

# Diagnostyka stanu nawierzchni i wybranych elementów korpusu drogowego



MACIEJ RADZIKOWSKI

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad  
Radzikowski@gddkia.gov.pl



GRZEGORZ FORYS

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad  
gforys@gddkia.gov.pl

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad /GDDKiA/ opublikowała na stronie internetowej dokument pt. „Diagnostyka stanu nawierzchni i wybranych elementów korpusu drogi. Wytyczne stosowania” jako załącznik do Zarządzenia Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 17 czerwca 2019 r. W wytycznych zamieszczono m.in. zasady realizacji pomiarów i przetwarzania wyników cech techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni sieci dróg krajowych oraz wyznaczania grup zabiegów remontowych. Poza zasadami oceny nawierzchni odniesiono się do oceny

elementów bezpośrednio z nią związanych, które mają również wpływ na bezpieczeństwo ruchu drogowego oraz postęp degradacji nawierzchni jezdni – m.in. odpowiedniego oznakowania poziomego nawierzchni jezdni oraz wybranych elementów korpusu drogi (stanu poboczy i elementów systemu odwodnienia). W załącznikach do wytycznych zamieszczono m.in.: szczegółowe zasady realizacji pomiarów, instrukcje dotyczące oceny i klasyfikacji poszczególnych parametrów techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni, 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. W artykule przedstawiono najistotniejsze fragmenty tego dokumentu.

## Geneza aktualizacji wytycznych DSN

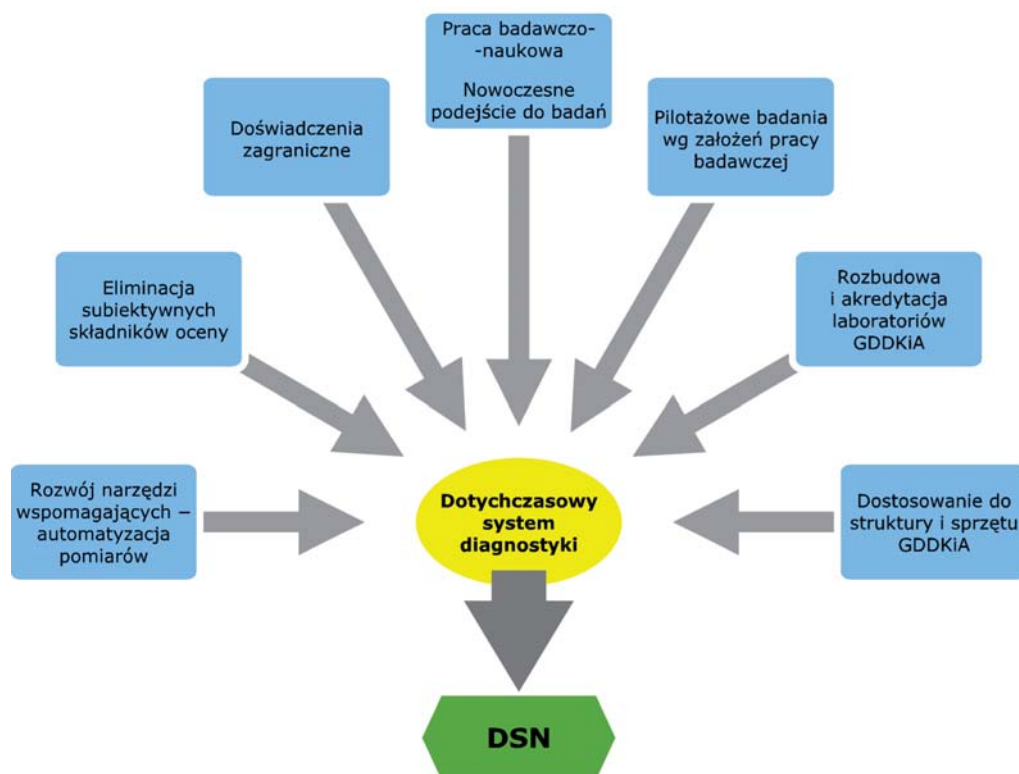
W związku z dynamicznym postępem technologicznym

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.

W dokumencie zaktualizowano m.in. zasady ustalania zakresów pomiarowych, zasady realizacji pomiarów i przetwarzania wyników cech techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni sieci dróg krajowych, podział obowiązków uczestników kampanii pomiarowej, wdrożone w 2015 r.

Głównymi założeniami przyjętymi przy opracowaniu aktualizacji Wytycznych [1] oraz ich wcześniejszej wersji były m.in. (rysunek 1):

1. Wykorzystanie podstawowych założeń dotyczących organizacji kampanii pomiarowej z pracy naukowo-badawczej DSN [5].
2. Zachowanie spójności w analizach danych z dotychczas stosowanymi zasadami, w celu zapewnienia ciągłości wnioskowania.
3. Uszczegółowienie procesów realizacji kampanii pomiarowej DSN na podstawie zapisów w pracy naukowo-badawczej DSN oraz dotychczas stosowane zasady



