

**Tom 1 Organizacja i standardy
kampanii diagnostyki stanu
technicznego nawierzchni
Część 2 Cechy nawierzchni podlegające
identyfikacji i ocenie**

Diagnostyka Stanu Nawierzchni – DSN

Historia dokumentu

Nazwa dokumentu	Tom 1 Organizacja i standardy kampanii diagnostyki stanu technicznego nawierzchni, Część 2 Cechy nawierzchni podlegające identyfikacji i ocenie, Diagnostyka Stanu Nawierzchni – DSN
Nazwa pliku	tom1_czesc2_cechy_nawierzchni_120615
Data utworzenia	27 grudnia 2011
Data ostatniej modyfikacji	4 lipca 2012

Wersja	Data zmiany	Opis zmian	Autor
1.0	15.06.2012		IBDiM

Spis treści

1	Cel i zakres dokumentu	4
1.1	Dokumenty związane z niniejszym dokumentem	5
1.2	Załączniki do niniejszego dokumentu	5
2	Wprowadzenie	6
2.1	Cechy eksploatacyjne i parametry stanu nawierzchni	6
2.2	Diagnostyka stanu technicznego nawierzchni	6
2.3	Uniwersalność metod identyfikacji stanu	7
2.4	Algorytmy wyznaczania wielkości parametrów stanu.....	8
2.5	Odcinki diagnostyczne.....	9
2.6	Wielkości i wartości parametrów.....	10
2.7	Podprojekty kampanii diagnostycznych	11
3	Równość.....	13
3.1	Równość podłużna.....	13
3.2	Równość poprzeczna	14
4	Właściwości przeciwpoślizgowe	16
5	Cechy powierzchniowe	17
6	Nośność	20
7	Fotorejestracja pasa drogowego	21

1 Cel i zakres dokumentu

Dane o stanie technicznym nawierzchni drogowych należą do najistotniejszych danych w procesie zarządzania siecią drogową i są wykorzystywane dla różnych zastosowań. W ramach niniejszego dokumentu zostaną opisane podstawowe zasady, jakie obowiązują w systemie Diagnostyki Stanu Nawierzchni (DSN) oraz jego podstawowe cele. Pod pojęciem diagnostyki stanu nawierzchni rozumie się diagnostykę stanu technicznego nawierzchni drogowej.

Głównym celem niniejszego dokumentu jest wyszczególnienie cech nawierzchni, jakie są objęte systemem diagnostyki stanu technicznego nawierzchni drogowej a także określenie parametrów, opisujących te cechy. We wprowadzeniu (patrz rozdział 2), obok zdefiniowania podstawowych terminów zostanie opisana zasada uniwersalności systemu Diagnostyki Stanu Nawierzchni, gwarantująca możliwość wykorzystania wyników identyfikacji do obliczania wskaźników stanu dla różnych zastosowań. Diagnostyka Stanu Nawierzchni jest realizowana w ramach kampanii diagnostycznych. Biorąc pod uwagę identyfikowane w ramach DSN cechy nawierzchni oraz uwzględniając dodatkowe wymagania, został także określony podział kampanii diagnostycznej na jej elementy składowe, tzw. podprojekty.

W kolejnych rozdziałach zostaną opisane parametry, charakteryzujące poszczególne cechy nawierzchni, identyfikowane i oceniane w ramach diagnostyki stanu nawierzchni:

- rozdział 3: równość,
- rozdział 4: właściwości przeciwpoślizgowe,
- rozdział 5: cechy powierzchniowe,
- rozdział 6: nośność.

W rozdziale 7 przedstawiono praktykowaną często możliwość rozszerzenia diagnostyki stanu nawierzchni o fotorejestrację pasa drogowego.

Niniejszy dokument zawiera jedynie wyszczególnienie cech oraz parametrów, objętych systemem DSN. Szczegółowy opis metodyki identyfikacji i oceny poszczególnych cech zawierają inne dokumenty niniejszej pracy. Odpowiednie odnośniki do tych dokumentów są zapisane w jednolitej konwencji, np. [T4/cz2] oznacza tom 4, część 2 (Obliczanie wskaźników stanu na podstawie danych elementarnych).

