

DIAGNOSTYKA STANU NAWIERZCHNI I WYBRANYCH ELEMENTÓW KORPUSU DROGI

Wytyczne stosowania

Warszawa, maj 2019

OPRACOWANIE

Pod kierunkiem

Maciej Radzikowski — Centrala

Współpraca

Grzegorz Foryś — Centrala

Zespół autorski

Janusz Franciszkiewicz — Oddział w Białymstoku

Dariusz Pierzchałka — Oddział w Łodzi

Wojmir Gromadka — Oddział w Olsztynie

Maciej Zaborniak — Oddział w Olsztynie

Jacek Samulski — Oddział w Opolu

Sławomir Ejsmont — WT-LD Oddział w Białymstoku

Piotr Dąbrowski — WT-LD Oddział w Gdańsku

Robert Mielech — WT-LD Oddział w Krakowie

Paweł Stachoń — WT-LD Oddział w Krakowie

Ryszard Łuczak — WT-LD Oddział w Poznaniu

Paweł Nowak — WT-LD Oddział w Poznaniu

Robert Luźny — WT-LD Oddział we Wrocławiu

Grzegorz Foryś — Centrala

Maciej Radzikowski — Centrala

Redakcja, skład i łamanie

Robert Luźny — WT-LD Oddział we Wrocławiu

Opiniodawca zasad oceny i klasyfikacji parametrów techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni oraz diagnostyki elementów korpusu drogi

prof. dr hab. inż. Antoni Szydło — Politechnika Wrocławska Zakład Dróg i Lotnisk

Konsultacja w zakresie modeli degradacji, uproszczonych modeli poprawy stanu oraz Katalogu uszkodzeń nawierzchni asfaltowych i betonowych

dr Andrzej Janowski — Ekspert ds. diagnostyki oraz systemów zarządzania nawierzchnią

Wszelkie prawa zastrzeżone

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	5
2. Podstawowe określenia (alfabetycznie)	8
3. Standardy kampanii diagnostyki stanu technicznego nawierzchni	11
3.1. Cel diagnostyki stanu nawierzchni (DSN)	11
3.2. Uniwersalność metod identyfikacji stanu	14
3.3. Składowe Systemu DSN	15
3.4. Algorytmy wyznaczania wielkości parametrów stanu	15
3.5. Odcinki diagnostyczne	16
3.6. Wielkości i wartości parametrów stanu	16
4. Cechy techniczne nawierzchni jezdni oraz proces ich identyfikacji	17
4.1. Cechy eksploatacyjne nawierzchni	17
4.2. Urządzenia pomiarowe	17
4.3. Zakres danych pomiarowych gromadzonych w ramach kampanii diagnostycznej	18
4.4. Ogólne wymagania jakościowe pomiarów	21
4.5. Składowe kampanii diagnostycznej	21
5. Metody gromadzenia i archiwizacji danych	22
5.1. Zasady nazewnictwa plików i folderów z danymi pomiarowymi	22
5.1.1. Rodzaje plików w systemie DSN	22
5.1.2. Standardy nazewnictwa plików	22
5.1.3. Przykłady nazewnictwa plików	22
5.1.4. Zasady numeracji jezdni i pasów w systemie DSN	23
5.1.5. Standardy nazewnictwa folderów z plikami	25
5.2. Przetwarzanie i przechowywanie danych	26
5.2.1. Proces przetwarzania danych	26
5.2.2. Rodzaje danych w systemie DSN	27
5.2.3. Eksport danych z urządzenia pomiarowego	27
5.2.4. Struktura danych elementarnych	27
5.2.5. Sposób lokalizowania danych o stanie	27
5.2.6. Strumień danych	28
5.2.7. Pliki z danymi elementarnymi	28
5.2.8. Format danych elementarnych — język XML	28
5.2.9. Geograficzne dane elementarne	28
5.2.10. Projekcja danych elementarnych na sieć drogową	28
5.2.11. Dane diagnostyczne	29
6. Plan działań w ramach kampanii pomiarowej	30
6.1. Harmonogram realizacji pomiarów	30
6.2. Obowiązki uczestników procesu gromadzenia danych	30
6.3. Zakresy realizowanych pomiarów	32

7. System zapewnienia jakości	35
8. Prace analityczne (zasady przetwarzania danych)	37
8.1. Wprowadzenie do prac analitycznych	37
8.2. Obliczanie wielkości stanu na podstawie danych elementarnych	40
8.2.1. Ogólny opis prac analitycznych	40
8.2.2. Projekcja danych elementarnych na model sieci	40
8.3. Ocena stanu. Obliczanie wartości stanu oraz wartości wskaźników zespolonych	48
8.3.1. Wprowadzenie	48
8.3.2. Kryteria oceny stanu technicznego nawierzchni	49
8.3.3. Normowanie	50
8.3.3.1. Funkcja normująca	51
8.3.3.2. Parametry sterujące funkcji normującej	53
8.4. Wskaźniki zespolone	55
8.4.1. Podstawowe wskaźniki stanu	55
8.4.2. Wskaźnik globalny oceny stanu nawierzchni	55
8.5. Analiza statystyczna	57
8.5.1. Wprowadzenie	57
8.5.2. Wskaźniki statystyczne	57
8.5.3. Dokumentacja wyników analiz statystycznych	58
8.5.4. Pliki z wynikami analiz statystycznych	60
8.6. Modele degradacji	61
8.6.1. Wprowadzenie	61
8.6.2. Wzory modeli degradacji do wykorzystania w systemie informatycznym wspomagającym DSN	61
8.7. Uprozczone modele poprawy stanu nawierzchni	63
8.8. Zasady wyznaczania zabiegów remontowych	66
8.8.1. Parametry dominujące	68
8.8.2. Ogólne zasady agregacji danych	68
8.8.3. Wyznaczanie potrzeb remontowych na odcinku	69
8.8.4. Analiza danych pozyskiwanych aktualnie rutynowo oraz badań dodatkowych niezbędnych do wyznaczenia szczegółowej technologii remontu	73
8.8.5. Klasyfikacja potrzeb remontowych na odcinku pasa jezdni, jezdni, drogi, ciągu drogowym, sieci drogowej	75
8.8.6. Dane o cenach zabiegów remontowych (ekonomiczne)	75
8.8.7. Przykłady zestawień wyników w systemie DSN	76
9. Formaty danych	84
10. Bibliografia	85
11. Wykaz załączników	89

1. Wprowadzenie

W związku z dynamicznym postępem 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 aktualizuje 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 2015 roku.

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

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 oraz wybranych elementów korpusu drogi.

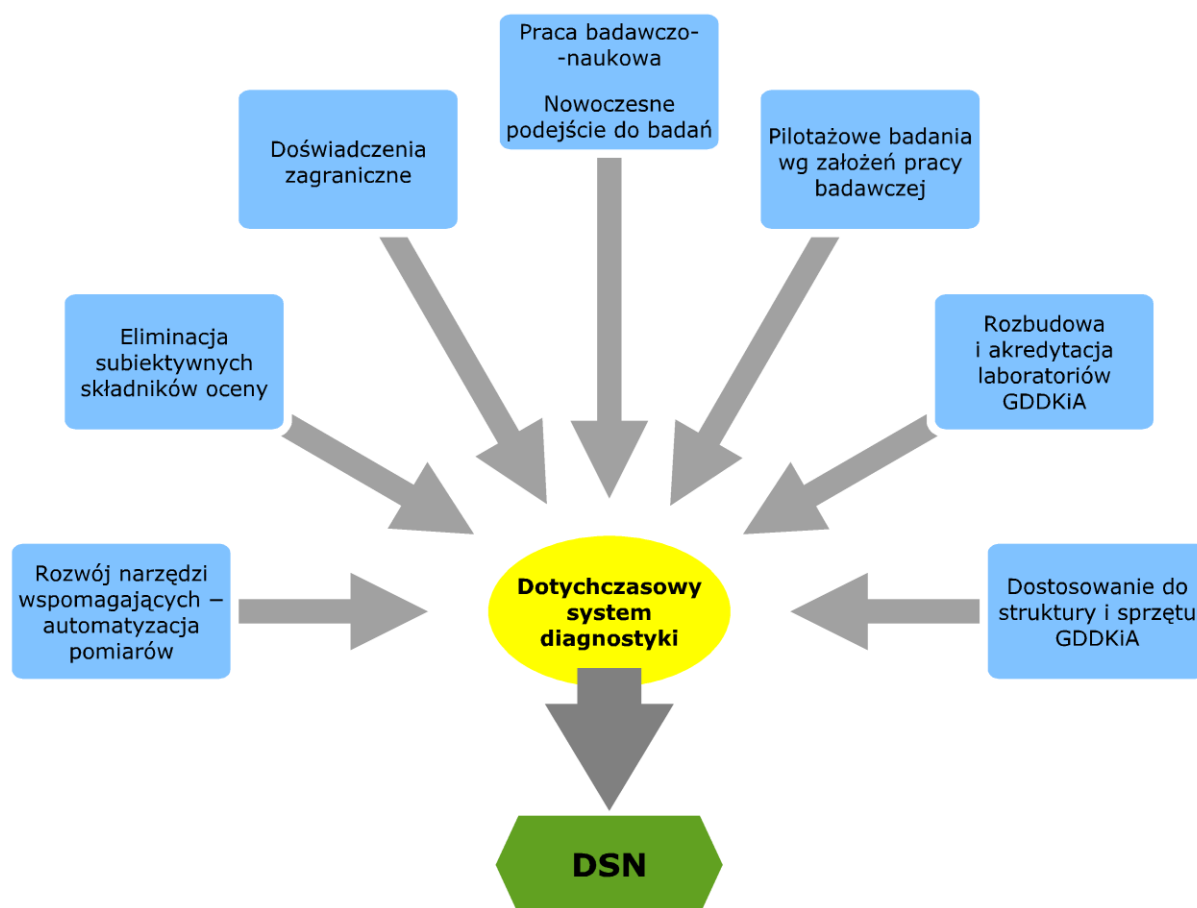
Głównymi założeniami przyjętymi przy opracowaniu dokumentu Wytycznych [1] były:

1. Wykorzystanie podstawowych założeń dotyczących organizacji kampanii pomiarowej z pracy naukowo-badawczej DSN [2].
2. Zachowanie spójności w analizach danych z dotychczas stosowanymi zasadami w celu zapewnienia ciągłości wnioskowania.
3. Uszczegółowienie 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 w [1] oraz niniejszym dokumencie, to m.in.:

1. Wykorzystanie nowych technologii diagnostyki związanych m.in. z automatyczną oceną uszkodzeń nawierzchni oraz pomiarami ciągłymi właściwości przeciwpoślizgowych.
2. Wykonywanie pomiarów na wszystkich pasach zasadniczych ruchu (opcjonalnie).
3. Dokładniejsza agregacja danych pomiarowych.
4. Zwiększenie liczby parametrów techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni uwzględnianych w analizach.
5. Wykorzystanie współrzędnych geograficznych jako sposobu lokalizacji pomiarów na drodze.
6. Zaktualizowanie zasad dotyczących systemowego gromadzenia danych o cenach realizowanych zabiegów.
7. Aktualizacja klasyfikacji właściwości przeciwpoślizgowych.
8. Aktualizacja klasyfikacji nośności nawierzchni.
9. Uwzględnienie modeli degradacji i uproszczonych modeli poprawy stanu nawierzchni.
10. Ocena stanu nawierzchni wykonywana na dwóch poziomach: operacyjnym (szczegółowa) i strategicznym (ogólna).
11. Inwentaryzacja i ocena elementów korpusu drogi (m.in. poboczy nieutwardzonych oraz elementów systemu odwodnienia).
12. Zagadnienia związane z sieciową oceną nawierzchni betonowych.
13. Zagadnienia związane z wykonywaniem pomiarów konstrukcji nawierzchni.

W początkowych rozdziałach dokumentu zostały opisane standardy kampanii diagnostyki stanu technicznego nawierzchni, cechy nawierzchni jezdni i jej elementy podlegające identyfikacji, ocenie oraz metody ich gromadzenia. W końcowej części Wytycznych



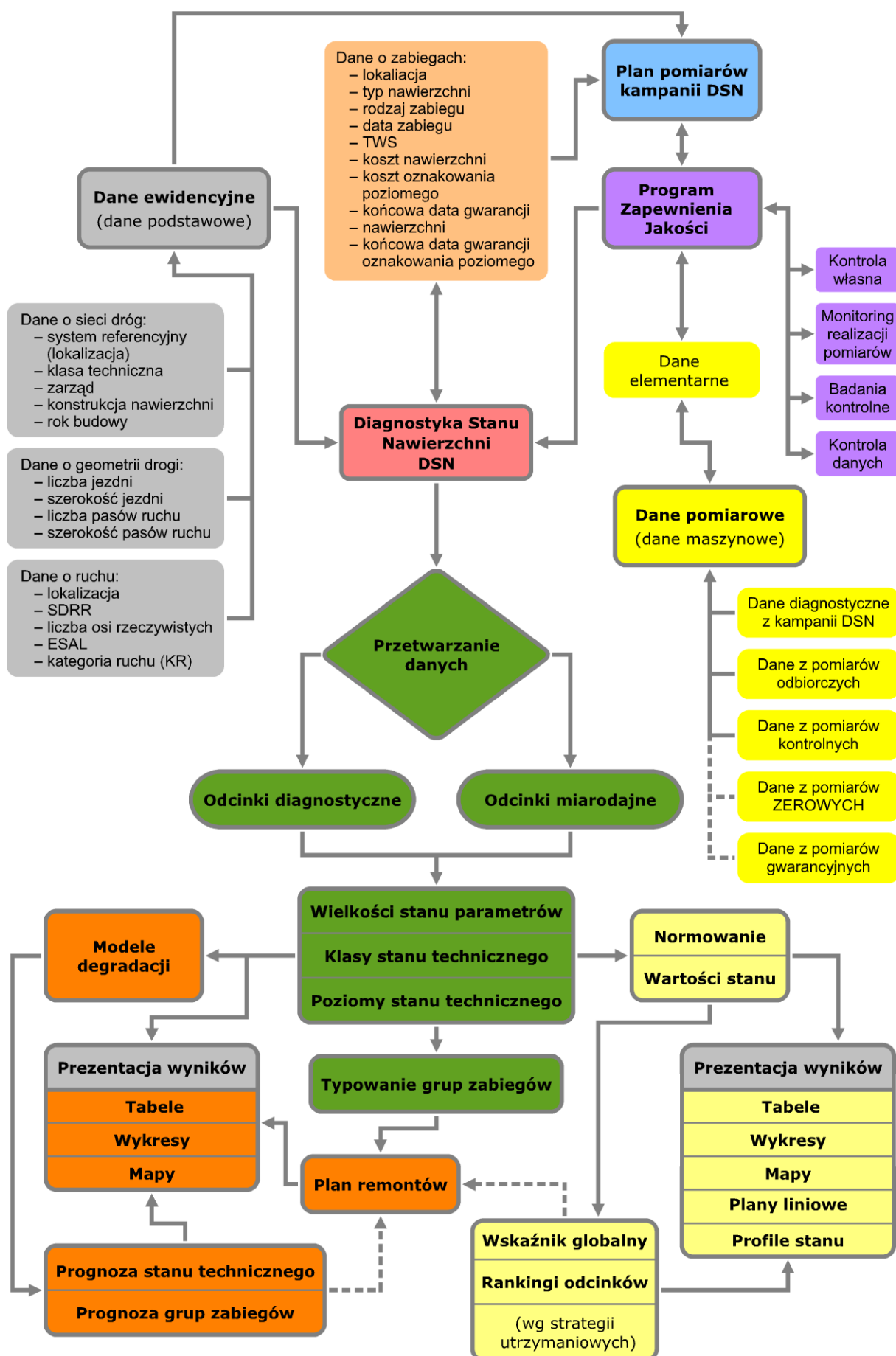
Rys. 1.1. Przyczyny zmian w zasadach diagnostyki stanu nawierzchni

zamieszczono m.in. wzory modeli 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 badań kontrolnych na własnym odcinku testowym, katalogi uszkodzeń nawierzchni oraz elementów korpusu drogi.

Poza elementami opisanymi w niniejszych wytycznych, do funkcjonowania systemu niezbędne są dane ewidencyjne stanowiące podstawowe informacje o sieci dróg, parametrach geometrycznych oraz danych dodatkowych, m.in. o wykonanych zabiegach, ich kosztach i natężeniu ruchu.

Ogólny schemat funkcjonowania systemu DSN zamieszczono na rys. 1.2.



Rys. 1.2. Ogólny schemat funkcjonowania systemu DSN (opis wybranych określeń podano w rozdziale 2)

2. 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 — uszkodzenia nawierzchni, takie jak spękania lub wyboje oraz inne jej właściwości, widoczne na jej powierzchni, np. łaty.

Dane elementarne — wstępnie przetworzone dane maszynowe, będące bezpośrednim wynikiem identyfikacji m.in. stanu nawierzchni, opisujące jej cechy w sposób uniwersalny, niezależny od konkretnych zastosowań.

Dane maszynowe — bezpośrednie wyniki pomiarów cech nawierzchni, zakodowane w formatach charakterystycznych dla poszczególnych urządzeń pomiarowych, najczęściej w plikach ASCII lub w plikach binarnych.

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 sieci drogowej. Zawierają informacje o podziale sieci na odcinki diagnostyczne oraz wielkości i wartości parametrów stanu dla tych odcinków.

Diagnostyka stanu nawierzchni (DSN, System) — identyfikacja i ocena cech eksploatacyjnych m.in. nawierzchni drogowych, a także inne wspomagające działania, takie jak kontrola jakości oraz udostępnianie wyników zainteresowanym.

DTB — Departament Technologii Budowy Dróg (jednostka nadzorująca realizację kampanii pomiarowej oraz koordynująca Wydziały Technologii – Laboratoria Drogowe).

DZS — Departament Zarządzania Siecią Dróg (jednostka koordynująca działania pionów zarządzania w Oddziałach).

Grupa zabiegów remontowych — zbiór robót przywracających pierwotny stan drogi, poprawiających określone cechy nawierzchni.

Identyfikacja stanu nawierzchni — proces pozyskiwania informacji o cechach nawierzchni drogowych.

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

Klasy stanu technicznego — czterostopniowa klasyfikacja wielkości i wartości parametrów stanu nawierzchni i oznakowania: klasa A – stan dobry, klasa B – stan zadowalający, klasa C – stan niezadowalający, klasa D – stan zły.

Koordinator Systemu (DSN) — komórka organizacyjna Centrali GDDKiA nadzorująca realizację działań w ramach bieżącej eksploatacji DSN i jego rozwoju. Głównym jej zadaniem jest zapewnienie odpowiedniej jakości i spójności danych, porównywalności otrzymywanych wyników oraz aktualizacja założeń merytorycznych. Pełni rolę nadrzędną nad komórkami biorącymi udział w procesie gromadzenia i weryfikacji danych DSN.

Modele degradacji — analityczne modele dotyczące zmian wielkości poszczególnych parametrów nawierzchni w czasie.

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 m. Na początku lub końcu odcinka drogi długość odcinka diagnostycznego może być krótsza niż 50 m.

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

Parametr dominujący — parametr stanu nawierzchni lub oznakowania poziomego decydujący o przypisaniu odcinkowi określonej grupy zabiegów, w odniesieniu do klasy stanu technicznego poszczególnych parametrów na danym odcinku.

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 (połączenie) 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 m, często w formacie bez przecinka, zastępując go znakiem „+” (km) xxx+yyy lub xxx,yyy (km), gdzie:

xxx — 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 — przedmiot oceny (normowania) 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 parametru stanu jest wyrażana w jednostkach fizycznych 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.

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

Wskaźnik stanu konstrukcji (WSK) — wartość opisująca stan techniczny nawierzchni, uwzględniająca wytrzymałość konstrukcji i jej zdolność do przenoszenia obciążeń.

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

Wskaźnik stanu powierzchni (WSP) — wartość opisująca stan techniczny cech powierzchniowych nawierzchni określona na podstawie wyników oceny uzyskanych ze zdjęć powierzchni przy pomocy kamer 3D oraz równości nawierzchni.

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.

3. Standardy kampanii diagnostyki stanu technicznego nawierzchni

3.1. 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 podobnym zakresie gromadzenia danych o stanie technicznym dróg.

Zgromadzone dane, dzięki zastosowaniu specjalistycznego oprogramowania, umożliwią uzyskanie informacji jaki typ zabiegu remontowego, 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 krótkoterminowym i długoterminowym.

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 utrzymaniem i eksploatacją dróg. 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.

W związku z tym

Diagnostyka stanu = identyfikacja stanu + ocena stanu

Dzięki temu będzie możliwe uzyskiwanie obiektywnych mierników realizacji budżetu zadaniowego, prognoz oraz rankingów stanu technicznego nawierzchni do aktualizacji, m.in. Programu Budowy Dróg Krajowych, Planu Działań na Sieci Dróg.

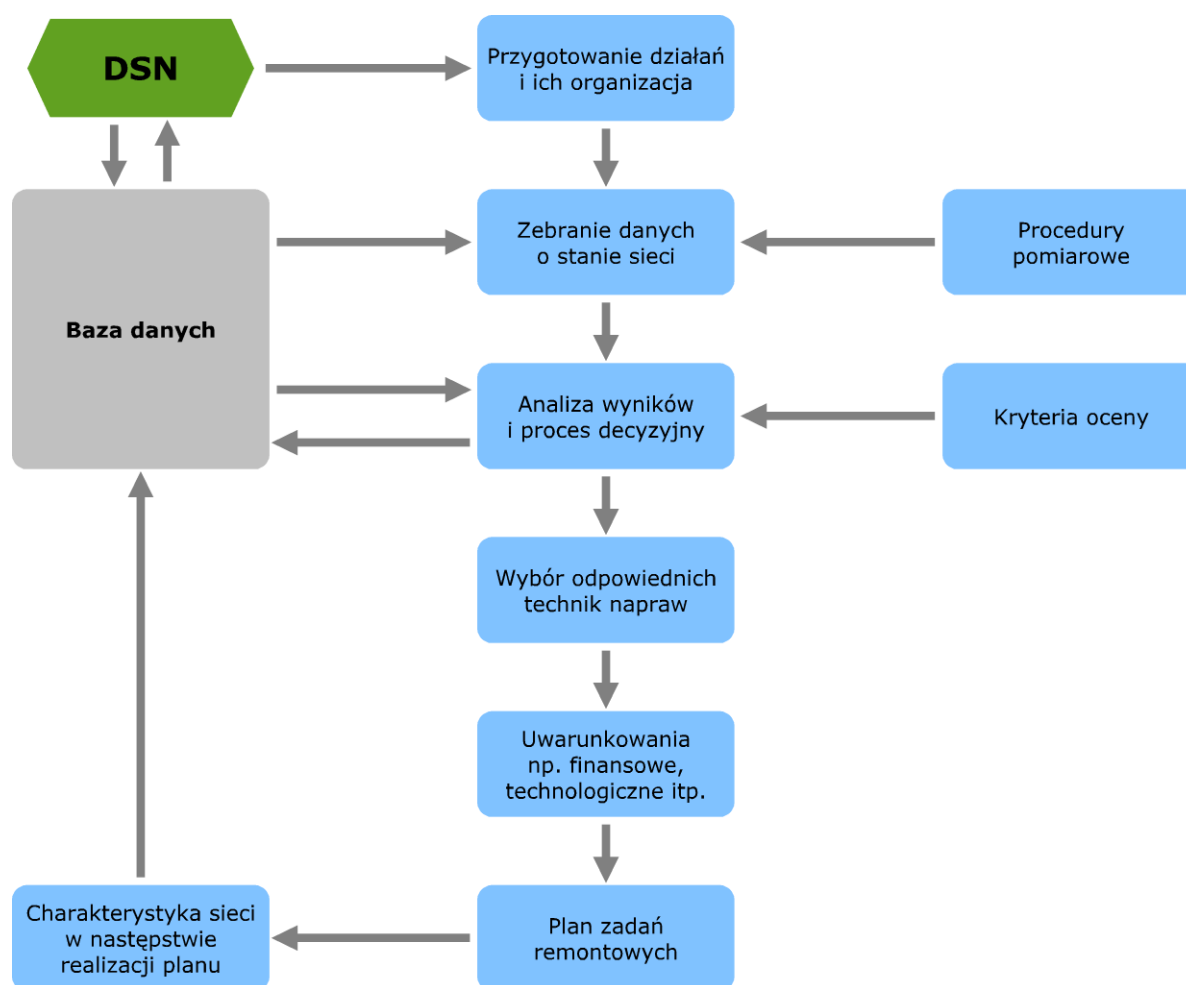
Analizy można będzie prowadzić na poziomie kraju, na poziomie oddziałów GDDKiA oraz na dowolnie wybranych odcinkach dróg krajowych np. sieci TEN-T, drogach międzynarodowych.

Ogólny proces zarządzania majątkiem z zastosowaniem systemu wspomagania zarządzania siecią drogową, do których zalicza się DSN, przedstawiono na rys. 3.1.

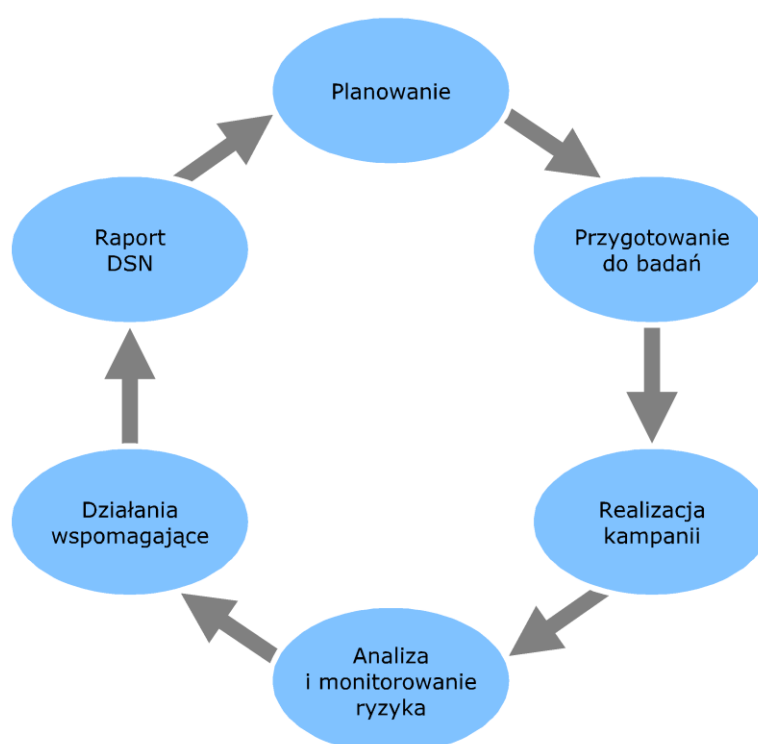
Przebieg funkcjonowania DSN w cyklu rocznym zaprezentowano na rys. 3.2.

Uproszczony proces realizacji kampanii pomiarowej DSN na sieci dróg krajowych zamieszczono na rys. 3.3.

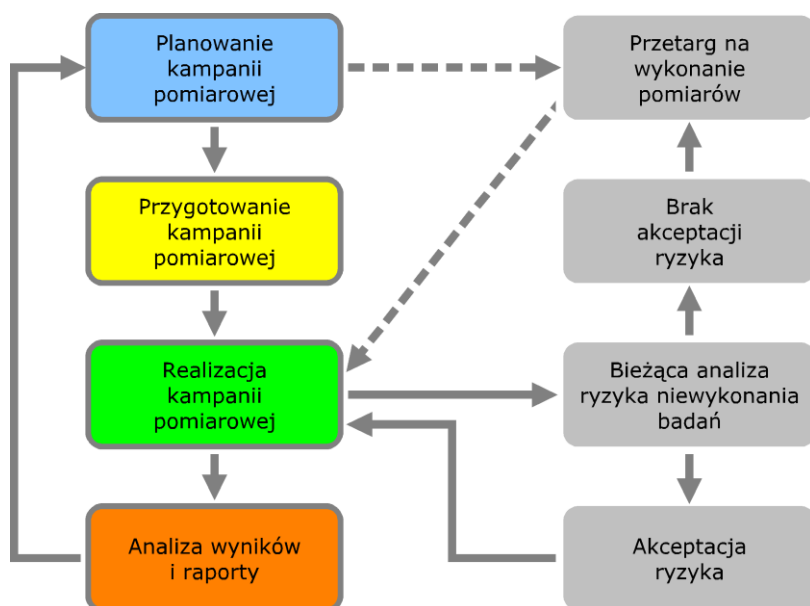
Szczegółowy przebieg realizacji kampanii pomiarowej przedstawiono na rys. 3.4.