Rys. 1. Przyczyny zmian w zasadach diagnostyki stanu nawierzchni

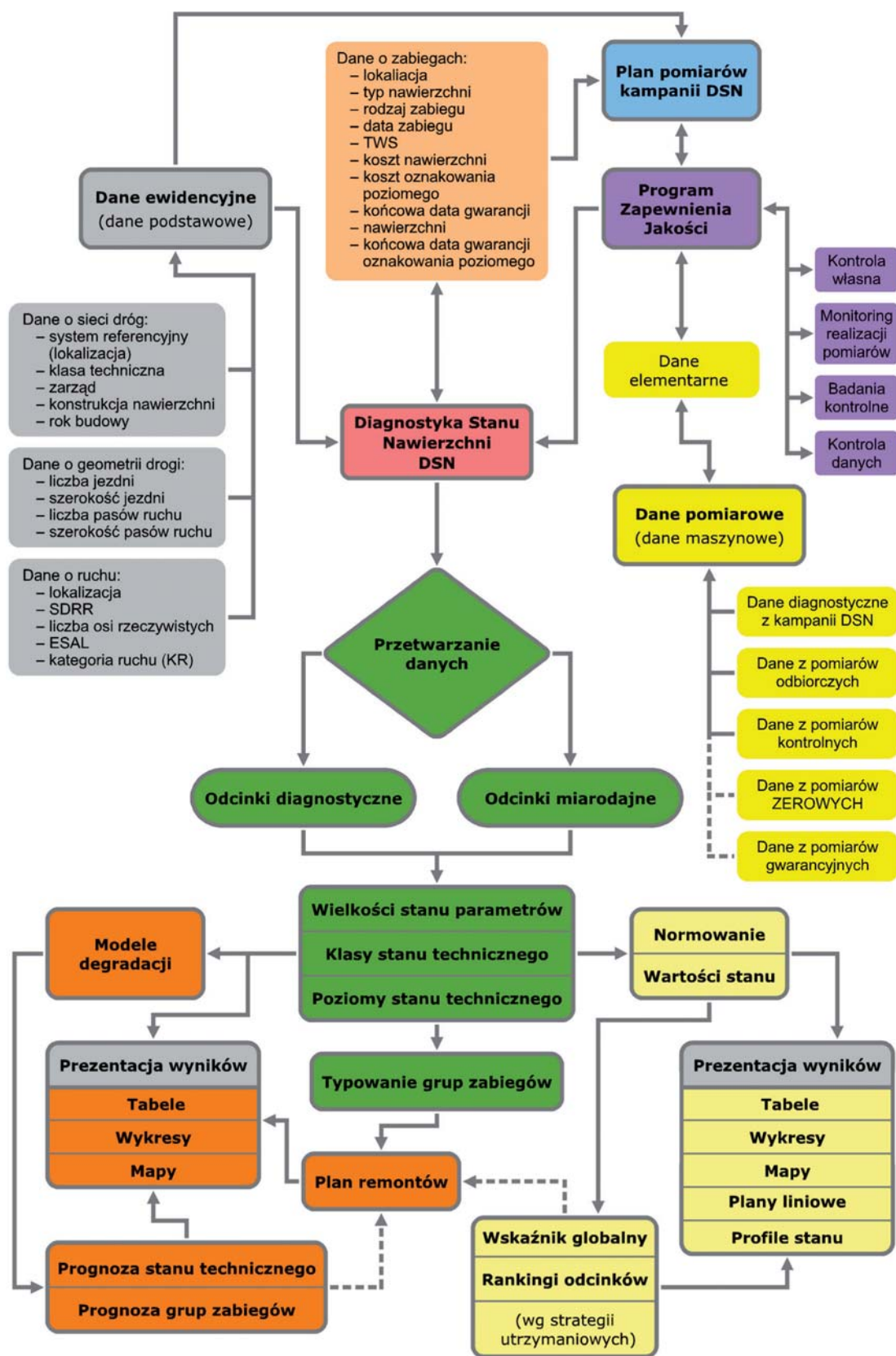
określone w różnych dokumentach, m.in. instrukcjach, komentarzach, pismach dotyczących realizacji kampanii pomiarowej na sieci dróg krajowych.

wierzchni, na podstawie których można szacować potrzeby remontowe wykorzystując prognozy zmian cech techniczno-eksploatacyjnych, uproszczone modele poprawy stanu nawierzchni po wykonaniu zabiegów remontowych, zasady

Zmiany, które zostały wprowadzone w Wytycznych, to m.in.:

1. Wykorzystanie nowych technologii diagnostyki związanych m.in. z automatyczną oceną uszkodzeń nawierzchni betonowych.
2. Zwiększenie liczby parametrów techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni uwzględnianych w analizach.
3. Ocena stanu nawierzchni wykonywana na dwóch poziomach: operacyjnym (szczegółowa) i strategicznym (ogólna).
4. Inwentaryzacja i ocena elementów korpusu drogi (m.in. poboczy nieutwardzonych oraz elementów systemu odwodnienia).
5. Zagadnienia związane z siecią oceną nawierzchni betonowych.
6. 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 zamieszczono m.in. wzory modeli degradacji na-



Rys. 2. Ogólny schemat funkcjonowania systemu DSN

wstępnego typowania zabiegów remontowych oraz prac analitycznych.

W załącznikach do Wytycznych zamieszczono m.in.:

1. Szczegółowe zasady realizacji pomiarów;
2. Instrukcje dotyczące oceny i klasyfikacji poszczególnych parametrów;
3. Zasady wizualizacji i analizy wyników diagnostycznych;
4. Instrukcje wykonywania pomiarów cech techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni;
5. Procedury przedsezonowych badań porównawczych sprzętu do diagnostyki nawierzchni;
6. Procedury badań kontrolnych urządzeń pomiarowych na własnym odcinku testowym;
7. 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 rysunku 2.

## Cel diagnostyki stanu nawierzchni (DSN)

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

Zgromadzone dane, dzięki zastosowaniu specjalistycznego oprogramowania, umożliwią uzyskanie informacji, jaki 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.