1.1 Dokumenty związane z niniejszym dokumentem

Dokument	Opis
[DOK1]	PN-EN 13036-1:2010 „Cechy powierzchniowe nawierzchni drogowych i lotniskowych – Metody badań – Część 1: Pomiar głębokości makrotekstury metodą objętościową”
[DOK2]	PN-EN ISO 13473-1 „Charakterystyka struktury nawierzchni przy użyciu profili powierzchniowych – Część 1: Określenie Średniego Profilu Głębokości”
[T2/cz3]	Tom 2: Formaty danych / Część 3: Dane elementarne o stanie nawierzchni
[T2/cz4]	Tom 2: Formaty danych / Część 4: Dane wynikowe
[T3/cz1]	Tom 3: System zapewnienia jakości / Część 1: Wprowadzenie
[T4/cz2]	Tom 4: Prace analityczne / Część 2: Obliczanie wskaźników stanu na podstawie danych elementarnych
[T4/cz3]	Tom 4: Prace analityczne / Część 3: Ocena stanu, tzn. obliczanie wartości stanu oraz wartości wskaźników zespolonych

1.2 Załączniki do niniejszego dokumentu

Do niniejszego dokumentu nie przewidziano załączników.

2 Wprowadzenie

2.1 Cechy eksploatacyjne i parametry stanu nawierzchni

Nawierzchnia drogowa, tak jak wszystkie inne obiekty, jest postrzegana poprzez pewne cechy¹. Dla celów niniejszej pracy pod pojęciem „cechy nawierzchni” będą rozumiane te cechy, które zmieniają się w procesie eksploatacji. Synonimami dla określenia „cechy nawierzchni” są terminy: „cechy eksploatacyjne” oraz „cechy techniczno-eksploatacyjne”.

Podstawowymi **cechami** nawierzchni są:

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

Wymienione powyżej cechy nawierzchni charakteryzują jej stan. Stan ten zmienia się w procesie użytkowania (z reguły sukcesywnie 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**. Używając terminu „parametr stanu nawierzchni” rozumie się parametr stanu technicznego nawierzchni.

2.2 Diagnostyka stanu technicznego nawierzchni

Informacje o stanie nawierzchni drogowych należą do podstawowych danych, jakie wykorzystuje administracja drogowa w procesie sterowania eksploatacją dróg. Jakość danych o stanie nawierzchni, ich dokładność, kompletność i aktualność wpływają znacząco na jakość decyzji związanych z eksploatacją. Informacje te są uzyskiwane w procesie diagnostyki stanu nawierzchni (lub krótko: diagnostyki nawierzchni).

¹ Pod pojęciem „cecha” rozumie się właściwość charakteryzującą obiekt, przedmiot, istotę, osobę, zjawisko.

Dla celów niniejszej pracy przyjęto następujące definicje:

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

Ocena stanu technicznego nawierzchni jest procesem wyznaczania parametrów stanu na podstawie wyników identyfikacji, w tym zarówno określenia wielkości stanu, jak i jego wartości.

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 adresatom, itd.

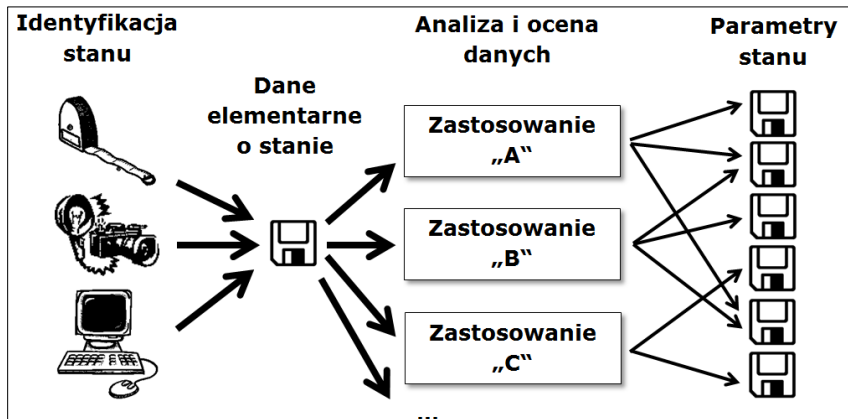
A zatem:

Diagnostyka stanu = identyfikacja stanu + ocena stanu

W dalszej części niniejszego opracowania pod pojęciem stan nawierzchni rozumie się stan techniczny nawierzchni drogowej.

2.3 Uniwersalność metod identyfikacji stanu

Istota nowoczesnych systemów DSN polega na uniwersalności metod identyfikacji stanu. Identyfikacja jest procesem zbierania danych o nawierzchni (pomiary, fotorejstracja, identyfikacja wizualna), a jej bezpośrednim wynikiem są tzw. **dane elementarne**, opisujące właściwości nawierzchni ([T2/cz3]). Dane elementarne są przechowywane w ustandaryzowanych plikach i udostępniane podmiotom powołanym do przetwarzania tych danych, przede wszystkim do celów wyznaczania parametrów stanu, patrz rysunek 1.



