



MACIEJ RADZIKOWSKI

mradzikowski@gddkia.gov.pl



GRZEGORZ FORYS

gforys@gddkia.gov.pl

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad

## 40 lat diagnostyki sieci dróg krajowych w Polsce

Ponad rok temu, 30 kwietnia 2015 roku, wprowadzono do stosowania Zarządzenie Nr 34 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad w sprawie diagnostyki stanu nawierzchni i jej elementów (DSN) [3]. W związku z tym, oraz nawiązując do wcześniejszych publikacji na łamach Drogownictwa [1], w niniejszym artykule zaprezentowano rozwój metod i systemów pomiarowych wykorzystywanych do oceny stanu technicznego nawierzchni drogowych na przestrzeni ponad 40 ostatnich lat. Systemowo dane dotyczące stanu

technicznego nawierzchni są gromadzone i analizowane od prawie 30 lat. Za początek uważa się rok 1989, kiedy to opracowano Wytyczne stosowania Systemu Oceny Stanu Nawierzchni (SOSN) [2]. Jednak faktycznie, prace w ramach pomiarów stanu technicznego nawierzchni rozpoczęto w Polsce w 1975 roku. Były to pomiary równości podłużnej realizowane aparatem *Bump Integrator* przez Laboratorium Drogowe w Poznaniu.

### Cel diagnostyki stanu nawierzchni

Przed omówieniem rozwoju diagnostyki stanu nawierzchni należy przybliżyć powody wykonywania badań diagnostycznych na sieci dróg krajowych. 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 Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad w obszarze zarządzania majątkiem w podobnym zakresie gromadzenia danych o stanie technicznym dróg.

Zgromadzone dane, dzięki zastosowaniu specjalistycznego oprogramowania, umożliwiają uzyskanie informacji, jaki zabieg remontowy, na którym odcinku i kiedy powinien zostać wykonany (w aktualnych realiach zależy to, w dużej mierze, od dostępności środków finansowych). Taka identyfikacja pozwala ustalić w sposób obiektywny, z wykorzystaniem wypracowanych algorytmów, priorytety wykonywania prac drogowych, czyli stanowi podstawę planowania zarówno robót remontowych, jak i utrzymaniowych. Uzupelnienie uzyskiwanych danych o średnie koszty wykonania poszczególnych rodzajów zabiegów umożliwia

szacowanie potrzeb finansowych w układzie krótko- i długoterminowym.

Informacje o stanie nawierzchni należą do podstawowych danych, jakie wykorzystuje administracja drogowa w procesie zarządzania utrzymaniem dróg, które zużywają się podczas eksploatacji oraz wymagają remontów, a po pewnym czasie również kompleksowej odbudowy. 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 ich utrzymaniem i eksploatacją.

Znając cel przeprowadzania badań diagnostycznych, możemy przejść do przybliżenia historii rozwoju systemów diagnostyki w Polsce.

### Pierwsze opracowanie – geneza Wytycznych SOSN

Jak już wspomniano na wstępie, w 1989 roku wprowadzono do stosowania wytyczne Systemu Oceny Stanu Nawierzchni SOSN. System ten funkcjonował blisko 25 lat, dostarczając zarządcom dróg niezbędnych informacji do efektywnego zarządzania siecią drogową. Należy w tym miejscu wspomnieć, iż system ten wykorzystywany był nie tylko w GDDKiA, ale również przez Zarządy Dróg Wojewódzkich oraz zarządców autostrady A2.

W Systemie SOSN rokrocznie zbierano dane o następujących cechach eksploatacyjnych nawierzchni:

- spękaniach,
- równości,
- głębokości kolein,
- stanie powierzchni,
- właściwościach przeciwpoślizgowych.

Poszczególne parametry stanu nawierzchni były określane na podstawie pomiarów i odnoszone do czterostopniowej klasyfikacji (klasy: A, B, C, D). SOSN był systemem rankingowym, co oznacza, że umożliwiał uszeregowanie poszczególnych odcinków wg zanotowanego stanu nawierzchni. W centrum zainteresowania służb utrzymaniowych znajdowały się te odcinki, na których jeden z parametrów otrzymał ocenę w klasie D, a więc zabieg remontowy powinien zostać wykonany natychmiast. Również odcinki z oceną w klasie C wymagały stałego monitorowania, ponieważ ich stan techniczny nie mógł być uznany za zadowalający i w ciągu najbliższych kilku lat powinien zostać tu wykonany odpowiedni zabieg remontowy. Zabieg remontowy jest określany w zależności od kombinacji ocen poszczególnych parametrów technicznych.

## Jak powstawały pierwsze Wytyczne, jakie były przesłanki ich twórców?

Programy finansowane przez UNDP „Rozwój Sieci Drogowej” w latach 1972–1977 i „Transeuropejska Autostrada Północ-Południe” w latach 1977–1986 spowodowały napływ do Polski nowych zasobów wiadomości w zakresie drogownictwa. Doświadczenia zdobywano podczas licznych staży zagranicznych polskich specjalistów, szkoleń prowadzonych w Polsce przez ekspertów zagranicznych oraz konferencji i seminariów organizowanych w różnych krajach. Jednym z ciekawych zagadnień były tworzone w wielu krajach systemy zarządzania nawierzchniami drogowymi określane ogólnie nazwą angielską *Pavement Management Systems (PMS)*. Dlaczego zajmowano się nawierzchniami? Dlatego, że nawierzchnia jest najbardziej kosztowną częścią drogi, zużywa się podczas eksploatacji oraz wymaga remontów i odtworzenia stanu początkowego po pewnym czasie. Istotne jest, aby znać stan nawierzchni, przewidzieć sposób jej degradacji i właściwie zaplanować odpowiednie zabiegi remontowe.

W tym czasie rozpoznawano systemy zarządzania nawierzchniami wdrażane i opracowywane w innych krajach. Bogatą „kopalnią” wiedzy były systemy amerykańskie, różniące się detalami w poszczególnych stanach, ale oparte na tych samych zasadach. Interesujące były również systemy wdrożone w Wielkiej Brytanii i w Szwecji. W trakcie tworzenia były wówczas systemy w Niemczech i na Węgrzech. Poznawano również doświadczenia innych krajów, nawet niektórych krajów arabskich.

Decyzję opracowania polskiego systemu podjęli w 1987 roku, nieżyjący już Jerzy Walawski Zastępca Dyrektora Centralnego Zarządu Dróg Publicznych (CZDP) – jednocześnie Dyrektor Programu Transeuropejskiej Autostrady Północ-Południe oraz Henryk Ruder – Dyrektor Biura Planowania i Rozwoju Sieci Drogowej (BPRSD). Opracowanie systemu powierzono pracownikom Pracowni Programowania BPRSD: Tadeuszowi Suwarze i Annie Ziendalskiej.

Przy opracowaniu systemu zastosowano następujące podejście:

- 1) Przeanalizowano dostępne systemy zagraniczne i wytypowano elementy najbardziej odpowiednie do zastosowania w Polsce. Na przykład uznano, że najbardziej przydatna do adaptacji będzie ocena wizualna stosowana w systemach amerykańskich.
- 2) Opracowano założenia i przedyskutowano je w gronie fachowców zajmujących się eksploatacją nawierzchni drogowych.
- 3) Ograniczono zakres prac tylko do nawierzchni asfaltowych oraz do opracowania pierwszej fazy systemu, odnoszącej się do oceny stanu nawierzchni, bez modeli degradacji nawierzchni. W ten sposób powstał „System Oceny Stanu Nawierzchni SOSN”
- 4) Wybrano 5 parametrów oceny – wzorując się na pracach węgierskich.
- 5) Ustalono kryteria oceny dostosowując je do warunków krajowych. Większość kryteriów zagranicznych okazała się zbyt surowa.

Końcowym etapem działań było opracowanie zasad funkcjonowania systemu oraz wytycznych jego stosowania.