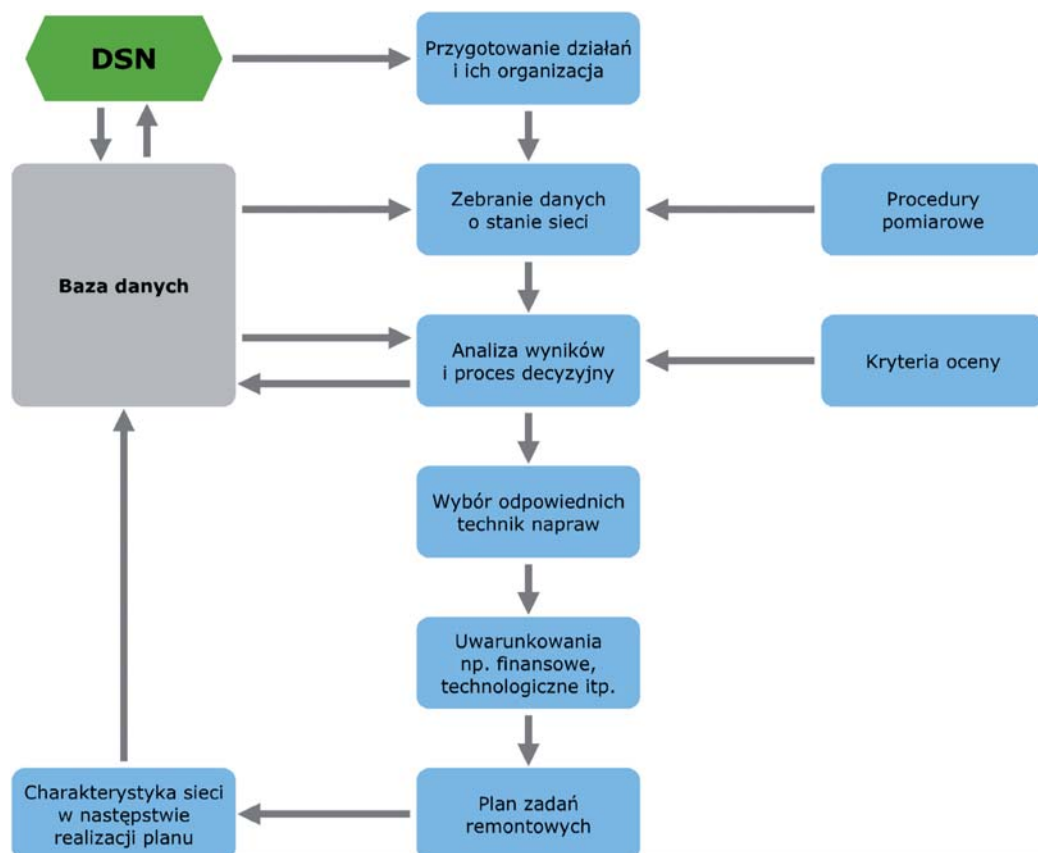
W związku z tym

**Diagnostyka stanu = identyfikacja stanu + ocena stanu**

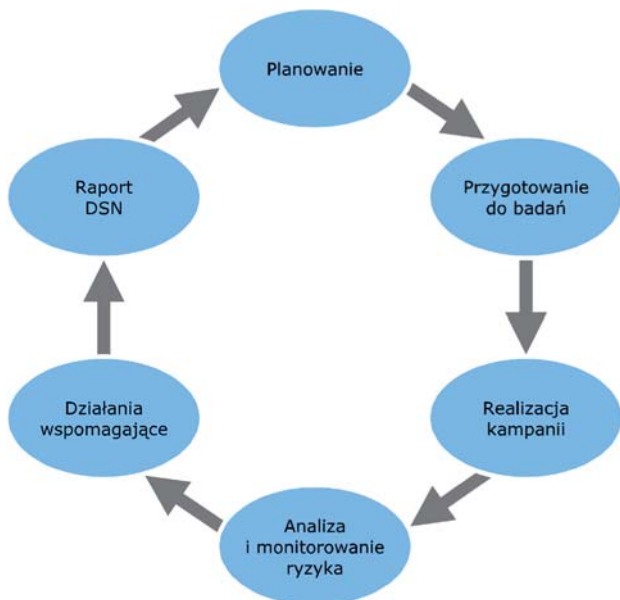
Dzięki temu będzie możliwe uzyskiwanie obiektywnych mierników realizacji budżetu zadaniowego, prognoz oraz rankingów stanu technicznego nawierzchni do aktualizacji, m.in. Planu Działania na Sieci Dróg.

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 zastosowa-



Rys. 3. Proces decyzyjny w zarządzaniu siecią drogową



Rys. 4. Cykl roczny systemu DSN

niem systemu wspomagania zarządzania siecią drogową, do których zalicza się DSN, przedstawiono na rysunku 3.

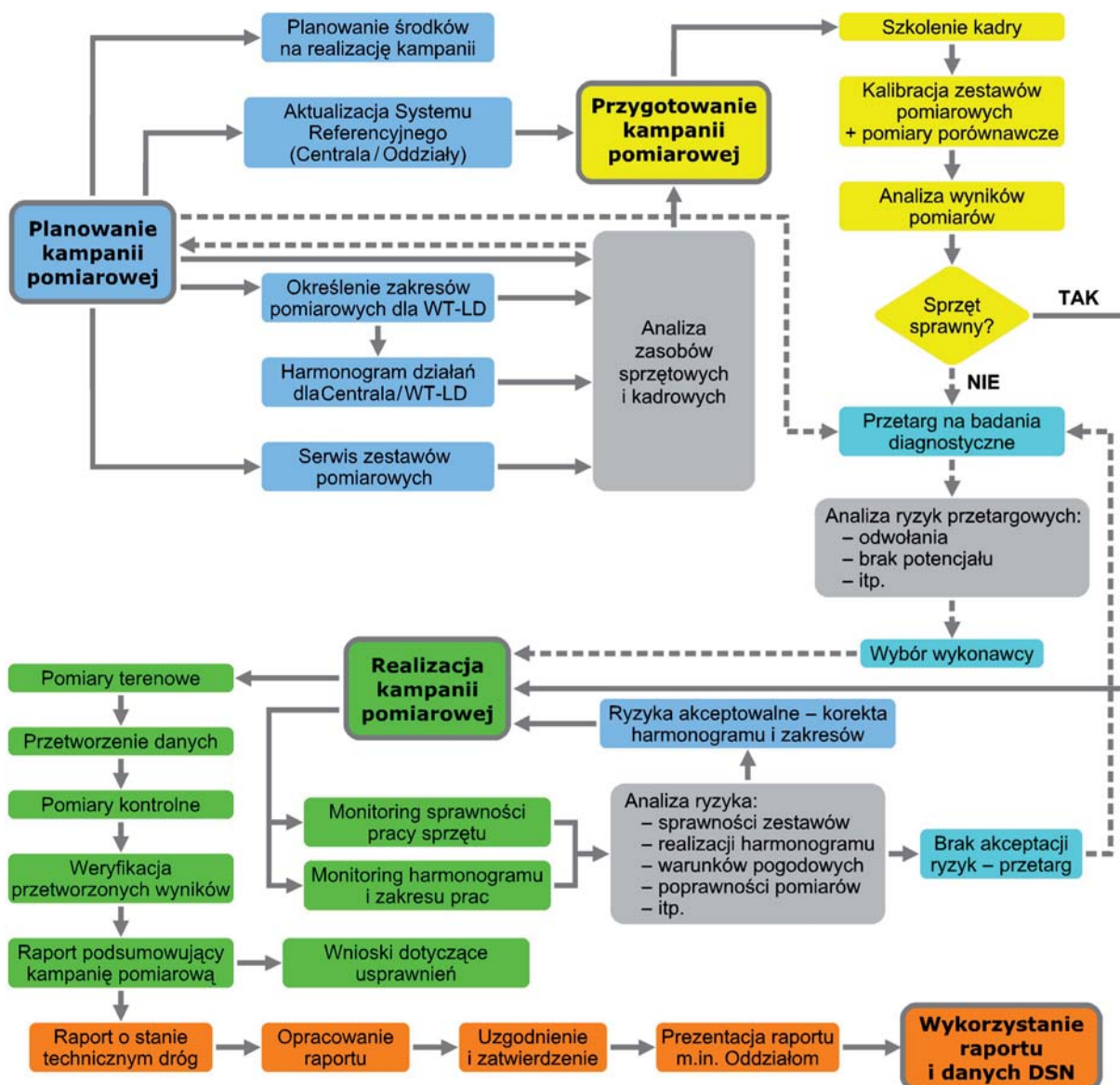
Przebieg funkcjonowania DSN w cyklu rocznym zaprezentowano na rysunku 4.

Szczegółowy przebieg realizacji kampanii pomiarowej przedstawiono na rysunku 5.