Rysunek 1: 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 instytuty badawcze przemysłu samochodowego dla celów optymalizacji parametrów zawieszenia pojazdów produkowanych na dany rynek, przez jednostki prowadzące audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego w celu identyfikacji miejsc zagrożenia bezpieczeństwa, przez instytucje kredytowe, rozpatrujące wnioski o finansowanie projektów PPP (Partnerstwo Publiczno-Prywatne). Każda z tych instytucji postrzega stan nawierzchni z innej perspektywy i może korzystać z innych parametrów stanu, kierując się zasadą, iż muszą one najlepiej odpowiadać ich indywidualnym wymaganiom.

Jednym z obszarów wykorzystania danych, pochodzących z identyfikacji stanu są systemy zarządzania eksploatacją nawierzchni (PMS). Jest to historycznie najstarsze zastosowanie danych o stanie nawierzchni. System DSN zawiera zatem podsystem wyznaczania parametrów stanu nawierzchni, wykorzystywanych właśnie przez PMS.

2.4 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 ([T4/cz2] i [T4/cz3]).

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 ([T4/cz2]).

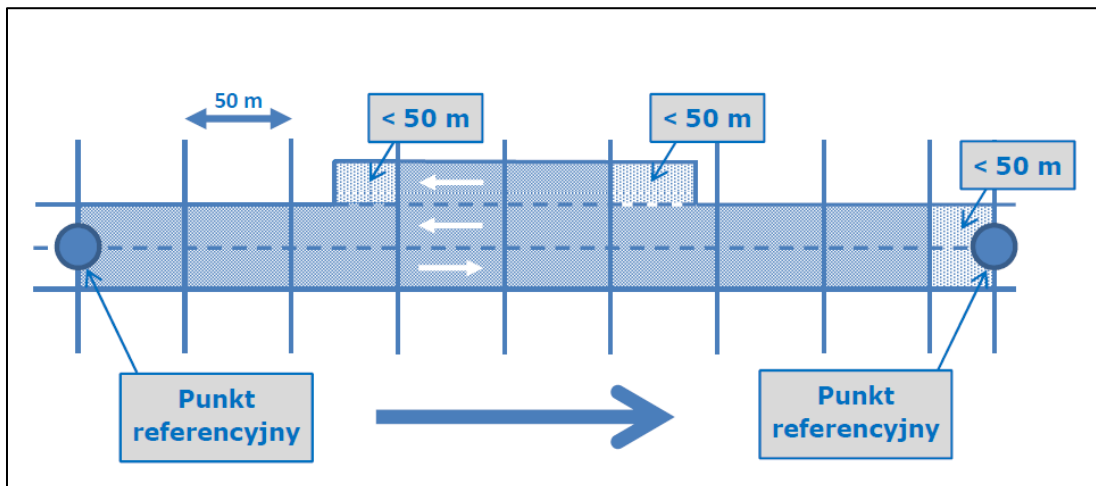
Z uwagi na dużą złożoność algorytmów obliczania parametrów stanu, w szczególności zaś z powodu bardzo wielu sytuacji szczególnych, praktykowane jest udostępnienie wszystkim zainteresowanym podmiotom dedykowanych programów komputerowych, umożliwiających obliczenie wielkości stanu dla wszystkich kluczowych parametrów. Tekst źródłowy takiego programu, opatrzony wyczerpującymi komentarzami, stanowi niezbędne uzupełnienie dokumentacji algorytmu wyznaczania danego parametru.

Algorytmy wyznaczania parametrów stanu są treścią dokumentu [T4/cz2].

2.5 Odcinki diagnostyczne

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

Podział sieci drogowej na odcinki diagnostyczne jest dokonywany na osi drogi poprzez punkty w odległości 50 metrów, zaczynając od punktu referencyjnego. Tak więc ostatni odcinek diagnostyczny odcinka referencyjnego jest z reguły krótszy niż standardowa długość. Krótsze są także: pierwszy i/lub ostatni odcinek diagnostyczny w obrębie pasów ruchu, zaczynających się i/lub kończących w obrębie danego odcinka referencyjnego (patrz rysunek 2).



Rysunek 2: Odcinki diagnostyczne

2.6 Wielkości i wartości parametrów

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

Dla niektórych zastosowań już sama wielkość parametru jest wystarczającą informacją dla realizacji szeregu zadań operacyjnych w zakresie sterowania eksploatacją nawierzchni. Jednak w celu obliczenia **parametrów zespolonych**, będących wynikiem agregacji dwóch lub więcej parametrów, np. wskaźnika stanu użytkowego lub wskaźnika oceny ogólnej, konieczne jest sprowadzenie poszczególnych parametrów do „wspólnego mianownika” poprzez przypisanie każdemu z nich **wartości stanu** w jednolitym układzie odniesienia (skala od 1 do 5). Proces wyznaczania wartości stanu jest określany mianem **normowania** ([T4/cz3]).

