

Marcin STANIEK

METODY OCENY STANU NAWIERZCHNI SIECI DROGOWEJ

Streszczenie. W artykule przedstawiono System Oceny Stanu Nawierzchni, wykorzystywany w Polsce. Omówiono jego strukturę oraz cele, jakie ma realizować. Zawarto kryteria oceny stanu nawierzchni systemu SOSN. Przedstawiono też, metody pomiarów nieinwazyjnych, wykorzystywane w diagnostyce nawierzchni drogowej.

EVALUATION METHODS OF PAVEMENT CONDITION OF ROAD NETWORK

Summary. In the paper, an evaluation system of pavement condition used in Poland was presented. Structure of system and its accomplish purposes were discussed. The work contains evaluation criteria of pavement condition of system SOSN. The non-invasive methods used in the pavement evaluation were presented.

1. WPROWADZENIE

Wzrost liczby pojazdów uczestniczących w ruchu powoduje zwiększenie poziomu oddziaływania na stan sieci drogowej. Pojawiają się wymagania dotyczące poprawy i utrzymania stanu dróg przy równoczesnej konieczności zapewnienia efektywności ekonomicznej wydatków publicznych. Problem ten w Polsce obciążony jest dodatkowo niedostatecznie rozbudowaną infrastrukturą transportową. Znacząca część środków finansowych, skierowanych na infrastrukturę drogową, wykorzystywana jest na remonty i przebudowy istniejących dróg. [1]

Istotnymi problemami w czasie umiarkowanego rozwoju gospodarczego są zarządzanie stanem dróg oraz poprawa jego warunków technicznych. Podstawowym zadaniem organów drogowych i podstawowym kierunkiem rozwoju ukształtowanej sieci dróg jest ulepszenie stanu istniejących dróg przez dostosowanie ich parametrów technicznych i transportowo-eksploatacyjnych do poziomu, który odpowiada wysokim wymaganiom współczesnych pojazdów przy jednoczesnym zapewnieniu efektywności ekonomicznej ponoszonych nakładów na utrzymanie dróg. [2]

Odczuwalny światowy kryzys finansowy oraz uwarunkowania: gospodarcze, polityczne, i społeczne wymuszają na organach administracji drogowej poszukiwanie narzędzi wspomagających kreowanie efektywnej polityki utrzymaniowej stanu dróg. Właściwe zarządzanie wymaga prawidłowo opracowanego, dobranego i wdrożonego systemu zarządzania nawierzchni PMS (z ang. Pavement Management System). Taki system wymaga

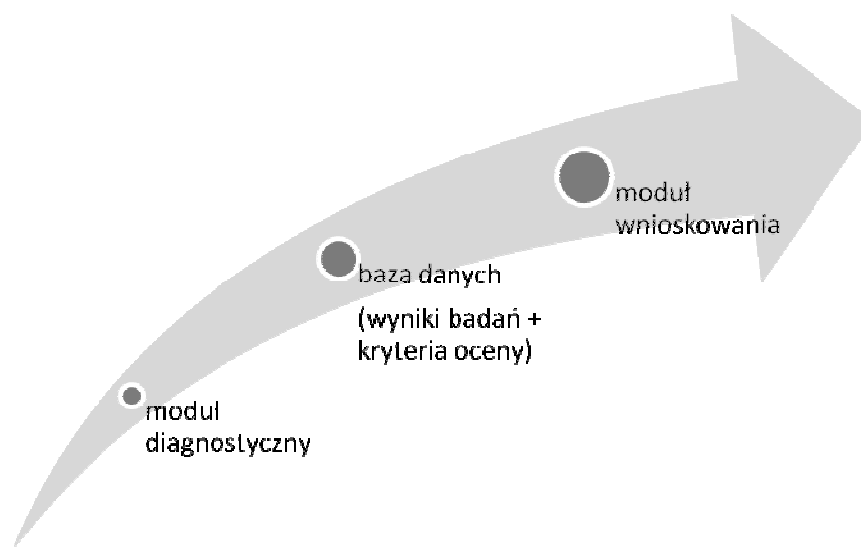
aktualnej informacji o stanie infrastruktury drogowej, która decyduje o właściwym działaniu systemu [3].