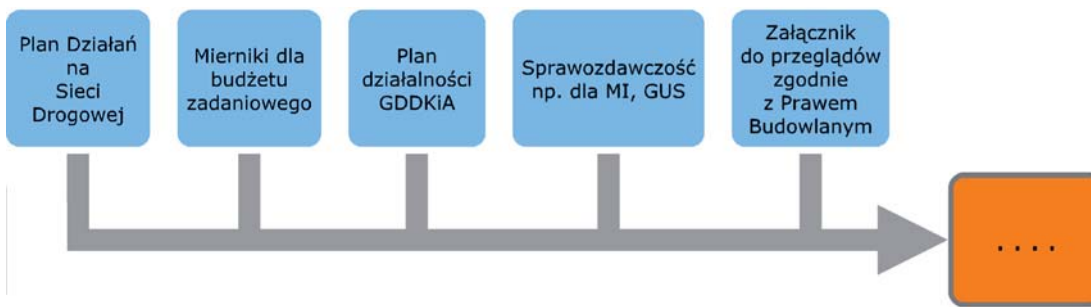
DSN jest narzędziem m.in. do określania zakresu napraw i remontów dróg. Na tej podstawie można oszacować koszty i wskazać odcinki do szczegółowej diagnostyki. Ponadto, dane można wykorzystać do prognoz stanu nawierzchni, rankingów i wykazów stanu technicznego odcinków dróg oraz jako dane wyjściowe do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

W wyniku analizy informacji uzyskanych w procesie gromadzenia danych w ramach DSN, opracowywany jest raport dotyczący stanu technicznego nawierzchni [2].

Obszary w jakich m.in. wykorzystywane są przedmiotowe dane zaprezentowano na rysunku 6.



Rys. 5. Szczegółowy przebieg realizacji kampanii pomiarowej DSN



Rys. 6. Wykorzystanie danych DSN

## Cechy techniczne nawierzchni jezdni oraz proces ich identyfikacji

### Cechy eksploatacyjne nawierzchni

Nawierzchnia drogowa, tak jak wszystkie inne obiekty, jest postrzegana poprzez pewne cechy. Dla celów DSN pod pojęciem „cechy nawierzchni” są 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 przeciwoślizgowe** – 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.

W celu opisanie cech nawierzchni w sformalizowany sposób wykorzystuje się parametry stanu nawierzchni. Syntetyczny opis metod pomiarowych poszczególnych parametrów technicznych nawierzchni jezdni zaprezentowano w dalszej części artykułu na podstawie [2].

Na podstawie parametrów stanu nawierzchni, z uwzględnieniem zależności między nimi oraz ich hierarchizację, wstępnie typowane są zabiegi remontowe. Szczegóły typowania grup zabiegów remontowych zamieszczono w dalszej części artykułu.

### Metody pomiarów podstawowych cech technicznych nawierzchni

#### NOŚNOŚĆ

Nośność nawierzchni jest to zdolność do przenoszenia obciążeń od ruchu drogowego bez wywołania nadmiernych ugięć nawierzchni, powodujących trwałe odkształcenia strukturalne lub inicjację spękań warstw asfaltowych lub związanych spoiwem hydraulicznym. Określana jest na podstawie danych o ugięciach nawierzchni z pomiarów punktowych wykonywanych zestawami FWD oraz automatycznej oceny stanu spękań w powiązaniu z równością – wstępnej oceny nośności.

Do wykonywania badań ugięć nawierzchni stosowane są zestawy pomiarowe składające się z przyczepy pomiarowej FWD oraz samochodu holującego (fot. 1.b). Pomiar wykonywany jest punktowo przy zatrzymanym pojeździe holującym. Na nawierzchni ustawiana jest płyta naciskowa z 1 geofonem w osi obciążenia oraz z minimum 6 geofonami znajdującymi się na belce pomiarowej (fot. 1.a). Z określonej wysokości wykonywany jest zrzut obciążnika o ustalonej wcześniej masie i rejestrowana jest czasa ugięcia. Po przetworzeniu wyników można uzyskać m.in. dwa parametry techniczno-eksploatacyjne nawierzchni: wskaźnik ugięcia nawierzchni, wskaźnik krzywizny ugięcia nawierzchni.



Fot. 1.  
a) Geofony pomiarowe oraz płyta naciskowa; b) zestaw pomiarowy FWD

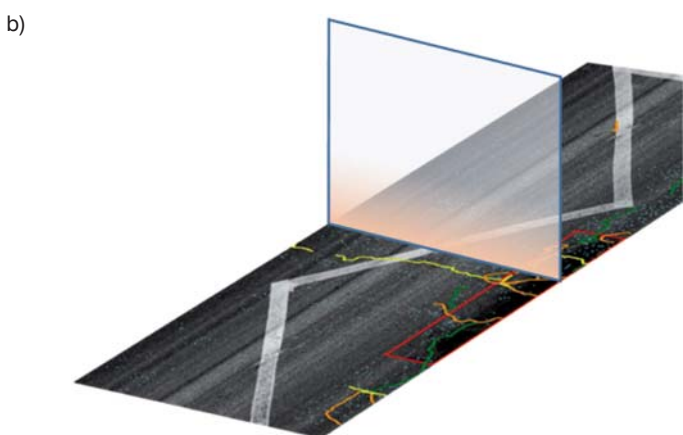
## CECHY POWIERZCHNIOWE

### WSKAŹNIK STANU SPĘKAŃ

Parametr ten jest wyznaczany na podstawie inwentaryzacji uszkodzeń nawierzchni, prowadzonej na całej długości odcinka drogi. Na pasie ruchu rejestruje się pęknięcia siatkowe, pęknięcia pojedyncze (w tym pęknięcia podłużne i pęknięcia poprzeczne), łaty, wyboje oraz ubytki ziaren lub lepiszcza. Na podstawie zakresu i stopnia szkodliwości poszczególnych uszkodzeń, obliczane są wskaźniki: stanu spękań oraz stanu powierzchni.

Stan spękań informuje o stopniu nieciągłości górnych warstw konstrukcyjnych nawierzchni. W przypadku części konstrukcji obserwowana jest korelacja pomiędzy stanem spękań oraz nośnością nawierzchni, a więc parametr ten ma znaczenie przy ustalaniu wstępnej lokalizacji i zakresu wzmocnień nawierzchni.

Automatyczna ocena stanu powierzchni nawierzchni opiera się na wykonaniu wysokiej rozdzielczości obrazu 3D nawierzchni drogowej. Specjalistyczne, szybkoklatkowe kamery rejestrują obraz nawierzchni pasa jezdni wraz z obrazem uszkodzeń wygenerowanym przy pomocy projektorów laserowych (rys. 7.a). W wyniku zastosowania takiej techniki powstaje obraz 3D (rys. 7.b), który służy do automatycznych analiz ukierunkowanych na wykrywanie uszkodzeń nawierzchni.