Wybrano następujące parametry oceny:

- 1) Nośność.  
W tym czasie nie było właściwych urządzeń do badania nośności. *Belka Benkelmana* nie nadawała się do tego celu, z powodu zbyt wolnej pracy. Z tego względu przyjęto pośrednią miarę nośności poprzez ocenę spękań nawierzchni.
- 2) Równość.  
Przyjęto oceniać równość podłużną wpływającą na komfort jazdy.
- 3) Koleiny.  
Początkowo były wątpliwości, czy wydzielać koleiny, jako oddzielny parametr, czy włączyć je do równości. Wówczas nie było w Polsce problemu koleinowania dróg. Ostatecznie, za namową Włodzimierza Supernaka z Dyrekcji Okręgowej Dróg Publicznych w Białymstoku, który przewidział, że koleiny będą miały w przyszłości duże znaczenie, wydzielono koleiny jako niezależny parametr.
- 4) Stan powierzchni.  
Parametr ten przyjęto do określenia stanu nawierzchni mocnej i równej, ale posiadającej uszkodzenia powierzchniowe wskazujące na starzenie się nawierzchni.
- 5) Szorstkość.  
Parametr ten określa stan nawierzchni, mający bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo ruchu pojazdów.  
Parametry zostały ułożone w takiej kolejności, aby zabieg polegający na poprawieniu jednego z nich powodował poprawienie następnego. Poprawienie nośności przez wzmocnienie nawierzchni poprawia równość i cechy powierzchniowe, a wyrównanie nawierzchni poprawia tylko cechy powierzchniowe.  
Konstruuąc kryteria oceny przyjęto trzy poziomy stanu nawierzchni: wymagany, ostrzegawczy i krytyczny. Te poziomy podzieliły stan nawierzchni na cztery klasy:
  - klasa A – stan dobry,
  - klasa B – stan zadowalający,
  - klasa C – stan niezadowalający,
  - klasa D – stan zły.Nawierzchnia w klasie D wymagała natychmiastowej interwencji (zabiegu), a w klasie C wymagała zaplanowania zabiegu w najbliższych latach.  
Przyjęto następujące metody oceny nawierzchni:
  - 1) ocena wizualna;
  - 2) pomiar wskaźnika komfortu jazdy klasyfikatorem nawierzchni (ang. *Bump Integrator*);
  - 3) pomiar głębokości kolein, ręcznie przy pomocy łąty i klina;
  - 4) pomiar współczynnika tarcia automatycznym urządzeniem produkcji krajowej.Patrząc z dzisiejszej perspektywy trzeba stwierdzić, że system korzystał z prymitywnej techniki. Obliczenia wykonywane były kalkulatorami i wpisywane do formularzy na maszynie do pisania. Schematy i wykresy wykonywane były ręcznie.  
Kto by teraz uwierzył, że wtedy nie dysponowano komputerami! Tym niemniej, zapoznając się obecnie z historycznymi dokumentami odnosi się pozytywne wrażenie. System był prosty, jasno opisany i łatwy do późniejszego oprogramowania. Należy sądzić, że system był merytorycznie poprawny, skoro jego podstawy w pewnej części zostały wykorzystane przy opracowaniu obecnie funkcjonujących zasad diagno-

styki. Przez lata do zasad systemu wprowadzano kolejne aktualizacje i rozszerzenia.

## Kalendarium aktualizacji zasad w SOSN [5]



Fot. 1. dr inż. Tadeusz Suwara

„Wytyczne stosowania Systemu Oceny Stanu Nawierzchni SOSN” dla dróg krajowych zostały zatwierdzone do stosowania w jednostkach podległych GDDP przez Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych dnia **8 sierpnia 1989 roku**. Wytyczne opracowano w Biurze Planowania

Rozwoju Sieci Drogowej (którego przez pewien czas w strukturach GDDKiA odpowiednikiem był Departament Studiów). Autorami pierwszych „Wytycznych...” byli: dr inż. Tadeusz Suwara (fot.1) oraz mgr inż. Anna Ziendalska (fot. 2).



Fot. 2. mgr inż. Anna Ziendalska

Od czasu zatwierdzenia wytycznych nastąpił rozwój sprzętu, technik pomiarowych i metod oceny poszczególnych parametrów stanu nawierzchni. W kolejnych latach wydano następujące **Aneksy do Wytycznych**:

W listopadzie 1993 r. ukazał się „**Katalog wybranych uszkodzeń nawierzchni bitumicznych dla potrzeb SOSN**”. Dokument ten opracowany przez mgr. inż. Stanisława Szpinka (fot. 3) zawierał przykłady uszkodzeń

nawierzchni wraz z opisami i zdjęciami.

**Aneks nr 1 (luty 1999 r.): „Koleiny – zasady pomiaru i oceny stanu”**. Autorami opracowania byli mgr inż. Cezary Saganowski oraz mgr inż. Waldemar Kuryłowicz, na podstawie pracy badawczej mgr. inż. Stanisława Szpinka.

**Aneks nr 2 (lipiec 2000 r.): „Ocena wizualna nawierzchni. Zasady ciągłego obmiaru uszkodzeń i oceny stanu nawierzchni”**. Autorami pracy byli dr inż. Krzysztof Czarnecki oraz dr Andrzej Janowski.



Fot. 4. dr Andrzej Janowski

Dodatkowo przez dr. A. Janowskiego (fot. 4) opracowany został „**Katalog typowych uszkodzeń nawierzchni bitumicznych dla potrzeb ciągłego obmiaru uszkodzeń metodą oceny wizualnej w SOSN**” zawierający przykłady uszkodzeń nawierzchni inwentaryzowanych w systemie SOWA-1.

**Aneks nr 3 (styczeń 2001 r.): „Równość podłużna – zasady pomiaru i oceny stanu”** opracowany został przez mgr. inż. Cezarego Saganowskiego.

W czerwcu 2001 r. wydano **Aneks nr 4: „Zasady pomiaru i oceny właściwości przeciwpółślizgowych nawierzchni bitumicznych w SOSN”** opracowany w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów przez dr. inż. Bogumiła Szwabika



Fot. 5. dr inż. Bogumił Szwabik

(fot. 5) oraz mgr. inż. Tomasza Mechowskiego (fot. 6).

Wymienione Aneksy zostały włączone do Wytycznych SOSN w postaci załączników. Kolejny obowiązujący tekst „**Wytycznych stosowania**



Fot. 6. mgr inż. Tomasz Mechowski

**Systemu Oceny Stanu Nawierzchni SOSN”** zatwierdzony został przez Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych Zarządzeniem nr 9 z **dnia 4 marca 2002 r.** Opracowany został w Biurze Studiów Sieci Drogowej (BSSD) przez mgr. inż. Cezarego Saganowskiego (fot. 7), pod kierunkiem mgr. inż. Waldemara Kuryłowicza (fot. 8), przewodniczącego zespołu opiniującego.



Fot. 7. mgr inż. Cezary Saganowski

Na przełomie **2002/2003r.** w Biurze Studiów opracowano „**Komentarz do Wytycznych SOSN**”. Dokument powstał w odpowiedzi na uwagi zgłaszane przez administratorów SOSN, dotyczące rozbieżności pomiędzy oczekiwanymi ocenami a wynikami uzyskiwanymi w oprogramowaniu wspomagającym SOSN.

W maju 2004 r. ukazała się „**Interpretacja Katalogu typowych uszkodzeń nawierzchni bitumicznych dla potrzeb oceny wizualnej**”. Zawiera ona wskazówki pomocne w prawidłowej interpretacji uszkodzenia typu łata oraz uszkodzenia typu ubytek krawędzi. Obydwa dokumenty opracowane zostały przez jednego z autorów niniejszego tekstu, który aktualnie zajmuje się koordynacją prac, aktualizacją dokumentów i rozwojem systemów diagnostyki sieci drogowej.



Fot. 8. mgr inż. Waldemar Kuryłowicz

W celu kompleksowej oceny nawierzchni – w tym nawierzchni betonowych w **styczniu 2007 roku** Zarządzeniem nr 5 wprowadzono do użytkowania „**Wytyczne stosowania Systemu Oceny Stanu Nawierzchni Betonowych SOSN-B**”, opracowane przez mgr. inż. Macieja Radzikowskiego (fot. 9).



Fot. 9. mgr inż. Maciej Radzikowski

Wytyczne posiadały dwa załączniki:

- a) „Zasady ciągłego obmiaru uszkodzeń i oceny stanu nawierzchni betonowych metodą oceny wizualnej w Systemie Oceny Stanu Nawierzchni Betonowych /SOSN-B/” opracowane przez dr. Andrzeja Janowskiego i mgr. inż. Stanisława Szpinka.
- b) „Katalog typowych uszkodzeń nawierzchni betonowych dla potrzeb ciągłego obmiaru uszkodzeń metodą oceny wizualnej w Systemie Oceny Stanu Nawierzchni Betonowych /SOSN-B/”, którego autorami byli pracownicy Departamentu Studiów GDDKiA mgr inż. Maciej Radzikowski oraz mgr inż. Grzegorz Foryś (fot. 10).



Fot. 10. mgr inż. Grzegorz Foryś

W lutym 2010 roku Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad zatwierdził Zarządzenie Nr 5 w sprawie „Systemu oceny stanu nawierzchni – wytycznych do stosowania – aktualizacja związana z wykorzystaniem wyników pomiarów ugięć nawierzchni”.