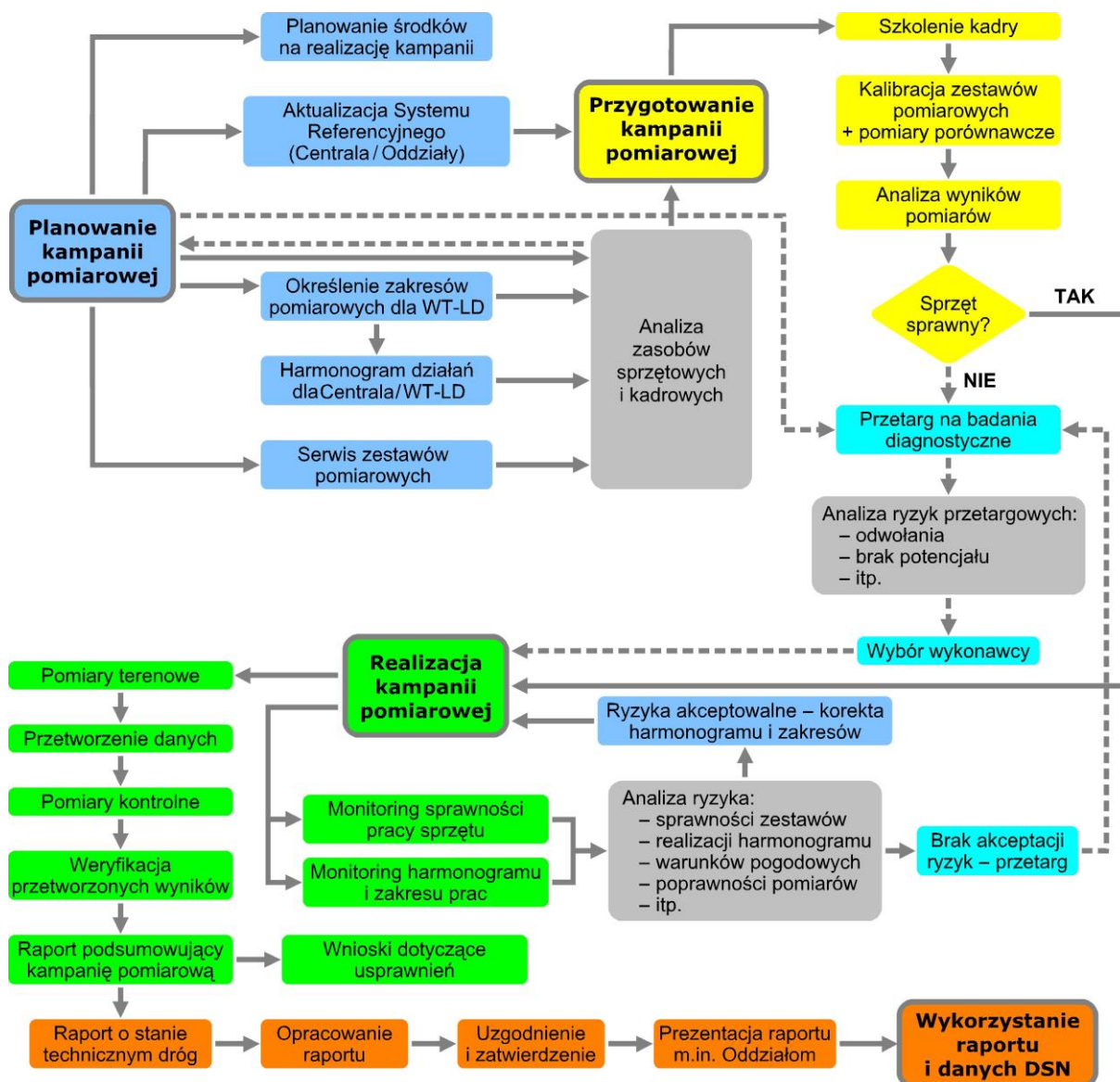
Rys. 3.1. Proces decyzyjny w zarządzaniu siecią drogową



Rys. 3.2. Cykl roczny systemu DSN



Rys. 3.3. Uproszczony proces realizacji kampanii pomiarowej DSN

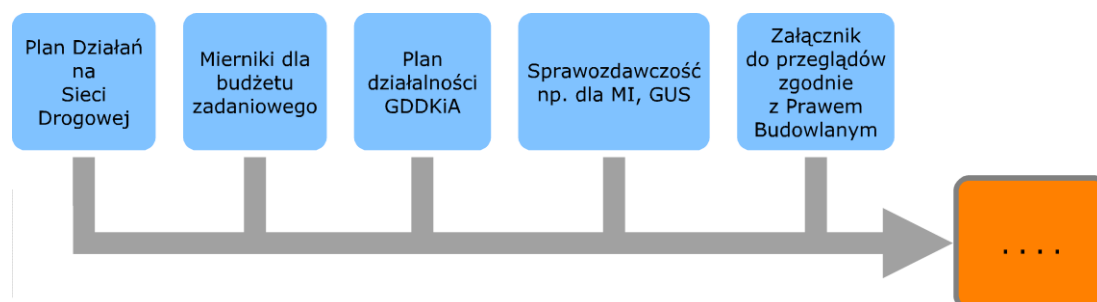


Rys. 3.4. Szczegółowy przebieg realizacji kampanii pomiarowej DSN

DSN jest narzędziem m.in. do określania zakresu napraw i remontów dróg. Na tej podstawie można oszacować koszty i wskazać odcinki do szczegółowej diagnostyki. Ponadto, dane można wykorzystać do prognoz stanu nawierzchni, rankingów i wykazów stanu technicznego odcinków dróg oraz jako dane wyjściowe do przeglądów okresowych.

W wyniku analizy informacji uzyskanych w procesie gromadzenia danych w ramach DSN, opracowywany jest raport dotyczący stanu technicznego nawierzchni.

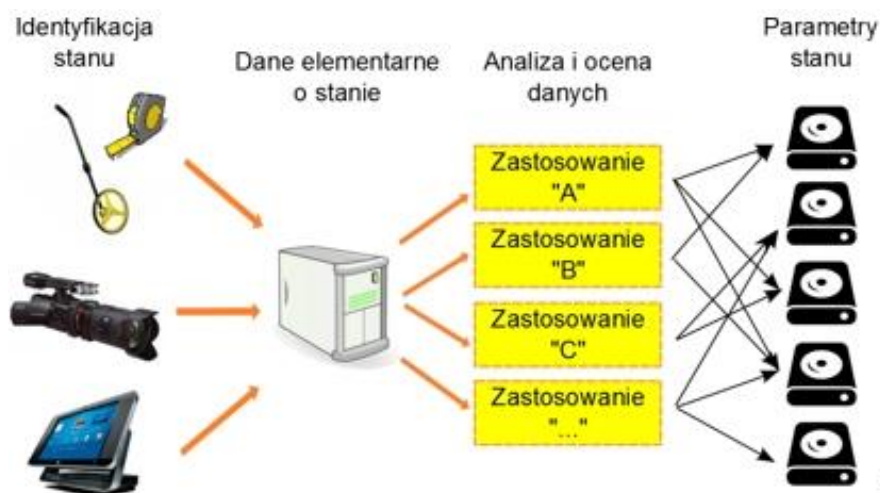
Obszary w jakich m.in. wykorzystywane są przedmiotowe dane zaprezentowano na rys. 3.5.



Rys. 3.5. Wykorzystanie danych DSN

3.2. 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 rys. 3.6.



Rys. 3.6. 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.

3.3. Składowe Systemu DSN

System składa się z następujących modułów funkcjonalnych:

1. moduł rejestracji,
2. moduł oceny,
3. 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 (w tym Rejony Dróg) — niezbędne 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.

3.4. 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.

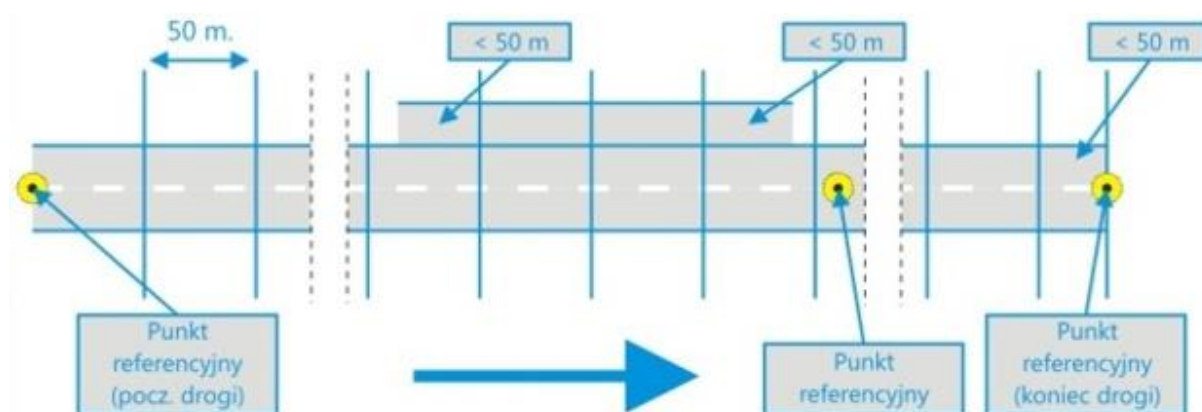
Z uwagi na dużą złożoność algorytmów obliczania parametrów stanu, w szczególności zaś z powodu bardzo wielu sytuacji szczególnych, praktykowane jest tworzenie, przez użytkowników systemów diagnostycznych, dedykowanych programów komputerowych.

Kod źródłowy takiego programu, opatrzony wyczerpującymi komentarzami, stanowi integralną część dokumentacji dotyczącej algorytmów przetwarzania danych.

3.5. 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 w obszarze jednego odcinka jezdni/drogi/odcinka referencyjnego. Standardowa długość odcinka diagnostycznego w systemie DSN wynosi 50 m.

Podział sieci drogowej **na odcinki diagnostyczne jest dokonywany na osi drogi /jezdni poprzez punkty w odległości 50 m, zaczynając od punktu referencyjnego stanowiącego początek drogi**. Tak więc ostatni odcinek diagnostyczny odcinka jezdni/drogi/odcinka referencyjnego jest z reguły krótszy niż standardowa długość. Krótsze są także: pierwszy i/lub ostatni odcinek diagnostyczny w obrębie np. pasów ruchu, zaczynających się i/lub kończących w obrębie danego odcinka jezdni/drogi/odcinka referencyjnego (patrz rys. 3.7).



Rys. 3.7. Odcinki diagnostyczne

3.6. 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 mm/m.

Dla niektórych zastosowań już sama wielkość parametru jest wystarczającą informacją do 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 0–100). Proces wyznaczania wartości stanu określany mianem normowania został opisany w p. 8.3.3.

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.

4. Cechy techniczne nawierzchni jezdni oraz proces ich identyfikacji

4.1. 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:

1. **Nośność** (trwałość) — opisująca zdolność nawierzchni do przenoszenia obciążeń od ruchu drogowego, ocena dokonywana na poziomie sieci drogowej.
2. **Równość** — określająca w jakim stopniu powierzchnia nawierzchni drogowej jest zbieżna z powierzchnią płaską.
3. **Właściwości przeciwpślizgowe** — charakteryzujące przyczepność pomiędzy nawierzchnią a oponą pojazdu. W szczególności opisują one zdolność do wytwarzania siły tarcia podczas poślizgu koła.
4. **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 **oznakowanie poziome** nawierzchni oraz wybrane elementy korpusu drogi (opcjonalnie).

Wymienione powyżej cechy nawierzchni oraz jej elementy charakteryzują jej stan. Zmienia się on 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 opisanie 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.

4.2. Urządzenia pomiarowe

W skład bazy sprzętu pomiarowego, wykorzystywanego w kampanii diagnostycznej, będącego w dyspozycji jednostek GDDKiA, wchodzi m.in. następujące rodzaje specjalistycznych urządzeń i zestawów pomiarowych:

1. Ugięciomierze FWD.
2. Profilografy laserowe RSP.
3. Zestawy SRT-3.
4. Zestawy TWO, ViaFriction.
5. Urządzenia RMT.
6. Zestawy LCMS.
7. Georadary GPR (wykorzystywane do pomiarów uzupełniających, zgodnie z 8.8.4).

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.

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).

WT-LD posiadające łącznie sprzęt RSP, SRT-3 oraz np. LCMS, w zależności od liczby posiadanego sprzętu, powinny dążyć do takiej obsady zespołów pomiarowych, aby jedna ekipa obsługiwała maksymalnie dwa (w szczególnych przypadkach trzy) urządzenia.

Dodatkowo przewiduje się wykorzystanie specjalistycznego sprzętu pomiarowego będącego w dyspozycji zewnętrznych wykonawców. W przypadku konieczności zleceń do zewnętrznych wykonawców, przewidywane są m.in. pomiary:

1. Mobilnymi urządzeniami do pomiaru ugięć nawierzchni jezdni (preselekcja odcinków do pomiarów FWD).
2. Automatycznymi systemami do oceny uszkodzeń powierzchni nawierzchni jezdni (stan spękań/stan powierzchni).

4.3. Zakres danych pomiarowych gromadzonych w ramach kampanii diagnostycznej

Wykaz parametrów wykorzystywanych w systemie DSN wraz z ich oznaczeniami kodowymi zamieszczono w tabeli 4.1.

Tabela 4.1. Lista parametrów i danych podstawowych wykorzystywanych w Systemie DSN

Lp.	Parametr lub dane (jednostka pomiarowa)	Kod
1	Ugięcie (pomiar punktowy)	UP
2	Wskaźnik SCI300 (pomiar punktowy)	SCIP
3	Ugięcie PM (pomiar mobilny)	UC
4	Wskaźnik SCI300 (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 nawierzchni asfaltowych	WSAA
12	Wskaźnik stanu powierzchni nawierzchni asfaltowych	WPAA
13	Wskaźnik stanu spękań nawierzchni betonowych	WSBA
14	Wskaźnik stanu powierzchni nawierzchni betonowych	WPBA
15	Wskaźnik uskoku płyt betonowych	WUSK
16	Powierzchniowy współczynnik odbłasku RL	RLC
17	Współczynnik luminancji przy oświetleniu rozproszonym Qd	QdC
18	Wskaźnik szorstkości oznakowania SRT	SRTC
19	Zdjęcia pasa drogowego (ogólny widok; 50 m)	FOTP
Oznaczenia w kodach literowych (ostatnia litera): P – pomiar punktowy, C – pomiar ciągły, A – pomiar ciągły, ocena automatyczna, K – pomiar ciągły kondycyjny (warunkowy)		

W zależności od przyjętych zasad przetwarzania danych w analizach będą mogły być wykorzystywane np. wyniki równości i głębokości kolein z prawego lub lewego śladu koła na pasie ruchu. Na podstawie obmiarów spękań będą np. mogły być wyznaczane indeksy spękań. Wyniki pomiarów ugięć nawierzchni wraz z 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 Wytycznych.

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 betonowych. Poniżej zestawiono parametry cech powierzchniowych.

Nawierzchnie asfaltowe:

1. Pęknięcia siatkowe (PS).
2. Pęknięcia pojedyncze (PP), w tym:
 - a) pęknięcia pojedyncze podłużne (PPD),
 - b) pęknięcia pojedyncze poprzeczne (PPP).
3. Powierzchnia spękań (SSP).
4. Łaty (LA).
5. Wyboje (WY).
6. Ubytki (UB).

Nawierzchnie betonowe:

1. Pęknięcia pojedyncze (PP), w tym:
 - a) pęknięcia pojedyncze podłużne/ukośne (PL),
 - b) pęknięcia pojedyncze poprzeczne (PT).
2. Uszkodzenia krawędzi, w tym narożników płyt (PK).
3. Uszkodzenia, w tym wykruszenia, szczeliny (WS).
4. Uszkodzenia powierzchni, w tym wyboje oraz ubytki (UP).
5. Mikropęknięcia powierzchniowe na sekcji 10 m (MP).
6. Łaty (LA).
7. Połamane płyty na sekcji 10 m (BS).

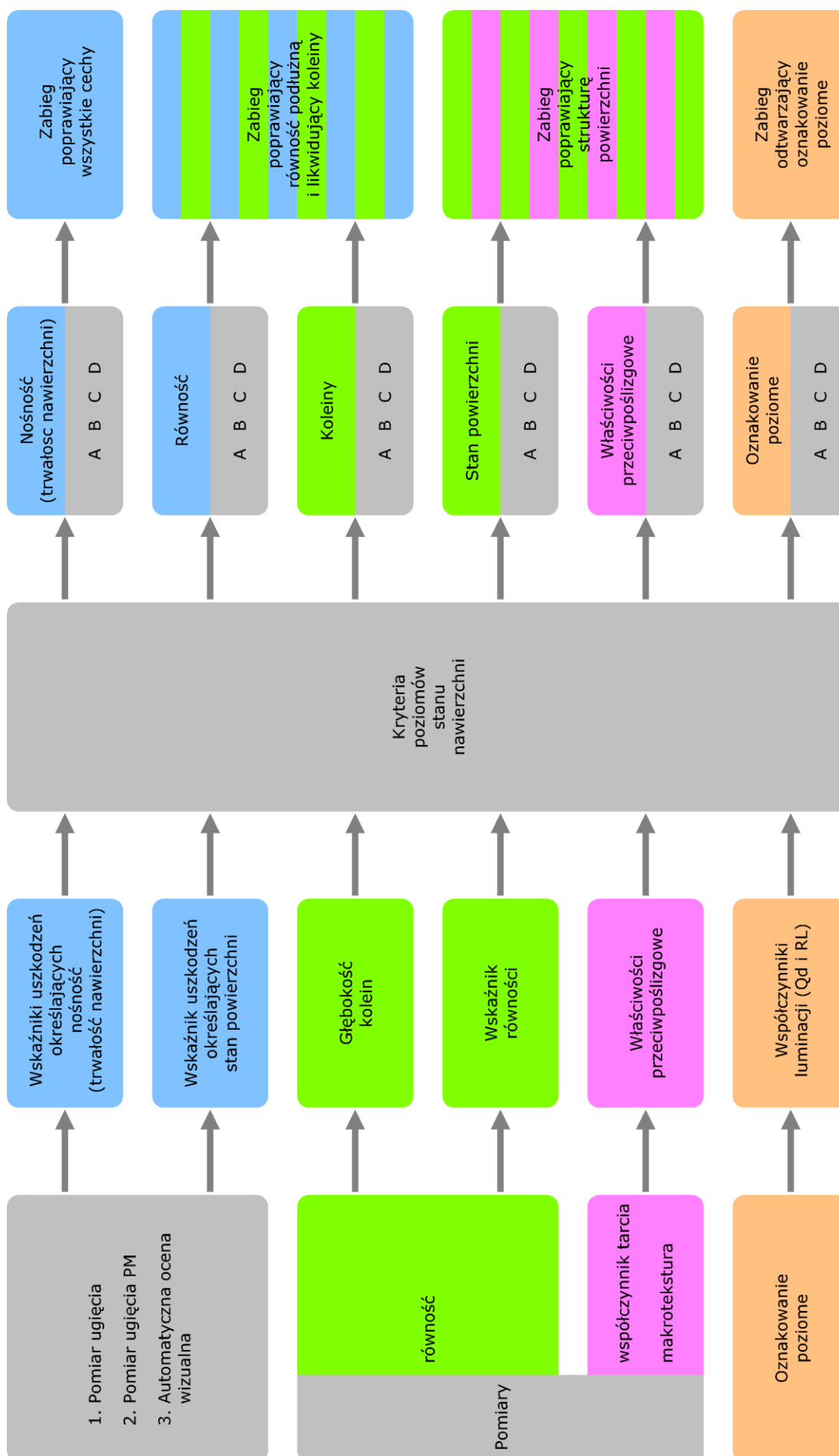
Ze względu na specyfikę nawierzchni betonowej, w tabeli 4.2 zamieszczono rodzaje uszkodzeń oraz uszeregowanie (grupy uszkodzeń) ich wpływu na wybór zabiegu remontowego.

Tabela 4.2. Hierarchia uszkodzeń nawierzchni z betonu cementowego

Ranking	Grupa uszkodzeń	Uszkodzenie
1	Uszkodzenia wpływające na stan strukturalny i funkcjonalny	połamane płyty na sekcji 10m
		pęknięcia pojedyncze poprzeczne dużej szkodliwości
2	Uszkodzenia wpływające na stan strukturalny	pęknięcia pojedyncze poprzeczne małej szkodliwości
		pęknięcia pojedyncze podłużne/ukośne (rozproszone)
		połamane płyty na sekcji 10m
3	Uszkodzenia związane z krawędziami	uszkodzenia przy krawędzi
		uszkodzenia szczelin
4	Wady powierzchni	uszkodzenia powierzchni, w tym wyboje i ubytki
		łaty
		mikropęknięcia powierzchniowe

Ogólne zależności pomiędzy poszczególnymi podstawowymi parametrami stanu nawierzchni oraz typowanymi zabiegami remontowymi, dotyczący nawierzchni asfaltowych pokazano na rys. 4.1.

Szczegółowe zasady typowania zabiegów remontowych dla obu rodzajów nawierzchni zostały opisane w p. 8.8.



Rys. 4.1. Ogólne zależności pomiędzy podstawowymi parametrami stanu nawierzchni oraz typowymi zabiegami remontowymi, dotyczące nawierzchni asfaltowych

4.4. Ogólne wymagania jakościowe pomiarów

Dokładność (dopuszczalny błąd) określenia metra bieżącego — dopuszczalne odchylenie odczytów odometru lokalizujących pomiar od faktycznie przebytej w trakcie przejazdu pomiarowego drogi. Wyrażone jest w metrach odchylenia na każdy przebyty kilometr (m/km).

Dokładność (dopuszczalny błąd) określenia współrzędnych geograficznych — promień koła wyznaczającego dokładność określenia współrzędnych geograficznych punktu, w jakim znajduje się pojazd pomiarowy (w zależności od mierzonej cechy). Wyrażony jest w metrach.

Częstość określenia lokalizacji pomiaru dotycząca pomiarów ciągłych — odstęp pomiędzy kolejnymi odczytami systemu lokalizującego (odometr + GPS), dla pomiarów ciągłych. Dla pomiarów punktowych, lokalizacje należy rejestrować w punktach pomiarów. Wyrażony jest w metrach.

Odchylenie od linii pomiaru — maksymalne oddalenie linii, wzdłuż której wykonany został przejazd pomiarowy, od linii zakładanej przez wytyczne dla tego pomiaru. Wyrażone jest w metrach.

W tabeli 4.3. zamieszczono ogólne wymagania jakościowe dotyczące pomiarów wszystkich cech techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni.

Tabela 4.3. Ogólne wymagania jakościowe dotyczące pomiarów

Parametr	Jednostka	Wymagany zakres
Dokładność określenia dystansu	m/km	≤ 1
Dokładność określenia współrzędnych geograficznych	m	$\leq 2,5$
Częstotliwość określenia lokalizacji dla pomiarów ciągłych	m	≤ 10
Odchylenie od linii pomiaru	m	$\leq 0,40$

4.5. Składowe kampanii diagnostycznej

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

1. aktualizacja danych sieciowych,
2. pomiary,
3. analizy.

Standardowo dane sieciowe są przygotowywane i udostępniane przez administrację drogową. Formaty danych zostały zdefiniowane i opisane w rozdziale 9 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 wykonywania pomiarów wraz z zasadami przetwarzania danych pomiarowych zostały opisane w rozdziale 8 oraz m.in. w Załącznikach A, B i C. Aktualne posiadane urządzenia do diagnostyki nawierzchni wyszczególniono w Załączniku K.

5. Metody gromadzenia i archiwizacji danych

5.1. 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 odcinek, 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

5.1.1. 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.

5.1.2. 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 z wyróżnikiem literowym oznaczającym odcinek z kilometrażem 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 8, załącznikach do Wytycznych oraz instrukcjach specjalistycznego oprogramowania.

5.1.3. Przykłady nazewnictwa plików

Nazwa pliku z pomiarami głębokości kolein dla drogi nr 8, jezdni nr 1, pasie nr 1 w kierunku narastającym, pomiary wykonane w 2018 roku:

KOLC_8_1_R_1.2018

Tabela 5.1. Kody plików w systemie DSN

Lp.	Kod	Parametr lub dane (jednostka pomiarowa)
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	USKP	Wskaźnik uskoju płyt betonowych (pomiar kondycyjalny)
7	PPOC*	Profil poprzeczny*
8	WTP	Współczynnik tarcia (pomiar punktowy)
9	WTC	Współczynnik tarcia (pomiar ciągły)
10	AONA	Wskaźnik stanu spękań nawierzchni asfaltowych
		Wskaźnik stanu powierzchni nawierzchni asfaltowych
11	AONB	Wskaźnik stanu spękań nawierzchni betonowych
		Wskaźnik stanu powierzchni nawierzchni betonowych
12	OPZC	Powierzchniowy współczynnik odbłasku R_L
		Współczynnik luminancji przy oświetleniu rozproszonym Q_d
		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.