Rys. 7. System pomiarowy LCMS: a) Zestaw do automatycznych pomiarów uszkodzeń nawierzchni; b) widok ogólnej zasady działania systemu do automatycznego rozpoznawania uszkodzeń powierzchni nawierzchni

### WSKAŹNIK STANU POWIERZCHNI

Ocena stanu powierzchni jest wykonywana równocześnie z oceną stanu spękań, na podstawie obmiarów uzyskanych w ramach automatycznej inwentaryzacji uszkodzeń nawierzchni, przy czym brane są w niej pod uwagę tylko uszkodzenia powierzchniowe, które nie mają (tak jak spękania) charakteru uszkodzeń strukturalnych. Stan powierzchni informuje o jakości warstwy powierzchniowej nawierzchni i gdy jest ona niska, na ogół obserwowane są przyspieszone procesy niszczące na skutek m.in. wody penetrującej dolne warstwy konstrukcyjne.

## RÓWNOŚĆ

### RÓWNOŚĆ PODŁUŻNA

Równość podłużna nawierzchni jest parametrem określającym zdolność nawierzchni jezdni do niewzbudzenia wstrząsów i drgań poruszającego się pojazdu. Mierzona jest wzdłuż kierunku jazdy w zakresie długości fali 0,5–50 m. Stan równości podłużnej nawierzchni w systemie DSN określa się metodą profilometryczną.

Pomiary równości podłużnej (opcjonalnie uskoków płyt betonowych) wykonywane są przy użyciu wieloczuJNIKOWYCH mobilnych profilografów laserowych RSP-3 (rys. 8), umożliwiających jednoczesną rejestrację profili podłużnych nawierzchni w co najmniej dwóch torach pomiarowych (w śladzie prawym i lewym) z prędkością zbliżoną do prędkości potoku ruchu pojazdów. Wyniki pomiaru równości podłużnej są przeliczane na tzw. międzynarodowy wskaźnik równości IRI wyrażany w mm/m lub m/km. Charakteryzuje on pracę zawieszenia w umownie przyjętym obliczeniowym modelu pojazdu samochodowego, poruszającego się ze stałą prędkością 80 km/h.

Zły stan równości podłużnej nawierzchni oznacza niski komfort jazdy i przyczynia się do zwiększenia kosztów użytkownikóW dróg poprzez przyspieszone zużycie elementów zawieszenia pojazdów. Pośrednio, zła równość podłużna powoduje przyspieszoną degradację konstrukcji drogi, ponieważ zwiększeniu ulegają oddziaływania dynamiczne kół na nawierzchnię.

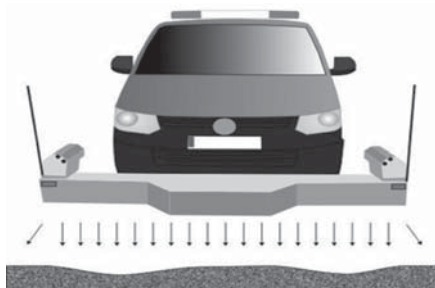
Zgodnie z [3], nierówności nawierzchni powodują odchylenia nacisków osi pojazdów będących w ruchu od nacisku statycznego. Dynamiczne oddziaływania kół pojazdów w większym stopniu przyspieszają degradację konstrukcji nawierzchni drogowej. Rozkład obciążeń dynamicznych ma kształt rozkładu normalnego i jest opisywany poprzez obciążenie statyczne oraz wskaźniki dynamiczne DI lub DLC. Wraz z pogorszeniem równości i zwiększeniem prędkości średniej pojazdów rosną maksymalne siły dynamiczne wywierane przez osie pojazdów, zwiększa się ich oddziaływanie na konstrukcję nawierzchni. Oznacza to, że uzyskanie dobrej równości początkowej nawierzchni oraz jej utrzymanie w trakcie eksploatacji może istotnie wydłużyć trwałość zmęczeniową konstrukcji nawierzchni.

### GŁĘBOKOŚĆ KOLEIN

Stan równości poprzecznej (głębokość kolein) nawierzchni określa się na podstawie pomiaru kolejnych profili poprzecznych nawierzchni za pomocą profilografu laserowego,

wykonywającego pomiar z prędkością potoku ruchu pojazdów. Rzędne profili poprzecznych pasa ruchu są rejestrowane na szerokości maksimum 3,2 m, w stałych odstępach z precyzją umożliwiającą obliczenie głębokości koleiny z dokładnością do 1 mm.

Podczas pomiaru równości poprzecznej profilograf wykorzystuje m.in. czujniki laserowe rozmieszczone prostopadłe do kierunku jazdy w celu określenia rzędnych mierzonego profilu poprzecznego nawierzchni względem linii odniesienia związanej z belką pomiarową (rys. 8) oraz czujnik dystansu do pomiaru przebytej odległości.



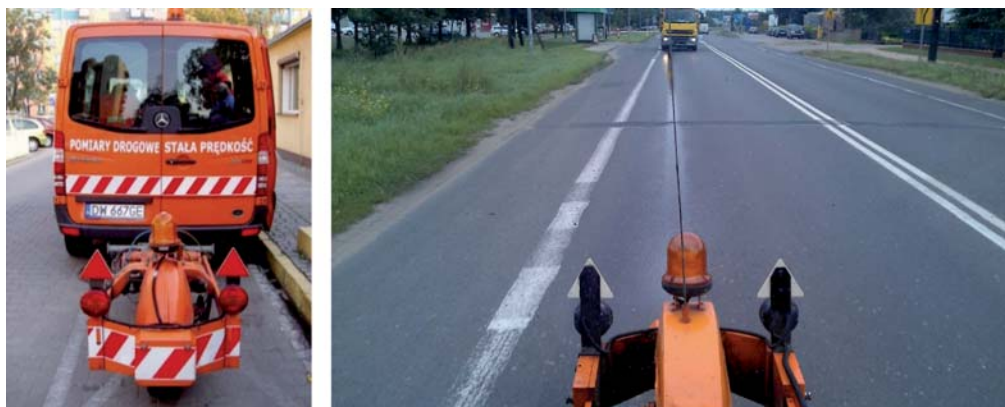
Rys. 8. Schemat poglądowy pomiaru równości poprzecznej za pomocą profilografu

Rzędne profilu poprzecznego są następnie wykorzystywane do obliczeń, w czasie rzeczywistym, głębokości koleiny odpowiadającej danemu przekrojowi poprzecznemu.

## WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWPÓŚLIZGOWE

Właściwości przeciwpślizgowe nawierzchni określane są w oparciu o współczynnik tarcia. Wartości współczynnika tarcia należy wyznaczać na podstawie pomiarów w prawym lub w lewym śladzie kół. Pomiar wykonuje się z pełną (100%) blokadą koła pomiarowego, przy temperaturze otoczenia 5–30°C, na czystej nawierzchni, zwilżanej wodą w ilości 0,5 l/m<sup>2</sup> (fot. 2.b).

Do wykonywania badań współczynnika tarcia nawierzchni drogowych stosuje się zestaw pomiarowy SRT-3 składający się z przyczepki pomiarowej oraz samochodu holującego (fot. 2.a).