W Polsce opracowany został i jest wykorzystywany przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad, Systemem Oceny Stanu Nawierzchni (SOSN). Obejmuje on w przeciwieństwie do systemów stosowanych w innych krajach, tylko ocenę stanu nawierzchni. Nie uwzględnia informacji dotyczących stanu: odwodnienia, poboczy czy obiektów inżynierskich, zlokalizowanych w obszarze drogi. W praktyce systemem tym objęte są drogi zamiejskie krajowe o nawierzchniach bitumicznej oraz betonowej.

2. SYSTEM OCENY STANU NAWIERZCHNI

Podstawowym zadaniem SOSN jest zdefiniowanie wytycznych dla badań diagnostycznych nawierzchni drogowej i specyfikacji metod wnioskowania na uzyskanych danych z punktu widzenia planistycznego. Baza informacji SOSN pozwala na uzyskanie danych do kształtowania polityki utrzymania dróg, lokalizowania i zakresu remontów nawierzchni dróg. Pozwala określić kryteria podziału środków finansowych dla organów administracji drogowej. Opracowany SOSN umożliwia wdrażanie nowoczesnych metod diagnostycznych nawierzchni drogowych bazujących na nieinwazyjnych pomiarach [4].

W SOSN można wyodrębnić trzy bloki funkcjonalne (rys. 1).



Rys. 1. Struktura funkcjonalna SOSN

Fig. 1. SOSN functional structure

Moduł diagnostyczny zawiera procedury pomiaru stanu nawierzchni i metody ich rejestracji. Baza danych przechowuje wyniki pozyskiwane w ramach modułu diagnostycznego, parametry procedur wykonawczych (realizowane przez operatora), umożliwia wygenerowanie raportów, statystyk, wykresów i map stanu nawierzchni.

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

2.1. Metody diagnostyki stanu nawierzchni

W SOSN realizowane badania diagnostyki stanu nawierzchni można podzielić na dwa rodzaje:

- badanie instrumentalne,
- badanie wizualne.

Badania instrumentalne obejmują wykonywanie pomiarów równości, nośności oraz właściwości przeciwpoślizgowych. Dokładny opis stanu nawierzchni zapewnia wykorzystanie cyfrowych przetworników pomiarowych, które wciąż są udoskonalane. Wada tego rozwiązania to wysokie koszty przeprowadzania badań, co w sytuacji zarządców dróg uniemożliwia precyzyjny opis stanu sieci drogowej. Przykład identyfikacji struktur warstwowych konstrukcji drogi przedstawiono na rys. 2. [5, 6, 7]



Rys. 2. System radarowy GPR [5]
Fig. 2. Ground Penetrating Radar

Łatwo dostępnym rodzajem badań w SOSN jest badania wizualne. Mimo swej pozornej prostoty etap oceny jest skomplikowany i najtrudniejszy do wykonania. Procedura klasyfikacji defektu do grup oceny stanu nawierzchni stwarza dylematy. Aby zminimalizować wady badania wizualnego, wprowadza się techniki cyfrowe rejestracji, przetwarzania i rozpoznawania obrazów. Zastosowanie komputerowej analizy obrazu umożliwia automatyczną identyfikację części defektów nawierzchni. Przykłady pojazdu laboratorium wykorzystującego techniki wizyjne dla oceny stanu nawierzchni przedstawia rys. 3.



Rys. 3. System wideorejestracji nawierzchni [5]
Fig. 3. The video registration system of pavement

3. OCENA TECHNICZNA STANU NAWIERZCHNI DROGOWEJ W WARUNKACH POLSKICH

W Systemie Oceny Stanu Nawierzchni rokrocznie zbierane są dane o następujących cechach techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni: [4]

- stan powierzchni,
- stan spękań,
- równość podłużna,
- koleiny,
- właściwości przeciwoślizgowe.