Nazwa pliku z pomiarami równości podłużnej dla odcinka drogi nr 8a (z pikietażem lokalnym), jezdni nr 1, pasie nr 2 w kierunku malejącym, pomiary wykonane w 2018 roku:

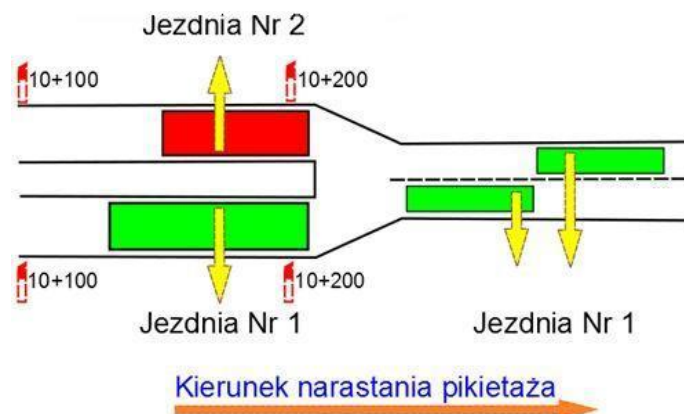
IRIC_8a_1_M_2.2018

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

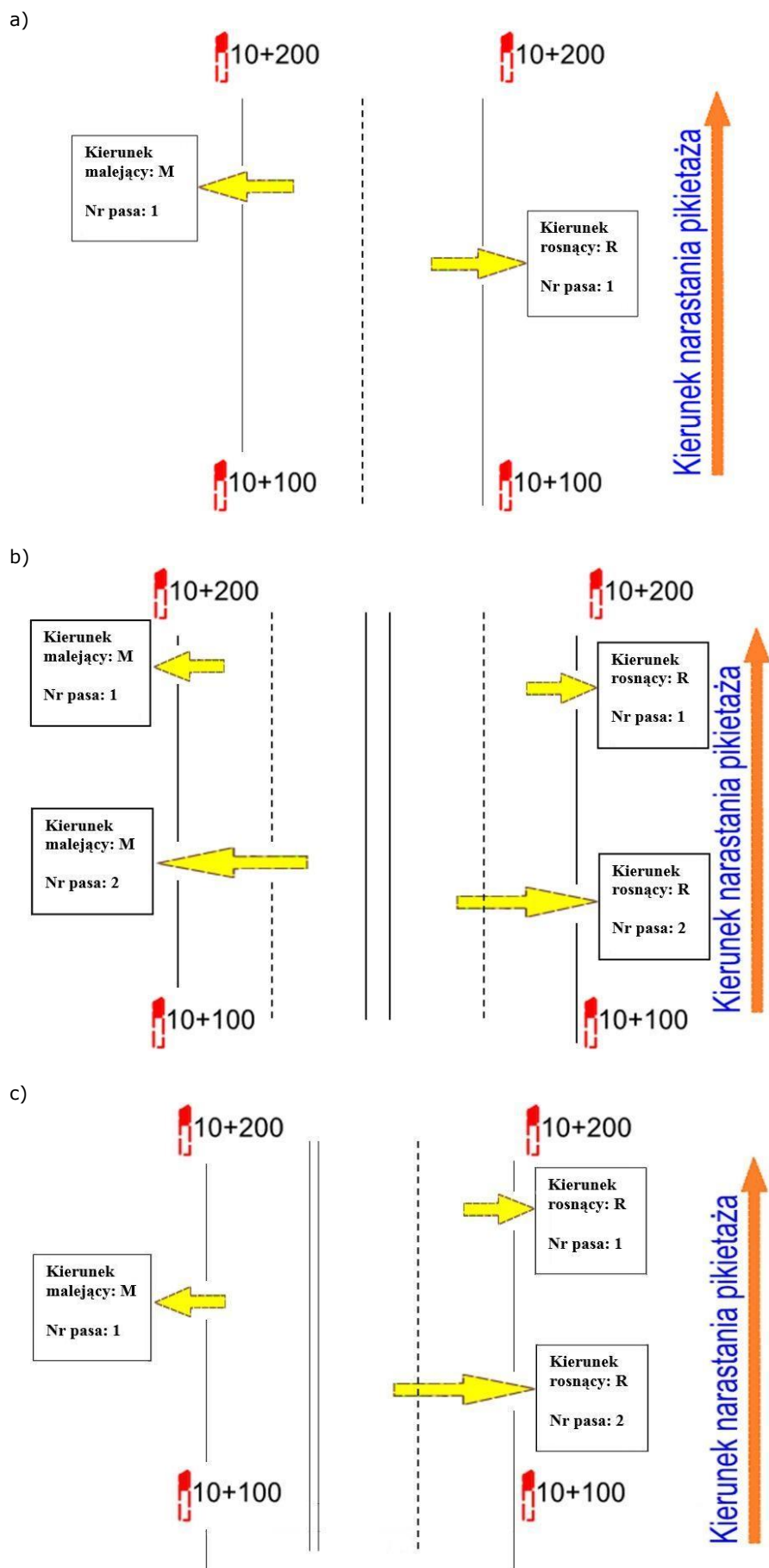
5.1.4. Zasady numeracji jezdni i pasów w systemie DSN

W nazwach plików systemu DSN obowiązuje numeracja jezdni zgodna z zasadami przyjętymi dla celów ewidencji dróg. Zasady numeracji zilustrowano na rys. 5.1.

Zasady numeracji pasów zilustrowano na rys. 5.2a, b i c.



Rys. 5.1. Zasady numeracji jezdni w systemie DSN



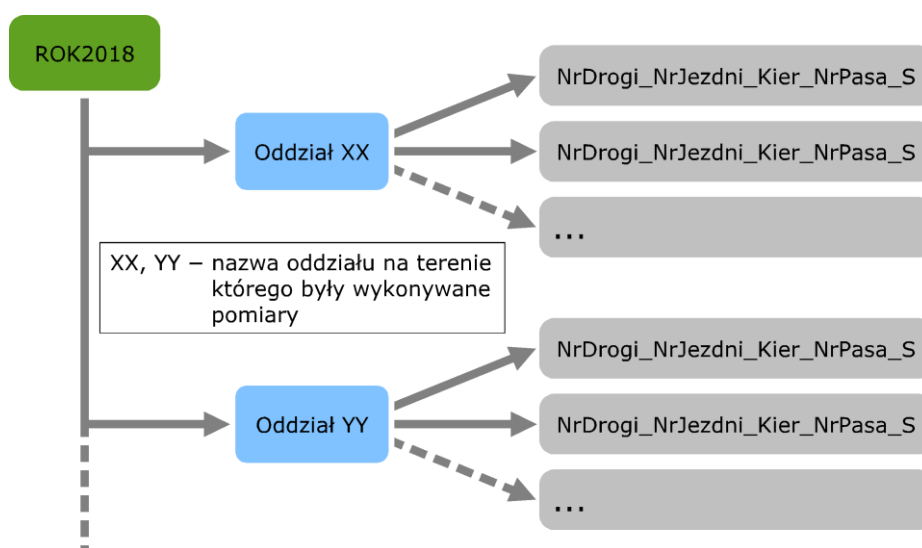
Rys. 5.2. Lokalizacja i numeracja pasów ruchu:
a) droga jednojezdniowa, b) droga dwujezdniowa, c) droga o przekroju „2+1”

5.1.5. Standardy nazewnictwa folderów z plikami

W związku z rozszerzeniem zakresu pomiarów w ramach diagnostyki stanu 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 podfolderach w folderze zasadniczym, np. w roku 2018 — „ROK2018”. Pliki maszynowe należy przechowywać w oddzielnych folderach z rozróżnieniem dla każdej drogi, jezdni, kierunku pomiaru oraz pasa ruchu.

Schematyczny układ folderów pomiarowych przedstawiono na rys. 5.3.



Rys. 5.3. Struktura układu folderów pomiarowych

Nazwa folderu z plikami elementarnymi jest następująca:

NrDrogi_NrJezdni_Kier_NrPasa_S

gdzie: **NrDrogi** — numer drogi (w tym znacznik pikietaża lokalnego — jeżeli występuje), zgodnie z zasadami dotychczas stosowanymi;
NrJezdni — numer jezdni, zgodnie z zasadami dotychczas stosowanymi w systemach pomiarowych;
Kier — Kierunek (R — rosnący, M — malejący);
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”;
S — w przypadku pomiarów oznakowania, numer linii oznakowania poziomego na danym pasie ruchu (zgodnie z numeracją w rozdziale 7 Załącznika D5).

Zasady szczegółowe:

1. W przypadku dróg jednojezdniowych oznaczenie (P lub L) oznakowania poziomego zlokalizowanego w osi jezdni jest przypisywany do pasa z rosnącym pikietażem.
2. 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.

5.2. Przetwarzanie i przechowywanie danych

Oddziały GDDKiA przetwarzają dane z użyciem systemu informatycznego i na tej podstawie realizują zadania zdefiniowane w opisanych celach Systemu DSN (p. 6.2. — Obowiązki uczestników procesu gromadzenia danych).

Na podstawie danych z Oddziałów Centrala GDDKiA realizuje zadania postawione w p. 6.2. Ma przy tym obowiązek archiwizowania danych, przez co najmniej 5 lat, w następującym zakresie:

1. Pliki z danymi elementarnymi z pomiarów cech techniczno-eksploatacyjnych.
2. Dokumentację pomiarów kontrolnych wraz z plikami pomiarowymi.

Oddziały mają obowiązek archiwizowania danych, przez co najmniej 5 lat, w następującym zakresie:

1. Pliki z danymi elementarnymi z pomiarów cech techniczno-eksploatacyjnych.
2. Pliki z danymi podstawowymi.
3. Dokumentację, wyniki pomiarów kontrolnych — w przypadku pomiarów wykonywanych przez Wykonawcę zewnętrznego.

Jednostki wykonujące pomiary cech techniczno-eksploatacyjnych mają obowiązek archiwizowania danych, przez co najmniej 5 lat, w następującym zakresie:

1. Pliki z danymi maszynowymi z pomiarów cech techniczno-eksploatacyjnych.
2. Pliki z danymi elementarnymi z pomiarów cech techniczno-eksploatacyjnych.
3. Pliki z danymi podstawowymi, niezbędne do realizacji pomiarów.
4. Dokumentację przetwarzania danych pomiarowych.
5. Dokumentację wraz z plikami pomiarowymi z okresowych kontroli stanu technicznego sprzętu pomiarowego.
6. Dokumentację, tj. dzienniki pomiarów, wyniki pomiarów kalibracyjnych i kontrolnych.
7. Dokumentację wraz z plikami pomiarowymi z pomiarów kontrolnych.

Dane pomiarowe wprowadzone do systemu informatycznego, powinny obejmować okres co najmniej 4 lat, licząc od roku bieżącego oraz podstawowe dane archiwalne.

5.2.1. Proces przetwarzania danych

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

1. Przetworzyć dane maszynowe z pomiarów urządzeniami pomiarowymi do formatów danych elementarnych wraz z dowiązaniem danych w nich zawartych do punktów charakterystycznych drogi. Dopuszcza się projekcję danych elementarnych na sieć (system referencyjny GDDKiA) w oparciu o dane geograficzne.
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. Zasiłić system danymi elementarnymi oraz danymi opisującymi sieć drogową.
3. Sklasyfikować parametry techniczno-eksploatacyjne nawierzchni.
4. Wygenerować w zależności od potrzeb profile, wykresy i mapy tematyczne dla sieci dróg z zarejestrowanymi danymi.

5.2.2. Rodzaje danych w systemie DSN

W systemie DSN wyróżniamy następujące rodzaje danych:

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

5.2.3. 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 9 niniejszego dokumentu.

5.2.4. 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:

1. Dane elementarne — podstawowy sposób klasyfikowania danych w systemie DSN,
2. Geograficzne dane elementarne (dane elementarne z pikietażem rzutowanym przy pomocy współrzędnych geograficznych i siatki dróg).

5.2.5. 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 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.

5.2.6. 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 10 kolejnych metrów pomiaru, przy czym mniej niż 10 m może wystąpić wyłącznie dla ostatniego strumienia w danym przejeździe pomiarowym (na końcu pomiaru). Wyniki pomiaru uszeregowane są według metra bieżącego pomiaru, przyrastającego o 10 dla kolejnych strumieni danych. Ponadto do każdego strumienia danych, tj. co 10 m, 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 dotyczące 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.

5.2.7. Pliki z danymi elementarnymi

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

5.2.8. 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, w systemie kodowania plików UTF-8.

5.2.9. 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 1 m, każde 10 punktów zestawionych jest w strumieniu danych.

5.2.10. 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 wartości danych pomiarowych, zmienia się jedynie sposób zapisu 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 tzw. sieciowych danych elementarnych (tożsamy z danymi elementarnymi), w których lokalizacja pomiaru jest uzupełniona o odniesienie do danych lokalizacyjnych (droga, jezdnia, pas ruchu, pikietaż).

5.2.11. Dane diagnostyczne

W ramach raportowania i prezentacji na mapach, z plików elementarnych, którymi zasilono bazę danych systemu informatycznego, tworzone są odcinki diagnostyczne (z reguły o długości 50 m) wykorzystywane do dalszego przetwarzania i analiz. Na podstawie odcinków diagnostycznych wyznaczane są m.in. odcinki miarodajne.

6. Plan działań w ramach kampanii pomiarowej

6.1. 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 w tabeli 6.1. Należy jednak zaznaczyć, że harmonogram ten ma charakter orientacyjny (poglądowy) i może zostać zmieniony przez koordynatora Systemu.

6.2. Obowiązki uczestników procesu gromadzenia danych

Koordynatorem realizacji działań w ramach DSN jest Departament Technologii Budowy Dróg (DTB) przy współpracy Departamentu Zarządzania Siecią Dróg (DZS). **Głównym zadaniem tych jednostek jest zapewnienie spójności, porównywalności otrzymywanych wyników oraz ich wysokiej jakości.**

Zakres odpowiedzialności DTB

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 na dany rok (określonej w piśmie uruchamiającym coroczną kampanię pomiarową).
4. Opracowanie wyników oceny dla całej sieci dróg krajowych i publikacja wyników w corocznym raporcie.
5. Koordynowanie Programu Zapewnienia Jakości.
6. Prowadzenie analiz ryzyk.
7. Uczestnictwo w procesie kalibracji i badaniach porównawczych sprzętu pomiarowego.
8. Prowadzenie monitoringu realizacji zakresów pomiarowych.
9. Planowanie środków na utrzymanie sprzętu do wykonywania pomiarów.
10. Planowanie środków na potrzeby WT-LD pod względem narzędzi niezbędnych do realizacji i przetwarzania wyników pomiarów.
11. Koordynowanie i nadzór nad serwisem sprzętu pomiarowego realizowanego przez WT-LD.
12. Planowanie środków na zakup sprzętu pomiarowego.
13. Nadzorowanie procesu kalibracji i pomiarów porównawczych.

Zakres odpowiedzialności DZS

1. Opracowanie wniosków dotyczących kształtowania polityki utrzymaniowej (we współpracy z DTB).
2. Opiniowanie informacji do Oddziałów o konieczności zlecenia pomiarów uzupełniających wynikających z analizy ryzyk potencjału sprzętowego (po informacji z DTB).
3. Planowanie, przy współpracy z DTB, środków na pomiary uzupełniające, zlecane przez Oddziały.

Tabela. 6.1. Przykładowy harmonogram kampanii pomiarowej

Zadanie	Wykonawca/Koordynator Odpowiedzialny	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Serwis przedsezonowy urządzeń pomiarowych — SRT-3, RSP, FWD, TWO, RMT, LCMS	Centrala / WT												
Aktualizacja bazy danych Systemu Referencyjnego	Oddziały / Centrala												
Opracowanie harmonogramu kampanii i wstępnych zakresów pomiarowych	Centrala												
Uruchomienie zleceń pomiarów oraz przekazanie plików z danymi podstawowymi przez Oddziały do WT. Opracowanie przez Oddziały szczegółowych zakresów.	Oddziały do wyznaczonych WT /do wiadomości Centrali												
Aktualizacja oznakowania punktów referencyjnych na jezdniach dróg krajowych	Centrala/Oddziały												
Badania porównawcze (certyfikacja urządzeń) — RSP, RMT, FWD	WT / przy współpracy Centrali												
Przedsezonowe badania porównawcze (certyfikacja urządzeń) — SRT-3, TWO, LCMS	WT / przy współpracy Centrali												
Szkolenia ekip, przekazanie instrukcji pomiarowych	Centrala												
Rozpoczęcie pomiarów rutynowych	WT / WZ / Centrala												
Nadzór merytoryczny nad pomiarami.	Centrala / WT												
Monitoring realizacji zakresów i sprawności sprzętu	Centrala / Oddziały												
Korekty zakresów pomiarowych do WT w przypadku awarii lub uszkodzenia sprzętu	WT / Centrala												
Zakończenie pomiarów rutynowych	WT / Centrala												
Badania kontrolne — RSP, SRT-3, TWO	WT / Centrala												
Przetwarzanie danych pomiarowych i sukcesywne przekazywanie wyników z WT i Wykonawcy Zewnętrzne (WZ)	WT / Centrala / Oddział												
Aktualizacja danych pomocniczych DSN	Oddziały / Centrala												
Opracowanie raportu o stanie dróg za poprzedni rok	Centrala / Oddziały												

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, Centralą GDDKiA 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 przez 5 lat oraz elementarnymi przez co najmniej 4 lata, 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 osłonowy).
4. Wnioskowanie o dodatkowe zakresy badań (do akceptacji Centrali GDDKiA).
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 terenie macierzystego Oddziału.
8. Zapewnienie odpowiedniego personelu do zbierania i analizowania danych w Systemie.
9. Archiwizacja danych w komputerowym systemie informatycznym DSN co najmniej do 10 lat.
10. Prowadzenie postępowań przetargowych w przypadku zleceń pomiarów do Wykonawców zewnętrznych.
11. Opracowanie wyników oceny dla całej sieci Oddziału.
12. Odnowienie oznakowania punktów referencyjnych.

6.3. 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:

1. Organizacyjne — na podstawie strategii sformułowanej przez Centralę Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad.
2. Techniczne — na podstawie analizy pomiarów realizowanych dla potrzeb Systemu w latach poprzednich, analizy innych pomiarów i badań takich jak pomiar ugięć, lokalizacji zabiegów remontowych, aktualnych informacji służb utrzymania dróg itp.

3. Formalne — np. uwzględnienie terminów upływu okresu gwarancyjnego (badania do celów gwarancyjnych powinny być wykonane ze szczególną starannością i zlecane przez odpowiednie komórki, niezależnie poza zakresem pomiarów planowanych w danej kampanii DSN; ich wyniki można wykorzystywać w ramach systemu DSN).
4. 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.

Ogólne założenia opracowywania minimalnych zakresów pomiarowych:

1. Pomiary będą realizowane na poszczególnych pasach ruchu zasadniczego (z reguły jazdy na wprost).
2. Dane pomiarowe dla dowolnego odcinka drogi na poszczególnym pasie ruchu nie powinny być starsze niż 2 lata (dotyczy pomiarów równości podłużnej, poprzecznej, makrotekstury).
3. W przypadku pomiarów ugięć nawierzchni oraz automatycznej oceny stanu spękań i stanu powierzchni pomiary będą realizowane w zależności od przyjętych strategii opisanych w harmonogramie działań na dany rok kalendarzowy (przykładowy harmonogram zaprezentowano w tabeli 6.1):
 - a) zakłada się, że pomiary ugięć nawierzchni będą realizowane na odcinkach, których wyniki równości podłużnej, kolein lub stanu spękań sklasyfikowano w klasie C (lub D w przypadku braku pomiaru) stanu technicznego,
 - b) automatyczne pomiary stanu spękań i stanu powierzchni będą realizowane:
 - na wszystkich pasach dróg jednojezdniowych (zlecenie w danym przekroju powinno nastąpić w jednym roku),
 - na zewnętrznych pasach dróg wielojezdniowych (najbardziej obciążonych); w przypadku pozostałych pasów pomiary należy wykonywać w miarę potrzeb wynikających z informacji od służb utrzymania drogi.Dane pomiarowe dla dowolnego odcinka drogi nie mogą być starsze niż 3 lata.
4. Pomiary właściwości przeciwpoślizgowych będą realizowane na prawych pasach ruchu powolnego w przypadku dróg o przekroju dwujezdniowym i „2+1”. W przypadku dróg jezdnojezdniowych pomiary należy wykonywać w obu kierunkach ruchu. Dane pomiarowe dla dowolnego odcinka drogi nie powinny być starsze niż 3 lata. Po dokonaniu kompleksowego wdrożenia urządzeń diagnostycznych umożliwiających pomiary w dowolnym śladzie koła na pasie ruchu, pomiary właściwości przeciwpoślizgowych będą realizowane w lewym lub prawym śladzie koła na pasie ruchu w zależności od przekroju porzecznego drogi (droga jednojezdniowa lub dwujezdniowa).
5. Pomiary oznakowania poziomego grubowarstwowego należy wykonywać w zależności od bieżących potrzeb poszczególnych Oddziałów. Pomiary wykonywane są poza harmonogramem kampanii pomiarowej. Do pomiarów należy wybrać odcinki na których zbliża się koniec terminu gwarancji. Maksymalny roczny zakres jest uzależniony od możliwości pomiarowych WT-LD posiadających zestawy RMT.

W wyniku tej analizy Oddziały Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad opracowują zakres inwentaryzacji stanu nawierzchni na dany rok, który zawiera wykaz odcinków dróg przewidzianych do pomiaru poszczególnych parametrów techniczno-eksploatacyjnych. Wykaz jest przesyłany do wiadomości Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad — Departamentu Technologii Budowy Dróg, który porównuje zgodność wykazu ze strategią realizacji pomiarów, co warunkuje przystąpienie do realizacji pomiarów.

Oddział GDDKiA w zależności od bieżących potrzeb, np. wynikających ze zgłoszeń służb liniowych, może zaproponować w ramach bieżącej kampanii zwiększenie zakresów pomiarowych w stosunku do podstawowych zakresów określonych w strategii realizacji kampanii, przedstawionych przez Koordynatora DSN.

Pomiary do celów gwarancyjnych stanowią odrębne zlecenia zgodne z wymogami warunków kontraktowych. Zlecane są niezależnie od zakresów przewidzianych w ramach kampanii pomiarowej DSN. Pomiary do celów gwarancyjnych, ze względu na ich specyfikę i wagę, powinny być realizowane ze szczególną precyzją. W przypadku pomiarów sieciowych, ze względu na dużą ilość pozyskiwanych wyników dopuszczalne są pojedyncze braki pomiarów na odcinku diagnostycznym oraz w przypadku potrzeby (wyprzedzenie pojazdów powolnych) chwilowa zmiana toru jazdy. W ramach pomiarów realizowanych do celów gwarancyjnych tego typu sytuacje są niewskazane. Zasadnym jest, aby zlecenia pomiarów gwarancyjnych dokonywane były przez komórkę dedykowaną do przedmiotowych działań w Oddziale, np. stanowisko ds. gwarancji.

Zakłada się, iż pomiary gwarancyjne będą zlecane niezależnie od zleceń przekazywanych w ramach kampanii DSN i można będzie je wykorzystać do celów rutynowych analiz wykonywanych w systemie DSN. Natomiast wyników pomiarów DSN nie należy wykorzystywać do kontroli parametrów nawierzchni w celu weryfikacji kryteriów gwarancji.

7. 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:

1. pomiary porównawcze przedsezonowe,
2. kontrola własna,
3. pomiary kontrolne przez inne jednostki,
4. kontrola terminowości,
5. monitoring realizacji zakresów pomiarowych.

Podmiotami realizującymi pomiary mogą być zarówno Wydziały Technologii, 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 (np. Koordynatora Systemu) lub w przypadku Wykonawców zewnętrznych dokument potwierdzający sprawność pomiarową. Warunkiem otrzymania świadectwa jest uzyskanie prawidłowych wyników identyfikacji stanu na wyznaczonych odcinkach podczas 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 kontroli sprzętu we własnym zakresie. Taka **kontrola własna Wykonawcy**, której zakres i tryb są szczegółowo określone przez

program zapewnienia jakości, nie zabezpiecza wprowadzie 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.

Kontrola własna realizowana jest 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.

Kontrola terminowości Wykonawcy umożliwia jednostce nadzorującej monitorowanie przebiegu procesu kampanii pomiarowej i pozwala na ocenę 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 przestojów 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, nieuniknione czynniki natury obiektywnej, np. awarie sprzętu, niekorzystne czynniki atmosferyczne. W ramach terminu końcowego (**termin 100%**) jest dokonywana kontrola wyników całości zrealizowanych prac pomiarowych.

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

8. Prace analityczne (zasady przetwarzania danych)

8.1. Wprowadzenie do prac analitycznych

Identyfikacja stanu jest realizowana w sposób na tyle uniwersalny, aby jej wyniki mogły być wykorzystane do różnych zastosowań, także poza systemami eksploatacji nawierzchni, np. do 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.

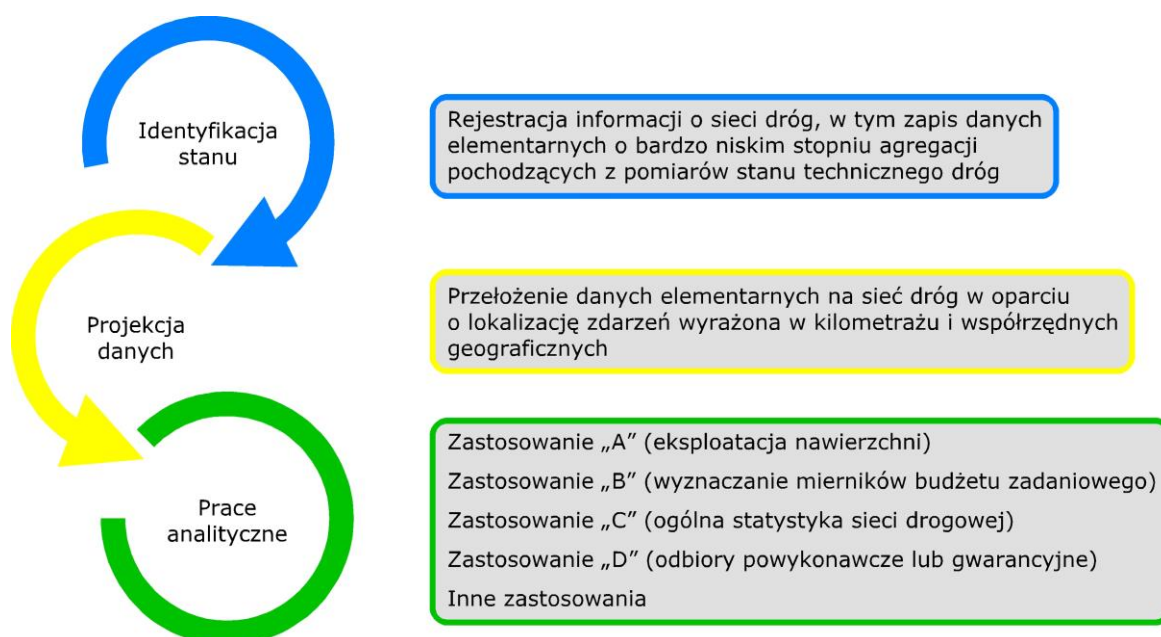
Dla celów lokalizacji danych elementarnych wykorzystywany jest kilometraż (oparty na istniejącym Systemie Referencyjnym [SR]) wraz z uzupełniającymi go współrzędnymi geograficznymi.

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 m.



Rys. 8.1. Operacje analityczne dla różnych zastosowań, bazujące na danych elementarnych

Bezpośrednim wynikiem tej agregacji są wielkości parametrów stanu, wyrażone w jednostkach fizycznych, 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), ich wizualizację i analizę statystyczną.

Typowanie odcinków jednorodnych służy ogólnie do wstępnego określenia proponowanych zabiegów remontowych na podstawie wyników uzyskiwanych z systemów diagnostyki z wykorzystaniem założeń przyjętych w systemach typu *Pavement Management System (PMS)* z możliwością współpracy z nimi.

Dla potrzeb typowania zabiegów remontowych w systemie DSN, ustala się długość odcinka miarodajnego $L = 1000$ m. W przypadkach szczególnych, np. jak początek i koniec drogi, nieciągłość drogi, typ i rodzaj zabiegu remontowego, natężenie ruchu ocenę odcinkową wyznacza się dla odcinków o długości 500–1499 m.

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

W systemie DSN prace analityczne będą realizowane na kilku poziomach decyzyjnych, w zależności od potrzeb wykorzystania danych. Każdy z ocenianych parametrów jest kwalifikowany według 4-stopniowej 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 (na odcinkach dróg o nawierzchni wymagającej niezwłocznych zabiegów naprawczych, w przypadku braku środków finansowych, dopuszcza się czasowe wprowadzenie zmiany w organizacji ruchu).

Wartości stanu dla poszczególnych klas parametrów stanu technicznego zamieszczono w tabeli 8.1.

Relacje poziomów decyzyjnych i klas stanu technicznego zamieszczono w p. 8.3.2.

Tabela 8.1. 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 odnowione, dopuszczalne występowanie uszkodzeń, nawierzchnie nie wymagające zabiegów na całej szerokości pasa ruchu (liniowych)
Klasa C — stan niezadowalający (planowe wykonywanie zabiegów)	(25; 50]	nawierzchnie z uszkodzeniami wymagające zaplanowania zabiegów liniowych
Klasa D — stan zły (natychmiastowe interwencje)	[0; 25]	nawierzchnie z uszkodzeniami, wymagające niezwłocznych zabiegów liniowych (w przypadku braku środków finansowych — odpowiedniego oznakowania odcinków)

Parametry techniczno-eksploatacyjne są analizowane według 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 do dalszych prac analitycznych.

Na ich podstawie w Systemie określone są zabiegi konieczne i zalecane oraz ich szacunkowe koszty.

Powyżej wymienione procesy analityczne są jednoznacznie zdefiniowane w Systemie DSN i powinny być zrealizowane z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania.

Pliki z danymi wynikowymi zawierające wielkości i wartości 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 klasy techniczno-eksploatacyjnej drogi oraz wymagań zarządcy.

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 z reguły są mapy stanu, natomiast na poziomie operacyjnym profile stanu.

Poziom strategiczny zarządzania jest stosowany na etapie eksploatacji dróg i posługuje się wynikami analiz statystycznych. Analizy te odnoszą się do wyników diagnostyki w obrębie całej diagnozowanej sieci drogowej oraz umożliwiają porównanie wyników w obrębie podsieci, np. Oddziałów GDDKiA lub Rejonów GDDKiA.