Fot. 2.a) Zestaw pomiarowy SRT-3; b) pomiar współczynnika tarcia nawierzchni wykonywany w prawym śladzie kół

Cechą charakterystyczną tego pomiaru jest symulacja występowania najniekorzystniejszych warunków z punktu widzenia przyczepności kół pojazdu w warunkach poślizgu. Jest to o tyle istotne, że zle właściwości przeciwpślizgowe nawierzchni mają bezpośredni związek z długością drogi hamowania – a więc z bezpieczeństwem użytkowników dróg.

## Zakres danych pomiarowych gromadzonych w ramach kampanii diagnostycznej

Pełny wykaz parametrów wykorzystywanych w systemie DSN wraz z ich oznaczeniami kodowymi zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 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 są wykorzystywane np. wyniki równości i głębokości kolein z prawego lub lewego śladu koła na pasie ruchu. Na podstawie obmiarów spękań będą np. mogły być wyznaczone indeksy spękań. Wyniki pomiarów ugięć nawierzchni wraz z dodatkowymi danymi posłużą m.in. do wyznaczenia sieciowej oceny nośności nawierzchni oraz parametrów pomocniczych.

## Ogólny schemat analizy danych

Parametry techniczno-eksploatacyjne w DSN są analizowane według następującego 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 zakresie ogólnym i użytkowym.

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

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. Zasady obliczeń przedstawiono w Załączniku B do Wytycznych.

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.

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.

## Uprozczone 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. Zasady dotyczące uproszczonych modeli poprawy stanu nawierzchni (zerowania zabiegiem) opisano w niniejszej części artykułu.

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 2.

Tabela 2. 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

Ogólnie w obliczeniach przyjmuje się minimalne (tj. najmniej korzystne) wartości liczbowe odpowiadające klasie A dla poszczególnych parametrów.

\* W przypadku dobrego stanu dolnych warstw konstrukcji.

\*\* 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).

\*\*\* W przypadku zastosowania zabiegu korygującego profil nawierzchni.



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

Algorytm zerowania zabiegiem jest 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).

Wśród remontów cząstkowych wyróżniamy:

1. frezowanie nawierzchni,
2. łatanie,

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

## Zasady wyznaczania grup 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 opisanie cech nawierzchni oraz oznakowania w sformalizowany sposób wykorzystuje się parametry wg zasad podanych w Załączniku B do Wytycznych.

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 równoodległych 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  $E^{\wedge}$  powierzchni prostopadłej względem kierunku padającego światła (tzw. widzialność w nocy) [6].
2. **Współczynnik luminancji przy oświetleniu rozproszonym** – iloraz luminancji powierzchni oznakowania drogowego w określonym kierunku i iluminacji tej powierzchni (tzw. widzialność w dzień) [6].
3. **Wartość odporności na poślizg** – jakość odporności na poślizg mokrej powierzchni zmierzonej na podstawie tarcia gumowego suwaka o tę powierzchnię przy niskiej prędkości [6].

Zarejestrowane parametry techniczno-eksploatacyjne podlegają ocenie (klasyfikacji).

Przykładowe tabele przedstawiono w p. *Ogólne zasady agregacji danych*.

**Na potrzeby 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 do Wytucznych, 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.

## Parametry dominujące

Odcinek pasa jezdni w Systemie może być charakteryzowany przez czternaście parametrów techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni i wyposażenia (oznakowania po-

ziomego nawierzchni), z których każdy jest sklasyfikowany w jednej z czterech klas.

W celu 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.

W celu 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.

## 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.

Tabela 3. Zestawienie z wyznaczeniem ogólnej oceny stanu technicznego odcinków drogi (OOS)

Nr drogi	Nr jezdni	KmP	KmK	Dl.	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	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 spekań (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 – pożądany
  - O – ostrzegawczy
  - K – krytyczny
- (określone na podstawie parametrów dominujących)

**Rodzaje zabiegów remontowych:**

- 1 – modernizujący
- 2 – wyrównujący
- 3 – powierzchniowy
- 4 – uszorstwienie

\* parametr pomocniczy – nie jest wykorzystywany przy typowaniu zabiegu remontowego

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:

- Poziom pożądany** – dla wybranego pasa jezdni, odcinka drogi, ciągu drogowego lub sieci drogowej, sumuje się długości odcinków dróg zaliczonych do klasy A i klasy B.
- 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).
- 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:

- Ogólna ocena stanu (OOS),
- 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 tabelach 3–4.

## 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 5.

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

Tabela 4. 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

- Zabiegi modernizujące** – grupa zabiegów poprawiających wszystkie oceniane parametry techniczno-eksploatacyjne nawierzchni.
- Zabiegi wyrównujące** – grupa zabiegów poprawiających równość podłużną, likwidujących koleiny, polepszających stan powierzchni i właściwości przeciwpoślizgowe; lub wszystkie w przypadku dobrego stanu dolnych warstw konstrukcji.

- Zabiegi powierzchniowe** – grupa zabiegów polepszająca stan powierzchni i właściwości przeciwpoślizgowe.

Tabela 5. Zależności pomiędzy parametrem dominującym i grupą zabiegów remontowych nawierzchni asfaltowych