Stan spękań to parametr techniczny opisujący nieciągłość górnych warstw nawierzchni. Dla wybranych dróg określona jest zależność między stanem spękań a nośnością nawierzchni. Ma to istotne znaczenie przy wstępnej identyfikacji lokalizacji i zakresu wzmocnień nawierzchni. Stan niski warstwy wierzchniej określany jest gdy widoczne są obserwowane przyspieszone procesy niszczące (np. woda).

Parametr opisu stanu nawierzchni jest wyznaczany dla całej długości odcinka pomiarowego, który jest definiowany na najbardziej obciążonym pasie ruchu. W SOSN wykorzystane są rejestratory SOWA1 przeznaczony dla oceny nawierzchni asfaltowych i SOWA2 dla oceny nawierzchni betonowych.

Na drogach ekspresowych i autostradach oraz drogach o dużym natężeniu ruchu ocena stanu nawierzchni jest realizowana z wykorzystaniem urządzenia SOWA3 (rys. 3). Pole pomiarowe rejestracji obejmuje pas ruchu (4 m). Pojazd laboratorium przy poruszaniu się z prędkością 60 km/h rejestruje obrazy co około 0,6 m. Podczas analizy obrazów (automatycznej lub manualnej) obliczane są wskaźniki: stanu spękań i stanu powierzchni.



Rys. 4. Urządzenie rejestrujące SOWA3 [3]
Fig. 4. SOWA3 recorder

Równość podłużna nawierzchni jest zdefiniowana wskaźnikiem równości IRI, opisującym odchylenie podłużne w milimetrach na odcinku jednego metra. Pomiar równości podłużnej w SOSN polega na zarejestrowaniu odchyleń mierzonego profilu podłużnego od teoretycznej niwelety nawierzchni drogi i jest przeprowadzany w sposób ciągły na odcinku pomiarowym. Dla każdego odcinka 50 m wyznaczany jest wskaźnik IRI który zostaje przeliczony jako wartość miarodajna dla odcinka 1 km.



Rys. 5. Aparat APL [6]
Fig. 5. APL apparatus

Konieczność identyfikacji równości podłużnej określa przesłanka, że przyspieszoną degradację konstrukcji drogi zwiększa dynamiczne oddziaływanie kół na nawierzchnię.

Kolejny parametr opisu stanu nawierzchni dotyczy kolein i jest istotny z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego. Koleiny wpływają na niestabilność toru jazdy pojazdu przy zmianie pasa ruchu i obniżają przyczepność w momencie powstania poduszki wodnej między jezdnią a oponą.

Pomiar głębokości kolein prowadzony jest w przekrojach drogi oddalonych od siebie maksymalnie o 5 m. Później przelicza się je na odcinku 1 km w celu wyznaczenia miarodajnej głębokości kolein. Pomiar polega na zarejestrowaniu maksymalnej wielkości prześwitu pomiędzy zdeformowaną nawierzchnią w miejscu oddziaływania kół pojazdów w ruchu a prostoliniową listwą. Przetwornik pomiarowy laserowy lub ultradźwiękowy profilografu określa profil poprzeczny jezdni.



Rys. 6. Profilograf laserowy SSMH [7]

Fig. 6. SSMH laser polygraph

Pomiar właściwości przeciwpoślizgowych (szorstkości) jest wykonywany przy wykorzystaniu czujników, które rejestrują wartości sił oporu hamowania przy pełnej blokadzie koła na nawierzchni pokrytej wodą. Pomiar jest przeprowadzany punktowo, co 100 m, przy prędkości 60 km/h.

Przeprowadzany pomiar symuluje przypadek występowania najbardziej niekorzystnych warunków z punktu widzenia przyczepności kół pojazdu w warunkach poślizgu. Parametr ten jest istotny z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego.



Rys. 7. Urządzenie SRT-3 [8]

Fig. 7. SRT-3 device

4. KRYTERIA OCENY STANU NAWIERZCHNI

W SOSN występują trzy poziomy decyzyjne opisu stanu technicznego nawierzchni drogowej. Dla każdego poziomu przypisano klasy determinujące stan nawierzchni [3,9].