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 ([T2/cz4]).

2.7 Podprojekty kampanii diagnostycznych

W kampaniach diagnostycznych uczestniczy z reguły szereg niezależnych podmiotów, realizujących poszczególne zadania. W celu usprawnienia organizacji projektów diagnostycznych dokonuje się ich podziału na podprojekty. Cechą podprojektu jest możliwość pełnej jego realizacji przez jeden podmiot wykonawczy. Podmiotem tym może być administracja drogowa lub zleceniobiorca zewnętrzny. Jeden podmiot wykonawczy może realizować prace w ramach kilku podprojektów.

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

PP-S	Podstawowe dane sieciowe
-------------	--------------------------

PP-Nx	Pomiar równości podłużnej
PP-Ny	Pomiar równości poprzecznej
PP-T	Pomiar współczynnika tarcia
PP-M	Pomiar makrotekstury
PP-C	Fotorejstracja cech powierzchniowych
PP-F	Fotorejstracja pasa drogowego
PP-U	Pomiar ugięć

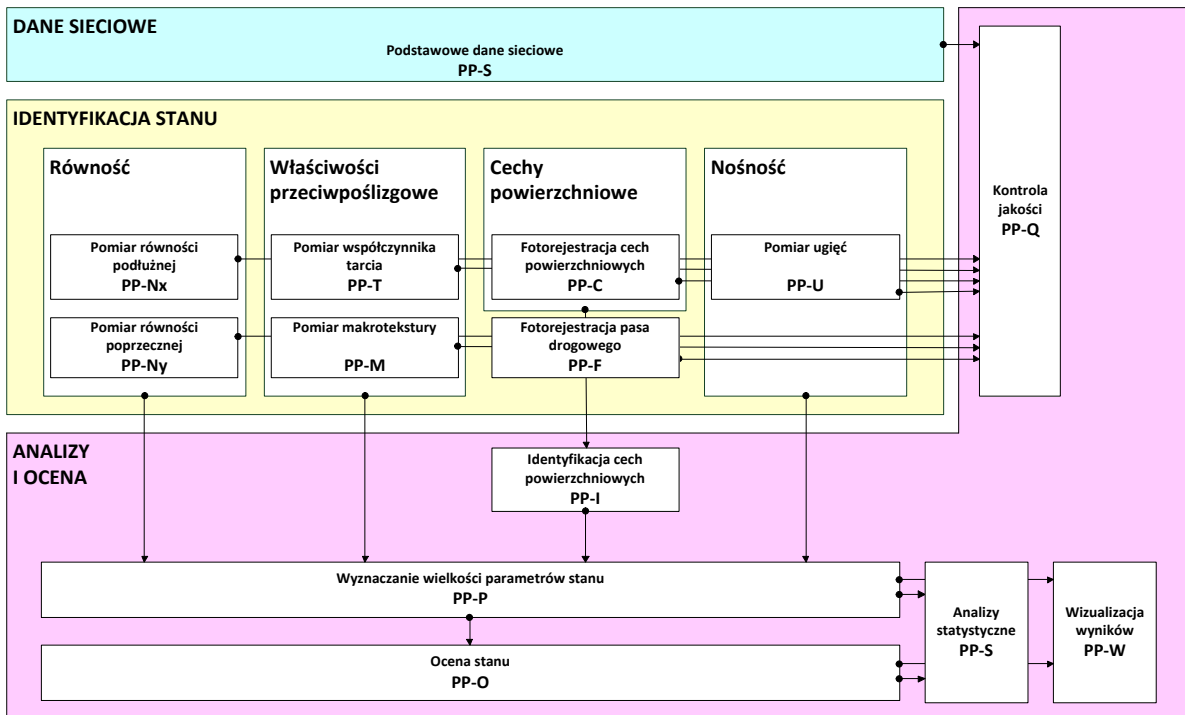
PP-I	Identyfikacja cech powierzchniowych
PP-P	Wyznaczanie wielkości parametrów stanu
PP-O	Ocena stanu
PP-A	Analizy statystyczne
PP-W	Wizualizacja danych o stanie i wyników oceny
PP-Q	Kontrola jakości

Wymienione powyżej podprojekty można podzielić na 3 grupy:

- **dane sieciowe** (PP-S)
- **pomiary** (PP-Nx do PP-U w powyższym zestawieniu)
- **analizy** (PP-I do PP-Q w powyższym zestawieniu)

Standardowo dane sieciowe (PP-S) są przygotowywane i udostępniane przez administrację drogową (Zamawiającego). Pomiary i analizy są wykonywane przez podmioty zewnętrzne, aczkolwiek poszczególne podprojekty pomiarowe mogą być także realizowane przez administrację drogową. Analizy, w tym kontrola jakości danych pomiarowych są z reguły realizowane przez jednego wykonawcę. Istotne jest przy tym, że pomiary i analizy nie mogą być realizowane przez tego samego wykonawcę, z uwagi na potencjalny konflikt interesów, związany z kontrolą jakości pomiarów, prowadzoną w zakresie prac analitycznych.