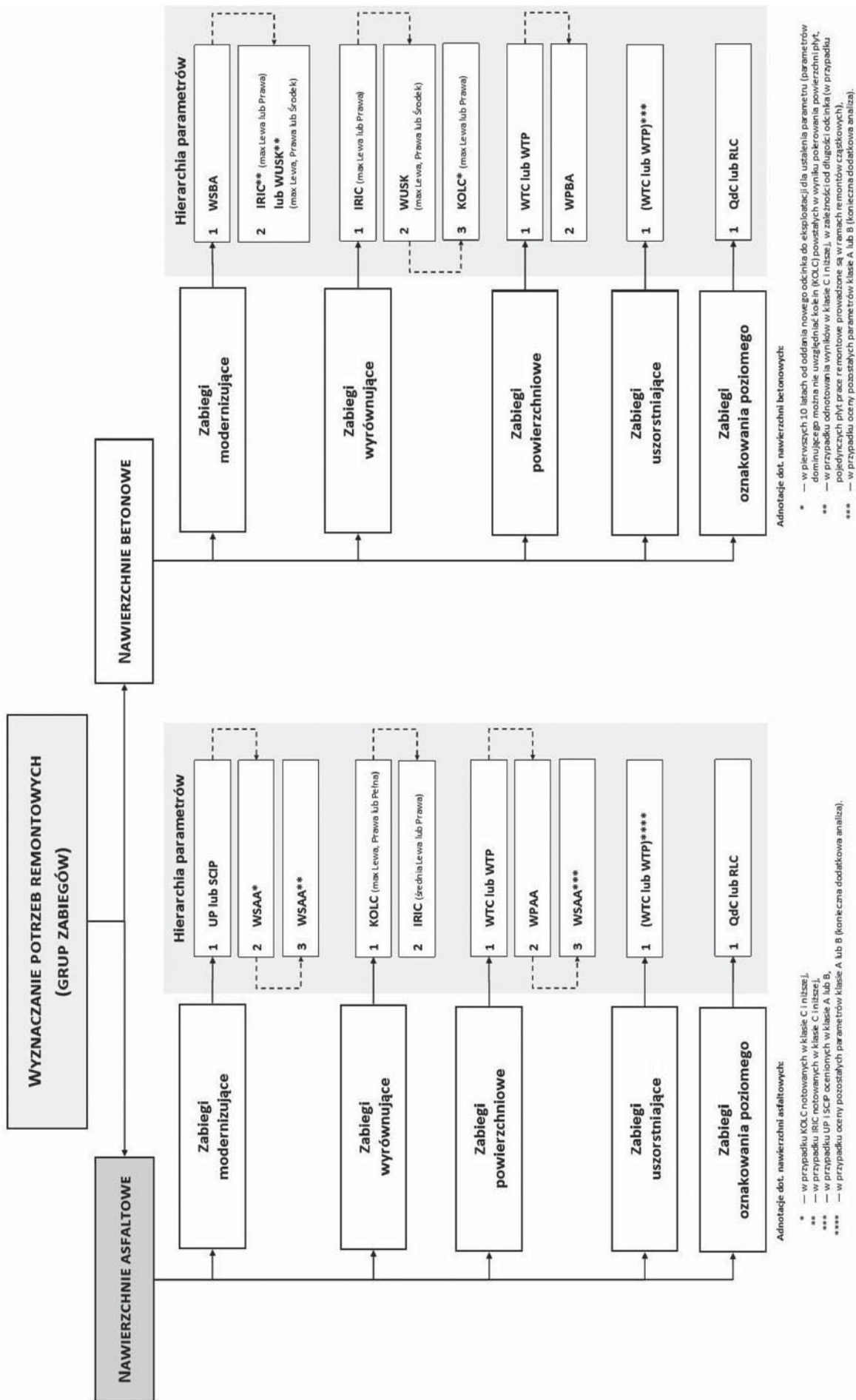
Rodzaj zabiegu remontowego	Hierarchia parametrów		
	1	2	3
Modernizujący	UP lub SCIP	WSAA*	WSAA**
Wyrównujący	KOLC (max Lewa, Prawa lub Pełna)	IRIC (średnia Lewa lub Prawa)	–
Powierzchniowy	WTC lub WTP	WPAA	WSAA***
Uszorstnienie	(WTC lub WTP)****		

\* 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 6. 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 cząstkowych).  
\*\*\* W przypadku oceny pozostałych parametrów w klasie A lub B (konieczna dodatkowa analiza).



Rys. 9. Schemat wyznaczenia grup zabiegów remontowych

Tabela 7. Wyznaczania parametrów dominujących, grup zabiegów remontowych, ogólnych ocen odcinków, wstępnych kosztów zabiegów

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													WPAW
				UP	SCIP	UC	SCIC	WSAA WSBA	PTN	IRIC	KOLC	WTC	WTP	WT	MTDC*		
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 zadowolający  
C – stan niezadowolający  
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

oraz kwalifikacji odcinków do pomiarów (opracowano na danych poglądowych)

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			
<p><b>Założenia:</b></p> <p>PTN = min(UP, SCIP, UC, SCIC, WSAA)                      WT = min(WTC, WTP)</p> <p><b>Koszt za 1 km jezdni w zależności od rodzaju zabiegu:</b></p> <p>1 – 1 700 000 zł                      2 – 800 000 zł                      3 – 200 000 zł                      4 – 100 000 zł</p>				<p>* parametr pomocniczy                      ** przy pomiarze MTDC                      *** przy pomiarze WSAA, KOLC i IRIC                      **** przy pomiarze MTDC, gdy pomiary WTP lub WTC starsze niż rok</p>			

4. **Zabiegi uszorstniające** – grupa zabiegów poprawiająca właściwości przeciw-poślizgowe.
5. **Zabiegi oznakowania poziomego** – grupa zabiegów odtwarzających cechy funkcjonalno-użytkowe oznakowania poziomego, wpływające bezpośrednio na bezpieczeństwo ruchu drogowego (brd).

Zależności pomiędzy parametrem dominującym i grupą zabiegów remontowych nawierzchni i oznakowania poziomego zamieszczono w tabelach 5–6.

Schemat wyznaczania grup zabiegów remontowych zamieszczono na rysunku 9.

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 natychmiastowe badania.

W zależności od przypadku zakwalifikowania odcinka drogi do dodanej grupy zabiegów niezbędne jest wykonanie szczegółowych badań w celu zaprojektowania techniki wykonania zabiegu wg [4] 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.

W przypadku potrzeby należy wykonać 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 do Wytycznych.

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 przebiccia”, przykłady podano w tabeli 7.

## 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 od-

cinków wymagających zabiegów remontowych w poziomie ostrzegawczym i krytycznym (z wykorzystaniem zasady przebiccia).

Potrzeby sieci drogowej w zakresie nawierzchni definiuje się jak w tabeli 8:

1. Potrzeby natychmiastowe – dotyczą odcinków w stanie złym.
2. Potrzeby łączne – dotyczą odcinków w stanie złym oraz w stanie niezadowolającym.

Tabela 8. Ogólna zasada klasyfikacji potrzeb sieci drogowej w zakresie remontów nawierzchni

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

*Zabiegi konieczne* – to zabiegi naprawcze, które należy wykonać niezwłocznie. Zabiegi konieczne dotyczą odcinków znajdujących się w stanie złym.

*Zabiegi zalecane* – to zabiegi naprawcze, które należy wykonać w najbliższym czasie na odcinkach znajdujących się w stanie niezadowolającym, aby nie znalazły się one w stanie złym.

Na podstawie długości odcinków zaliczonych do poszczególnych potrzeb, znając ceny grup zabiegów remontowych (modernizujących, wyrównujących, powierzchniowych) można oszacować potrzeby finansowe niezbędne do przywrócenie stanu technicznego nawierzchni dróg do stanu pożądanego. Przykład takiej analizy zamieszczono w Raporcie [2].

## Podsumowanie

W 2019 r. dokonano aktualizacji wytycznych DSN. Główne założenia przyjęte przy aktualizacji to m.in. rozszerzenie zapisów dotyczących inwentaryzacji i oceny nawierzchni betonowych oraz wybranych elementów korpusu drogi (poboczy nieutwardzonych i systemu elementów odwodnienia), a ponadto usystematyzowanie zasad wykonywania pomiarów konstrukcji nawierzchni.