W związku z dynamicznym postępowaniem technologii w zakresie diagnostyki stanu nawierzchni, 30 kwietnia 2015 roku, wprowadzono do stosowania Zarządzenie Nr 34 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad w sprawie „Wytycznych diagnostyki stanu nawierzchni i jej elementów” [3], których autorami są pracownicy GDDKiA:

1. Maciej Radzikowski – Departament Zarządzania Drogami i Mostami/Centrała (koordynujący prace nad projektem)
2. Piotr Dąbrowski – WT-LD Oddział w Gdańsku
3. Sławomir Ejsmont – WT-LD O/ Oddział w Białymstoku
4. Grzegorz Foryś – Departament Zarządzania Drogami i Mostami/Centrała
5. Janusz Franciszkiewicz – Oddział w Białymstoku
6. Wojmir Gromadka – Oddział w Olsztynie
7. Ryszard Łuczak – WT-LD Oddział w Poznaniu
8. Robert Mielech – WT-LD Oddział w Krakowie
9. Paweł Nowak – WT-LD Oddział w Poznaniu
10. Jacek Samulski – Oddział w Opolu
11. Paweł Stachoń – WT-LD Oddział w Krakowie
12. Maciej Zaborniak – Oddział w Olsztynie



Fot. 11. prof. dr hab. inż. Antoni Szydło

Od wielu lat z GDDKiA współpracuje prof. dr hab. inż. Antoni Szydło (fot. 11). Udziela konsultacji oraz opiniuje dokumenty powstające m.in. w ramach systemu diagnostyki dróg. W ostatniej aktualizacji dokumentów wstępnie konsultował oraz opiniował zasady oceny i klasyfikacji parametrów techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni uwzględniane w Wytycznych DSN.

## Rozwój technik pomiarowych wybranych parametrów nawierzchni

### Ocena wizualna – inwentaryzacja uszkodzeń nawierzchni

W pierwszych latach funkcjonowania systemu diagnostyki (koniec lat 80-tych XX wieku) ocenę wizualną wykonywano ręcznie równocześnie z pomiarem głębokości kolein. Pomiar polegał na inwentaryzacji hektometra miarodajnego wybranego z odcinka spisowego. Rejestracji podlegał zakres oraz, określana w 3-stopniowej skali, szkodliwość uszkodzeń. Zakres mierzono kółkiem pomiarowym, a wyniki inwentaryzacji notowano w formularzu (fot. 12).

W 1998 r. przeprowadzono pierwsze próby systemu SOWA-1, umożliwiającego wykonywanie półautomatycznej oceny wizualnej uszkodzeń nawierzchni w sposób ciągły na odcinkach o dowolnej długości.



Fot. 12 (a-b). Uczestnicy pomiarów porównawczych wykonujący ocenę wizualną nawierzchni

Inwentaryzacja uszkodzeń wykonywana była przez operatorów z samochodu poruszającego się z niewielką prędkością. Zaobserwowane uszkodzenia wprowadzano do rejestratora połączonego z licznikiem dystansu (fot. 13). Przy wykorzystaniu specjalistycznego oprogramowania obliczane były zakresy uszkodzeń i wyznaczane oceny stanu spękań „n” oraz oceny stanu powierzchni „p”.



Fot. 13. Rejestrator Sowa-1 do półautomatycznej oceny stanu nawierzchni jezdni

Metoda ta pozwalała wyznaczyć odcinkowe oceny stanu nawierzchni odcinków jednokilometrowych, całych dróg lub ciągów drogowych.

System SOWA-1 został skalibrowany z dotychczas stosowaną metodą, przez co uzyskiwane wyniki były wzajemnie porównywalne. Uzyskiwane w tym systemie oceny wskaźnikowe stanu nawierzchni były zbliżone do ocen otrzymywanych przy stosowaniu procedur oceny wizualnej określonych w pierwszych wytycznych SOSN.

W 2007 r. rozpoczęto rutynowe pomiary w ramach oceny nawierzchni betonowych. Opracowany został system SOWA-2 wykorzystywany do inwentaryzacji i przetwarzania danych z pomiarów cech techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni betonowych.

Pod koniec I dekady XXI wieku na drogach klasy A i S oraz na odcinkach o dużym natężeniu ruchu ocena była realizowana za pomocą wideorejestracji z wykorzystaniem urządzenia SOWA-3 (fot. 14). System łączył zalety klasycznej oceny wizualnej i bezpieczeństwo realizacji. W jego skład wchodzi kamera wyposażona w szerokokątny obiektyw, umocowana na wysokości około 2,3 m nad ziemią oraz licznik dystansu



Fot. 14. Urządzenie Sowa-3 do półautomatycznej oceny nawierzchni jezdni

zespolony z kołem samochodu, wykorzystywany do pomiaru przejechanego dystansu. Oś optyczna kamery odchylona była od pionu, co pozwalało na rejestrowanie pasa ruchu o szerokości do 4 m. Pomiar odbywał się w potoku ruchu z prędkością do 70 km/h. Mankamentem tej metody było żmudne przetwarzania danych pomiarowych – odtwarzanie materiałów zdjęciowych oraz wpisywanie zaobserwowanych na ekranie monitorów uszkodzeń do bazy danych systemu.

W latach 2012-2013 przeprowadzono szerokie rozpoznanie możliwości zautomatyzowania oceny wizualnej nawierzchni. W 2014 r. przeprowadzono wdrożeniowe pomiary z wykorzystaniem systemu do automatycznej rejestracji i rozpoznawania uszkodzeń nawierzchni jezdni (AON). Ze względów technologicznych badania ograniczono do nawierzchni asfaltowych. W ramach prowadzonych prac wykonano pomiary ok. 9 000 km odcinków dróg krajowych.

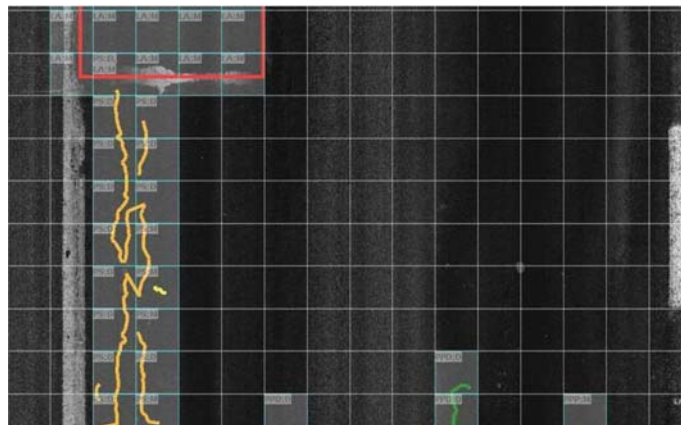
Uzyskane dane pomiarowe dla jednego pasa ruchu składają się z następującego zestawu:

1. Zdjęcia nawierzchni o długości 10 m z zaznaczonymi uszkodzeniami.
2. Zdjęcia nawierzchni o długości 10 m z zaznaczonymi uszkodzeniami oraz z wizualizacją siatki pomiarowej wraz z zaznaczeniem pól posiadających zidentyfikowane uszkodzenia.
3. Zdjęcia poglądowe przedstawiające sytuację na drodze z przodu pojazdu z kamery umieszczonej na zewnątrz.
4. Pliki wynikowe z danymi elementarnymi dotyczącymi uszkodzeń do każdego zdjęcia 10 m.
5. Plik wynikowy z obliczonymi wskaźnikami w przypadku odcinków diagnostycznych długości 50 m.

Automatyczna ocena stanu nawierzchni opiera się na wykonaniu wysokiej rozdzielczości obrazu 3D nawierzchni drogowej. Specjalistyczne, szybkoobrotowe kamery rejestrują obraz nawierzchni pasa drogowego wraz z obrazem linii laserowej wygenerowanej przy pomocy projektorów laserowych. W wyniku zastosowania takiej techniki powstaje obraz 3D, który służy do automatycznych analiz ukierunkowanych na wykrywanie uszkodzeń nawierzchni (w tym ich szerokości i głębokości, jeśli dotyczy). Pojazd pomiarowy wyposażony jest w odbiornik GPS (fot. 15).

Zdjęcie nawierzchni o długości 10 m z zaznaczonymi uszkodzeniami oraz z wizualizacją siatki pomiarowej wraz z zaznaczeniem pól posiadających zidentyfikowane uszkodzenia.

Każda komórka zawierająca jakiegokolwiek uszkodzenie jest podświetlona (rozjaśniona) oraz zaznaczona ramką w kolorze błękitnym (fot. 16).

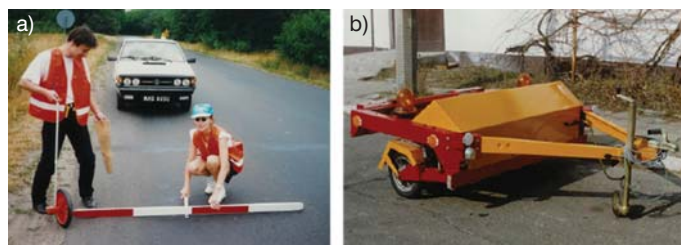


Fot. 16. Przykład zdjęcia z wizualizacją uszkodzeń i siatką pomiarową

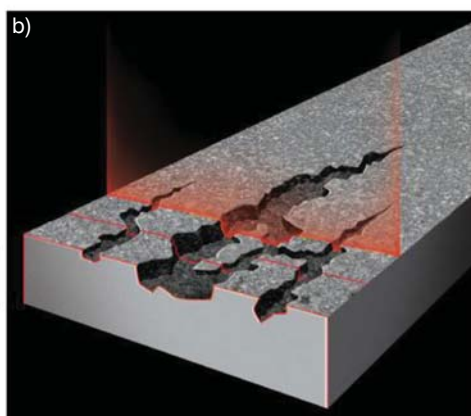
System AON został skalibrowany z dotychczas stosowanymi metodami, przez co uzyskiwane oceny wskaźnikowe stanu nawierzchni są zbliżone do ocen otrzymywanych przy stosowaniu procedur oceny wizualnej określonych w Wytocznych SOSN z 2002 roku.