Ocenę na poziomie strategicznym (ogólnym), w zależności od potrzeb, wyznacza się w odniesieniu do odcinka miarodajnego lub jednorodnego. Wyniki podaje się w kilometrach lub procentach (tabele 8.19, 8.20, 8.21). Zasady obliczeń przedstawiono w Załączniku B.

Ocenę na poziomie operacyjnym (szczegółowym) w zależności od potrzeb można wyznaczyć dla wybranego odcinka drogi, oddzielnie sumując długości odcinków diagnostycznych dróg (z reguły długości 50-metrowej) zaliczonych do tej samej klasy stanu danego parametru techniczno-eksploatacyjnego nawierzchni. Dopuszcza się możliwość stosowania odcinków jednorodnych. Wyniki podaje się w kilometrach lub procentach (tabele 8.22 i 8.23).

Analizy statystyczne umożliwiają ocenę dynamiki stanu, czyli porównanie wyników uzyskanych w aktualnych lub poprzednich kampaniach diagnostycznych.

Na poziomie strategicznym i operacyjnym, można wykorzystywać 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.

8.2. Obliczanie wielkości stanu na podstawie danych elementarnych

8.2.1. 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.

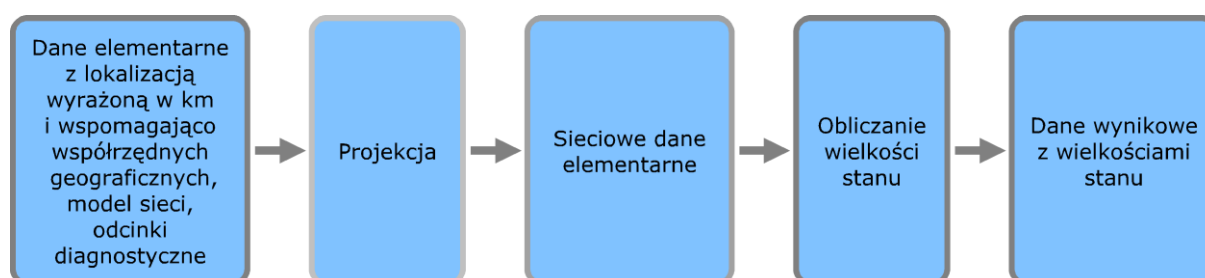
W ramach prac analitycznych jest także realizowana projekcja danych elementarnych na sieć drogową, w wyniku czego powstają sieciowe dane elementarne. Projekcja danych elementarnych na sieć często będzie określana skrótowo jako „projekcja”.

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 (rys. 8.2).



Rys. 8.2. Schemat przebiegu procesu projekcji danych elementarnych na sieć i obliczania wielkości stanu

8.2.2. Projekcja danych elementarnych na model sieci

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 klasą techniczną).

Po tym etapie 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.

Dane wejściowe procedury

Dane wejściowe procedury projekcji obejmują:

1. Pliki z danymi elementarnymi, zawierającymi wyniki pomiarów, przypisane do punktów, identyfikowanych poprzez lokalizację wyrażoną w kilometrach oraz współrzędnych geograficznych (zasadniczo co 10 m).
2. Plik z danymi podstawowymi określa m.in. geometrię modelu sieci.
3. Plik wynikowy określający podział na odcinki diagnostyczne.

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 trafiają 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:

1. **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.
2. **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.
3. **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.
4. **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.
5. **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.
6. **„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.

7. **Przypisanie do odcinków diagnostycznych.** W wyjściowych plikach z danymi elementarnymi są zapisywane tylko dane zebrane w obrębie odcinków diagnostycznych.
8. **Projekcję warunkową 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.
9. **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.
10. **Oddzielenie danych z różnych przejazdów pomiarowych.** W ramach jednego odcinka diagnostycznego w sieciowych danych elementarnych występują dane pochodzące wyłącznie z jednego przejazdu pomiarowego.
11. **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.
12. **Określony format.** Dane elementarne są zgodne z formatem, opisanym w części dotyczącej formatów danych.

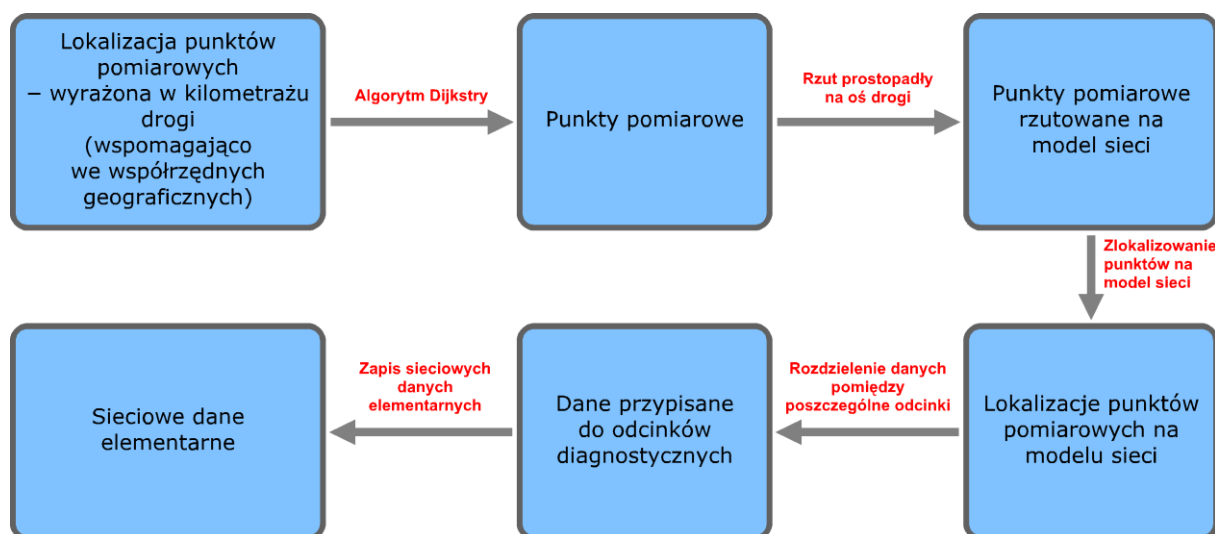
Przebieg procedury rzutowania

Procedura rzutowania „przekłada” współrzędne geograficzne na lokalizację w kilometrażu (km) wszystkich pomiarów w systemie i umożliwia ich kalibrację do grafu sieci dróg. Dotyczy to różnych przypadków odcinka mierzonego w systemie DSN, np.:

1. w sytuacji wykonania dla niego pomiaru współrzędnych GPS bez znanej lub określonej dokładnie lokalizacji wyrażonej w kilometrażu,
2. w sytuacji wykonania dla niego pomiaru współrzędnych GPS dla poszczególnych pasów ruchu, o znanej lokalizacji w kilometrażu.

Wyniki pomiarów DSN w toku rzutowania zostaną dopasowane do istniejącego przebiegu drogi w systemie referencyjnym, a po wykonaniu tej procedury lokalizacja zostanie wyrażona w kilometrach i przypisana dla konkretnej lokalizacji odcinka drogi, określonej strony, nr jezdni, nr pasa ruchu i kierunku narastania kilometrażu.

Przebieg realizacji obliczeń w ramach procedury rzutowania.



Rys. 8.3. Schemat przebiegu procedury projekcji danych

Zmodyfikowany algorytm Dijkstry

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

Wynik działania algorytmu zostanie użyty np. do prezentacji na mapach (systemy GIS) oraz dla lokalizacji wyników pomiarów, których lokalizacja została oparta tylko na współrzędnych GPS, bez lokalizacji wyrażonej w kilometrażu. Poza tym jest elementem wspomagającym weryfikację lokalizacji danych.

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

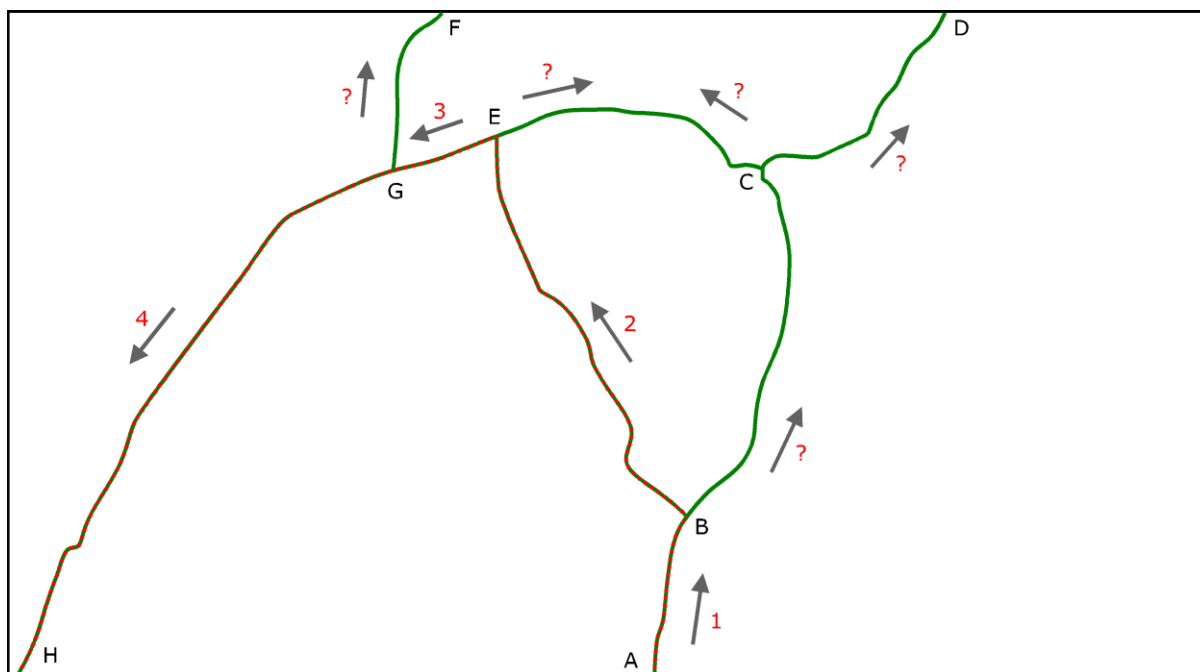
Oryginalny algorytm Dijkstry służy głównie do efektywnego wyszukania najkrótszej ścieżki w grafie przy zadanych, nieujemnych wagach krawędzi. Algorytm rozbudowuje drzewo możliwych ścieżek, z każdym krokiem wydłużając aktualnie najkrótszą ścieżkę, aż do odnalezienia poszukiwanej ścieżki.

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 rys. 8.4 pokazano przykładowy model sieci (zielone linie) i trajektorię przejazdu pomiarowego (czerwone punkty). Określenie odcinków referencyjnych, po których odbył się pomiar rozpoczyna się od ustalenia odcinka początkowego. W przypadku zapisu lokalizacji pomiaru wyrażonego w kilometrach 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.

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



Rys. 8.4. Poglądowa ilustracja etapu wyznaczenia przejechanej ścieżki na modelu sieci — punkty pomiarowe są oznaczone kolorem czerwonym

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. Na rys. 8.4 zilustrowano przykład, gdzie wynikiem będzie lista: A-B; B-E; E-G; G-H. Każdy odcinek sieciowy ma ponadto określony kierunek przejazdu.

Współczynnik dopasowania kształtu

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 kilometrze 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 kilometrach i GPS punktu pomiarowego; pozycja na modelu sieci) obliczana jest odległość między nimi.

Współczynnik dopasowania kształtu WDK obliczany jest według empirycznego wzoru:

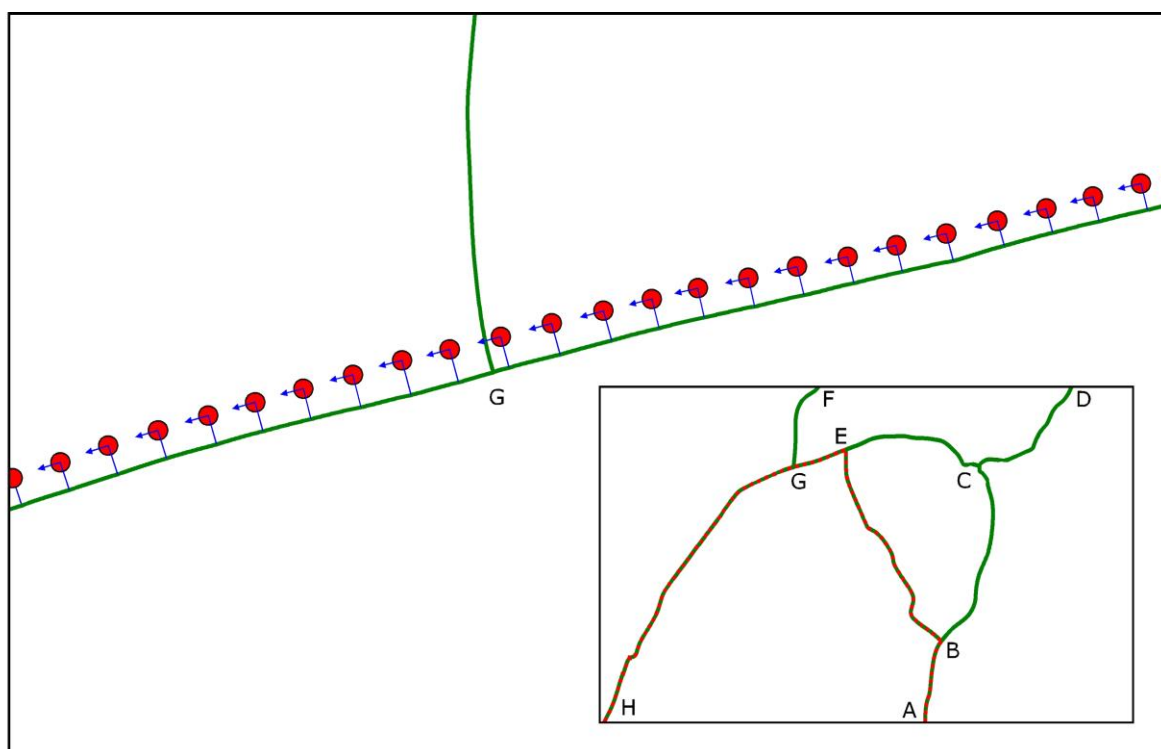
$$WDK = A + \frac{M}{10} + L + P + D, \quad (8.1)$$

w którym:

- 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 wybór właściwej trasy na modelu sieci.

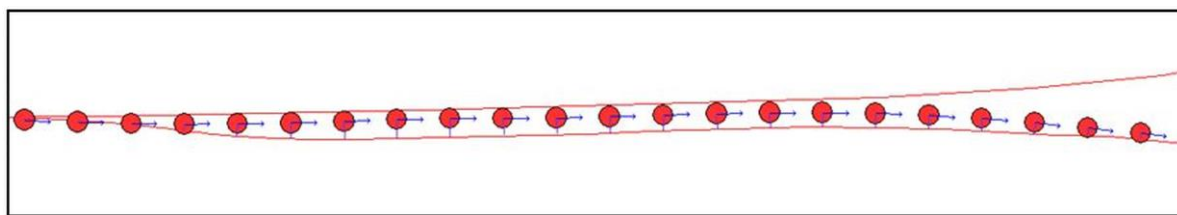
Rzut prostopadły

Dla wyznaczonej ścieżki punkty pomiarowe rzutowane są prostopadłe na łamane reprezentujące geometrię tej ścieżki w modelu sieci (patrz rys. 8.5).



Rys. 8.5. Ilustracja rzutu prostopadłego punktów pomiarowych na łamane modelu sieci (czerwone punkty oznaczają lokalizacje punktów pomiarowych)

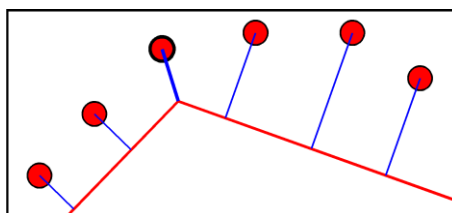
Punkty pomiarowe rzutowane są wyłącznie na odcinki sieciowe, wyznaczone w poprzednim kroku. Pozwala to uniknąć błędnego rzutowania na obce odcinki, które miejscami mogą zbliżać się do punktów pomiarowych przejazdu (rys. 8.6).



Rys. 8.6. Punkty pomiarowe rzutowane są wyłącznie na odcinki należące do listy odwiedzonych odcinków sieciowych

Rzutowanie punktów pomiarowych w miejscach załamań wielu linii (wielolinie, *ang.* poly-line) modelu sieci może nie być rzutem prostokątnym, lecz przypisaniem do najbliższego miejsca na modelu sieci (rys. 8.7).

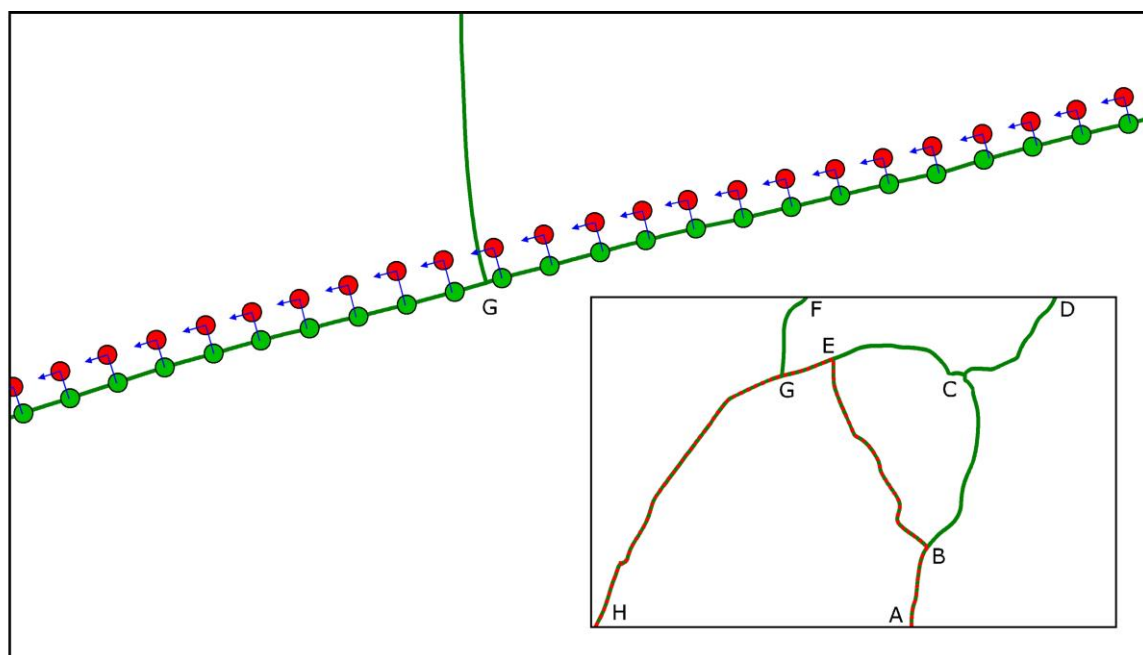
Jeśli przypisanie punktu pomiarowego wypada dokładnie w punkcie referencyjnym, może być on przypisany do któregośkolwiek z dwóch odcinków dochodzących do tego punktu. Nie ma to wpływu na wynik projekcji.



Rys. 8.7. Przykład rzutowania niektórych punktów pomiarowych, który nie jest typowym rzutem prostokątnym

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 rys. 8.8).



Rys. 8.8. Ilustracja przypisania punktów pomiarowych (lokalizacja wyrażona w kilometrach i współrzędnych GPS) do modelu sieci (czerwone punkty oznaczają lokalizacje punktów pomiarowych, zielone — ich lokalizacje po przypisaniu do modelu sieci)

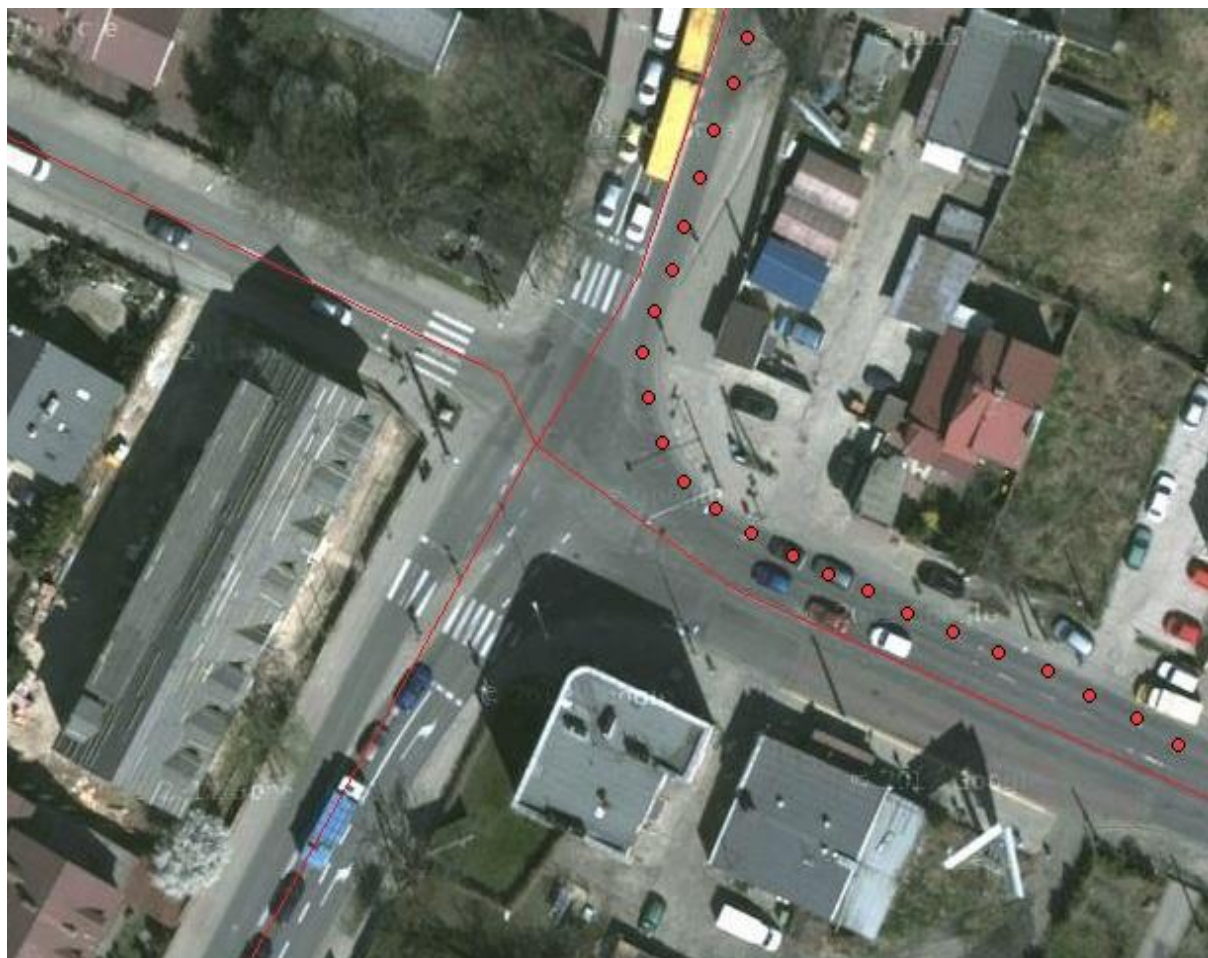
Rozdzielenie pomiędzy odcinki diagnostyczne

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.

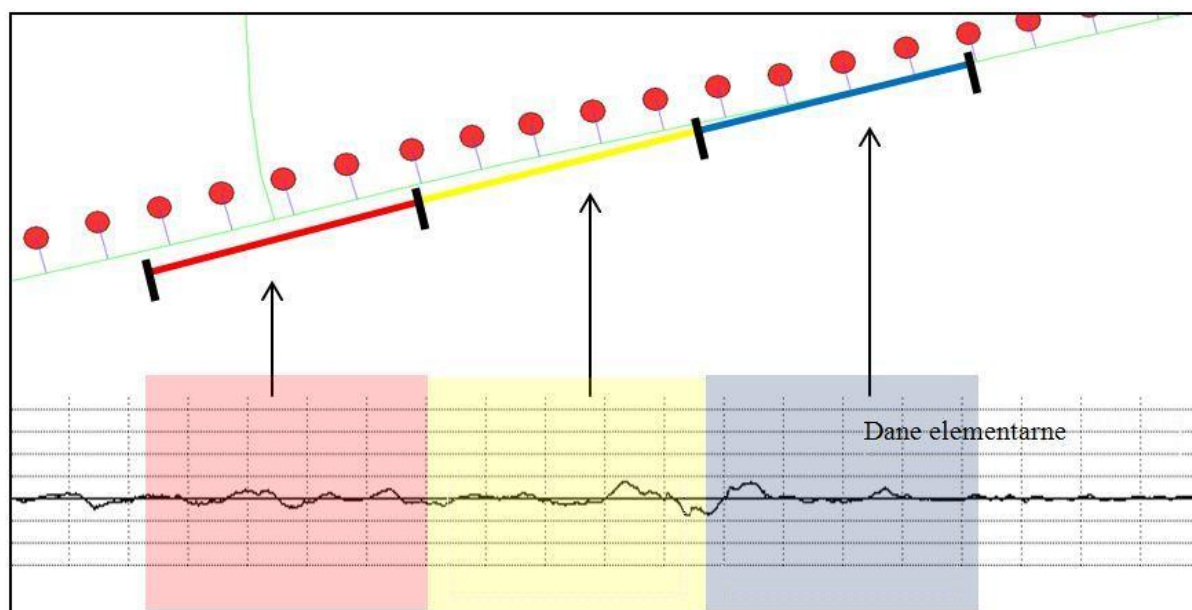
Na tym etapie następuje adaptacja ilości zebranych danych (ilości zbadanych metrów nawierzchni) do długości odcinków zapisanych w modelu sieci. W przypadku niedoskonałości geometrii sieci lub zapisanych długości następuje rozciąganie lub ściskanie danych (w ramach tolerancji) tak, aby na danym odcinku 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 (rys. 8.9), gdzie przejazd pomiarowy i kształt modelu sieci nie przystają do siebie. Na przykład szeroka droga zamodelowana linią łamaną umieszczoną w osi drogi, pomiędzy jezdniami.

Algorytmy rzutowania uwzględniają odcinki diagnostyczne z wartościami danych, w zakresie dozwolonym przez format danych elementarnych (rys. 8.10).



Rys. 8.9. Przejazd pomiarowy (czerwone punkty)



Rys. 8.10. Schematyczna ilustracja rozdzielania danych elementarnych pomiędzy odcinki diagnostyczne

Prezentacja danych elementarnych

Dane są porządkowane zgodnie z numerami dróg, odcinkami referencyjnymi, numerami jezdni, numerami 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.

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

8.3.1. 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 fizycznymi (mierzalnymi) podawanymi w różnych jednostkach i wykazującymi się różnymi skalami zmienności, nie są ze sobą porównywalne. Na przykład nie można bezpośrednio obliczyć średniej z wielkości trzech parametrów:

1. SSP = 34% (procent pokrycia powierzchni spękaniami),
2. IRI = 0,6 mm/m (międzynarodowy wskaźnik równości),
3. D_0 = 400 μm (ugięcie maksymalne).

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 p. 8.3.3.2.

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:

1. **Wskaźnik globalny** (WGL) — służy do stworzenia rankingu odcinków dróg wytypowanych do zabiegów utrzymaniowych, uzależniony od przyjętego priorytetu utrzymania sieci dróg.
2. **Wskaźnik stanu konstrukcji** (WSK) — opisuje stan techniczny z punktu widzenia wytrzymałości konstrukcji i zdolności do przenoszenia obciążeń nawierzchni.
3. **Wskaźnik stanu powierzchni** (WSP) — wartość opisująca stan techniczny cech powierzchniowych nawierzchni określona na podstawie wyników oceny uzyskanych ze zdjęć powierzchni przy pomocy kamer 3D oraz równości nawierzchni.
4. **Wskaźnik stanu użytkowego** (WSU) — opisuje stan techniczny z punktu widzenia użytkownika drogi, a zatem ocenie podlega komfort i bezpieczeństwo jazdy.
5. **Wskaźnik stanu oznakowania** (WSO) — opisuje stan oznakowania poziomego.

