRT-4 *Program SRT4 Oprogramowanie użytkowe. Instrukcja użytkownika.* Warszawa 2012
29. Sprawozdanie z realizacji pracy pt.: „Opracowanie instrukcji kalibracji ugięciomierzy FWD wykonujących pomiary ugięć dynamicznych” - IBDiM ZDN – W-wa grudzień 2005r
30. TWO FRICTION METER - Dokumentacja Techniczno-Ruchowa 2013
31. The Little Book of Profiling M.W. Sayers, S.M. Karamihas 1998
32. ProVal 3 Profile Viewing and Analysis Software User Guide The Transtec Group 2014
33. Ugięciomierz dynamiczny Dynatest- FWD 8000 – metodyka wykonywania badań – IBDiM 1991
34. World Bank Technical Paper Nr 46 – Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements
35. Wytyczne prowadzenia pomiarów ugięć nawierzchni drogowych ugięciomierzem dynamicznym – FWD – IBDiM lipiec 1992
36. PN-EN13036-1: 2010 Cechy powierzchniowe nawierzchni drogowych i lotniskowych – Metody badań – Część 1: Pomiar głębokości makrotekstury metodą objętościową
37. PN-EN13036-6: 2008 Właściwości nawierzchni drogowych i lotniskowych – Metody badań – Część 6: Pomiary poprzecznych i podłużnych profili w zakresie długości fali równości i megatekstury
38. PN-EN 13036-7:2003 Drogi samochodowe i lotniskowe - Metody badań – Część 7: Pomiar nierówności nawierzchni: badanie liniałem mierniczym

39. PN-EN13036-8: 2008 Właściwości nawierzchni drogowych i lotniskowych – Metody badań – Część 8: Określenie wskaźników nierówności poprzecznej
40. PN-EN ISO 13473-1:2005 Charakterystyka struktury nawierzchni przy użyciu profili powierzchniowych – Część 1: Określenie Średniego Profilu Głębokości
41. PN-EN 1436:2008, *Materiały do poziomego oznakowania dróg – wymagania dotyczące oznakowań poziomych dróg*
42. PN-EN 13036-1 Drogi samochodowe i lotniskowe – Metody badań część 1: oznaczenie średniej głębokości makrotekstury nawierzchni - wrzesień 2002
43. PN-S-02205 - Roboty ziemne zał. B normatywny (zamiast BN-72/8932-01)
44. BN-70/8931-06 Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym
45. BN-648931-02 – Oznaczenie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą
46. ASTM E1926-08 Standard Practice for Computing International Roughness Index of Roads from Longitudinal Profile Measurements
47. ASTM E950/E950M-09 Standard Test Method for the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference
48. ASTM E1364-95 Standard Test Method for Measuring Road Roughness by Static Level Method
49. AASHTO R 56-10 Standard Practice for Certification of Inertial Profiling Systems
50. Dziennik Ustaw nr 220 poz. 2181 z dnia 23 grudnia 2003 r., *Szczegółowe warunki techniczne dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunki ich umieszczania na drogach*
51. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym (tekst jednolity Dz.U. Nr 108 z 2005 r., poz. 908) wraz z późniejszymi zmianami.
52. Ustawa o drogach publicznych
53. Ustawa prawo budowlane
54. Dziennik Ustaw Nr-43 z 19 czerwca 1997 roku
55. Dziennik Ustaw Nr-12 z 15 lutego 2002 roku
56. Zarządzenie nr 18 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 3 kwietnia 2013 roku w sprawie ustalenia systemu referencyjnego dla dróg krajowych
57. Zarządzenie nr 5 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 1 lutego 2010 roku w sprawie systemu oceny stanu nawierzchni - wytycznych do stosowania.
58. Zarządzenie nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca 2014 roku w sprawie Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych.
59. Zarządzenie nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca 2014 roku w sprawie Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych.
60. <http://bip.stat.gov.pl/dzialalnosc-statystyki-publicznej/rejestr-teryt/>

Załączniki

Załącznik A – Zasady realizacji pomiarów w ramach diagnostyki nawierzchni

Załącznik B – Instrukcja do części analitycznej – zasady oceny, klasyfikacje

Załącznik C – Wizualizacja i analiza wyników diagnostycznych

Załącznik D1 – Instrukcja wykonywania pomiarów ugięciomierzem FWD

Załącznik D2 – Instrukcja wykonywania pomiarów profilografem laserowym RSP

Załącznik D3 – Instrukcja wykonywania pomiarów z wykorzystaniem zestawu SRT-3

Załącznik D4 – Instrukcja wykonywania pomiarów zestawem TWO

Załącznik D5 – Instrukcja wykonywania pomiarów urządzeniem RMT

Załącznik E1 – Procedura przedsezonowych badań porównawczych zestawów FWD

Załącznik E2 – Procedura przedsezonowych badań porównawczych profilografów RSP

Załącznik E3 – Procedura wykonania przedsezonowych badań porównawczych SRT3

Załącznik E4 – Procedura wykonania przedsezonowych badań porównawczych TWO

Załącznik E5 – Procedura wykonania przedsezonowych badań porównawczych RMT

Załącznik F1 – Procedura wykonania badań ugięć nawierzchni aparatem FWD na własnym odcinku testowym (punktach pomiarowych)

Załącznik F2 – Procedura kontroli okresowej profilografu RSP

Załącznik F3 – Procedura wykonania badań kontrolnych SRT3 na własnym odcinku testowym

Załącznik F4 – Procedura wykonania badań kontrolnych TWO na własnym odcinku testowym

Załącznik F5 – Procedura wykonania badań kontrolnych RMT na własnym odcinku testowym

Załącznik F6 – Procedura kalibracji dystansomierzy urządzeń pomiarowych

Załącznik G – System Zapewnienia Jakości

Załącznik H – Formaty danych

Załącznik I – Zakres raportu z kampanii pomiarowej

Załącznik J – Dziennik operatora sprzętu pomiarowego

Załącznik K - Zasoby sprzętowe GDDKiA

Załącznik L - Katalog uszkodzeń w systemie automatycznej oceny nawierzchni asfaltowych