## Pomiar równości podłużnej i poprzecznej

### Pomiar głębokości kolein



Fot. 17. a) Pomiary kolein wykonywane 2 metrową łatą i klinem; b) Przykład koleinomierza mechanicznego



Fot. 15. a) Zestaw do pomiaru spękań nawierzchni; b) Widok ogólnej zasady działania systemu AON

Początkowo pomiary głębokości kolein wykonywano metodą „łaty 2-metrowej i klina mierniczego”. Wykonywano pięć pomiarów na hektometrze miarodajnym w koleinie najbliższej zewnętrznej krawędzi jezdni (fot. 17a). Z czasem wprowadzono pomiary automatyczne. Pierwszym urządzeniem wykorzystywanym w pomiarach był **koleinomierz mechaniczny** (fot. 17b).

Na początku I dekady XXI wieku do pomiaru głębokości kolein wykorzystywane były najnowsze urządzenia wyposażone w czujniki laserowe oraz ultradźwiękowe. Należą do nich m.in. **profilografy laserowe LPR** oraz **RSP** (fot. 18).



Fot. 18. Profilograf RSP wyposażony w belkę z kilkoma czujnikami laserowymi

Obecnie, po modernizacji profilografów RSP (doposażenie do **21 czujników laserowych i odbiorniki GPS**), do pomiarów wykorzystywane są urządzenia pozwalające na szczegółową rejestrację profilu nawierzchni – co umożliwia wyznaczanie wskaźników głębokości kolein oraz równości podłużnej w lewym i prawym śladzie kół pojazdów. Przykład jednego z dziesięciu profilografów RSP wykorzystywanych do diagnostyki sieciowej nawierzchni zaprezentowano na fotografii nr 19.



Fot. 19. Profilograf RSP wyposażony w 21 czujników laserowych oraz odbiornik GPS

Automatyczny sposób pomiarów pozwolił na znaczne zwiększenie dokładności i zakresu pomiarów.

### Pomiary równości podłużnej

Pierwsze pomiary równości podłużnej wykonywano z wykorzystaniem urządzenia *Bump Integrator* /BI/ – Klasyfikator Nawierzchni (nazwa potoczna – „wstrząsomierz”) – fot. 20. Aparat firmy SOILTEST [USA] dostarczono do **Okręgowego Laboratorium Drogowego w Poznaniu**, w kwietniu 1975 roku, w ramach programu UNDP ONZ.



Fot. 20. Zestaw pomiarowy Bump Integrator (Klasyfikator nawierzchni)

Zestaw pomiarowy składał się z samochodu holującego oraz wózka pomiarowego. Samochód holujący FORD Super Van wyposażony był w silnik 8 cylindrowy w układzie V ok. 6 l pojemności. Wózek pomiarowy na czas przejazdów chowany był do wnętrza samochodu pomiarowego, wyposażony w koło 15 calowe z gładkim bieżnikiem, głowicę kodowo-obrotową do pomiaru przemieszczeń koła pomiarowego połączoną linką z osią koła oraz kontaktron do pomiaru odległości. Szybkość pomiarowa wynosiła 20 mil/h (ok. 36 km/h).

Obliczaną wartością był wskaźnik PSI / 500 m ( $PSI = 11,683 - 3,9 \ln RI$ ). Obsługa składała się z trzech pracowników: kierowcy + dwóch operatorów. Operator nr 1 obsługiwał licznik pomiaru odległości, kontrolując jednocześnie czas przejazdu (57 sek.  $\pm$  2 sek.), wliczał szybkość pomiarową. Do jego obowiązków należało podanie sygnału operatorowi nr 2 po osiągnięciu odcinka długości 500 metrów. Wówczas operator nr 2 spisywał z licznika wartość – RI (mm – przemieszczeń pionowych koła pomiarowego), brał do ręki suwak logarytmiczny i obliczał wartość PSI. Obliczenie PSI zajmowało około 30 sekund.

W 1984 roku w „Bumpie” wprowadzono do rejestracji danych (RI, odległość oraz dane opisowe odcinka pomiarowego) komputer SPECTRUM+ z zapisem danych na taśmie magnetycznej. Było to pierwsze zastosowanie komputera w samochodzie pomiarowym w Polsce.



Fot. 21. Urządzenie przetwarzające dane z Klasyfikatora nawierzchni

Rok później magnetofon do zapisu danych zastąpiono zewnętrzną kieszenią dyskową – 3 1/4 cala (fot. 21). W tej konfiguracji aparat BI dotrwał do początków lat 90-tych, kiedy to zastąpił go aparat APL (fot. 22).



Fot. 22. Aparat pomiarowy APL

Pomiar aparatem APL odbywał się w prawym śladzie kół i polegał na zarejestrowaniu odchyień mierzonego profilu, przeliczanych następnie na **międzynarodowy wskaźnik równości IRI** (mm/m), który określa zależność pracy układu zawieszenia samochodu i zarejestrowanego profilu podłużnego.

Obecnie pomiary równości podłużnej wykonywane są równoległe z pomiarami głębokości kolein z wykorzystaniem wieloczujnikowych profilografów RSP lub w przypadku realizacji pomiarów odbiorczych również jednoczujnikowymi urządzeniami RSP (odpowiednio fot. 19 i fot. 23).



Fot. 23. Profilograf RSP wyposażony w 1 czujnik laserowy

Wprowadzenie zmian technik pomiarowych wniosło m.in. następujące pozytywne konsekwencje:

- przyspieszenie wykonywania pomiarów;
- pomiar ciągły, uzyskiwanie wyników dla każdego odcinka 50-metrowego ocenianej sieci drogowej;
- automatyzacja pomiarów;
- eliminacja elementu subiektywności z oceny;
- zmniejszenie utrudnienia dla użytkowników dróg.

Poza omawianymi urządzeniami do automatycznej oceny wizualnej nawierzchni oraz pomiarów równości podłużnej i poprzecznej w obecnej diagnostyce sieciowej nawierzchni i jej elementów wykorzystywane są urządzenia pomiarowe zaprezentowane na fotografiach 24–27 służące do wykonywania następujących pomiarów:

- współczynnika tarcia (szorstkości) nawierzchni poprzez realizację pomiarów punktowych oraz ciągłych (fot. 24–25);



Fot. 24. Zestaw pomiarowy SRT-3 (punktowy pomiar współczynnika tarcia nawierzchni)



Fot. 25. Zestaw pomiarowy TWO (ciągły pomiar współczynnika tarcia nawierzchni)

- oznakowania poziomego wykonanego na nawierzchni (fot. 26);
- ugięć konstrukcji nawierzchni (fot. 27).



Fot. 26. Zestaw pomiarowy RMT (ciągły pomiar oznakowania poziomego nawierzchni)



Fot. 27. Zestawy pomiarowe FWD (punktowy pomiar ugięć konstrukcji nawierzchni): a) produkcji firmy Kuab; b) produkcji firmy Dynatest

## Dzisiaj – Diagnostyka Stanu Nawierzchni (DSN)

Najnowsze urządzenia pomiarowe wykorzystywane w ramach diagnostyki przedstawiono w części artykułu dotyczącej rozwoju metod pomiarowych. W niniejszej części zaprezentowano zmiany merytoryczne i rozszerzenia, jakie zaszły w związku z opracowaniem wytycznych nowego systemu do diagnostyki stanu nawierzchni, będącego następcą systemu SOSN.

W związku z dynamicznym postępowaniem technologicznym w zakresie diagnostyki stanu nawierzchni drogowych oraz potrzebami dostosowania dotychczas obowiązujących zasad diagnostyki do aktualnych uwarunkowań, w GDDKiA – Departamencie Zarządzania Drogami i Mostami opracowano Wytyczne stosowania diagnostyki stanu nawierzchni /DSN/.

Dokument opracowywano w roku formalnego jubileuszu (25-lecia) diagnostyki nawierzchni w Polsce. Pierwszy dokument dotyczący oceny nawierzchni został wprowadzony do stosowania w 1989 roku.