Pierwszy to poziom pożądany, który obejmuje nawierzchnie nowe, odnowione i eksploatowane, przy założeniu iż w przeciągu kolejnych czterech lat nawierzchnie te nie będą wymagały planowanych prac remontowych. Poziom ostrzegawczy, pośredni, identyfikuje stan nawierzchni jako taki w którym uzasadnione jest wykonanie badań szczegółowych w kierunku przeprowadzenia zabiegów poprawiających stan nawierzchni. Ostatni to poziom krytyczny, determinujący natychmiastowe wykonanie badań techniczno-eksploatacyjnych w celu poprawy stanu nawierzchni.

Na rys. 5 przedstawiono relację poziomów decyzyjnych i klas stanu technicznego nawierzchni drogowych. Interpretacje klas nawierzchni zawiera tab. 1.



Rys. 8. Kryteria oceny stanu technicznego nawierzchni

Fig. 8. Evaluation criteria of the pavement condition

Tablica 1

Klasyfikacja stanu nawierzchni

	Stan nawierzchni
Klasa A	Nawierzchnie w stanie dobrym
Klasa B	Nawierzchnie w stanie zadawalającym
Klasa C	Nawierzchnie w stanie niezadawalającym
Klasa D	Nawierzchnie w stanie złym

Źródło: Wytyczne SOSN.

5. PODSUMOWANIE

Diagnostyka stanu nawierzchni sieci drogowej to nie tylko proces przeprowadzania pomiarów. Po etapie badania następuje ocena stanu nawierzchni i podjęcie decyzji o konieczności rozpoczęcia i rodzajach prac remontowych. W tradycyjnych metodach wstępuje wiele czynników [10] wpływających na niedokładność opisu infrastruktury drogowej.

Odpowiednią jakość danych o sieci drogowej zapewniają nowoczesne, wydajne i nieinwazyjne systemy pomiarowe. Ich podstawowymi zaletami jest szybkość i dokładność realizacji pomiaru, a dodatkową zaletą niskie koszty wykonania pomiarów.

Taki opis infrastruktury drogowej pozwala na wykorzystanie wyników identyfikacji stanu nawierzchni zarówno na poziomie danych elementarnych (np. wielkość powierzchni uszkodzenia), jak i systemu zarządzania nawierzchniami (np. kryteria podziału środków finansowych).

6. BIBLIOGRAFIA

1. Sołowczuk A.: Ocena stanu dróg i ich wartości użytkowych. *Autostrady*, nr 10, 2008, s. 46-54.
2. Nowicka M.: Systemy zarządzania nawierzchniami. *Autostrady*, nr 5, 2010, s. 178-190.
3. Sztukiewicz R., Rydzewski P.: Diagnostyka nawierzchni w systemie wspomaganie zarządzaniem siecią ulic. *Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej*, nr 60, 2006, s. 283-289.
4. Radzikowski M., Foryś G.: Raport o stanie technicznym nawierzchni sieci dróg krajowych na koniec 2007. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2008.
5. Laser RST. System Description, Ramboll RST, www.rambollrst.se.
6. Sudyka J., Mechowski T., Harasim P.: Nowoczesne metody oceny stanu nawierzchni w utrzymaniu sieci drogowej. IV Międzynarodowa Konferencja „Nowoczesne technologie w budownictwie drogowym”, Poznań 2009.
7. Sybylski D., Mechowski T., Sudyka J., Harasim P.: Ocena stanu nawierzchni dróg. *Autostrady*, nr 7, 2007, s. 32-35.
8. Heller S.: Pavement management system on the strategic and operative level, *Proceedings of The 3rd European Pavement & Asset Management Conference*, Portugal, 2008.
9. Radzikowski M.: Raport o stanie technicznym nawierzchni asfaltowych i betonowych sieci dróg krajowych na koniec 2009 roku. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa 2010.
10. Praca zbiorowa: System oceny stanu nawierzchni SOSN. Wytyczne stosowania, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych Biuro Studiów Sieci Drogowej, Warszawa 2002.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Romuald Szopa