Na rysunku 3 pokazano szkic zależności pomiędzy poszczególnymi podprojektami diagnostycznymi.



Rysunek 3: Schemat zależności pomiędzy podprojektami diagnostycznymi

3 Równość

Jak wspomniano we wprowadzeniu, równość nawierzchni określa stopień, w jakim powierzchnia nawierzchni drogowej jest zbieżna z powierzchnią wymaganą (idealną).

Nowoczesne systemy diagnostyczne umożliwiają opisanie geometrycznego kształtu nawierzchni w postaci powierzchni wielościennej². Punkty tego wielościanu tworzą regularną siatkę o krawędziach długości np. 1 cm. Tak precyzyjny model nierówności umożliwia wyznaczenie parametrów stanu dla większości praktycznych zastosowań.

Jakkolwiek nowoczesne techniki diagnostyczne pozwalają już obecnie na uzyskanie modelu nierówności w postaci powierzchni wielościennej o tak dużej gęstości punktów pośrednich, wykorzystanie tych technik w skali masowej do analiz sieciowych jest jeszcze, z uwagi na wysokie koszty, nieopłacalne. Należy jednak mieć na uwadze, że już w najbliższych latach metoda ta stanie się standardem.

W ramach DSN dokonywana jest identyfikacja i ocena równości niezależnie w kierunku podłużnym (**równość podłużna**) i w kierunku poprzecznym (**równość poprzeczna**).

3.1 Równość podłużna

Równość podłużna jest opisywana poprzez tzw. **profil nierówności**, czyli zbiór punktów wysokościowych, pomierzonych w prawym śladzie koła, w stałych odstępach np. co 10 cm. Dane, opisujące profil nierówności są traktowane jako dane elementarne i kodowane w plikach o ustalonym (standardowym) formacie. Profil nierówności stanowi podstawę do obliczenia parametrów równości podłużnej oraz jest wykorzystywany także do szeregu innych celów, jak np. podczas kontroli jakości danych czy synchronizacji danych, pochodzących z różnych kampanii pomiarowych.

Na podstawie danych, opisujących profil nierówności możliwe jest obliczenie parametrów równości podłużnej ($[T4/cz2]$).

Podstawowym parametrem, opisującym równość podłużną, obliczanym na podstawie profilu nierówności jest **międzynarodowy wskaźnik równości IRI** (ang.: *International Roughness Index*) .

Ponadto obliczane są następujące parametry uzupełniające:

² Powierzchnia wielościenne, mat. figura geometryczna utworzona z wielokątów o rozłącznych wnętrzach leżących w różnych płaszczyznach, przy czym każdy bok jest wspólny dla dwóch wielokątów.

- **gęstość spektralna nierówności AUN** (niem.: Allgemeine Unebenheit),
- **wskaźnik oddziaływania nierówności LWI** (niem.: Längsebenheitswirkindex),
- **symulacja planografu – wartość średnia PGR_AVG** (wskaźnik nierówności bazujący na symulacji pomiaru nierówności za pomocą planografu, belką pomiarową o długości 4m),
- **symulacja planografu – wartość maksymalna PGR_MAX.**

Parametry, opisujące równość podłużną można podzielić na 3 kategorie:

- parametry opisujące geometrię nierówności (AUN),
- parametry opisujące oddziaływanie nierówności na pojazd (np. IRI, LWI),
- parametry statystyczne (PGR_AVG, PGR_MAX).

Dla wymienionych powyżej parametrów równości podłużnej w systemie DSN obliczane są zarówno ich wielkości, jak i wartości stanu.

W tabelicy 1 zestawiono parametry nierówności podłużnej.