Jak już wspomniano na początku artykułu, 30 kwietnia 2015 roku wprowadzono do stosowania Zarządzenie Nr 34 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad w sprawie diagnostyki stanu nawierzchni i jej elementów. Dokument ten zastępuje zasady ustalania zakresów pomiarowych, zasady realizacji pomiarów i przetwarzania wyników cech techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni sieci dróg krajowych, podział obowiązków uczestników kampanii pomiarowej oraz tryb finansowania realizowanych działań, wdrożone w poprzednich latach.

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

- rozwój narzędzi wspomagających pomiary cech nawierzchni wprowadzających automatyzację oceny, dzięki czemu możliwe stało się wyeliminowanie czynników subiektywnych,
- wykonanie w 2012 r. pracy naukowo-badawczej [4], w której przedstawiono zasady diagnostyki nawierzchni dróg (zawierające m.in. ocenę pojedynczych pasów ruchu,

zwiększenie liczby parametrów diagnostycznych),

- wykonanie w 2013 r. pilotażowych pomiarów na sieci dróg krajowych na podstawie założeń wynikających z ww. pracy naukowo-badawczej oraz uwzględniając zasoby sprzętowe znajdujące się na wyposażeniu GDDKiA,

- rozpoznanie oraz wdrożenie w 2014 r. systemów do rejestracji i automatycznej interpretacji uszkodzeń nawierzchni jezdni (m.in. spękań nawierzchni, ubytków ziaren i lepiszcza), alternatywnych urządzeń do

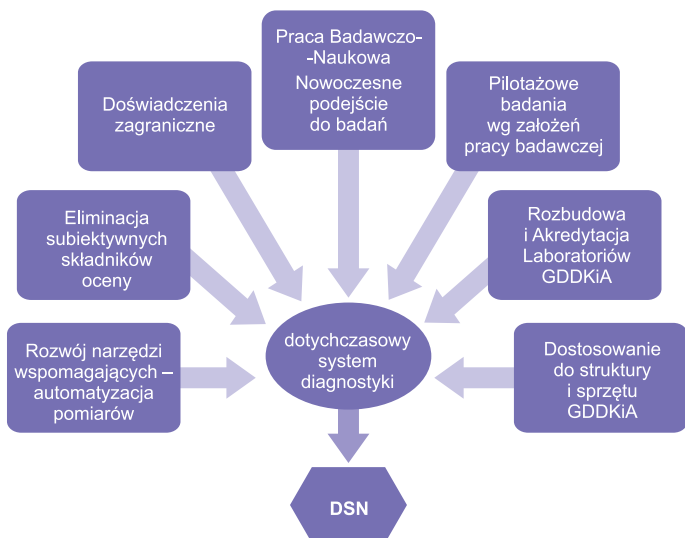
pomiarów współczynnika tarcia oraz mobilnego pomiaru ugięć nawierzchni.

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

Głównymi założeniami przyjętymi przy opracowaniu dokumentu Wytycznych były:

- wykorzystanie podstawowych założeń dotyczących organizacji kampanii pomiarowej z pracy naukowo-badawczej DSN (zrealizowanej przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów),
- zachowanie spójności w analizach danych z dotychczas stosowanymi zasadami, w celu zapewnienia ciągłości wnioskowania,
- uszczegółowienia procesów realizacji kampanii pomiarowej DSN na podstawie zapisów w pracy naukowo-

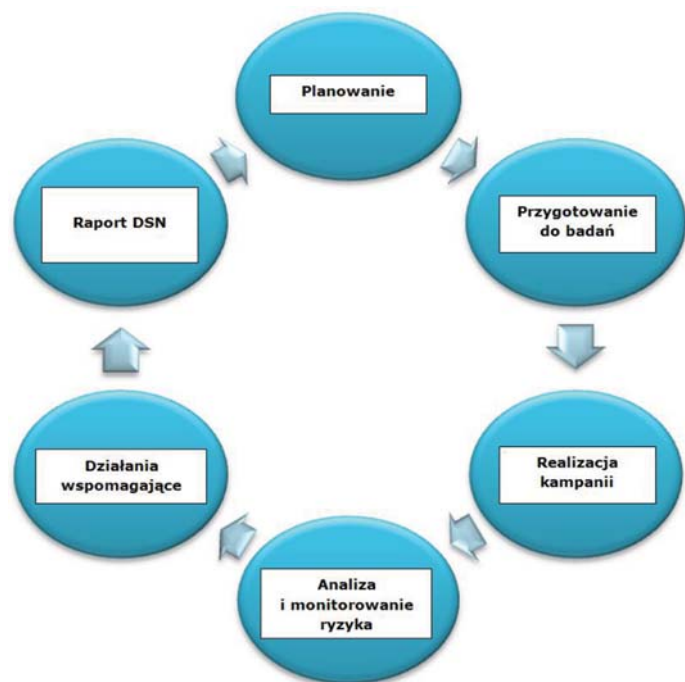




Rys. 1. Przyczyny zmian w zasadach diagnostyki nawierzchni

-badawczej DSN oraz dotychczas stosowanych zasad określanych w różnych dokumentach, m.in. instrukcjach, komentarzach, pismach dotyczących realizacji kampanii pomiarowej na sieci dróg krajowych.

Na rysunku 2 przedstawiono procesy funkcjonujące w cyklu rocznym w systemie DSN.



Rys. 2. Roczny cykl działań w ramach systemu DSN

Rys. 3. Wykorzystanie danych z DSN



W wyniku analizy informacji uzyskanych w procesie gromadzenia danych w ramach DSN, opracowywany jest m.in. raport dotyczący stanu technicznego nawierzchni. Obszary w jakich wykorzystywane są przedmiotowe dane obejmują m.in. działania zaprezentowane na rysunku 3.

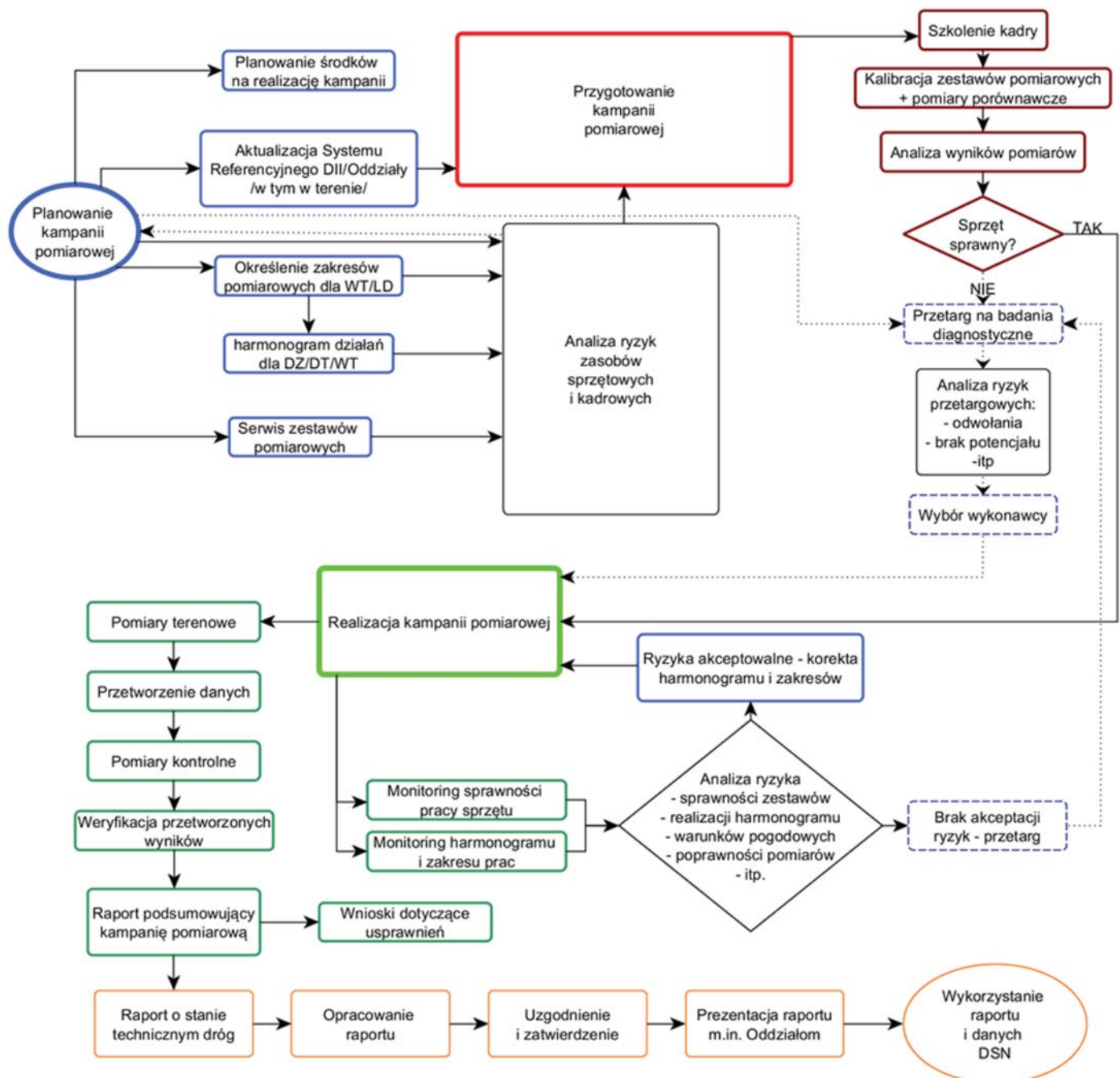
Zakres danych pomiarowych gromadzonych w ramach kampanii diagnostycznej zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Lista parametrów i danych gromadzonych w DSN

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

Oznaczenia w kodach literowych (ostatnia litera): P – pomiar punktowy, C – pomiar ciągły, A – pomiar ciągły, ocena automatyczna.