Obliczanie wskaźników zespolonych opisano w p. 8.4.

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

8.3.2. Kryteria oceny stanu technicznego nawierzchni

Kryteria oceny wyznaczają trzy poziomy decyzyjne stanu technicznego nawierzchni. Wyróżniane są cztery klasy stanu technicznego.

Poziom pożądany (dobry) — jest to poziom określający stan nawierzchni nowych, odnowionych oraz eksploatowanych, które nie wymagają planowania zabiegów remontowych; poziom pożądany obejmuje dwie klasy stanu nawierzchni:

- klasę A, która oznacza nawierzchnie w stanie dobrym,
- 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 klas stanu technicznego i poziomów decyzyjnych pokazano w tabeli 8.2.

Tabela 8.2. Kryteria oceny stanu technicznego nawierzchni

Klasa techniczna	Poziom stanu
Klasa A — stan dobry	Poziom pożądany (P)
Klasa B — stan zadowalający	
Klasa C — stan niezadowalający (planowe wykonywanie zabiegów)	Poziom ostrzegawczy (O)
Klasa D — stan zły (niezbędne natychmiastowe interwencje)	Poziom krytyczny (K)

W zależności od przyjętych założeń zarządzania, zagregowaną ocenę stanu można dodatkowo analizować na:

1. Poziomie strategicznym — ocenę stanu określa się dla odcinków miarodajnych z reguły o długości 1 km.
2. Poziomie operacyjnym — ocenę stanu określa się w odniesieniu do odcinków diagnostycznych z reguły o długości 50 m.

Wyniki podaje się w hektometrach, kilometrach lub procentach.

Przykłady zestawień zbiorczych na wskazanych poziomach zamieszczono w p. 8.8.7.

8.3.3. Normowanie

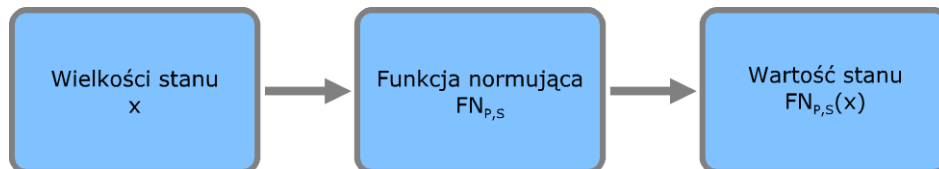
Normowanie jest procesem przekształcającym fizyczną wielkość stanu w bezwymiarową wartość stanu.

Wykorzystywane jest przede wszystkim do obliczeń wskaźników zespolonych, analiz i wizualizacji danych dla poszczególnych parametrów odniesionych do klas stanu technicznego.

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.

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



Rys. 8.11. Funkcja normująca — schemat działania

W ramach parametrów sterujących wyróżnia się następujące wielkości:

1. **Wielkość pożądaną** W_p — odpowiadającą ocenie nawierzchni nowo wybudowanej; jej osiągnięcie jest równoznaczne z przypisaniem odcinka do klasy B (stan zadowalający), w przeciwnym wypadku odcinek posiada klasę A (stan dobry).
2. **Wielkość ostrzegawczą** W_{ost} — wskazującą na konieczność zabiegu utrzymaniowego w najbliższej przyszłości. Jej osiągnięcie jest równoznaczne z przypisaniem odcinka do klasy C (stan niezadowalający).
3. **Wielkość krytyczną** W_{kryt} — wskazującą na natychmiastowe potrzeby remontowe; jej osiągnięcie jest równoznaczne z przypisaniem odcinka do klasy stanu D (stan zły).
4. **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 trzech progów przypisane są trzy ustalone poziomy wartości stanu (tabela 8.3). Wartości progowe dzielą przedział dopuszczalnych wartości stanu na klasy stanu (tabela 8.4). Parametry sterujące dla poszczególnych wartości stanu zamieszczono w tabeli 8.6.

Tabela 8.3. Przyporządkowanie wartości stanu do progowych wielkości stanu

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

Tabela 8.4. Przyporządkowanie wartości stanu do klasy stanu

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

8.3.3.1. 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 powyżej 75. Ponadto z tabeli 8.4, wynika że:

$$\begin{aligned} FN_{p,S}(W_p) &= 75, \\ FN_{p,S}(W_{ost}) &= 50, \\ FN_{p,S}(W_{kryt}) &= 25. \end{aligned} \quad (8.2)$$

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 100 i 0, co odzwierciedla jednakowe traktowanie odcinków w stanie lepszym niż pożądany (klasa A) i analogicznie — jednakowe traktowanie odcinków w stanie gorszym niż krytyczny (klasa D).

Rankingi potrzeb remontowych opierają się przede wszystkim na wielkościach parametrów stanu.

Algorytmy rankingów potrzeb remontowych, Planu Działań na Sieci Dróg (PDnSD) za twierdzone są w centrali GDDKiA.

Możliwe do wykorzystania przykłady rankingów: do Planu „Nakładek” oraz PDnSD zamieszczono w Załączniku O.

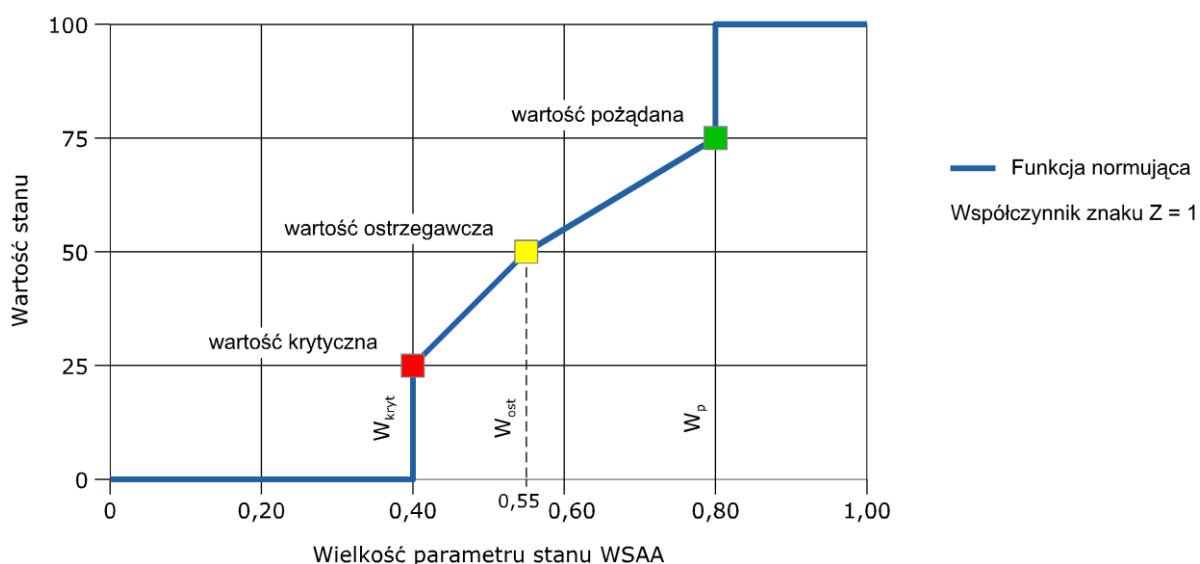
Ogólny wzór na funkcję normującą przy $x \geq 0$ jest następujący:

$$FN_{p,S}(x) = \begin{cases} 0, & Z \cdot x < Z \cdot W_{kryt} \\ 25 + 25 \frac{x - W_{kryt}}{W_{ost} - W_{kryt}}, & Z \cdot W_{kryt} \leq Z \cdot x < Z \cdot W_{ost} \\ 50 + 25 \frac{x - W_{ost}}{W_p - W_{ost}}, & Z \cdot W_{ost} \leq Z \cdot x \leq Z \cdot W_p \\ 100, & Z \cdot x > Z \cdot W_p \end{cases} \quad (8.3)$$

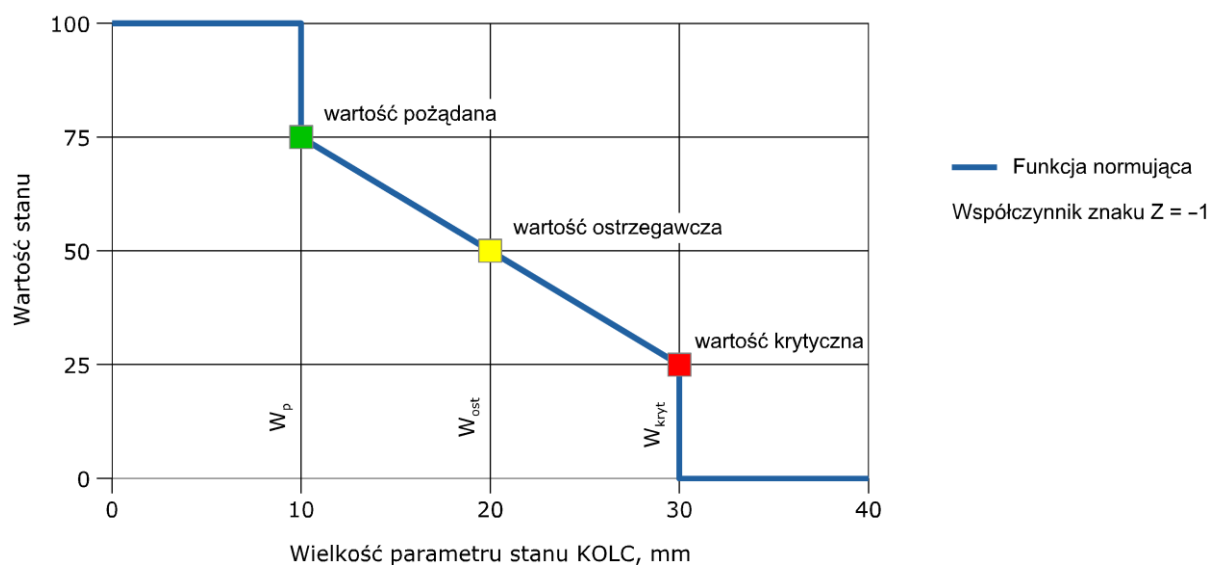
Na rys. 8.12 i 8.13 przedstawiono wybrane przebiegi funkcji normującej, dotyczące parametru WSAA oraz KOLC, o wielkościach stanu odpowiednio w zakresie 0,00–1,00 oraz 0–40 mm i parametrach sterujących opisanych w tabeli 8.5.

Tabela 8.5. Przykładowe parametry sterujące dla funkcji normującej, dla wybranych parametrów

	Parametr stanu	
	WSAA	KOLC
Progowa wielkość stanu	Progowa wielkość parametru stanu	
W_{kryt}	0,40	30 mm
W_{ost}	0,55	20 mm
W_p	0,80	10 mm
Współczynnik znaku	Wartość współczynnika znaku	
Z	1	-1



Rys. 8.12. Ilustracja przebiegu funkcji normującej dla wariantu 1 (hipotetycznego parametru o współczynniku znaku $Z = 1$)



Rys. 8.13. Ilustracja przebiegu funkcji normującej dla wariantu 2 (hipotetycznego parametru o współczynniku znaku $Z = -1$)

8.3.3.2. Parametry sterujące funkcji normującej

Parametry sterujące dla poszczególnych wielkości stanu podano w tabeli 8.6.

Parametry uwzględniane w procesie wyliczania wskaźników zespolonych dla nawierzchni asfaltowych:

1. Międzynarodowy wskaźnik równości — IRIC.
2. Głębokość kolein — KOLC.
3. Współczynnik tarcia — WTP, WTC.
4. Powierzchnia procentowa spękań — SSP.
5. Łaty — LA.
6. Makrotekstura — MTDC.
7. Ugięcie maksymalne — UP, UC.
8. Wskaźnik krzywizny powierzchni — SCIP, SCIC.
9. Wskaźnik stanu spękań — WSAA.
10. Wskaźnik stanu powierzchni — WPAA.

Parametry uwzględniane w procesie wyliczania wskaźników zespolonych dla nawierzchni betonowych:

1. Międzynarodowy wskaźnik równości — IRIC.
2. Głębokość kolein — KOLC.
3. Współczynnik tarcia — WTP, WTC.
4. Makrotekstura — MTDC.
5. Pęknięcia pojedyncze podłużne i poprzeczne — PP:
 - a) średnia długość pęknięć sekcji 10 m — PSD,
 - b) procent uszkodzeń sekcji 10 m — PPU.
6. Wskaźnik stanu spękań — WSBA.
7. Wskaźnik stanu powierzchni — WPBA.
8. Wskaźnik uskoku płyt — WUSK.
9. Uszkodzenia krawędzi, w tym narożników płyt — PK:
 - a) średnia długość uszkodzeń sekcji 10 m — PKDU,
 - b) procent uszkodzeń sekcji 10 m — PKPU.

Pomocnicze wartości stanu nawierzchni betonowych

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

1. występowanie danej cechy wyrażone jako odsetek uszkodzonych sekcji 10 m,
2. średni stopień występowania danej cechy w obrębie uszkodzonych sekcji 10 m.

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, przy $x, y \geq 0$ wyliczaną wg wzoru:

$$G(x, y) = \sqrt{x \cdot y} . \quad (8.4)$$

Wówczas dla nawierzchni betonowych:

$$\begin{aligned} WS_{PP} &= G(WS_{PSD}, WS_{PPU}) = \sqrt{WS_{PSD} \cdot WS_{PPU}} , \\ WS_{PK} &= G(WS_{PKDU}, WS_{PKPU}) = \sqrt{WS_{PKDU} \cdot WS_{PKPU}} . \end{aligned} \quad (8.5)$$

W przypadku braku uszkodzeń dla jednego z parametrów, przyjmuje się dla niego przy obliczeniach wartość pożądaną W_p .

Tabela 8.6. Parametry sterujące dla poszczególnych wartości stanu

PARAMETRY STANU	JEDNOSTKA	PROGOWA WIELKOŚĆ STANU			WSPÓŁ- CZYNNIK ZNAKU
		W _p	W _{ost}	W _{kryt}	Z
Równość podłużna — nawierzchnie asfaltowe i betonowe					
IRIC dla dróg klasy A, S, GP	mm/m	2,0	4,4	5,7	–1
IRIC dla dróg klasy G i pozostałych	mm/m	3,0	5,1	6,6	–1
Równość poprzeczna — nawierzchnie asfaltowe i betonowe					
KOLC	mm	10	20	30	–1
Właściwości przeciwpoślizgowe — nawierzchnie asfaltowe i betonowe					
WTP WTC dla dróg klasy A, S	—	0,48	0,35	0,28	1
WTP WTC dla dróg klasy GP i pozostałych	—	0,40	0,35	0,28	1
Makrotekstura — nawierzchnie asfaltowe i betonowe					
MTDC	mm	1	0,8	0,6	1
Cechy powierzchniowe — nawierzchnie asfaltowe					
WSAA	—	0,80	0,55	0,40	1
WPAA	—	0,80	0,55	0,40	1
SSP	%	1	5	10	–1
LA	%	1	5	10	–1
Cechy powierzchniowe — nawierzchnie betonowe					
WSBA	—	0,80	0,55	0,40	1
WPBA	—	0,80	0,55	0,40	1
PSD	m	0,1	2	4	–1
PPU	%	1	23	35	–1
PKDU	m	0,1	4	8	–1
PKPU	%	1	23	35	–1
WUSK	mm	5	10	15	–1
Ugięcie — nawierzchnie asfaltowe (miarodajna wartość ugięcia)					
UP lub UC dla KR1–KR2	µm	550	790	1100	–1
UP lub UC dla KR3	µm	390	550	710	–1
UP lub UC dla KR4	µm	300	390	470	–1
UP lub UC dla KR5	µm	250	310	360	–1
UP lub UC dla KR6–KR7	µm	205	265	340	–1
Wskaźnik SCI300 — nawierzchnie asfaltowe (miarodajna wartość wskaźnika SCI300)					
SCIP lub SCIC dla KR1–KR2	µm	115	165	240	–1
SCIP lub SCIC dla KR3	µm	70	110	190	–1
SCIP lub SCIC dla KR4	µm	50	80	140	–1
SCIP lub SCIC dla KR5	µm	40	60	100	–1
SCIP lub SCIC dla KR6–KR7	µm	30	50	80	–1
Stan oznakowania poziomego					
RLC — nawierzchnia asfaltowa	mcd · m ^{–2} · lx ^{–1}	249	199	149	1
RLC — nawierzchnia betonowa	mcd · m ^{–2} · lx ^{–1}	249	199	149	1
QdC — nawierzchnia asfaltowa	mcd · m ^{–2} · lx ^{–1}	129	109	99	1
QdC — nawierzchnia betonowa	mcd · m ^{–2} · lx ^{–1}	159	139	129	1

8.4. Wskaźniki zespolone

8.4.1. Podstawowe wskaźniki stanu

Wskaźniki zespolone posiadają identyczną skalę [0; 100] oraz taką samą interpretację co wartości stanu [stan zły; stan dobry]. Poniższe wzory do wyznaczania wskaźników zespolonych funkcjonują przy założeniu, że wszystkie ich składowe wartości stanu są nieujemne.

W przypadku braku danych na danym odcinku drogi w jednym z okresów pomiarowych, dopuszczalne jest wykorzystanie wyników stanu z poprzednich lat — co najwyżej z ostatnich 3 lat.

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

8.4.2. Wskaźnik globalny oceny stanu nawierzchni

Ocena globalna polega na wyznaczeniu wskaźnika globalnego, który zawiera sumę wpływów poszczególnych parametrów, poddanych normowaniu i obciążonych określonymi wagami. Służy do tworzenia rankingów odcinków w odniesieniu do różnych strategii.

Wskaźnik globalny jest wyznaczany w oparciu o następujące wartości stanu:

1. Równość podłużna (WS_{IRIC}) — nawierzchnie asfaltowe i betonowe.
2. Równość poprzeczna (WS_{KOLC}) — nawierzchnie asfaltowe i betonowe.
3. Stan spękań (WS_{WSAA}) — nawierzchnie asfaltowe.
4. Stan powierzchni (WS_{WPAA}) — nawierzchnie asfaltowe.
5. Stan spękań (WS_{WSBA}) — nawierzchnie betonowe.
6. Stan powierzchni (WS_{WPBA}) — nawierzchnie betonowe,
7. Współczynnik tarcia (WS_{WTP}) — nawierzchnie asfaltowe i betonowe.
8. Współczynnik tarcia (WS_{WTC}) — nawierzchnie asfaltowe i betonowe.
9. Uszkodzenia krawędzi płyt (WS_{PK}) — nawierzchnie betonowe.
10. Pęknięcia pojedyncze (WS_{PP}) — nawierzchnie asfaltowe i betonowe.
11. Uskok płyt (WS_{WUSK}) — nawierzchnie betonowe.
12. Ugięcia D_0 (WS_{UP}) — nawierzchnie asfaltowe.
13. Ugięcia SCI 300 (WS_{SCIP}) — nawierzchnie asfaltowe.

Tabela 8.7. Wartości wag do wskaźników dla określonej strategii (w ramach rozwoju DSN mogą ulec zmianie)

Strategia	WARTOŚCI WAG DO WSKAŹNIKÓW				
	wn	wr	wk	wsp	ws
	Wartość stanu				
	WS_{UP} WS_{SCIP}	WS_{IRIC} WS_{WUSK}	WS_{KOLC}	WS_{WSAA} WS_{WPAA} WS_{PP} WS_{WSBA} WS_{WPBA} WS_{PK}	WS_{WTP} WS_{WTC}
1	2	3	4	5	6
WSK	0,40	0,10	0,10	0,30	0,10
WSU	0,20	0,20	0,25	0,10	0,25
WSP (drogi klasy A, S, GP)	0,10	0,10	0,20	0,30	0,30
WSP (drogi klasy G)	0,05	0,05	0,20	0,35	0,35

Wskaźnik globalny definiowany jest z wykorzystaniem następującego wzoru:

$$W_{GL} = w_n \cdot \min(W_{SUP}, W_{SCIP}) + w_r \cdot \min(W_{IRIC}, W_{WUSK}) + w_k \cdot W_{KOLC} + \\ + w_{sp} \cdot \min(W_{WSAA}, W_{WSBA}, W_{WPAA}, W_{WPBA}, W_{PP}, W_{PK}) \\ + w_s \cdot \min(W_{WTP}, W_{WTC}), \quad (8.6)$$

w którym:

- poszczególne wartości stanu uwzględnia się w zależności od rodzaju nawierzchni;
- w_n , w_r , w_k , w_{sp} , w_s — wagi poszczególnych parametrów techniczno-eksploatacyjnych, przyjmujących wartości z przedziału $[0; 1]$ i spełniające warunek:

$$w_n + w_r + w_k + w_{sp} + w_s = 1. \quad (8.7)$$

Wagi poszczególnych parametrów są zmiennymi decyzyjnymi i zależą od przyjętej strategii utrzymania dróg.

Wskaźniki zespolone WSK, WSU i WSP są wskaźnikami globalnymi, przy wybranej strategii obliczanymi w odniesieniu do:

1. Priorytetu poprawy stanu strukturalnego nawierzchni, dla którego przyjęto 70% łącznego udziału: W_{SUP} , W_{SCIP} — wskaźnik stanu konstrukcji (WSK).
2. Priorytetu poprawy stanu bezpieczeństwa ruchu, dla którego przyjęto 80% łącznego udziału: W_{IRIC} , W_{WUSK} , W_{KOLC} , W_{WTP} , W_{WTC} , W_{WSAA} , W_{WSBA} , W_{WPAA} , W_{WPBA} , W_{PP} , W_{PK} — wskaźnik stanu użytkowego (WSU).
3. Priorytetu związanego z minimalizacją kosztów zabiegów utrzymaniowych, dla którego wagi są proporcjonalne do jednostkowych kosztów robót; przy tej strategii uwzględnione są parametry decydujące o rodzaju zabiegu utrzymaniowego — wskaźnik stanu powierzchni (WSP).

Dodatkowo wyznaczany jest wskaźnik stanu oznakowania poziomego (WSO).

Strategię utrzymania dróg i wagi poszczególnych parametrów ustala Centrala Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad — dla całej sieci dróg krajowych.

Zakres wartości wskaźników globalnych (WSK, WSU i WSP) zawiera się w przedziale $[0; 100]$ i im większa ich wartość, tym lepszy stan nawierzchni.

Wskaźniki globalne według dowolnej strategii można obliczać dla odcinków o określonej długości 1000 m oraz jako średnie ważone dla:

1. odcinków międzywęzłowych lub wybranych na sieci drogowej,
2. ciągów drogowych,
3. całej sieci drogowej.

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

$$WSO = 0,5R_{LC} + 0,5Q_{dC}. \quad (8.8)$$

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

Wskaźnik ten nie jest wliczany do oceny globalnej nawierzchni.

W przypadku potrzeby przeprowadzenia szczegółowych analiz, np. propozycji do rankingu w PDnSD lub planie „nakładek” oraz w przypadku typowania odcinków do remontów, możliwe jest wykorzystanie dedykowanych rozwiązań, których przykłady zamieszczono w Załączniku M.

8.5. Analiza statystyczna

8.5.1. 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.

8.5.2. 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.

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

1. Międzynarodowego wskaźnika równości — IRIC.
2. Głębokości kolein — KOLC.
3. Współczynnika tarcia — WTP, WTC.
4. Spękań — SSP.
5. Łat — LA.
6. Ugięcia maksymalnego — UP, UC.
7. Wskaźnika krzywizny powierzchni — SCIP, SCIC.
8. Wskaźnika stanu spękań nawierzchni asfaltowych — WSAA.
9. Wskaźnika stanu powierzchni nawierzchni asfaltowych — WPAA.
10. Wskaźnika stanu spękań nawierzchni betonowych — WSBA.
11. Wskaźnika stanu powierzchni nawierzchni betonowych — WPBA.

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

1. Międzynarodowego wskaźnika równości — IRIC.
2. Głębokości kolein — KOLC.
3. Współczynnika tarcia — WTP, WTC.
4. Wskaźnika stanu spękań — SSP.
5. Wskaźnika łat — LA.
6. Pęknięć podłużnych i poprzecznych — PP.
7. Uszkodzeń krawędzi, w tym narożników płyt — PK.
8. Ugięcia maksymalnego — UP.
9. Wskaźnika uskoku płyt betonowych — WUSK.
10. Wskaźnika krzywizny powierzchni — SCIC, SCIP.
11. Wskaźnika stanu użytkowego — WSU.
12. Wskaźnika stanu konstrukcji — WSK.
13. Wskaźnika stanu powierzchni — WSP.
14. Wskaźnika stanu oznakowania poziomego — WSO.

Wyżej wymienione skróty, wykorzystywane są do opisu wielkości i wartości poszczególnych parametrów stanu.

W ramach standardowej analizy DSN, realizowanej podczas każdej kampanii diagnostycznej, dla wymienionych powyżej wielkości i wartości parametrów stanu, mogą być 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 lub D (stan dobry, zadowalający, niezadowalający lub zły) do sumy długości wszystkich ocenionych odcinków diagnostycznych. Inaczej: rozkład częstości klas stanu, podawany w procentach.

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.

8.5.3. Dokumentacja wyników analiz statystycznych

Wskaźniki statystyczne, wyszczególnione w p. 8.5.2. 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 przykładowe informacje, jakie mogą być każdorazowo zamieszczone z wynikami analiz statystycznych:

1. **Kampania pomiarowa**, np. „Diagnostyka stanu nawierzchni na drogach krajowych 2018”.
2. **Sieć drogowa**, np. „Drogi Krajowe, Województwo Podlaskie”.
3. **Rodzaj nawierzchni**, np. „wszystkie typy nawierzchni”.
4. **Zarządca dróg**, np. „Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad”.
5. **Wykonawca pomiarów**, np. „WT Laboratorium Drogowe w Białymstoku”.
6. **Wykonawca prac analitycznych**, np. „GDDKiA Oddział w Białymstoku, Wydział Dróg i Sieci Drogowej”.
7. **Data wykonania statystyk**, np. „07-07-2018”.

Tabela ze wskaźnikami statystycznymi

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

1. Wielkość stanu poszczególnych parametrów, przy uwzględnieniu:
 - a) kwantyle 5%, 15%, 50%, 85%, 95%,
 - b) wartości średniej parametru,
 - c) odchylenia standardowego.
2. Wartość stanu poszczególnych parametrów, przy uwzględnieniu:
 - a) kwantyle 5%, 15%, 50%, 85%, 95%,
 - b) wartości średniej parametru,
 - c) odchylenia standardowego.
3. Rozkład częstości poszczególnych parametrów i odpowiadających im klas technicznych.

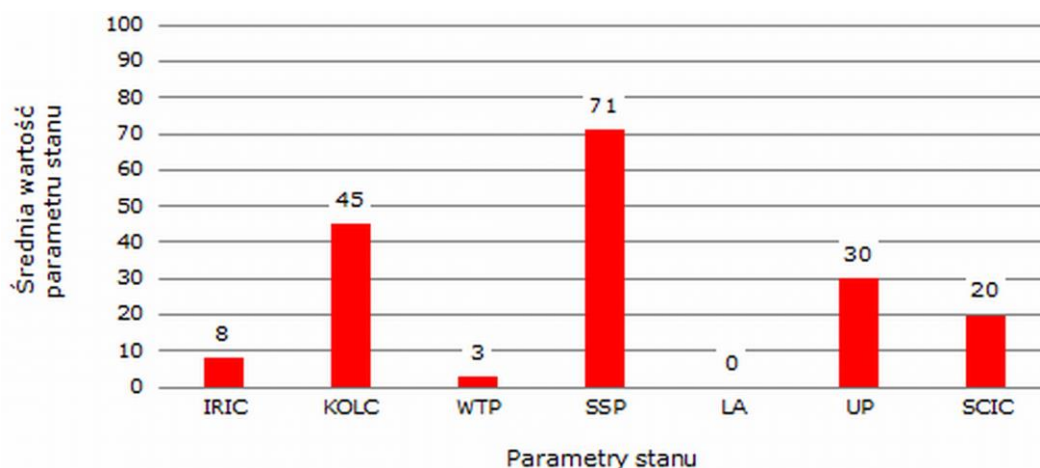
Wykres słupkowy średnich wartości parametrów stanu

Na wykresie słupkowym przedstawiono średnie wartości poszczególnych parametrów stanu. Wysokość słupka reprezentuje wartość średnią danego parametru stanu. Kolejność parametrów stanu odpowiada ich zestawieniu w p. 8.5.2.