Tabela 1: Parametry równości podłużnej

Cecha	Parametr	Jednostka	Skrót	Wielkość	Wartość
Równość podłużna	międzynarodowy wskaźnik nierówności	m/km	IRI	X	X
	gęstość spektralna nierówności	cm ³	AUN	X	X
	wskaźnik oddziaływania nierówności	cm ³	LWI	X	X
	symulacja planografu – wartość średnia	mm	PGR_AVG	X	X
	symulacja planografu – wartość maksymalna	mm	PGR_MAX	X	X

3.2 Równość poprzeczna

Równość poprzeczna opisuje odkształcenia nawierzchni, rejestrowane wzdłuż linii prostopadłych do osi drogi. Równość poprzeczna jest reprezentowana przez **przekroje poprzeczne nierówności**. Przekroje poprzeczne nierówności są opisane przez linię łamaną, składającą się z punktów w stałych odstępach³, np. co 10 cm lub co 15 cm. Im mniejsza odległość pomiędzy punktami wyznaczającymi przekroje poprzeczne nierówności, tym większa precyzja opisu równości poprzecznej i możliwość wykorzystania wyników dla większej liczby zastosowań.

³ Niektóre metody identyfikacji równości poprzecznej bazują na przekrojach poprzecznych z punktami w różnych odstępach. W obrębie kolein odstępów punktów przekroju są mniejsze.

Przekroje poprzeczne nierówności są identyfikowane wzdłuż drogi w stałych odstępach, np. co 1 metr. Wyniki identyfikacji równości poprzecznych są zapisywane w danych elementarnych.

Dla danych elementarnych, opisujących równość poprzeczną są obliczane następujące parametry podstawowe ([T4/cz2]):

- **średnia głębokość koleiny** (maksimum ze średniej głębokości koleiny lewej i prawej) **GK**,
- **średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie** (maksimum ze średniej głębokości wody w koleinie lewej i prawej) **GW**.

Dla powyższych parametrów równości poprzecznej są w systemie DSN obliczane wielkości i wartości.

Na podstawie przekrojów poprzecznych nierówności w każdym przekroju jest obliczane **pochylenie poprzeczne PP**.

Ponadto są obliczane wielkości następujących parametrów uzupełniających [T4/cz2]:

- **średnia głębokość koleiny lewej GK_L**,
- **średnia głębokość koleiny prawej GK_P**,
- **średnia głębokość wody w koleinie lewej GW_L**,
- **średnia głębokość wody w koleinie prawej GW_P**.

Dla tych uzupełniających parametrów równości poprzecznej są obliczane wyłącznie wielkości.

W tabelicy 2 zestawiono parametry równości poprzecznej.

Tabela 2: Parametry równości poprzecznej

Cecha	Parametr	Jednostka	Skrót	Wielkość	Wartość
Równość poprzeczna	średnia głębokość koleiny	mm	GK	X	X
	średnia teoretyczna głębokość wody w koleinie	mm	GW	X	X
	średnia głębokość koleiny lewej	mm	GK_L	X	
	średnia głębokość koleiny prawej	mm	GK_P	X	
	średnia głębokość wody w koleinie lewej	mm	GW_L	X	
	średnia głębokość wody w koleinie prawej	mm	GW_P	X	

4 Właściwości przeciwpoślizgowe

Właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni są w systemie DSN opisywane przez współczynnik tarcia WT ([T4/cz2]). Pomiary współczynnika tarcia nawierzchni wykonuje się w lewym śladzie koła.

Dodatkowym parametrem w ocenie właściwości przeciwpoślizgowych jest średnia głębokość tekstury MTD (ang.: *Mean Texture Depth*). Pomiar makrotekstury jest dokonywany zgodnie z normą PN-EN 13036-1 [DOK1] lub PN-EN ISO 13473-1 [DOK2]. W przypadku wykonywania pomiarów metodą profilometryczną oblicza się szacowaną głębokość tekstury ETD (ang. *Estimated Texture Depth*) zgodnie z [DOK2]. Przyjmuje się, że $MTD = ETD$.

W tabelicy 3 zestawiono parametry właściwości przeciwpoślizgowych.

Tabela 3: Parametry właściwości przeciwpoślizgowych

Cecha	Parametr	Jednostka	Skrót	Wielkość	Wartość
Właściwości przeciwpoślizgowe	współczynnik tarcia	-	WT	X	X
	średnia głębokość tekstury	mm	MTD	X	X

5 Cechy powierzchniowe

Podczas gdy takie cechy nawierzchni, jak: równość, właściwości przeciwpoślizgowe i nośność są określane w wyniku pomiarów oraz obliczane zgodnie z ustalonymi algorytmami, opis cech powierzchniowych⁴ wymaga każdorazowo analizy eksperckiej. Tym niemniej i w przypadku cech powierzchniowych obowiązuje ta sama ogólna metodyka postępowania, jak w przypadku pozostałych cech nawierzchni, tzn. diagnostyka jest realizowana w dwóch etapach: identyfikacji i oceny.