Należy również wspomnieć, iż w nowym systemie diagnostyki duży nacisk położono na jakość gromadzonych danych. W porównaniu do systemu SOSN znacznie rozbudowano program zapewnienia jakości. Wprowadzono dodatkową kontrolę i weryfikację otrzymywanych danych oraz wprowadzono bieżący monitoring postępów prac pomiarowych na sieci dróg krajowych. Schemat procesu realizacji kampanii pomiarowej DSN zamieszczono na rysunku 4.



Rys. 4. Schemat procesu realizacji kampanii pomiarowej DSN

W porównaniu do Wytycznych SOSN, dokument został pokaźnie rozszerzony, a zapisy w nim zawarte znacznie uszczegółowione. Aktualne wytyczne DSN składają się z 7 rozdziałów oraz 25 załączników. W początkowych rozdziałach dokumentu zostały opisane standardy kampanii diagnostyki stanu technicznego nawierzchni, cechy nawierzchni jezdni i jej elementy podlegające identyfikacji i ocenie oraz metody ich gromadzenia. W końcowej części Wytycznych zamieszczono m.in. modele degradacji nawierzchni, na podstawie których można szacować przyszłe potrzeby remontowe, wykorzystując prognozy zmian cech techniczno-eksploatacyjnych, uproszczone modele poprawy stanu nawierzchni po wykonaniu zabiegów remontowych, zasady wstępnego typowania zabiegów remontowych oraz prac analitycznych.

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

## Podsumowanie

Opisany w artykule rozwój sposobów pomiarów wybranych parametrów ocenianych w diagnostyce stanu nawierzchni jest tylko niewielką częścią historii rozwoju diagnostyki sieci drogowej. Każdemu z zagadnień dotyczących

wykonywania badań diagnostycznych można poświęcić osobny artykuł.

Nowe wytyczne diagnostyki stanu nawierzchni – Wytyczne DSN wprowadziły w GDDKiA m.in. następujące zmiany do rutynowych działań wykorzystywanych przy gromadzeniu danych do celów zarządzania nawierzchnią i jej utrzymania:

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

Na zakończenie należy zaznaczyć, iż aktualnie w ramach prac rozwojowych trwają dalsze działania związane z rozszerzeniem tekstu wytycznych DSN. W aktualizacji dokumentu planowane jest wprowadzenie zapisów dotyczących zasad wykonywania pomiarów i przetwarzania danych dotyczących konstrukcji nawierzchni jezdni – badania realizowane penetratorami GPR (*Ground Penetrating Radar*) oraz zasad wykonywania i klasyfikacji wyników pomiarów na elementach infrastruktury drogowej poza zasadniczymi pasami ruchu.

#### Bibliografia

- [1] M. Radzikowski, *Drogownictwo* Nr 10/2009, System Oceny Stanu Nawierzchni /SOSN/ – 20-lecie funkcjonowania
- [2] Wytyczne stosowania Systemu Oceny Stanu Nawierzchni SOSN dla dróg krajowych zatwierdzone do stosowania w jednostkach podległych GDDP przez Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych, 08.08.1989 roku wnioskiem numer D-50/18/89
- [3] Zarządzenie nr 34 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 30 kwietnia 2015 r. w sprawie diagnostyki stanu nawierzchni i jej elementów
- [4] Praca naukowo-badawcza pt. Diagnostyka Stanu Nawierzchni, IBDiM 2012 r.
- [5] [http://www.gddkia.gov.pl/userfiles/articles/s/system-oceny-stanu-nawierzchni\\_6165/documents/folder-xx-lat-sosn.pdf](http://www.gddkia.gov.pl/userfiles/articles/s/system-oceny-stanu-nawierzchni_6165/documents/folder-xx-lat-sosn.pdf); aktualność 01.08.2016r.



KAROLINA NAGÓRSKA

Zachodniopomorski  
Zarząd Dróg Wojewódz-  
kich w Koszalinie  
Politechnika Koszalińska  
e-mail: ka.nagorska@wp.pl

## Ankietowe pomiary ruchu na drogach wojewódzkich

Miasta stanowią szczególnie uciążliwą i niebezpieczną przeszkodę dla użytkowników dróg tranzytowych, jak również zaczynają być niewydolne komunikacyjnie dla ich mieszkańców. Rozwiązaniem problemów miejscowości, stanowiących węzły tras tranzytowych, jest budowa obwodnic lub rozbudowa wewnętrznego układu ulic, tudzież zastosowanie obu rozwiązań jednocześnie. Jednak, aby podjąć właściwe decyzje, konieczne jest wykonanie pomiarów szczegółowych. Muszą to być pomiary pozwalające ustalić ilość i relacje ruchu tranzytowego, docelowego i źródłowego w miejscowości. Przeprowadzenie takich badań pozwoli prognozować ilość ruchu, od którego uwolnione będą ulice miejscowości po wybudowaniu obwodnicy oraz wyliczyć jak wysoki będzie poziom ruchu na obejściu. Inaczej mówiąc, przeprowadzenie tego typu badania ruchu pozwoli sprawdzić efektywność budowy obwodnicy.

Pomiary, dzięki którym, można ustalić rodzaje i wielkości ruchu w miejscowościach, znane są od dziesiątków lat i nazywane były „ankietowymi”, ponieważ polegały na za-

trzymaniu każdego pojazdu wjeżdżającego i wyjeżdżającego z miejscowości, a także na przeprowadzeniu krótkiego wywiadu w formie ankiety. Pomiary te nie są powszechnie stosowane ze względu na poważne uciążliwości. Wymagają zaangażowania policji, a przy dużych natężeniach ruchu powodują powstawanie zatorów.

W wielu krajach pomiary ankietowe są przeprowadzane w sposób regularny i niejednokrotnie stanowią podstawowe źródło informacji dla zarządców drogowych. W Wielkiej Brytanii (*Traffic and Data Services* i *Road Data Services Ltd*) pomiary ankietowe są szeroko stosowane nie tylko przez drogowców, ale również przez właścicieli parkingów samochodowych oraz firmy obsługujące transport publiczny. Pomiary przeprowadzają wyszkoleni pracownicy, ponadto wykorzystuje się pomiar kamerami wideo, które przy zastosowaniu odpowiedniego oprogramowania dają możliwość odczytu numerów rejestracyjnych pojazdów, a co za tym idzie jego dokładną identyfikację. Inaczej jest w Stanach Zjednoczonych, na przykład w *Sussec County New Jersey* czy w *Joint Transportation Research Programm* stosuje się system badawczy polegający na wręczaniu kopert z ankietą

i odpowiednim ostemplowaniem, które pozwala obywatelom udzielić informacji w zaciszu własnego domu, a zarządcy daje pewność, że zdecydowana większość kopert wróci na prawidłowy adres.

Bardziej szczegółowe badania ruchu są niezwykle popularne na całym świecie. Pomiar ankiety mogą być przeprowadzane na kilka sposobów, do tych najczęściej spotykanych należą:

- ankiety przeprowadzane w domach,
- ankiety przeprowadzane na drogach,
- ankiety wręczane na drodze do wypełnienia w domu z kopertą zwrotną,
- zapisywanie ostatnich znaków numeru rejestracyjnego pojazdu (pomiar w terenie),
- znakowanie pojazdów (kartki, naklejki, magnesy itp.),
- wideorejestracja.

Wybór metody zależy od wielu czynników takich jak bezpieczeństwo osób mierzących ruch, szacunkowa wielkość ruchu w danym przekroju drogi, nakłady finansowe przeznaczone na pomiary i poziom poczucia zbiorowej odpowiedzialności.

## Pomiary ruchu przeprowadzone przez Zachodniopomorski Zarząd Dróg Wojewódzkich

Zachodniopomorski Zarząd Dróg Wojewódzkich (ZZDW) w latach 2014–2015 organizował pomiary ruchu o charakterze ankiety, polegające na spisywaniu czterech ostatnich znaków z tablicy rejestracyjnej pojazdów, z uwzględnieniem podziału na samochody lekkie i ciężkie. Celem wykonania pomiarów było uzyskanie możliwie dużo informacji o ruchu w Wałczu, Gryficach i Choszcznie, stanowiących węzły ważnych dróg wojewódzkich (DW), niezbędnych do przeprowadzenia analizy efektywności planowanej budowy obejść tych miejscowości.