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

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

Przykład wykresu słupkowego średnich pokazano na rys. 8.14.



Rys. 8.14. Przykład wykresu słupkowego ze średnimi wartościami parametrów stanu

Wykres słupkowy rozkładu częstości

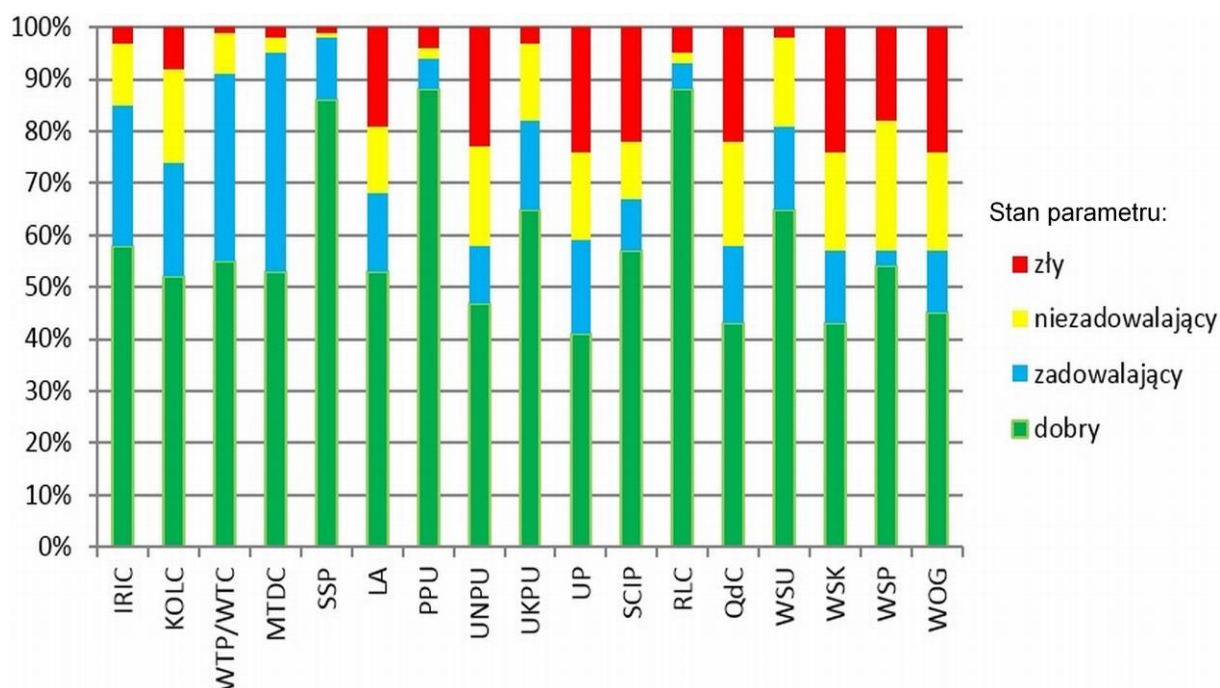
Na wykresie słupkowym rozkładów częstości przedstawiono procentowo częstotliwość występowania klas stanu A, B, C, D dla poszczególnych parametrów.

Rozkład częstości klas należy ilustrować przy wykorzystaniu kolorów:

- klasa A (stan dobry) — kolor zielony (#00b050) — rgb (0,176,80),
- klasa B (stan zadowalający) — kolor niebieski (#00b0f0) — rgb (0,176,240),
- 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.

Przykład wykresu słupkowego rozkładu częstości klas stanu poszczególnych parametrów pokazano na rys. 8.15.



Rys. 8.15. Przykład wykresu słupkowego z rozkładem częstości klas stanu poszczególnych parametrów

8.5.4. 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 być jednoznaczne i wskazywać konkretną kampanię diagnostyczną oraz sieć, będącą przedmiotem diagnostyki. W związku z tym, nazewnictwo musi być zgodne z wymaganiami zdefiniowanymi przez zarządcę drogi.

W nazwie pliku powinny być zatem zawarte następujące informacje:

1. **Rodzaj projektu:** „DSN” (Diagnostyka Stanu Nawierzchni).
2. **Rok realizacji:** np. „2018”.
3. **Dwuznakowy klucz województwa** zgodny z kodem w systemie TERYT np. 05 (województwo podlaskie); w przypadku pliku dla całej Polski nie uwzględniać w nazwie pliku.
4. **Zawartość dokumentu:** „Statystyka”.

Przykładowe nazwy plików z wynikami analiz statystycznych:

1. **DSN_05_Statystyka_2018.pdf** — wyniki dla województwa podlaskiego;
2. **DSN_00_Statystyka_2018.pdf** — wyniki dla kraju.

8.6. Modele degradacji

8.6.1. Wprowadzenie

W rozdziale zamieszczono tymczasowe, analityczne modele degradacji dotyczące poszczególnych parametrów nawierzchni. Wraz ze zmianami technologii wykonywania konstrukcji nawierzchni należy je okresowo aktualizować. 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 (dotyczy danych odcinków diagnostycznych) w następujących krokach, polegających na:

1. Określeniu czasu prognozowania.
2. Określeniu współczynnika wzrostu ruchu (brak wzrostu lub dane z prognozy).
3. Założeniu bazy dodatkowej z danymi o opisie sieci.
4. Założeniu plików o ruchu; jeśli wskaźnik wzrostu ruchu jest różny od 1 to na kolejne lata niezbędne jest zwiększanie wartości natężenia ruchu.
5. Założeniu plików z poszczególnymi parametrami stanu nawierzchni — dotyczy wyłącznie odcinków o nawierzchni asfaltowej.
6. Obliczeniu prognoz wszystkich wskaźników w zależności od wzrostu natężenia ruchu.
7. Uruchomieniu zasadniczej części systemu, na podstawie wyników danych z odcinków diagnostycznych, umożliwiającej generowanie zestawień wynikowych.

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

Model — Równość podłużna

$$IRI = IRI_0 \cdot \exp [0,033 (t - t_0)], \quad (8.9)$$

w którym:

- IRI — przewidywana wartość wskaźnika równości w roku t , w mm/m,
IRI₀ — zmierzona wartość IRI w roku t_0 (na danej połowie hektometra), w mm/m.

Model — Głębokość kolein

$$KO = (KO_0 + 0,25) \cdot \exp [0,04 (t - t_0)] - 0,25, \quad (8.10)$$

w którym:

- KO — wartość wskaźnika głębokości kolein w roku t , w mm,
KO₀ — wartość KO w roku t_0 (na danym hektometrze), w mm.

Model — Właściwości przeciwpółslizgowe

$YAX < 0,413$:

$$SN = SN_0 - 0,2538 \cdot YAX(t - t_0), \quad (8.11)$$

$YAX \geq 0,413$:

$$SN = SN_0 - 0,1047 [\ln(YAX) + 1,8596](t - t_0), \quad (8.12)$$

w którym:

SN — wartość SN roku t,

SN_0 — wartość SN w roku t_0 ,

YAX — średnia liczba osi rzeczywistych na pas ruchu w ciągu roku (w latach: od t_0 do t), w mln.

Model — Wskaźnik spękań — procedura iteracyjna

$$n = PN_0, \quad (8.13)$$

dla i od t_0 do $(t - 1)$:

$$n_p = n + \left(\frac{a}{n} + b \right) \frac{\alpha \cdot \ln(ESAL(i) + \beta)}{2\gamma}, \quad (8.14)$$

$$n = n + \left(\frac{a}{n_p} + b \right) \frac{\alpha \cdot \ln\left(\frac{ESAL(i) + ESAL(i+1)}{2} + \beta\right)}{\gamma}, \quad (8.15)$$

$$PN = n, \quad (8.16)$$

w których:

$$\alpha = -0,016, \quad \beta = 0,0099, \quad \gamma = -0,0839,$$

$$a = 0,09, \quad b = 0,0847,$$

PN — wartość wskaźnika spękań w roku t,

PN_0 — wartość PN w roku t_0 ,

ESAL(i) — liczba osi obliczeniowych 100 kN na pas ruchu w ciągu roku (w roku i).

W wersji uproszczonej (wykonując dzielenie przez γ) równania 8.13–8.16 można zastąpić:

$$PN_i = PN_{i-1} + \left(\frac{\alpha \cdot \ln\left(\frac{ESAL_{i-1} + ESAL_i}{2} + \beta\right)}{\gamma} \right) \left(\frac{a}{PN_{i-1}} + b \right). \quad (8.17)$$

Model — Wskaźnik stanu powierzchni

$$PP = PP_0 \cdot \exp[-0,0682(t - t_0)], \quad (8.18)$$

w którym:

PP — wartość wskaźnika stanu powierzchni w roku t,

PP_0 — jest wartością PP w roku t_0 .

Model — Nośność (ugięcia sprężyste)

$$\frac{dDEF}{dt} = 9061,6 \cdot Y_r \cdot H^{-1,72}, \quad (8.19)$$

czyli w postaci jawnej:

$$DEF = DEF_0 + 9061,6 \cdot Y_r \cdot H^{-1,72} \cdot (t - t_0), \quad (8.20)$$

w których:

- DEF — wartość znormalizowanego ugięcia sprężystego,
- DEF₀ — wartość ugięcia w roku t₀,
- Y_r — średnia liczba osi obliczeniowych 100 kN na pas ruchu w ciągu roku (w latach: od t₀ do t), w mln.
- H — grubość warstw asfaltowych nawierzchni, w mm.

Niezbędne dane:

1. Prognozy ESAL(i) — liczba osi obliczeniowych 100 kN na pasie w ciągu roku (w roku i), w mln.
2. Prognozy YAX — średnia liczba osi rzeczywistych na pasie w ciągu roku (w latach od t₀ do t), w mln.
3. Grubość warstw asfaltowych nawierzchni, w mm.

W prowadzonych analizach maksymalny czas prognozowania ustala się na 4 lata.

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

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.

8.7. Uproszczone modele poprawy stanu nawierzchni

W przypadku wykonania zabiegu remontowego w okresie uniemożliwiającym pomiary diagnostyczne DSN — na odcinku pasa ruchu, jezdni lub drogi, może występować brak danych pomiarowych. W takiej sytuacji, wyniki parametrów na odcinku diagnostycznym można wstępnie określić wykorzystując cechy danego zabiegu, do czasu wykonania pomiarów, na podstawie zasad opisanych w niniejszym rozdziale.

Jeśli po ostatnim pomiarze wykonano zabieg remontowy wówczas jego wpływ, niezależnie od klasy stanu technicznego nawierzchni przed tym remontem, przy braku aktualnych danych z pomiarów automatycznych, uwzględnia się zgodnie z tabelą 8.8.

Z tego powodu oraz ze względu na potrzebę dostępu do danych historycznych, do systemu informatycznego wspomagającego DSN należy wprowadzać informacje o zabiegach remontowych.

Tabela 8.8. Wpływ zabiegu remontowego na stan techniczny parametrów nawierzchni

Kod zabiegu	Realizacja	Opis	Zerowanie parametrów
0	Budowa	droga w nowym przebiegu, rozbudowa drogi (w przypadku zmiany klasy technicznej)	wszystkie
1	Zabieg modernizujący	przebudowa („w górę” lub „w dół”)	wszystkie
2	Wyrównanie + warstwa ścieralna	wymiana warstw asfaltowych: pełne frezowanie warstwy ścieralnej / frezowanie warstwy ścieralnej i wiążącej oraz frezowanie warstw + siatka	wszystkie*
3	Zabieg powierzchniowy z częściową wymianą warstwy	w tym ewentualne frezowanie korekcyjne z możliwą częściową wymianą warstwy ścieralnej — częściowe frezowanie warstwy ścieralnej i ułożenie nowej warstwy	wszystkie — bez U, SCI
4**	Zabieg powierzchniowy bez wymiany warstw	zastosowanie np. powierzchniowego utrwalenia, cienkiej warstwy ścieralnej na gorąco, wykonanie nawierzchni o podwyższonym współczynniku tarcia – nopwt (żywica + boksyty)	WTC, WTP, WSAA, WSBA, WPAA, WPBA, IRIC, KOLC, MTDC
5	Zabieg uszorstnienia	mikrofrezowanie, Grooving & Grinding, śrutowanie	WTC, WTP, IRIC***, MTDC
<p>Ogólnie w obliczeniach przyjmuje się minimalne (tj. najmniej korzystne) wartości liczbowe odpowiadające klasie A dla poszczególnych parametrów.</p> <p>* W przypadku dobrego stanu dolnych warstw konstrukcji.</p> <p>** Zakłada się zerowanie tylko części parametrów, dla pozostałych przyjmuje się stan nieokreślony (brak pomiarów rutynowych po wykonaniu zabiegu remontowego), a w przypadku IRIC i KOLC domyślnie przypisuje się wartości liczbowe odpowiadające klasie A lub B zależnie od stanu odcinka przed wykonaniem zabiegu remontowego (B → A, C → B).</p> <p>*** W przypadku zastosowania zabiegu korygującego profil nawierzchni.</p>			

Algorytm zerowania zabiegiem będzie stosowany, w przypadku potrzeby, od momentu oddania odcinka drogi do ruchu.

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 na odcinku wykonanego zabiegu remontowego.

Jeżeli od poprzedniego pomiaru parametru techniczno-eksploatacyjnego nawierzchni eksploatowanej upłynęły **cztery lata** (lub więcej), to w przypadku wykonania na odcinku zabiegów o kodzie „0” lub „1”, wyniki tego pomiaru uważa się za nieaktualne i wobec tego oznacza się je w Systemie jako „**nieokreślone**”. Natomiast w przypadku zabiegu o kodzie „2”, parametry należy przyjąć za „nieokreślone” po upływie **dwóch lat**, a w przypadku pozostałych zabiegów „3”, „4” i „5” po **upływie roku**.

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

Do projektowania konstrukcji nawierzchni zawsze powinny być wykorzystywane aktualne pomiary ugięć.

W algorytmach przetwarzania danych nośność nawierzchni (ugięcia) podlega zerowaniu wyłącznie w zabiegu „0”, „1” i „2”. Przy innego rodzaju zabiegach, wartość tego parametru określana jest jako stan nieokreślony.

W przypadku wykonywania zabiegów wieloletnich, tj. trwających dłużej niż 1 rok kalendarzowy, np. przebudowa, rozbudowa odcinka drogi należy zapisać planowane lata realizacji. Do tego czasu odcinek ten nie może podlegać ocenie w DSN, dlatego w zestawieniach zostanie wykazany w długościach odcinków pominiętych w ocenie.

Remonty cząstkowe

Informacje o wykonanych remontach cząstkowych wykorzystywane są w systemie DSN w charakterze danych pomocniczych, wspomagających analizę informacji dotyczących stanu technicznego nawierzchni.

Remont cząstkowy nawierzchni obejmuje zespół zabiegów technicznych wykonywanych na bieżąco, związanych z usuwaniem uszkodzeń nawierzchni zagrażających bezpieczeństwu ruchu, jak również zabiegi obejmujące małe powierzchnie, hamujące proces powiększania się powstałych uszkodzeń.

Informacje te są wykorzystywane m.in. przy analizach typu porównanie „rok do roku” oraz przy typowaniu odcinków kontrolnych w ramach Programu Zapewnienia Jakości (np. w celu określenia przyczyny poprawy stanu nawierzchni w stosunku do roku ubiegłego).

Dane zbierane i przetwarzane są na trzech poziomach organizacyjnych GDDKiA:

1. Rejon Dróg (wprowadzanie danych szczegółowych),
2. Oddział GDDKiA (agregacja na sieci Oddziału),
3. Centrala (agregacja na poziomie kraju).

Wśród remontów cząstkowych wyróżniamy:

1. frezowanie nawierzchni,
2. łatanie,
3. uszczelnianie spękań,
4. uszorstnienie nawierzchni,
5. wymianę nawierzchni (na odcinkach do 500 m).

Gromadzenie danych dotyczących remontów cząstkowych

Zakłada się, że na poziomie Rejonu dane będą wprowadzane do Systemu i zapisywane w pliku XLS (przykład tab. 8.9).

Wprowadzone dane zapisywane są w pliku o nazwie:

„REMk_XYRD_18.xls”

w której:

- REM — identyfikator pliku,
- k — numer kwartału (zaleca się kwartalne wpisywanie danych),
- XY — kod Oddziału,
- RD — kod Rejonu,
- 18 — rok (następnie 19, 20, ... itd.).

Dane należy wpisywać dla odcinków jezdni o długości kilkuset metrów (nie należy opisywać odcinków krótszych niż 100 m i dłuższych niż kilometr).

Tabela 8.9. Przykład wprowadzenia informacji o wykonanych remontach cząstkowych

Lp.	Nr drogi	Nr jezdni	Km P	Km K	Naw.	Mc	Dz	Ilość	3	2	1	1	2	3	CJ
1	A12a	2	12,120	12,230	A	5	12	123,20	6	6	6				
2	79	1	225,600	226,000	A	2	20	4,00							6
3	79	1	226,200	226,800	A	2	20	11,10							6
4	79	1	227,200	228,000	B	4	30	12,80							6
5	79	1	229,256	229,500	A	2	20	2,00				5			
6	79	1	233,950	234,860	A	5	3	2,00					6		
7	79	1	236,620	236,960	B	2	20	8,10							6
8	79	1	236,960	237,900	A	2	20	0,60							4

Znaczenie poszczególnych kolumn jest następujące:

- Lp. — liczba porządkowa w tabeli,
- Nr drogi — numer drogi z wyróżnikiem kilometrażu lokalnego,
- Nr jezdni — numer jezdni, kod zgodny z ewidencją dróg,
- Km P — kilometraż początkowy odcinka, „Kilometraż globalny” lub „Kilometraż lokalny”,
- Km K — kilometraż końcowy odcinka, „Kilometraż globalny” lub „Kilometraż lokalny”
- Naw. — kod nawierzchni:
 - „A” = nawierzchnia asfaltowa,
 - „B” = nawierzchnia betonowa,
- Mc — miesiąc zakończenia remontu,
- Dz — dzień zakończenia remontu,
- Ilość — zakres remontu (w odpowiednich jednostkach),
- 3, 2, 1 — numery pasów jezdni lewej na których wykonano remont,
- 1, 2, 3 — numery pasów jezdni prawej na których wykonano remont,
- CJ — = cała jezdnia, na której wykonano remont.

Należy wpisać wielkość wykonanych robót w jednostkach i z dokładnością zależną od rodzaju zabiegu.

W przypadku zabiegów liniowych (na całej szerokości pasa ruchu lub jezdni):

- 0 — budowa drogi, w tym rozbudowa (w km, z dokładnością do 0,001),
- 1 — modernizacja, przebudowa (w km, z dokładnością do 0,001),
- 2 — wyrównanie + warstwa ścieralna (w km, z dokładnością do 0,001),
- 3 — zabieg powierzchniowy z częściową wymianą warstwy (km, z dokładnością do 0,001),
- 4 — zabieg powierzchniowy bez wymiany warstwy (w km, z dokładnością do 0,001),
- 5 — zabieg uszorstnienia (w km, z dokładnością do 0,001).

W przypadku zabiegów cząstkowych (na części szerokości pasa ruchu) wyróżniamy:

- 6 — powierzchniowe utrwalenie (w tym regeneracja nawierzchni) / zabieg cząstkowy (w m², z dokładnością do 0,1),
- 7 — frezowanie (w m², z dokładnością do 0,1),
- 8 — łatanie (w tym regeneracja nawierzchni) (w m², z dokładnością do 0,1),
- 9 — uszczelnianie spękań pojedynczych (w m.b., z dokładnością do 0,1),
- 10 — uszorstnienie nawierzchni (w m², z dokładnością do 0,1).

8.8. 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:

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

Cechy nawierzchni oraz oznakowania poziomego w systemie DSN charakteryzują ich stan. Stan ten zmienia się w procesie użytkowania: z reguły pogarsza się, a po realizacji zabiegów remontowych polepsza. Do opisu cech nawierzchni oraz oznakowania w sformalizowany sposób wykorzystuje się parametry wg zasad podanych w Załączniku B.

Stan techniczny nawierzchni określają następujące parametry techniczno-eksploatacyjne:

1. **Pozostała trwałość nawierzchni** (parametr zespolony, PTN) — jest określana przez wskaźnik 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 w powiązaniu z równością podłużną i głębokością kolein.
2. **Wskaźnik ugięć** — wyliczana wartość ugięcia standaryzowanego dla odcinka diagnostycznego, pasa ruchu, ciągu drogowego lub sieci dróg.
3. **Wskaźnik krzywizny ugięcia nawierzchni** (wskaźnik SCI300) — różnica ugięć zmierzonych przez czujniki nacisku płyty obciążeniowej w centrum obciążenia (D_0) i 300 mm od środka przyłożenia obciążenia (D_{300}), który charakteryzuje stan górnych warstw asfaltowych konstrukcji nawierzchni; wyliczany dla odcinka diagnostycznego, pasa ruchu, ciągu drogowego lub sieci dróg.
4. **Stan spękań** — jest określany przez wskaźnik spękań nawierzchni na podstawie automatycznej oceny stanu uszkodzeń/napraw nawierzchni jezdni.
5. **Równość podłużna** — określana jest na podstawie pomiaru profilu podłużnego nawierzchni urządzeniami profilometrycznymi.
6. **Uskok płyt betonowych** — stanowi względne pionowe przesunięcie krawędzi sąsiadujących płyt betonowych w obrębie szczeliny lub pęknięcia poprzecznego nawierzchni.
7. **Głębokość koleiny** — określa się na podstawie pomiaru ich głębokości w równo-odległych przekrojach poprzecznych specjalistycznymi urządzeniami.
8. **Współczynnik tarcia** — stosunek wypadkowej siły tarcia wytwarzanych między hamowanym kołem urządzenia pomiarowego a nawierzchnią drogi do nacisku koła.
9. **Makrotekstura** — parametr eksploatacyjny nawierzchni określający odchylenie powierzchni nawierzchni od idealnie płaskiej powierzchni.
10. **Stan powierzchni** — jest określany przez wskaźnik stanu powierzchni na podstawie automatycznej oceny stanu uszkodzeń/napraw nawierzchni jezdni.

Stan techniczny oznakowania poziomego określają następujące parametry techniczno-eksploatacyjne:

1. **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].
2. **Współczynnik luminancji przy oświetleniu rozproszonym** — iloraz luminancji powierzchni oznakowania drogowego w określonym kierunku i iluminacji tej powierzchni (tzw. widzialność w dzień) [41].
3. **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).

Przykłady tabel podano w p. 8.8.7.

Dla potrzeb Systemu DSN ustala się długość odcinka miarodajnego $L = 1000$ m. W przypadkach szczególnych jak początek i koniec drogi ocenę odcinkową wyznacza się dla odcinków o długości 500–1499 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 i właściwości przeciwpoślizgowych należy uwzględnić klasę drogi, a w przypadku wskaźnika ugięć nawierzchni oraz wskaźnika krzywizny ugięcia nawierzchni, natężenie ruchu pojazdów. Odcinkowe oceny stanu nawierzchni służą do określenia parametrów dominujących.

8.8.1. Parametry dominujące

Odcinek pasa jezdni w Systemie może być charakteryzowany przez czternaście parametrów techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni i wyposażenia (oznakowania poziomego 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 (AONA) | — WSAA, |
| 6. Wskaźnik stanu spękań (AONB) | — WSBA, |
| 7. Głębokość koleiny (RSP) | — KOLC, |
| 8. Wskaźnik uskoku płyt betonowych (RSP) | — WUSK, |
| 9. Wskaźnik równości podłużnej (RSP) | — IRIC, |
| 10. Współczynnik tarcia (TWO) | — WTC, |
| 11. Współczynnik tarcia (SRT3) | — WTP, |
| 12. Wskaźnik makrotekstury (RSP) | — MTDC (parametr pomocniczy), |
| 13. Wskaźnik stanu powierzchni (AONA) | — WPAA, |
| 14. Wskaźnik stanu powierzchni (AONB) | — WPBA. |

Parametry z pozycji 1–5 (dotyczące nawierzchni asfaltowych) po zagregowaniu danych można traktować jako parametr zespolony: pozostała trwałość nawierzchni o oznaczeniu — PTN.

Parametry z pozycji 10–11 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.

Parametr dominujący nie występuje, jeżeli żaden z parametrów nie został oceniony co najmniej w klasie C, a ogólny stan odcinka jest uznawany jako dobry lub zadowalający.

8.8.2. Ogólne zasady agregacji danych

Wyznaczenia wartości miarodajnych na odcinku pasa/jezdni/drogi odbywa się na dwóch poziomach zarządzania: strategicznym oraz operacyjnym. W przypadku wyników pomiarów równości podłużnej wykonanych w dwóch śladach kół, do przetwarzania jest

wykorzystywana wartość średnia. Do przetwarzania wyników równości poprzecznej jest wykorzystywana większa wartość głębokości koleiny w przekroju pasa ruchu.

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 na podstawie informacji o wykonanych zabiegach) ogólną ocenę stanu wyznacza się zgodnie z poniższymi zasadami:

1. **Poziom pożądaný** — dla wybranego pasa jezdni, odcinka drogi, ciągu drogowego lub sieci drogowej, sumuje się długości odcinków dróg zaliczonych do klasy A i klasy B.
2. **Poziom ostrzegawczy** — dla wybranego pasa jezdni, odcinka drogi, ciągu drogowego lub sieci drogowej, wyznacza się jako różnicę długości ocenianej sieci oraz sumy poziomu pożądanego (klasa A i B) i krytycznego (klasa D).
3. **Poziom krytyczny** — dla wybranego pasa jezdni, odcinka drogi, ciągu drogowego lub sieci drogowej, sumuje się długości odcinków dróg zaliczonych do klasy D.

Zagregowana ocena stanu (bez użycia funkcji normowania, w odniesieniu do klas technicznych poszczególnych parametrów) może być wyznaczana na dwóch zakresach:

1. Ogólna ocena stanu (OOS),
2. Użytkowa ocena stanu (UOS).

Zakres ogólny, uwzględnia wszystkie parametry stanu technicznego nawierzchni i opisuje kompleksowe potrzeby remontowe.

W zakresie użytkowym brane są pod uwagę parametry stanu technicznego nawierzchni z wyłączeniem parametrów UP i SCIP, czyli wszystkich parametrów wpływających na komfort jazdy i warunki bezpieczeństwa ruchu drogowego (brd).

Przykłady wyznaczania ww. zagregowanych ocen stanu zamieszczono w p. 8.8.7, tabela nr 8.24 i 8.25.

8.8.3. Wyznaczanie potrzeb remontowych na odcinku

W zależności od dominującego parametru typowany jest zabieg remontowy nawierzchni należący do jednej z czterech grup oraz zabiegi dotyczące oznakowania poziomego, mające w Systemie DSN określony wpływ na stan techniczny parametrów opisany w tabeli 8.8.

Ogólne informacje o wpływie zabiegów na poprawę parametrów nawierzchni asfaltowych i oznakowania poziomego:

1. **Zabiegi modernizujące** — grupa zabiegów poprawiających wszystkie oceniane parametry techniczno-eksploatacyjne nawierzchni.
2. **Zabiegi wyrównujące** — grupa zabiegów poprawiających równość podłużną, likwidujących koleiny, polepszających stan powierzchni i właściwości przeciwpoślizgowe; lub wszystkie w przypadku dobrego stanu dolnych warstw konstrukcji.
3. **Zabiegi powierzchniowe** — grupa zabiegów polepszająca stan powierzchni i właściwości przeciwpoślizgowe.
4. **Zabiegi uszorstniające** — grupa zabiegów poprawiająca właściwości przeciwpoślizgowe.
5. **Zabiegi oznakowania poziomego** — grupa zabiegów odtwarzających cechy funkcjonalno-użytkowe oznakowania poziomego, wpływające bezpośrednio na bezpieczeństwo ruchu drogowego (brd).