Pierwszym etapem identyfikacji cech powierzchniowych jest ich fotograficzna rejestracja. W tym celu są wykonywane i zapamiętywane w plikach graficznych **zdjęcia powierzchni** jezdni. Zdjęcia te są wykonywane przy wykorzystaniu specjalistycznych kamer, skierowanych prostopadle do nawierzchni. Muszą one spełniać wysokie wymagania jakościowe, np. umożliwiać rozpoznanie spękań szerokości do 1 mm. Dla każdego fragmentu drogi, objętego zdjęciem nawierzchni jest ponadto wykonane zdjęcie pasa drogowego. Dane o lokalizacji odcinków drogi, pokazanych na poszczególnych zdjęciach nawierzchni, a także nazwy plików z odpowiednimi zdjęciami nawierzchni i z korespondującymi z nimi zdjęciami pasa drogowego są zapamiętywane w odrębnym pliku. Tak więc danymi elementarnymi, rejestrującymi cechy powierzchniowe nawierzchni są pliki graficzne ze zdjęciami nawierzchni oraz ze zdjęciami pasa drogowego, a także plik kojarzący te pliki graficzne z lokalizacją zdjęć.

W plikach z danymi elementarnymi są także kodowane zidentyfikowane elementarne parametry cech nawierzchni. Bezpośrednio po dokonaniu rejestracji fotograficznej parametry te są jeszcze nieznanne i wypełniane dopiero w procesie identyfikacji.

Na podstawie dokumentacji fotograficznej, odpowiednio przeszkolony personel dokonuje identyfikacji cech powierzchniowych. Wykorzystywane jest do tego odpowiednie specjalistyczne oprogramowanie. Oprogramowanie to może być także wykorzystywane przez administrację drogową zarówno dla celów kontroli wyników pomiarów, jak i w sytuacji, gdy identyfikacja cech powierzchniowych jest prowadzona przez Zarządcę we własnym zakresie.

W zależności od sformułowanych celów istnieją różne stopnie szczegółowości identyfikacji cech powierzchniowych. W systemie DSN ocenianą powierzchnię

⁴ W DSN używamy sformułowania „cechy powierzchniowe” a nie uszkodzenia powierzchniowe, gdyż nie wszystkie identyfikowane i oceniane cechy muszą być traktowane jako uszkodzenia. Dobrze wbudowane (a nie nałożone) łaty, szczególnie w obszarach zabudowanych, są często wynikiem zamknięcia wykopów instalacyjnych i prowadzą w wielu przypadkach do trwałego polepszenia stanu nawierzchni.

dzieli się na segmenty i w odniesieniu do każdego segmentu dokonywana jest identyfikacja poszczególnych cech. Dla nawierzchni bitumicznych segment ma wielkość 1 m x 1/3 szerokości pasa ruchu (czyli powierzchnię ok. 1 m²). Dla nawierzchni betonowych oceniana jest niezależnie każda płyta betonowa.

Dla różnych typów nawierzchni drogowej są zdefiniowane różne parametry nawierzchni. W ramach niniejszej pracy ograniczono się do nawierzchni bitumicznych i betonowych (z betonu cementowego). Poniżej zestawiono parametry cech powierzchniowych ([T4/cz2]):

Nawierzchnie bitumiczne:

- **spękania siatkowe, skupiska spękań i pęknięcia pojedyncze SSP,**
- **łaty nałożone LA_N,**
- **łaty wbudowane LA_W,**
- **łaty LA,**
- **wyboje WYB,**
- **nieszczelne spojenia technologiczne NST,**
- **nadmiar lepiszcza („pocenie” nawierzchni) NL.**

Nawierzchnie betonowe:

- **pęknięcia podłużne i poprzeczne, średnia długość pęknięcia na płycie P_SD,**
- **pęknięcia podłużne i poprzeczne, procent uszkodzonych płyt P_PU,**
- **pęknięcia podłużne i poprzeczne P,**
- **uszkodzenia narożników, średnia liczba uszkodzonych narożników na płycie UN_LU,**
- **uszkodzenia narożników, procent uszkodzonych płyt UN_PU,**
- **uszkodzenia narożników UN,**
- **uszkodzenia krawędzi, średnia długość uszkodzeń na płycie UK_DU,**
- **uszkodzenia krawędzi, procent uszkodzonych płyt UK_PU,**
- **uszkodzenia krawędzi UK,**
- **wyboje, procent uszkodzonych płyt WYB_B,**
- **łaty bitumiczne, procent uszkodzonych płyt LA_B.**

W tabelicy 4 zestawiono parametry cech powierzchniowych nawierzchni.