Opisane w artykule zasady są tylko najistotniejszym fragmentem diagnostyki sieci drogowej stosowanej w GDDKiA. Każdemu z zagadnień zamieszczonych w załącznikach (np. Załącznik B – Instrukcja do części analitycznej – zasady oceny, klasyfikacje, Załącznik M – Diagnostyka elementów korpusu drogi) i grupach załączników (np. Załączniki D – Instrukcje wykonywania pomiarów, Załączniki F – Procedury badań kontrolnych urządzeń pomiarowych na odcinkach testowym) można poświęcić osobny artykuł.

Informacje o stanie nawierzchni należą do podstawowych danych, jakie wykorzystuje administracja drogowa w procesie zarządzania utrzymaniem dróg, które podlegają degradacji podczas eksploatacji oraz wymagają bieżących napraw, a po pewnym czasie również kompleksowo-



wych remontów. Istotne jest, aby znać stan nawierzchni, przewidzieć sposób jej degradacji i właściwie zaplanować odpowiednie zabiegi remontowe. Jakość danych o stanie nawierzchni, ich dokładność, kompletność i aktualność wpływają na decyzje związane z utrzymaniem i eksploatacją dróg.

Na zakończenie należy zaznaczyć, iż aktualnie w ramach prac rozwojowych trwają dalsze działania związane z rozszerzeniem tekstu wytycznych DSN. W kolejnej aktualizacji dokumentu planowane jest wprowadzenie zapisów dotyczących zasad wykonywania pomiarów i oceny oznakowania pionowe dróg.

## Bibliografia

- [1] Zarządzenie nr 21 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 2019-06-17 w sprawie diagnostyki stanu nawierzchni i wybranych elementów korpusu drogi (z późniejszymi zmianami).
- [2] Raport o stanie technicznym nawierzchni sieci dróg krajowych na koniec 2018 roku, GDDKiA DTB, Warszawa, 2019 rok.
- [3] Dawid Ryś, Józef Judycki, Piotr Jaskuła: *Wpływ równości nawierzchni podatnych na ich trwałość*; „Drogownictwo” 6/2017.
- [4] *Katalog przebudów i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych*, IBDiM, Warszawa 2014 (projekt).
- [5] *Diagnostyka Stanu Nawierzchni*, praca naukowo-badawcza, IBDiM, Warszawa 2012
- [6] PN-EN 1436:2008. Materiały do poziomego oznakowania dróg. Wymagania dotyczące oznakowań poziomych dróg.

## Z DZIAŁALNOŚCI SITK

### *Uroczyste odsłonięcie tablicy z wizerunkiem inż. Ernesta Malinowskiego*

Staraniem Zarządu Krajowego SITK RP w hołdzie wybitnemu polskiemu inżynierowi, uroczyste odsłonięto na Dworcu Centralnym tablicę z wizerunkiem Ernesta Malinowskiego.



Na stołecznym Dworcu Centralnym im. Stanisława Moniuszki w dniu 2 marca 2020 r. odbyło się uroczyste odsłonięcie tablicy pamiątkowej poświęconej pionierowi światowego kolejnictwa, wybitnemu polskiemu inżynierowi Ernestowi Malinowskiemu – budowniczemu jednej z najwyższej położonych linii kolejowych na świecie – peruwiańskiej Kolei Transandyjskiej.

W uroczystości odsłonięcia tablicy wzięli udział m.in. ambasador Peru w Polsce, przedstawiciele Ministerstwa Spraw Zagranicznych, Urzędu Transportu Kolejowego, Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, Prezesi SITK RP, PKP S.A., PKP Intercity S.A., Fundacji Grupy PKP, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. oraz Spółek Kolejowych. W uroczystości uczestniczyła również zna-

na podróżniczka i dziennikarka Elżbieta Dzikowska. Spotkanie uświetniła orkiestra kolejowa, która odegrała hymny państwowe Polski i Peru.

Inicjatorem upamiętnienia pioniera światowego kolejnictwa i wybitnego konstruktora na Stołecznym Dworcu Centralnym był Zarząd Krajowy Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji RP. W ramach tego działania zlecił wykonanie projektu, uzyskał zgodę konserwatora zabytków dotyczącą lokalizacji tablicy oraz uzyskał pozwolenie na budowę. Realizacja przedsięwzięcia uzyskała wsparcie spółek: Polskich Kolei Państwowych S.A., PKP Intercity S.A. oraz Zakładów Automatyki Kombud S.A. Obecny na uroczystości Alberto Efrain Salas Barahona, ambasador Peru w Polsce, powiedział, że inż. Ernest Malinowski jest jedną z najważniejszych postaci historycznych w relacjach polsko-peruwiańskich i przyczynił się do gospodarczego rozwoju Peru w XIX wieku.

Inż. Ernest Malinowski jest autorem jednego z największych i najważniejszych osiągnięć inżynierskich w Peru, do dziś podziwianego na świecie – Centralnej Kolei Transandyjskiej, wprowadzając komunikację od centralnej części Andów aż po wybrzeże i stolicę kraju – powiedział ambasador. Dworzec Centralny odwiedza co roku 15 mln pasażerów, to dworzec z którego codziennie odjeżdża tysiąc pociągów, dlatego jest to moim zdaniem najlepsze miejsce, ażeby przypomnieć, wspominać i pamiętać o wielkim Polaku Ernestie Malinowskim – powiedział prezes PKP Krzysztof Mamiński podczas uroczystości i dodał, że Polska myśl techniczna bardzo często jest zapomniana w narracji publicznej. Dzisiejsze odsłonięcie tablicy przywraca pamięć tym, którym jest ona należna. Natomiast w swoim wystąpieniu Prezes SITK RP prof. Janusz Dyduch powiedział że w sto dwudziestą pierwszą rocznicę śmierci upamiętniamy inż. Ernesta Malinowskiego, wybitnego polskiego inżyniera i bohatera narodowego Peru. Był on



człowiekiem wszechstronnym: w Peru realizował liczne projekty budowlane, drogowe, mostowe, i kolejowe. Opracowywał również projekt fortyfikacji portu Callao. Począwszy od roku 1999 Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji upamiętnia postać inż. Ernesta Malinowskiego. Największym naszym przedsięwzięciem było wybudowanie pomnika inż. Ernesta Malinowskiego w Peru na przełęczy Ticlio na wysokości 4800 m n.p.m. A dziś upamiętniamy naszego bohatera, odsłaniając ta-

blicę z jego wizerunkiem. Następnie prof. Janusz Dyduch podziękował darczyńcom za wsparcie w realizacji tego wspaniałego przedsięwzięcia oraz wszystkim zebranim za udział.

Na zakończenie spotkania Sekretarz Generalny SITK RP mgr inż. Waldemar Fabirkiewicz podziękował wszystkim przybyłym gościom za udział w uroczystości.

Opracował: **Bogdan Kublin**