Propozycje remontów w zależności od uzyskiwanych wyników w poszczególnych parametrach, dotyczące nawierzchni betonowych:

1. Wymiana płyt — WSBA, IRIC, WUSK.
2. Naprawa przenoszenia obciążenia — WSBA, IRIC, WUSK.
3. Uszczelnianie szczelin — WSBA.
4. Naprawa na całą lub część grubości — WSBA.
5. Podnoszenie płyt — IRIC, WUSK.
6. Nakładka — WTC, WTP, MTDC, IRIC, KOLC.
7. Szlifowanie — KOLC, WTC, WTP.

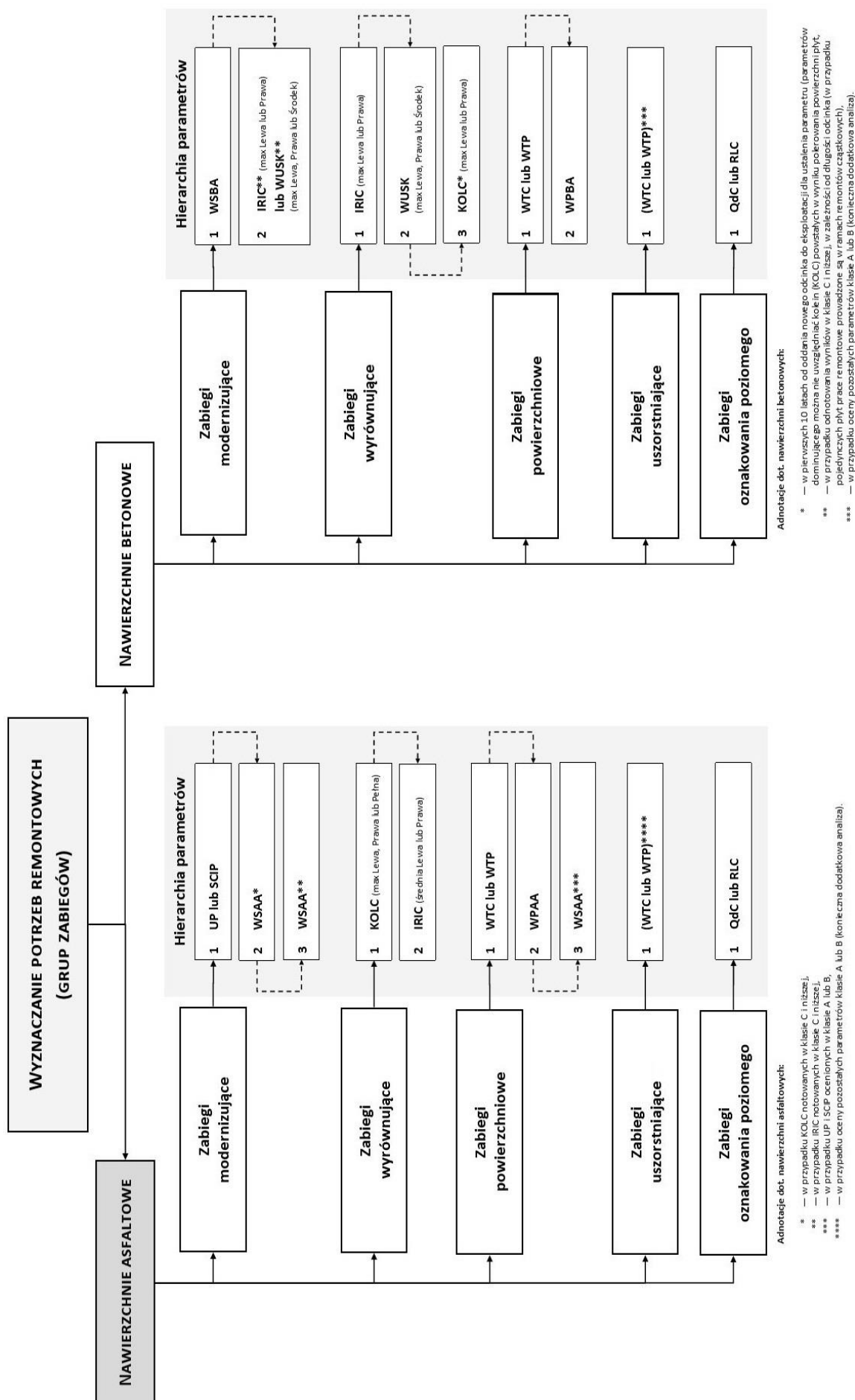
Zależności pomiędzy parametrem dominującym i grupą zabiegów remontowych nawierzchni i oznakowania poziomego zamieszczono w tabelach 8.10, 8.11 i 8.12 oraz na rys. 8.16 i 8.17.

Tabela 8.10. Zależności pomiędzy parametrem dominującym i grupą zabiegów remontowych nawierzchni asfaltowych

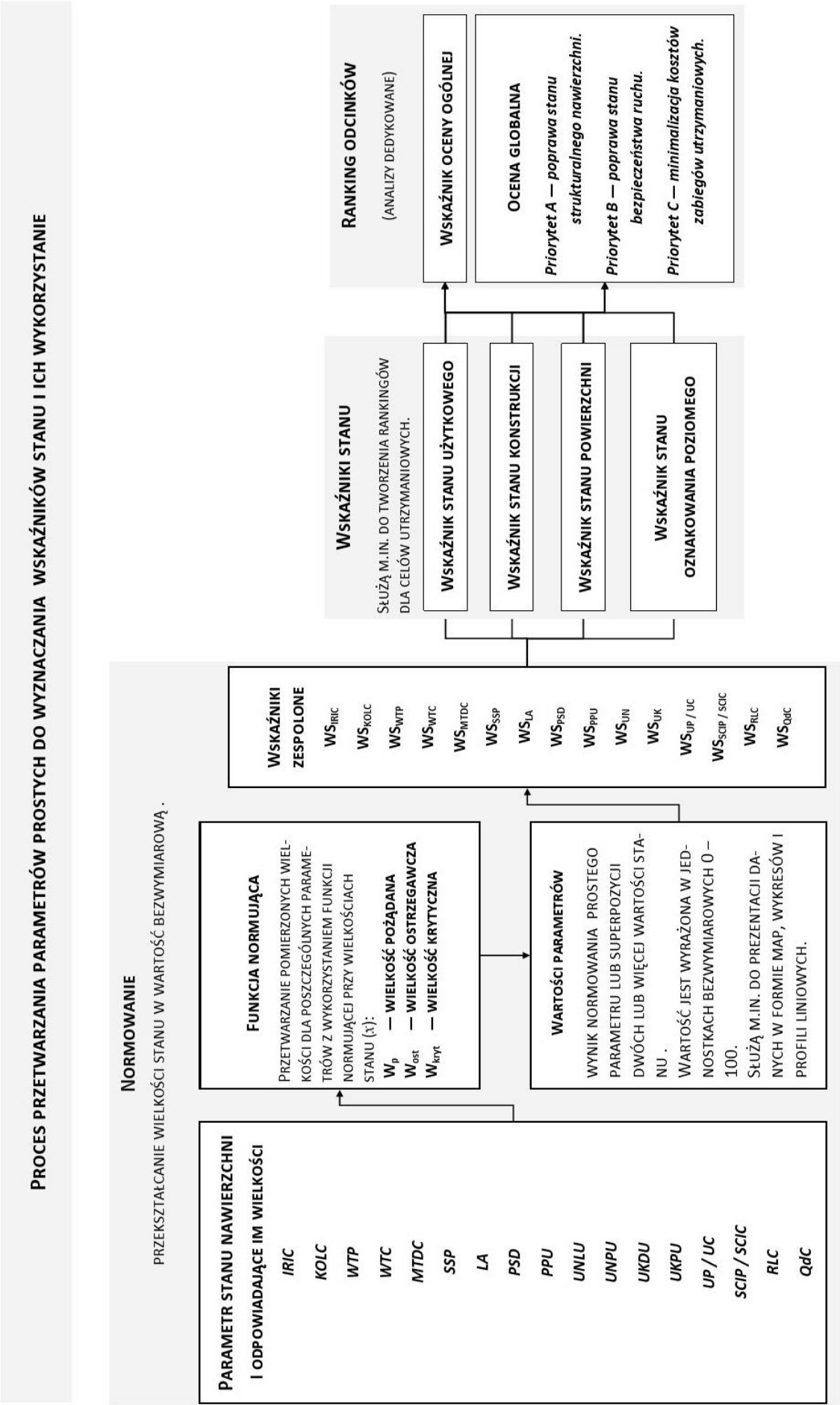
Rodzaj zabiegu remontowego	Hierarchia parametrów		
	1	2	3
Modernizujący	UP lub SCIP	WSAA*	WSAA**
Wyrównujący	KOLC (max Lewa, Prawa lub Pełna)	IRIC (średnia Lewa lub Prawa)	—
Powierzchniowy	WTC lub WTP	WPAA	WSAA***
Uszorstnienie	(WTC lub WTP)****		
* W przypadku KOLC notowanych w klasie C i niższej. ** W przypadku IRIC notowanych w klasie C i niższej. *** W przypadku UP i SCIP ocenionych w klasie A lub B. **** W przypadku oceny pozostałych parametrów w klasie A lub B (konieczna dodatkowa analiza).			

Tabela 8.11. Zależności pomiędzy parametrem dominującym i grupą zabiegów remontowych nawierzchni betonowych

Rodzaj zabiegu remontowego	Hierarchia parametrów		
	1	2	3
Modernizujący	WSBA	IRIC** (max Lewa lub Prawa) lub WUSK** (max Lewa, Prawa lub Środek)	—
Wyrównujący	IRIC (max Lewa lub Prawa)	WUSK (max Lewa, Prawa lub Środek)	KOLC* (max Lewa lub Prawa)
Powierzchniowy	WTC lub WTP	WPBA	—
Uszorstnienie	(WTC lub WTP)***		
* W pierwszych 10 latach od oddania nowego odcinka do eksploatacji dla ustalenia parametru (parametrów) dominującego można nie uwzględniać kolein (KOLC) powstałych w wyniku polerowania powierzchni płyt. ** W przypadku odnotowania wyników w klasie C i niższej, w zależności od długości odcinka (w przypadku pojedynczych płyt prace remontowe prowadzone są w ramach remontów częściowych). *** W przypadku oceny pozostałych parametrów w klasie A lub B (konieczna dodatkowa analiza).			



Rys. 8.16. Schemat wyznaczania grup zabiegów remontowych



Rys. 8.17. Ogólny schemat procesu przetwarzania parametrów prostych do wyznaczania wskaźników stanu i ich wykorzystanie

Tabela 8.12. Zależności pomiędzy parametrem dominującym i grupą zabiegów remontowych nawierzchni oznakowania poziomego

Typ zabiegu	Hierarchia parametrów		
	1	2	3
Wykonanie oznakowania	QdC lub RLC	—	—

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 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 (tabela 8.13).

W przypadku potrzeby należy dokonać badania uzupełniające, które pozwolą sformułować sposób i zakres naprawy (remontu lub przebudowy) oraz szczegółowe zalecenia technologiczne przyjętej techniki remontu lub przebudowy konstrukcji nawierzchni oraz elementów poboczy i systemu odwodnienia dróg, m.in. z wykorzystaniem zasad określonych w Załącznikach M i N.

W przypadkach szczególnych na odcinkach dróg klasy A i S, ze względów techniczno-ekonomicznych, dopuszcza się wykonywanie zabiegów w sytuacji zanotowania ocen klasy stanu parametrów na granicy klasy B i C (z reguły po około 10 latach eksploatacji).

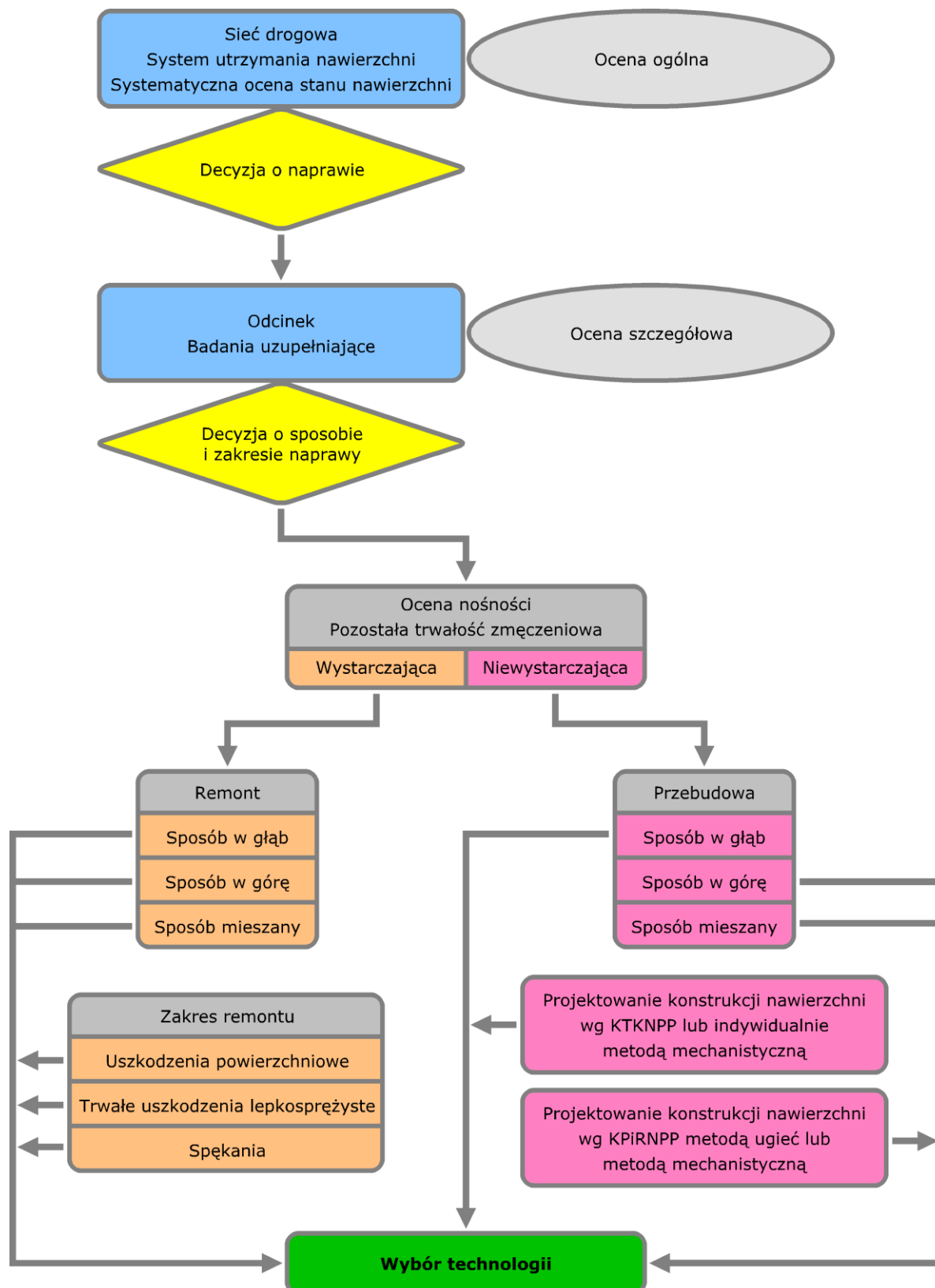
Wyznaczone zabiegi remontowe są wykorzystywane do szacowania potrzeb finansowych w skali poszczególnych jednostek GDDKiA oraz dla całej sieci dróg krajowych na poziomie Centrali. W szczególnych sytuacjach zabiegi wyznaczane są z „zasadą przebicia”, przykłady podano w tabeli 8.26.

8.8.4. 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 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. 8.18).

1. W ramach DSN realizowane są następujące badania: pomiary — równość podłużna, równość poprzeczna, właściwości przeciwpoślizgowe, uszkodzenia nawierzchni (w tym stanu spękań i stanu powierzchni), ugięcia oraz informacje dodatkowe; wykonywane z częstotliwością określoną w przyjętej strategii realizacji pomiarów.
2. W ramach przeglądów okresowych prowadzonych m.in. przez Rejony Dróg realizowana jest: ocena wizualna — uszkodzenia poboczy, ocena rowów, ocena odwodnienia powierzchniowego. Zasady dotyczące oceny wybranych elementów korpusu drogi zamieszczono w Załącznikach M oraz N.

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.



Rys. 8.18. Schemat postępowania w celu wyboru sposobu i zakresu naprawy [6]

Tabela 8.13. Badania i czynności rozpoznawcze do przygotowania napraw nawierzchni [6]

Rodzaj badania lub czynności rozpoznawczej	KATEGORIA RUCHU		
	KR1–KR2	KR3–KR4	KR5–KR7
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***	+	+	+
* Badanie zalecane. ** Badanie konieczne w przypadku remontu drogi. *** Badanie konieczne na terenach występowania szkód górniczych.			

8.8.5. 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 **łącznych** potrzeb remontowych postępuje się analogicznie, przy czym sumuje się długości odcinków wymagających zabiegów remontowych **w poziomie ostrzegawczym i krytycznym** (z wykorzystaniem zasady przebicia).

Potrzeby sieci drogowej w zakresie nawierzchni definiuje się jak w tabeli 8.14:

1. **Potrzeby natychmiastowe** — dotyczą odcinków w stanie złym.
2. **Potrzeby łączne** — dotyczą odcinków w stanie złym oraz w stanie niezadowalającym.

Tabela 8.14. Ogólna zasada klasyfikacji potrzeb sieci drogowej w zakresie remontów nawierzchni

Potrzeby	Klasa stanu	
Natychmiastowe	= Klasa D (stan zły/zabieg konieczny)	
Łączne	= Klasa C (stan niezadowalający/zabieg zalecany)	+ Klasa D (stan zły/zabieg konieczny)

8.8.6. Dane o cenach zabiegów remontowych (ekonomiczne)

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

Działania dodatkowe 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 na 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. Asortyment wprowadzanych grup zabiegów zamieszczono w p. 8.7.

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 w zależności od sposobu określania potrzeb: natychmiastowych lub łącznych (tabela 8.14).

8.8.7. Przykłady zestawień wynikowych w systemie DSN

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

Tabela 8.15. Klasyfikacja parametrów stanu pasa jezdni, odcinka jezdni drogi, podsieci, sieci drogowej

Parametr stanu nawierzchni	UDZIAŁ PARAMETRU W KLASIE				
	km (lub %)				
	Klasy stanu				
	A	B	C	D	?
Pozostała trwałość nawierzchni					
Stan spękań					
Równość podłużna					
Głębokość kolein					
Stan powierzchni					
Makrotekstura					
Właściwości przeciwpślizgowe					
Parametr stanu oznakowania poziomego*	Klasy stanu				
	A	B	C	D	?
Współczynnik odbłasku					
Współczynnik luminancji					
* Pomiar wykonywany w miarę potrzeb. ? Brak danych w systemie (np. ze względu na brak możliwości wykonania pomiarów z powodów technicznych.					

Tabela 8.16. Ocena stanu. Zestawienie wstępnie proponowanych zabiegów remontowych

Rodzaj zabiegu nawierzchni	ZAKRES			
	Zabiegi zalecane		Zabiegi konieczne	
	km	%	km	%
Modernizujący				
Wyrównujący				
Powierzchniowy				
Uszorstnienie				
Razem — wymaga zabiegu				
Nie wymaga zabiegu				
Dane niezagregowane**				
Oznakowanie poziome*	km	%	km	%
Wymaga zabiegu				
Nie wymaga zabiegu				
Dane niezagregowane**				
<p>* Pomiar wykonywany w miarę potrzeb.</p> <p>** Dotyczy braku danych w systemie (np. ze względu na brak możliwości wykonania pomiarów z powodów technicznych) oraz odcinków dróg w trakcie remontu / przebudów wieloletnich.</p>				

Tabela 8.17. Zestawienie ogólnego stanu nawierzchni dróg (pasów, jezdni)

Stan dróg (poziom stanu)	Udział	
	km	%
Dobry (poziom pożądany)		
Niezadawalający (poziom ostrzegawczy)		
Zły (poziom krytyczny)		
Dane niezagregowane*		
<p>* Dotyczy braku danych w systemie (np. ze względu na brak możliwości wykonania pomiarów z powodów technicznych) oraz odcinków dróg w trakcie remontu / przebudów wieloletnich.</p>		

Tabela 8.18. Zestawienie ogólnego stanu oznakowania poziomego

Stan oznakowania (poziom stanu)*	Udział	
	km	%
Dobry (poziom pożądany)		
Niezadawalający (poziom ostrzegawczy)		
Zły (poziom krytyczny)		
Dane niezagregowane*		
<p>* Dotyczy braku danych w systemie (np. ze względu na brak możliwości wykonania pomiarów z powodów technicznych) oraz odcinków dróg w trakcie remontu/ przebudów wieloletnich.</p>		

Tabela 8.19. Zestawienia klas parametrów technicznych nawierzchni, parametrów dominujących, proponowanych grup zabiegów remontowych oraz poziomu stanu odcinków (przykład prezentacji danych ze zagregowanymi parametrami: pozostała trwałość nawierzchni (PTN) oraz współczynnik tarcia (WT))

GDDKiA Oddział we Wrocławiu												
Uprozczone zestawienie danych odcinkowych o nawierzchni asfaltowej w ramach Systemu DSN												
Droga krajowa nr 39												
odcinek: Biedrzychów – gr. województwa od km 20,000 do km 44,000, dł. 24,000 km												
KmP	KmK	Dł.	Klasa poszczególnych parametrów					Parametr dominujący		Proponowany rodzaj zabiegu		Poziom stanu
			PTN	IRIC	KOLC	WT	WPAA	na poziomie ostrzegawczym	na poziomie krytycznym	zalecany	konieczny	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
20,000	21,000	1,000	D	B	A	B	D	PTN	PTN	1	1	K
21,000	22,000	1,000	D	B	B	C	D	PTN	PTN	1	1	K
22,000	23,000	1,000	D	C	C	C	D	PTN	PTN	1	1	K
23,000	24,000	1,000	D	C	B	C	C	PTN	PTN	1	1	K
24,000	25,000	1,000	C	B	A	B	B	PTN		1	—	O
25,000	26,000	1,000	A	A	A	B	A			—	—	P
26,000	27,000	1,000	A	A	A	B	A			—	—	P
27,000	28,000	1,000	D	D	A	B	B	PTN	PTN	1	1	K
28,000	29,000	1,000	D	D	C	C	C	PTN	PTN	1	1	K
29,000	30,000	1,000	C	C	C	B	C	PTN		1	—	O
30,000	31,000	1,000	D	D	C	B	D	PTN	PTN	1	1	K
31,000	32,000	1,000	A	A	A	B	A			—	—	P
32,000	33,000	1,000	D	D	B	C	B	PTN	PTN	1	1	K
33,000	34,000	1,000	D	C	D	C	B	PTN	PTN	1	1	K
34,000	35,000	1,000	D	C	D	C	C	PTN	PTN	1	1	K
35,000	36,000	1,000	C	C	D	C	B	PTN	KOLC	1	2	K
36,000	37,000	1,000	C	C	D	D	B	PTN	KOLC	1	2	K
37,000	38,000	1,000	A	B	B	?	A	?	?	?	?	P
38,000	39,000	1,000	A	B	A	D	A	WT	WT	4	4	K
39,000	40,000	1,000	A	B	A	C	A	WT		4	—	O
40,000	41,000	1,000	A	A	A	C	A	WT		4	—	O
41,000	42,000	1,000	A	B	A	C	D	WPAA	WPAA	3	3	K
42,000	43,000	1,000	A	A	A	C	C	WPAA		3		O
43,000	44,000	1,000	A	B	A	D	C	WPAA	WT	3	4 (3)	K

OZNACZENIA:

Klasy wg systemu DSN:

A — stan dobry

B — stan zadowalający

C — stan niezadowalający

D — stan zły

? — stan nieokreślony

Parametry techniczno-eksploatacyjne:

PTN — pozostała trwałość nawierzchni

IRIC — wskaźnik równości podłużnej IRI (RSP)

KOLC — głębokość koleiny (RSP)

WT — współczynnik tarcia

WPAA — wskaźnik stanu powierzchni (AON)

Poziomy stanu:

P — pożądany

O — ostrzegawczy

K — krytyczny

(określone na podstawie parametrów dominujących)

Rodzaje zabiegów remontowych:

1 — modernizujący

2 — wyrównujący

3 — powierzchniowy

4 — uszorstnienie

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

Tabela 8.20. Zestawienie klas parametrów technicznych oznakowania poziomego nawierzchni, parametrów dominujących, proponowanych zabiegów oraz poziomu stanu odcinków

GDDKiA Oddział we Wrocławiu										
Zestawienie danych odcinkowych o oznakowaniu poziomym nawierzchni w ramach Systemu DSN										
Droga krajowa nr 39										
odcinek: Bierdzychów – gr. województwa od km 20,000 do km 35,000, dł. 15,000 km										
KmP	KmK	Dł.	Klasa poszczególnych parametrów			Parametr dominujący		Priorytet zabiegu		Poziom stanu
			RLC	QdC	SRTC*	na poziomie ostrzegawczym	na poziomie krytycznym	zalecany	konieczny	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20,000	21,000	1,000	A	D	B		Qd	Tak	Tak	K
21,000	22,000	1,000	B	D	C		Qd	Tak	Tak	K
22,000	23,000	1,000	C	D	C	RL	Qd	Tak	Tak	K
23,000	24,000	1,000	B	C	C	Qd		Tak		O
24,000	25,000	1,000	A	B	B					P
25,000	26,000	1,000	A	A	B					P
26,000	27,000	1,000	A	A	B					P
27,000	28,000	1,000	A	B	B					P
28,000	29,000	1,000	C	C	C	RL		Tak		O
29,000	30,000	1,000	C	C	B	RL		Tak		O
30,000	31,000	1,000	C	D	B	RL	Qd	Tak	Tak	K
31,000	32,000	1,000	A	A	B					P
32,000	33,000	1,000	B	B	C					P
33,000	34,000	1,000	D	B	C		RL	Tak	Tak	K
34,000	35,000	1,000	D	C	C	Qd	RL	Tak	Tak	K
* parametr wykorzystywany informacyjnie										
OZNACZENIA:										
Klasy wg systemu DSN:						Poziomy stanu:				
A — stan dobry						P — pożądany				
B — stan zadowalający						O — ostrzegawczy				
C — stan niezadowalający						K — krytyczny				
D — stan zły						(określone na podstawie parametrów dominujących)				
? — stan nieokreślony										
Parametry techniczno-eksploatacyjne:										
RLC — powierzchniowy współczynnik odlasku										
QdC — współczynnik luminancji przy oświetleniu rozproszonym										
SRTC — wskaźnik szorstkości oznakowania										

Tabela 8.21. Uprozczone zestawienie ogólnej oceny odcinków stanu na poziomie strategicznym

ID	KmP	KmK	UP	SCIP	UC	SCIC	WSAA WSBA	PTN	KOLC	IRIC	WTC	WTP	WT	MTDC*	WPAA WPBA	OOS
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	422,000	423,000					B	B	B	B		B	B	B	A	P
2	423,000	424,000					C	C	C	B		A	A	B	B	O
3	424,000	425,000					C	B	C	B		A	A	C	B	O
4	425,000	426,000					D	C	C	B		A	A	C	B	K
5	426,000	427,000					C	A	D	C		A	A	C	B	K
6	427,000	428,000					A	B	A	B		A	A	C	B	P
* parametr pomocniczy																

Tabela 8.22. Zestawienie ogólnej oceny odcinków stanu na poziomie operacyjnym — dane szczegółowe w odniesieniu do odcinków diagnostycznych

ID	KmP	KmK	UP	SCIP	UC	SCIC	WSAA WSBA	PTN	KOLC	IRIC	WTC	WTP	WT	MTDC*	WPAA WPBA	OOS
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	422,000	422,050					B	B	A	A		A	A	B	A	P
2	422,050	422,100					B	B	A	A		A	A	B	A	P
3	422,100	422,150					A	A	A	A		A	A	B	A	P
4	422,150	422,200					B	B	A	A		A	A	B	A	P
5	422,200	422,250					B	B	A	A		B	B	B	A	P
6	422,250	422,300					A	A	A	A		B	B	B	A	P
7	422,300	422,350					B	B	B	B		B	B	B	A	P
8	422,350	422,400					B	B	A	B		B	B	B	B	P
9	422,400	422,450					B	B	B	C		B	B	B	B	O
10	422,450	422,500					B	B	A	A		B	B	B	A	P
11	422,500	422,550					B	B	A	B		B	B	B	A	P
12	422,550	422,600					B	B	B	B		B	B	B	A	P
13	422,600	422,650					B	B	B	B		B	B	B	A	P
14	422,650	422,700					B	B	B	C		B	B	B	A	O
15	422,700	422,750					B	B	B	B		B	B	B	B	P
16	422,750	422,800					C	C	C	D		B	B	C	B	K
17	422,800	422,850					B	B	B	A		C	C	C	A	O
18	422,850	422,900					B	B	C	B		C	C	C	A	O
19	422,900	422,950					C	C	C	A		A	A	C	A	O
20	422,950	423,000					B	B	D	B		A	A	C	A	K
21	423,000	423,050					B	B	B	B		A	A	B	A	P
22	423,050	423,100					B	B	B	A		A	A	B	A	P
23	423,100	423,150					B	B	A	B		A	A	B	A	P
24	423,150	423,200					B	B	A	B		A	A	B	A	P
25	423,200	423,250					C	C	C	B		A	A	C	B	O
26	423,250	423,300					C	C	C	C		A	A	C	A	O
27	423,300	423,350					B	B	A	B		A	A	C	A	P
28	423,350	423,400					B	B	C	C		A	A	C	A	O
29	423,400	423,450					B	B	C	B		A	A	C	B	O
30	423,450	423,500					B	B	D	D		A	A	C	B	K
31	423,500	423,550					B	B	B	B		A	A	C	A	P
32	423,550	423,600					B	B	B	A		A	A	C	A	P
33	423,600	423,650					C	C	C	B		A	A	C	B	O
34	423,650	423,700					D	D	C	B		A	A	C	B	K
35	423,700	423,750					D	D	C	B		B	B	C	B	K
36	423,750	423,800					C	C	C	D		B	B	B	B	K
37	423,800	423,850					C	C	A	B		A	A	C	B	O
38	423,850	423,900					B	B	A	B		A	A	C	A	P
39	423,900	423,950					B	B	A	A		A	A	C	A	P
40	423,950	424,000					B	B	B	B		A	A	C	A	P
41	424,000	424,050					B	B	A	B		A	A	C	A	P
42	424,050	424,100					B	B	A	B		A	A	C	B	P
43	424,100	424,150					B	B	B	B		A	A	C	A	P
44	424,150	424,200					B	B	B	B		A	A	C	A	P
45	424,200	424,250					B	B	B	B		A	A	C	A	P
46	424,250	424,300					B	B	A	B		A	A	C	A	P
47	424,300	424,350					C	C	B	B		A	A	C	C	O
48	424,350	424,400					D	D	B	B		A	A	C	C	K
49	424,400	424,450					D	D	C	B		A	A	C	A	K
50	424,450	424,500					D	D	C	B		A	A	B	A	K
51	424,500	424,550					D	D	C	B		A	A	C	C	K
52	424,550	424,600					D	D	D	B		A	A	C	B	K
53	424,600	424,650					D	D	C	B		A	A	C	B	K
54	424,650	424,700					D	D	B	B		A	A	C	B	K
55	424,700	424,750					D	D	C	A		A	A	C	A	K
56	424,750	424,800					D	D	B	B		A	A	C	B	K
57	424,800	424,850					B	B	A	B		A	A	C	A	P
58	424,850	424,900					B	B	A	A		A	A	C	A	P
59	424,900	424,950					B	B	A	A		A	A	C	A	P
60	424,950	425,000					B	B	A	B		A	A	C	A	P

* Parametr pomocniczy.