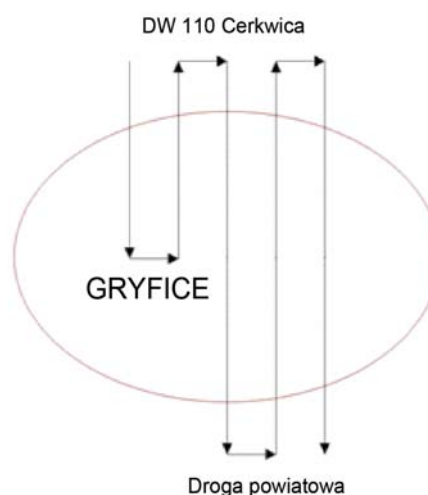
Poprzedzając wykonanie pomiarów, przeanalizowano wyniki generowanego pomiaru ruchu (GPR) z 2010 roku oraz lokalizację punktów pomiarowych tak, aby uzyskane wyniki były porównywalne z GPR. Kolejną kwestią było ustalenie daty dokonania pomiarów, w celu uzyskania wyników jak najbardziej reprezentatywnych. Pomiary były wykonywane ręcznie, przez przeszkolonych pracowników ZZDW w czasie wyznaczonych dwóch godzin w sposób ciągły. Pomiary odbywały się na wlotach dróg do miasta, w przekrojach odległych na tyle, aby nie obejmowały wewnętrznego ruchu miejskiego. Na podstawie wyników SDR zaangażowano po dwie osoby rejestrujące ruch w każdym kierunku, jedna spisywała pojazdy wjeżdżające do miejscowości, a druga te z niej wyjeżdżające. Ponadto jeden pracownik ZZDW był odpowiedzialny za koordynowanie całego pomiaru. W celu precyzyjnego określenia lokalizacji punktów pomiaru, przeprowadzono wizję lokalną. Jednocześnie w celu zapewnienia bezpieczeństwa pomiarowych oraz uchwycenia pojazdów zwalniających przed miejscowością, punkty pomiarowe były zlokalizowane możliwie blisko białych tablic. Ponadto ustalono czas potrzebny na przejazd przez miejscowość, który został odpowiednio dodany do godziny rozpoczęcia lub zakończenia pomiaru. Tym samym, pomiary rozpoczyna-

ły się kilka minut wcześniej na niektórych wlotach i kończyły kilka minut później na wylotach. Był to warunek niezbędny do uzyskania dokładnych pomiarów ruchu tranzytowego na poszczególnych relacjach. Dodatkowe punkty pomiarowe we wszystkich interesujących punktach miast, w których należało ustalić, jaki jest obecny poziom ruchu (liczba pojazdów na godzinę lub w przeliczeniu na SDR) oraz jaka będzie wysokość ruchu w interesującym przekroju ulicy po wybudowaniu obwodnicy. W tym przypadku badanie trwało pełne 2 godziny, bez dodatkowych minut, a do pomiaru przydzielono po jednej osobie na dany punkt. Był to pomiar tylko ilościowy, w rozbiciu na samochody lekkie i ciężkie, a zatem podobny do badania GPR.

## Wyniki pomiarów oraz analiza

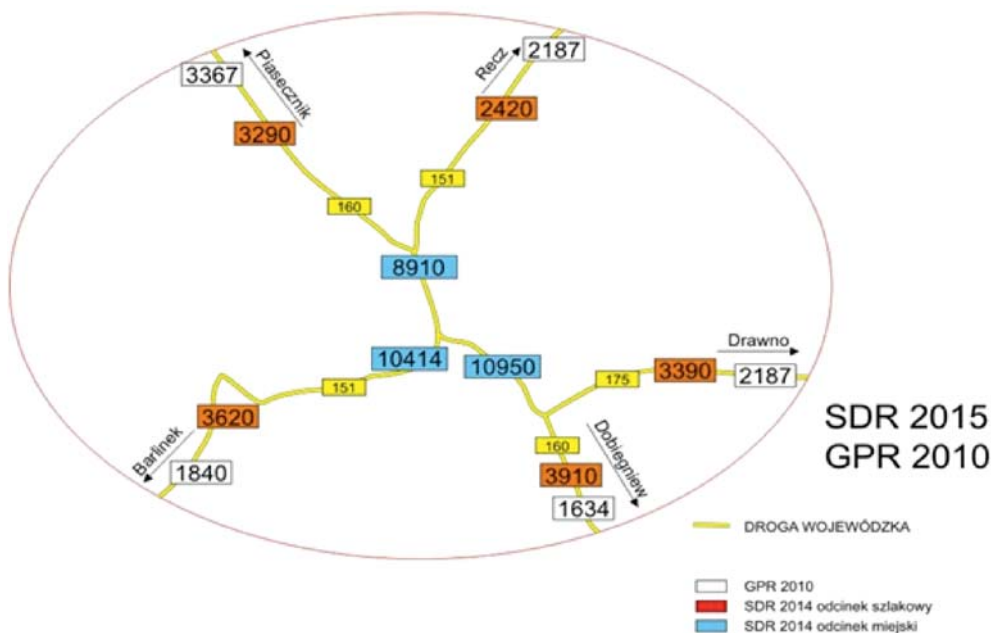
Po przeprowadzeniu pomiarów wygenerowane dane zostały wprowadzone i uporządkowane w arkuszu kalkulacyjnym. Kolejnym etapem było określenie odpowiednich formuł, dzięki którym można było przygotować zestawienia wyników oraz dokonać właściwej analizy.

W przypadku standardowych pomiarów ruchu metodą GPR uzyskano by jedynie informację o liczbie pojazdów w poszczególnych punktach pomiarowych z podziałem na samochody lekkie i ciężkie. Tymczasem w przypadku przeprowadzonych pomiarów o charakterze ankiety, liczba samochodów stanowi jedną z wielu składowych pozyskanych informacji. Spisane pojazdy były kojarzone i parowane w arkuszu kalkulacyjnym, dzięki czemu można było określić trasę poruszania się każdego pojazdu, a przede wszystkim ustalić liczbę samochodów docelowych, źródłowych, tranzytowych oraz kierunki relacji tranzytu. W kilku przypadkach zdarzało się, że samochody wykonywały dość skomplikowane trasy przejazdu w ciągu dwóch godzin pomiaru (rys. 1).



Rys. 1. Ilustracja graficzna trasy przejazdu samochodu zarejestrowanego podczas pomiarów w Gryficach

W wyniku przeprowadzonej analizy trasy pojazdów, sporządzono bardzo szczegółowe zestawienie ilościowe i jakościowe obciążenia ruchem każdego z kierunków, z uwzględnieniem relacji wlot/wylot. Takie wyszczególnienie stało się



Rys. 2. Ilustracja wyników SDR w Choszcznie

Tabela 1. Struktura ruchu na poszczególnych kierunkach w rozbiu na pojazdy ciężkie (C) oraz lekkie (L) w Gryficach

DW 105 Kamień Pomorski	DW 105 Rymań	DW 109 Trzebiatów	DW 109 Płoty	DW110 Cerkwica	Droga Powiatowa	Wartość średnia	
27,6%	22,8%	32,1%	34,7%	25,9%	28,6%	30,2%	Tranzytowe
1:3	1:8	1:19	1:9	1:4	1:8		w tym: C/L
45,6%	51,6%	43,6%	45,8%	49,0%	51,8%	46,7%	Docelowe i źródłowe
1:13	1:20	1:23	1:17	1:28	1:12		w tym: C/L
26,8%	25,6%	24,3%	19,5%	25,1%	19,6	23,1%	Podmiejskie
1:24	1:36	–	1:16	1:15	1:21		w tym: C/L



Rys. 3. Ilustracja potoków ruchu tranzytowego w Choszcznie [6]

podstawą do dalszych konkluzji. W celu uzyskania porównywalnych danych, wyniki pomiarów zostały przemnożone przez odpowiednie współczynniki, aby uzyskać wartości SDR (rys. 2). Współczynniki uzyskiwane są poprzez wykonanie pomiarów o charakterze ankietowym w przekrojach o lokalizacji możliwie zbliżonej do punktów pomiarowych z GPR.

Zewidencjonowane pojazdy podzielono z uwagi na ich charakter ruchu:

- ruch tranzytowy – najistotniejszy w przypadku opisanego pomiaru,
- ruch źródłowy,
- ruch docelowy,
- ruch podmiejski – pojazdy, które wjeżdżają i wyjeżdżają z miasta tą samą drogą w ciągu 2 godzin pomiarów.