Tablica 4: Parametry cech powierzchniowych

Cecha	Parametr	Jednostka	Skrót	Wielkość	Wartość
Cechy powierzchniowe nawierzchnie asfaltowe	spękania siatkowe, skupiska spękań i pęknięcia pojedyncze, procent powierzchni	%	SSP	X	X
	łaty nałożone, procent powierzchni	%	LA_N	X	X
	łaty wbudowane, procent powierzchni	%	LA_W	X	X
	łaty, procent powierzchni	%	LA	X	X
	wyboje, procent powierzchni	%	WYB	X	
	nieszczelne spojenia technologiczne, procent powierzchni	%	NST	X	
	nadmiar lepiscza, procent powierzchni	%	NL	X	
Cechy powierzchniowe nawierzchnie betonowe	pęknięcia podłużne i poprzeczne, średnia długość pęknięcia na płycie	m	P_SD	X	X
	pęknięcia podłużne i poprzeczne, procent uszkodzonych	%	P_PU	X	X
	pęknięcia podłużne i poprzeczne		P		X
	uszkodzenia narożników, średnia liczba uszkodzonych narożników na płycie	szt.	UN_LU	X	X
	uszkodzenia narożników, procent uszkodzonych płyt	%	UN_PU	X	X
	uszkodzenia narożników		UN		X
	uszkodzenia krawędzi, średnia długość uszkodzeń na płycie	m	UK_DU	X	X
	uszkodzenia krawędzi, procent uszkodzonych	%	UK_PU	X	X
	uszkodzenia krawędzi		UK		X
	wyboje, procent uszkodzonych płyt	%	WYB_B	X	
	łaty bitumiczne, procent uszkodzonych płyt	%	LA_B	X	

6 Nośność

W ramach systemu DSN nośność jest oceniana na podstawie pomiaru ugięć nawierzchni. Podstawowymi parametrami nośności są **ugięcie maksymalne D** mierzone w punkcie centralnym przyłożenia obciążenia oraz wskaźnik krzywizny ugięcia SCI, obliczany jako różnica ugięcia D oraz ugięcia D_{300} zarejestrowanego w odległości 300 mm od punktu, w którym jest mierzone ugięcie D ([T4/cz2]).

W tabelicy 5 zestawiono parametry nośności.

Tabela 5: Parametry nośności

Cecha	Parametr	Jednostka	Skrót	Wielkość	Wartość
Nośność	ugięcie maksymalne	μm	D	X	X
	wskaźnik krzywizny ugięcia	μm	SCI	X	X

7 Fotorejestracja pasa drogowego

Fotorejestracja pasa drogowego nie jest elementem diagnostyki stanu nawierzchni *sensu stricto*. Tym niemniej z uwagi na fakt, iż dla rejestracji cech nawierzchni niezbędna jest także fotorejestracja pasa drogowego, dokonywana z kamery frontowej, wyniki tej fotorejestracji są wykorzystywane także dla celów, wykraczających poza zastosowania diagnostyki stanu nawierzchni.

Tak więc ze względów pragmatycznych diagnostykę stanu uzupełnia się o dodatkowe zadanie, mianowicie fotorejestrację pasa drogowego, przy czym na wyniki tej fotorejestracji nakładane są wymagania jakościowe, wykraczające poza te, które obowiązują podczas diagnostyki cech powierzchniowych. Wymagania te odnoszą się do konieczności wykonania fotorejestracji z wielu kamer:

- kamery frontowej (tak jak podczas fotorejestracji pasa drogowego dla celów rejestracji cech powierzchniowych),
- lewej kamery bocznej,
- prawej kamery bocznej,
- kamery tylnej.

W celu umożliwienia wykorzystania wyników fotorejestracji dla wykonywania pomiarów fotogrametrycznych konieczna jest znajomość parametrów usytuowania kamer oraz ich parametrów optycznych. Informacje te są kodowane w plikach z danymi elementarnymi ([T2/cz3]).

Ponadto formułowane są konkretne wymagania odnośnie samych zdjęć, wykonywanych podczas fotorejestracji.

Spis ilustracji

Rysunek 1: Obliczanie parametrów stanu na podstawie danych elementarnych przy uwzględnieniu różnych zastosowań	8
Rysunek 2: Odcinki diagnostyczne.....	10
Rysunek 3: Schemat zależności pomiędzy podprojektami diagnostycznymi.....	12

Spis tablic

Tablica 1: Parametry równości podłużnej.....	14
Tablica 2: Parametry równości poprzecznej.....	15
Tablica 3: Parametry właściwości przeciwpoślizgowych.....	16
Tablica 4: Parametry cech powierzchniowych.....	19
Tablica 5: Parametry nośności	20