Tabela 8.23. Zestawienie ogólnej oceny stanu odcinków na poziomie operacyjnym — dane zagregowane w odniesieniu do odcinków diagnostycznych (poddanych ocenie)

Poziom stanu	Udział	
	km	%
Pożądany	1,65	55,00
Ostrzegawczy	0,60	20,00
Krytyczny	0,75	25,00
Razem	3,00	100,00

Tabela 8.24. Zestawienie z wyznaczeniem ogólnej oceny stanu technicznego odcinków drogi (OOS)

Nr drogi	Nr jezdni	KmP	KmK	Dł.	Klasa poszczególnych parametrów technicznych nawierzchni														Poziomy stan	Rodzaj zabiegu remontowego	
					UP	SCIP	UC	SCIC	WSAA WSBA	PTN	IRIC	KOLC	WTC	WTP	WT	MTDC*	WPAA WPBA	zalecany		konieczny	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
28	1	304,000	305,000	1,000	C	D			B	D	B	B		A	A	C	A	K	1	1	
77	1	70,000	71,000	1,000	D	D			B	D	A	C		B	B	C	A	K	1	1	
84	1	4,000	5,000	1,000	D	D			A	D	B	A		A	A	C	A	K	1	1	
84	1	17,000	18,000	1,000	D	D			B	D	B	C		B	B	C	A	K	1	1	
84	1	18,000	19,000	1,000	D	D			B	D	B	C		B	B	C	A	K	1	1	
84	1	33,000	34,000	1,000	D	D			B	D	B	B		B	B	B	A	K	1	1	
84	1	34,000	35,000	1,000	C	D			B	D	B	C		B	B	C	A	K	1	1	
84	1	35,000	36,000	1,000	C	D			B	D	B	C		B	B	C	A	K	1	1	
9	1	262,000	263,000	1,000	D	D			B	D	A	A		A	A	C	A	K	1	1	
9	1	279,000	280,000	1,000	D	C			B	D	B	C		B	B	C	A	K	1	1	
9	1	282,000	283,000	1,000	D	D			A	D	A	A		A	A	B	A	K	1	1	
9	1	283,000	284,000	1,000	D	D			B	D	A	A		A	A	B	A	K	1	1	

OZNACZENIA:

Klasy wg systemu DSN:

A – stan dobry

B – stan zadowalający

C – stan niezadowalający

D – stan zły

Parametry techniczno-eksploatacyjne:

UP – wskaźnik ugięć FWD (FWD)

SCIP – wskaźnik SCI300 (FWD)

UC – wskaźnik ugięć PM (pomiar mobilny)

SCIC – wskaźnik SCI300 (pomiar mobilny)

WSAA – wskaźnik stanu spękań (AON)

PTN – pozostała trwałość nawierzchni

IRIC – wskaźnik równości podłużnej IRI (RSP)

KOLC – głębokość koleiny (RSP)

WTC – współczynnik tarcia (TWO)

WTP – współczynnik tarcia (SRT-3)

WT – współczynnik tarcia

MTDC – wskaźnik makrotekstury (RSP)

WPAA – wskaźnik stanu powierzchni (AON)

Poziomy stan:

P – pożądaný

O – ostrzegawczy

K – krytyczny

(określone na podstawie parametrów dominujących)

Rodzaje zabiegów remontowych:

1 – modernizujący

2 – wyrównujący

3 – powierzchniowy

4 – uszorstnienie

* parametr pomocniczy – nie jest wykorzystywany przy typowaniu zabiegu remontowego

Tabela 8.25. Zestawienie z wyznaczeniem użytkowej oceny stanu technicznego odcinków drogi (UOS)

Nr drogi	Nr jezdni	KmP	KmK	Dł.	Klasa poszczególnych parametrów technicznych nawierzchni														Poziom stanu	Rodzaj zabiegu remontowego	
					UP*	SCIP*	UC	SCIC	WSAA WSBA	PTN*	IRIC	KOLC	WTC	WTP	WT	MTDC*	WPAA WPBA	zalecany		konieczny	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
28	1	304,000	305,000	1,000	C	D			B	D	B	B		A	A	C	A	P			
77	1	70,000	71,000	1,000	D	D			B	D	A	C		B	B	C	A	O	2		
84	1	4,000	5,000	1,000	D	D			A	D	B	A		A	A	C	A	P			
84	1	17,000	18,000	1,000	D	D			B	D	B	C		B	B	C	A	O	2		
84	1	18,000	19,000	1,000	D	D			B	D	B	C		B	B	C	A	O	2		
84	1	33,000	34,000	1,000	D	D			B	D	B	B		B	B	B	A	P			
84	1	34,000	35,000	1,000	C	D			B	D	B	C		B	B	C	A	O	2		
84	1	35,000	36,000	1,000	C	D			B	D	B	C		B	B	C	A	O	2		
9	1	262,000	263,000	1,000	D	D			B	D	A	A		A	A	C	A	O	2		
9	1	279,000	280,000	1,000	D	C			B	D	B	C		B	B	C	A	O	2		
9	1	282,000	283,000	1,000	D	D			A	D	A	A		A	A	B	A	P			
9	1	283,000	284,000	1,000	D	D			B	D	A	A		A	A	B	A	P			

OZNACZENIA:

Klasy wg systemu DSN:

A – stan dobry

B – stan zadowalający

C – stan niezadowalający

D – stan zły

Parametry techniczno-eksploatacyjne:

UP – wskaźnik ugięć FWD (FWD)

SCIP – wskaźnik SCI300 (FWD)

UC – wskaźnik ugięć PM (pomiar mobilny)

SCIC – wskaźnik SCI300 (pomiar mobilny)

WSAA – wskaźnik stanu spękań (AON)

PTN – pozostała trwałość nawierzchni

IRIC – wskaźnik równości podłużnej IRI (RSP)

KOLC – głębokość koleiny (RSP)

WTC – współczynnik tarcia (TWO)

WTP – współczynnik tarcia (SRT-3)

WT – współczynnik tarcia

MTDC – wskaźnik makrotekstury (RSP)

WPAA – wskaźnik stanu powierzchni (AON)

Poziomy stan:

P – pożądaný

O – ostrzegawczy

K – krytyczny

(określone na podstawie parametrów dominujących)

Rodzaje zabiegów remontowych:

1 – modernizujący

2 – wyrównujący

3 – powierzchniowy

4 – uszorstnienie

* parametr pomocniczy – nie jest wykorzystywany przy typowaniu zabiegu remontowego

Tabela 8.26. Wyznaczania parametrów dominujących, grup zabiegów remontowych, ogólnych ocen odcinków, wstępnych kosztów zabiegów oraz kwalifikacji odcinków do pomiarów (opracowano na danych poglądowych)

GDDKiA Oddział w Warszawie																
Zestawienie danych odcinkowych o nawierzchni asfaltowej w ramach Systemu DSN																
Droga krajowa nr 39																
odcinek: A – B																
od km 20,000 do km 48,000, dł. 28,000 km																
KmP	KmK	Dł.	Rodzaj zabiegu	Klasa poszczególnych parametrów technicznych nawierzchni												
				UP	SCIP	UC	SCIC	WSAA WSBA	PTN	IRIC	KOLC	WTC	WTP	WT	MTDC*	WPAA WPBA
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
20,000	21,000	1,000		A	B	A	B	B	B	B	A	A	A	A	C	B
21,000	22,000	1,000		B	C	C	A	B	C	C	C	A	C	C	A	B
22,000	23,000	1,000		C	B	B	A	B	C	D	B	A	C	C	A	B
23,000	24,000	1,000		D	A	A	A	B	D	B	D	A	B	B	D	B
24,000	25,000	1,000		A	A	A	A	B	B	B	A	A	B	B	A	A
25,000	26,000	1,000		A	C	A	C	B	C	C	D	D	D	D	D	A
26,000	27,000	1,000		B	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	A
27,000	28,000	1,000		D	C	B	C	C	D	C	C	C	B	C	A	A
28,000	29,000	1,000		C	B	B	C	C	C	A	B	C	C	C	C	B
29,000	30,000	1,000		D	B	B	C	A	D	D	B	C	D	D	D	C
30,000	31,000	1,000		A	D	A	D	B	D	C	A	B	D	D	C	B
31,000	32,000	1,000		B	D	B	C	D	D	C	A	B	C	C	B	A
32,000	33,000	1,000		B	A	A	B	B	B	B	A	B	A	B	B	B
33,000	34,000	1,000		D	D	D	B	D	D	A	D	A	D	D	B	B
34,000	35,000	1,000		B	B	A	B	A	B	A	A	C	A	C	C	A
35,000	36,000	1,000		A	B	A	B	D	B	B	D	B	D	D	C	A
36,000	37,000	1,000		A	B	A	B	D	B	B	C	D	C	D	C	B
37,000	38,000	1,000		B	A	A	B	B	B	B	A	B	B	B	A	A
38,000	39,000	1,000		B	B	B	B	C	C	A	B	A	A	A	B	C
39,000	40,000	1,000		A	B	B	B	D	B	A	A	B	B	B	B	D
40,000	41,000	1,000		A	B	B	B	D	B	C	C	B	C	C	B	D
41,000	42,000	1,000		B	B	A	A	A	B	B	B	A	A	A	D	B
42,000	43,000	1,000		A	B	B	B	A	B	B	A	D	B	D	C	A
43,000	44,000	1,000						C	C							
44,000	45,000	1,000						D	D							
45,000	46,000	1,000						B								D
46,000	47,000	1,000	1 lub 2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
47,000	48,000	1,000	3	B	B	B	B	A	B	B	B	A	A	A	A	A

OZNACZENIA:

Klasy wg systemu DSN:
A — stan dobry
B — stan zadowalający
C — stan niezadowalający
D — stan zły

Parametry techniczno-eksploatacyjne:
UP — wskaźnik ugięć FWD (FWD)
SCIP — wskaźnik SCI300 (FWD)
UC — wskaźnik ugięć PM (pomiar mobilny)
SCIC — wskaźnik SCI300 (pomiar mobilny)
WSAA — wskaźnik stanu spękań (AON)
PTN — pozostała trwałość nawierzchni
KOLC — głębokość koleiny (RSP)
IRIC — wskaźnik równości podłużnej IRI (RSP)
WTC — współczynnik tarcia (TWO)
WTP — współczynnik tarcia (SRT-3)
WT — współczynnik tarcia
MTDC — wskaźnik makrotekstury (RSP)
WPAA — wskaźnik stanu powierzchni (AON)

Poziomy stanu:
P — pożądany
O — ostrzegawczy
K — krytyczny
(określone na podstawie parametrów dominujących)

Rodzaje zabiegów remontowych nawierzchni:
1 — modernizujący
2 — wyrównujący
3 — powierzchniowy
4 — uszorstnienie

cd. tabeli

Parametr dominujący		Proponowany rodzaj zabiegu		Wstępny koszt	Poziom stanu	Niezbędny pomiar	
na poziomie ostrzegawczym	na poziomie krytycznym	zalecany	konieczny	zł		SRT-3**	FWD***
18	19	20	21	22	23	24	25
				0	P	Tak	
PTN KOLC IRIC WT		1		1 700 000	O		
PTN WT	IRIC	1	2 (1)	1 700 000	K		
	PTN KOLC	1	1	1 700 000	K	Tak	
				0	P		
PTN IRIC	KOLC WT	1	2 (1)	1 700 000	K	Tak****	
PTN KOLC IRIC WT		1		1 700 000	O	Tak****	
KOLC IRIC WT	PTN	2	1	1 700 000	K		
PTN WT		1		1 700 000	O	Tak****	
WPAA	PTN IRIC WT	3	1	1 700 000	K	Tak****	
IRIC	PTN WT	2	1	1 700 000	K	Tak****	
IRIC WT	PTN	2	1	1 700 000	K		
				0	P		
	PTN KOLC WT	1	1	1 700 000	K		
WT		4		100 000	O	Tak****	
	KOLC WSAA WT	2	2	800 000	K	Tak****	
KOLC	WSAA WT	2	3 (2)	800 000	K		
				0	P		
PTN WPAA		1		1 700 000	O		
	WSAA WPAA	3	3	200 000	K		
KOLC IRIC WT	WSAA WPAA	2	3 (2)	800 000	K		
				0	P	Tak	
WT	WT	4	4	100 000	K	Tak****	
PTN		1		1 700 000	O		Tak
	PTN	1	1	1 700 000	K		Tak
	WPAA	3	3	200 000	K		
				0	P		
				0	P		

Szacowany koszt odcinka: 26 800 000

Założenia:

PTN = min(UP, SCIP, UC, SCIC, WSAA)
WT = min(WTC, WTP)

Koszt za 1 km jezdni w zależności od rodzaju zabiegu:

1 — 1 700 000 zł
2 — 800 000 zł
3 — 200 000 zł
4 — 100 000 zł

* parametr pomocniczy
** przy pomiarze MTDC
*** przy pomiarze WSAA, KOLC i IRIC
**** przy pomiarze MTDC, gdy pomiary WTP lub WTC starsze niż rok

9. Formaty danych

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

1. **Dane opisujące sieć drogową**, na chwilę obecną zakłada się generowanie danych na podstawie baz z wykorzystywanego w GDDKiA systemu ewidencji BDD.
2. Dane „maszynowe” z urządzeń:
 - a) **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,
 - b) **FWD (Dynatest, Kuab)** (pliki F25, FWD), plik zawierający dane o ugięciach, dane posiadają odniesienie do właściwego kilometra na sieci oraz współrzędne geograficzne,
 - c) **SRT-3** (plik SRTX), plik zawierający dane o współczynnikach tarcia, dane posiadają odniesienie do właściwego kilometra na sieci oraz współrzędne geograficzne,
 - d) **TWO** (pliki xml), plik zawierający dane o współczynnikach tarcia, dane posiadają odniesienie do właściwego kilometra na sieć oraz współrzędne geograficzne,
 - e) **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,
 - f) **LCMS** (pliki TXT, FIS, SRV, JPG), pliki zawierające zdjęcia nawierzchni o długości 10 m, zdjęcia poglądowe przedstawiające sytuację na drodze, dane posiadają odniesienie do właściwego kilometra na sieci oraz współrzędne geograficzne.
3. Dane elementarne w postaci plików xml stanowią podstawowy element zasilający bazę systemu DSN. Dane w większości zarejestrowane z częstotliwością z reguły co 1 m 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.

10. Bibliografia

- [1] Zarządzenie nr 34 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 30 kwietnia 2015 r. w sprawie diagnostyki stanu nawierzchni i jej elementów.
- [2] *Diagnostyka Stanu Nawierzchni – DSN*, IBDiM, Warszawa 2012.
- [3] Dynatest 5051 Mk-III/IV Road Surface Profiler, Podręcznik użytkownika, Dynatest, 2008.
- [4] Dynatest 8002 – 108 FWD/HWD przeprowadzenie testu – instrukcja obsługi CPC15, Toropol 2006.
- [5] Instrukcja obsługi Kuab FWD, KUAB Konsult & Utveckling, Rättvik, Szwecja, 2010.
- [6] *Katalog przebudów i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych*, IBDiM, Warszawa 2014 (projekt).
- [7] LCMSTM (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 przeciwpoślizgowych 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] SZPINEK S.: *Profilograf laserowy. Ogólne zasady prowadzenia pomiarów i przetwarzania wyników*, 1997.
- [17] *Profilograph Macrotexture Manual – v.2.0*, Greenwood Engineering, 1999.
- [18] Projekt Założeń LCMS.
- [19] SUDYKA J.: *Wytyczne oceny nośności nawierzchni dróg z wykorzystaniem ugięciomierza laserowego TSD* (projekt), IBDiM, Warszawa, wrzesień 2014.
- [20] Gwarancji jakości na roboty budowlane (projekt z późniejszymi zmianami), GDDKiA, 22 kwietnia 2014.
- [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 2014.
- [23] BOGDANIUK M., RADZIKOWSKI M.: *Analiza wyników współczynnika tarcia nawierzchni z wykorzystaniem funkcji przeliczeniowych prędkości dla potrzeb aktualizacji Wytycznych DSN* (dokument wewnętrzny), GDDKiA DZ, Warszawa 2016.
- [24] RAPORT, *Nadzór merytoryczny nad pomiarami przyczepności nawierzchni drogowych w 2000 roku*, opracowanie IBDiM na zlecenie GDDP-BSSD, Warszawa 2000.
- [25] SZPINEK S.: RAPORT, *Modernizacja pakietu oprogramowania oraz nadzór merytoryczny nad pomiarami równości podłużnej i głębokości kolein w 2010 roku, Etap IV. Pomiary odbiorcze*, DRO-KONSULT, Warszawa 2010.
- [26] JANOWSKI A.: RAPORT, *Wykonanie XIV serii badań na DOT. Weryfikacja Modeli degradacji nawierzchni*, DRO-KONSULT, Warszawa, listopad 2005.

- [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. Oprogramowanie użytkowe. Instrukcja użytkownika*, Pracownia Pomiarów i Obliczeń Komputerowych Instytut Pojazdów Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012.
- [29] *Sprawozdanie z realizacji pracy pt.: „Opracowanie instrukcji kalibracji ugięciomierzy FWD wykonujących pomiary ugięć dynamicznych”*, IBDiM ZDN, Warszawa, grudzień 2005.
- [30] TWO FRICTION METER, Dokumentacja Techniczno-Ruchowa, 2013.
- [31] SAYERS M.W., KARAMIHAS S.M.: *The Little Book of Profiling*, 1998.
- [32] Instrukcja obsługi ProVal 3 Profile Viewing and Analysis Software User Guide, The Transtec Group, 2014.
- [33] *Ugięciomierz dynamiczny Dynatest-FWD 8000, Metodyka wykonywania badań*, IBDiM, Warszawa 1991.
- [34] World Bank Technical Paper Nr 46, Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements, 1986.
- [35] *Wytyczne prowadzenia pomiarów ugięć nawierzchni drogowych ugięciomierzem dynamicznym FWD*, IBDiM, Warszawa, lipiec 1992.
- [36] PN-EN 13036-1:2010. Cechy powierzchniowe nawierzchni drogowych i lotniskowych. Metody badań. Część 1: Pomiar głębokości makrotekstury metodą objętościową.
- [37] PN-EN 13036-6:2008. 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-EN 13036-8:2008. Właściwości nawierzchni drogowych i lotniskowych. Metody badań. Część 8: Określenie wskaźników nierówności poprzecznej.
- [40] PN-EN ISO 13473-1:2019. 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/>
- [61] COST 336. Use of Falling weight Deflectometers in Pavement Evaluation.
- [62] KARCZEWSKI J., ORTYL Ł., PASTERNAK M.: *Zarys Metody Georadarowej*, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2011.
- [63] MECHOWSKI T., i inni: *Sprawozdanie z realizacji pracy pt. Wdrożeniowe pomiary konstrukcji nawierzchni drogowych na poziomie sieci*, IBDiM, Warszawa 2006.
- [64] Morawski T, Gwarek W.: *Teoria Pola Elektromagnetycznego*, WNT, Warszawa 1998.
- [65] SUDYKA J., i inni: *Sprawozdanie z realizacji pracy pt. Analiza możliwości wykorzystania techniki radarowej w ocenie stanu połączeń międzywarstwowych*, IBDiM, Warszawa 2010.
- [66] SUDYKA J.: *Zasady prowadzenia sieciowych pomiarów konstrukcji nawierzchni*, IBDiM, Warszawa 2006.
- [67] Instrukcja obsługi SIR-20.
- [68] Instrukcja obsługi GSSI RADAN 65 Road Structure Module.
- [69] Instrukcja obsługi Road Doctor firmy Roadscanners.
- [70] LCMSTM (Laser Crack Measurement System), Pavemetrics ® 2014, <http://www.pavemetrics.com/en/lcms.html>
- [71] Załącznik do Zarządzenia Nr 9 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych z dnia 4 marca 2002 roku, Wytyczne Stosowania – Załącznik A, luty 2002.
- [72] Załącznik do Zarządzenia Nr 34 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 30 kwietnia 2015 roku, Diagnostyka stanu nawierzchni i jej elementów, załączniki: A, B, H, L.
- [73] MACIOŁEK M., RADZIKOWSKI M.: *Założenia przy wyznaczaniu wskaźników stanu spękań i stanu powierzchni z wykorzystaniem systemu LCMS* (konsultacje merytoryczne), 2014.
- [74] Standard practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys, Designation: D6433-11.
- [75] Sustainability, Eeco-efficiency and Conservation in Transportation Infrastructure Asset Management, Losa&Papaginakakis (Eds) ©2014 Taylor&Francis Group, London, ISBN 978-1-138-00147-3.
- [76] MACIOŁEK M., RADZIKOWSKI M., ŁUCZAK R.: *Założenia przy wyznaczaniu wskaźników stanu spękań i stanu powierzchni z wykorzystaniem systemu LCMS na nawierzchniach betonowych* (konsultacje merytoryczne), 2017.
- [77] SŁAWOMIR E.: *Raport z przedsezonowych pomiarów porównawczych profilografów laserowych RSP-3 w zakresie równości podłużnej, równości poprzecznej oraz makrotekstury nawierzchni w roku 2017*, Białystok 2017.
- [78] EDEL R.: *Odwodnienia Dróg*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2002.
- [79] *Katalog powtarzalnych elementów drogowych*, CBPBDiM – Transprojekt, Warszawa, 1982.
- [80] PN-S-02204. Drogi samochodowe. Odwodnienia dróg, grudzień 1997.

- [81] *Komentarz do warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, Część II: Zagadnienia Techniczne*, BPBDiM, Transprojekt – Warszawa, Warszawa 2002.
- [82] Wytyczne SOPO.
- [83] *Katalog najczęściej występujących uszkodzeń poboczy nieutwardzonych oraz elementów systemu odwodnienia dróg*, Załącznik A do wytycznych SOPO, styczeń 2008.

11. Wykaz załączników

Załącznik A. Zasady realizacji pomiarów w ramach diagnostyki nawierzchni.

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

Załącznik C. Wizualizacja i analiza wyników z diagnostyki.

Załącznik D1. Instrukcja pomiarów ugięciomierzem FWD.

Załącznik D2. Instrukcja pomiarów profilografem laserowym RSP.

Załącznik D3. Instrukcja pomiarów zestawem SRT-3.

Załącznik D4. Instrukcja pomiarów zestawem TWO.

Załącznik D5. Instrukcja pomiarów urządzeniem RMT.

Załącznik D6. Instrukcja pomiarów zestawem LCMS.

Załącznik D7. Instrukcja pomiarów georadarem GPR.

Załącznik E1. Procedura przedsezonowych badań porównawczych ugięciomierzy FWD.

Załącznik E2. Procedura przedsezonowych badań porównawczych profilografów laserowych RSP.

Załącznik E3. Procedura przedsezonowych badań porównawczych zestawów SRT-3.

Załącznik E4. Procedura przedsezonowych badań porównawczych zestawów TWO.

Załącznik E5. Procedura przedsezonowych badań porównawczych urządzeń RMT.

Załącznik E6. Procedura przedsezonowych badań porównawczych zestawów LCMS.

Załącznik E7. Procedura przedsezonowych badań porównawczych georadarów GPR.

Załącznik F1. Procedura badań kontrolnych ugięciomierza FWD na odcinku testowym.

Załącznik F2. Procedura badań kontrolnych profilografu laserowego RSP na odcinku testowym.

Załącznik F3. Procedura badań kontrolnych zestawu SRT-3 na odcinku testowym.

Załącznik F4. Procedura badań kontrolnych zestawu TWO na odcinku testowym.

Załącznik F5. Procedura badań kontrolnych urządzenia RMT na odcinku testowym.

Załącznik F6. Procedura badań kontrolnych zestawu LCMS na odcinku testowym.

Załącznik F7. Procedura badań kontrolnych georadaru GPR na odcinku testowym.

Załącznik F8. 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 L1. Katalog uszkodzeń w systemie automatycznej oceny nawierzchni asfaltowych (AONA).

Załącznik L2. Katalog uszkodzeń w systemie automatycznej oceny nawierzchni betonowych (AONB).

Załącznik M. Diagnostyka elementów korpusu drogi (DEK).

Załącznik N. Katalog najczęściej występujących uszkodzeń elementów korpusu drogi.

Załącznik O. Algorytmy obliczeniowe do analiz w zakresie planowania na podstawie danych DSN.