Dalsza synteza wyników uwiarygodniła, jaki jest poziom przepustowości ulic miejscowości, a także jak zmienia się ruch w obszarze zabudowanym i niezabudowanym. W rezultacie, można było określić dokładnie, jakie funkcje spełniają poszczególne drogi, to znaczy, czy są typowo tranzytowe, czy przenoszą ruch lokalny, który mimo wysokich wartości przed miejscowością ulega częściowemu bądź znacznemu rozproszeniu w obszarze zabudowanym. Po zestawieniu wyników z Gryfic okazało się, że trafne było uwzględnienie w pomiarach drogi powiatowej, gdyż tranzyt odnotowany w jej przekroju jest na poziomie dróg wojewódzkich, a nawet wyższy. Określenie kierunków, w których zmierzały rejestrowane pojazdy, pozwoliło również wyznaczyć poziom obciążenia ruchem. Tak precyzyjne rachunki doprowadziły do zdefiniowania potoków ruchu w opisywanych miejscowościach. Na podstawie uzyskanego zestawienia (tab. 1) można ocenić znaczenie gospodarcze poszczególnych odcinków dróg, w przypadku Gryfic uzyskano zaskakująco wysokie wyniki, jeżeli chodzi o udział tranzytowych samochodów ciężarowych

na kierunku Kamień Pomorski oraz Cerkwica, a znikomy na kierunku Trzebiatów. Taka analiza jest możliwa jedynie po przeprowadzeniu pomiarów o charakterze ankietowym.

Co więcej, ustalenie wielkości ruchu źródłowego i docelowego pozwala określić czy droga ma znaczenie miejscowe, czy regionalne. Graficzne przedstawienie tego procesu doskonale ilustruje ruch na drogach prowadzących do miejscowości, a następnie jego rozproszenie w kierunkach wychodzących z obszaru zbudowanego (rys. 3). Ustalenie potoków ruchu tranzytowego ma największe znaczenie w analizie materiałów, których dostarcza opisywany pomiar ruchu. Oprócz bardzo istotnej informacji o kierunkach dominujących przejazdów samochodów, ogółem oraz ciężarowych, opisanie potoków tranzytu pozwala na obliczenie, jakie będzie zmniejszenie ruchu w interesujących przekrojach ulic po wybudowaniu obwodnicy – czyli uzyska się odpowiedź na najważniejsze pytanie, co przyniesie miastu budowa obwodnicy i czy docelowo rozwiąże problemy niewydolnego komunikacyjnie miasta.

## Podsumowanie

Pomiary ruchu przeprowadzone przez ZZDW dają szerokie spectrum możliwości w zakresie analizy struktury, charakteru i rozkładu ruchu w poszczególnych kierunkach. Tak szczegółowe informacje mogą stanowić podstawę do analizy przewidywanych rozwiązań komunikacyjnych, mających na celu usprawnienie ruchu w miejscowości. W przypadku rozważania budowy obwodnicy, dają możliwość oszacowania, jak duża część ruchu zostanie przesunięta z ulic miejscowości na zewnętrzny ring. Tym samym uzyskać można informację o ewentualnym zmniejszeniu ruchu w przekroju ulicznym, a dalej prognozować ruch i ewentualny czas wyczerpania przepustowości w miejscowości. Te niezwykle istotne dane, mogą rozpoczynać również dyskusję nad etapowaniem ewentualnej budowy obwodnicy i skutkami takiego działania. Ponadto, wyniki pomiarów paraankietowych są również

szansą do wybrania innej niż obwodnica alternatywy, jak rozbudowa sieci ulic wewnętrznych, przy założeniu, że istnieje taka możliwość. Na całym świecie widoczne są poszukiwania optymalnych sposobów pozyskiwania tego typu informacji. Zapewne istotnym byłoby powtórzenie pomiarów w sezonie letnim, w celu uzyskania wartości ekstremalnych ruchu z uwagi na ruch turystyczny w pasie nadmorskim. Metoda zastosowana przez ZZDW jest tania, a przy tym bardzo dokładna. Oczywiście w przypadku badań okresie letnim należałoby zwiększyć dwukrotnie liczbę osób mierzących ruch na odcinkach poza miastem. W celu ulepszenia pomiarów można wprowadzić wideofilmowanie pojazdów. Nagrania mogą być przetwarzane przez pracowników w biurze, aczkolwiek innym rozwiązaniem jest zastosowanie odpowiednich programów, które same identyfikują samochody. Możliwych modyfikacji mających na celu udoskonalenie systemu pomiarowego jest wiele, a sama metoda jest bardzo rozwojowa.

Posiadanie aktualnych danych o poziomie przepustowości dróg w obrębach miejskich jest obecnie jedną z najcenniejszych informacji. Ponadto, ustawa o drogach publicznych nakłada obowiązek posiadania aktualnych planów rozwoju sieci drogowej, a te nie mogą powstawać bez podstawowej wiedzy na temat zarządzanej sieci, którą jest właśnie charakter ruchu przenoszonego przez poszczególne drogi publiczne.

Pomiary ruchu o charakterze ankietowym powinny na stałe wpisać się w pracę zarządów drogowych jako element niezbędnych do tworzenia planów rozwoju sieci.

## Bibliografia

- [1] Generalna Dyrekcja Dróg i Autostrad – 07 kwietnia 2016. – 02 maj 2016. – <https://www.gddkia.gov.pl/pl/a/21637/Wyniki-Generalnego-Pomiaru-Ruchu-2015>.
- [2] Joint Transportation Research Programm – 02 maj 2016. – [www.engineering.purdue.edu](http://www.engineering.purdue.edu).
- [3] Road Data Services Ltd – 02 maj 2016. – [www.rdsservices.co.uk](http://www.rdsservices.co.uk).
- [4] Sussex County New Jersey – 02 maj 2016. – [www.sussex.nj.us](http://www.sussex.nj.us).
- [5] Traffic and Data Services – 02 maj 2016. – [www.tracsistraffic.com](http://www.tracsistraffic.com).
- [6] Zachodniopomorski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Koszalinie – 02 maj 2016. – [www.zzdw.koszalin.pl](http://www.zzdw.koszalin.pl).

## Serwis GDDKiA • Aktualności

### Ogłoszono przetarg na wykonanie Koncepcji Programowej dla budowy Północnej Obwodnicy Krakowa

Ogłoszenie o zamówieniu na „Wykonanie Koncepcji Programowej dla budowy Północnej obwodnicy Krakowa w ciągu drogi ekspresowej S52” zostało przekazane do Urzędu Publikacji Unii Europejskiej 30 sierpnia 2016 r. Zgodnie z art. 11 ust 7d ustawy Prawo zamówień publicznych, pełna treść ogłoszenia i szczegółowe informacje o tym zamówieniu stają się dostępne na stronie internetowej zamawiającego czyli GDDKiA Oddział w Krakowie, od dnia publikacji ogłoszenia w Dzienniku Urzędowym UE lub po upływie 48 godzin od potwierdzenia otrzymania ogłoszenia przez Urząd Publikacji Unii Europejskiej. Są to nowe regulacje wynikające z faktu dostosowania prawa polskiego do prawa unijnego. Od 28 lipca 2016 r. prawo polskie i unijne są spójne w zakresie zamówień publicznych. Przetarg na „Wykonanie Koncepcji Programowej dla budowy Północnej obwodnicy Krakowa w ciągu drogi ekspresowej S52” został opublikowany w Dzienniku Urzędowym UE 2 września 2016 r.

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 19 maja 2016 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie sieci autostrad i dróg ekspresowych, Północna Obwodnica Krakowa znalazła się w sieci dróg krajowych, ciągu drogi ekspresowej S52. W piątek 26 sierpnia 2016 r. minister Infrastruktury i Budownictwa Andrzej Adameczycki podpisał w siedzibie Oddziału

GDDKiA w Krakowie Program Inwestycyjny dla budowy Północnej Obwodnicy Krakowa, w ciągu drogi ekspresowej S52. Wykonawca wyłoniony w ogłoszonym postępowaniu przetargowym ma przygotować:

- Koncepcję Programową (KP), w tym m.in. analizy i prognozy ruchu, organizację ruchu dla odcinków objętych zamówieniem, dokumentację bezpieczeństwa tuneli, plan działań ratowniczych w zakresie części techniczno-budowlanej dla stadium Koncepcji Programowej, materiały informacyjne, opracowania ekonomiczno-finansowe;
- opinię geotechniczną, projekty robót geologicznych dla dokumentacji geologiczno-inżynierskich, dokumentację geologiczno-inżynierską, projektu robót geologicznych dla dokumentacji hydrogeologicznej, dokumentację hydrogeologiczną, dokumentację badań podłoża gruntowego, dokumentację hydrologiczno-hydrauliczną;
- materiały koncepcyjne do uzyskania DŚU ( decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach ), przedmiary i kosztorysy oraz Program Funkcjonalno-Użytkowy.

Firmy mogą składać oferty do 10 października 2016 r.

02-09-2016