

mgr inż. Krzysztof Błażejowski, TRANSCOMP Sp. z o.o., Warszawa  
mgr inż. Wojciech Pieńkowski, TRANSCOMP Sp. z o.o., Warszawa

## **„Wykorzystanie systemów referencyjnych do wspomagania zarządzania nawierzchniami na sieci drogowej”**

### **The application of the reference systems for Road Pavements Management**

#### **Streszczenie**

System referencyjny stanowi „kręgosłup” wszystkich danych zbieranych dla sieci drogowej. Umożliwia on nie tylko organizację zbierania danych w jednolity sposób, ale także ich przechowywanie i przetwarzanie. W referacie omówiono rolę jaką spełniają systemy referencyjne w drogownictwie, ze szczególnym uwzględnieniem systemu opartego na węzłach, odcinkach międzywęzłowych i pikietażu lokalnym. Przedstawiono także sposoby wykorzystywania danych zapisywanych w oparciu o system referencyjny - do prowadzenia ewidencji dróg oraz zbierania i przetwarzania danych o stanie technicznym nawierzchni. Ponadto zaprezentowano przykładowe możliwości wizualizacji danych w formie tzw. map stanu i profili stanu.

#### **Summary**

The reference systems are backbone of the road information system. In paper different types of the reference systems are introduced with detailed description of the reference system based on inter-nodes sections and local positioning. The applications of such system for road files database and the visual assessment of the road pavement's condition are presented.

#### **Systemy referencyjne - wprowadzenie**

Majątek społeczny jakim zarządzają poszczególne administracje drogowa oraz rosnące wymagania wobec kompleksowości procesów decyzyjnych narzucają coraz większe wymagania wobec jakości wykorzystywanych technik menedżerskich. W tej sytuacji realizacja podstawowych zadań administracji drogowej, jakimi są:

- efektywna rozbudowa i modernizacja sieci w dostosowaniu do stale zmieniających się potrzeb społecznych,

- racjonalne utrzymanie dróg,
- organizacja ruchu i prowadzenie zabiegów zwiększające bezpieczeństwo,
- ochrona środowiska

wymaga niezawodnego dostępu do aktualnych danych. Jest to warunkiem koniecznym dla obiektywizacji procesów decyzyjnych na wszystkich szczeblach zarządzania drogami. Decyzje bazujące na niepełnych, nieaktualnych lub błędnych danych prowadzą do powstawania strat społecznych ogromnych rozmiarów.

Dane o drogach powinny być gromadzone, aktualizowane, przetwarzane w bankach danych w dowiązaniu do efektywnie zorganizowanych systemów referencyjnych. „Osnową” wszystkich informacji drogowych jest sieć drogowa i dla tego aktualizowanie danych sieciowych powinno mieć najwyższy priorytet. Dowiązanie informacji o drogach do odpowiedniego systemu referencyjnego sprawia, że na podstawie protokołów opisujących ewentualne zmiany w sieci dróg, przy wykorzystaniu specjalnych algorytmów, możliwe jest przenoszenie wszystkich posiadanych danych na zmienioną, zaktualizowaną sieć.

System referencyjny stanowi podstawę każdego nowoczesnego banku informacji drogowej. Określa on sposób przestrzennego lokalizowania zdarzeń drogowych. Obecnie można wyróżnić trzy zasadnicze rodzaje systemów referencyjnych. Są to systemy referencyjne, bazujące na:

- **pikietażu globalnym** (zdarzenia lokalizowane są poprzez podanie numeru drogi i pikietażu globalnego),
- **pikietażu lokalnym** (zdarzenia lokalizowane są poprzez określenie odcinka międzywęzłowego i podanie pikietażu lokalnego),
- **współrzędnych geograficznych** (zdarzenia lokalizowane są poprzez podanie współrzędnych geograficznych).

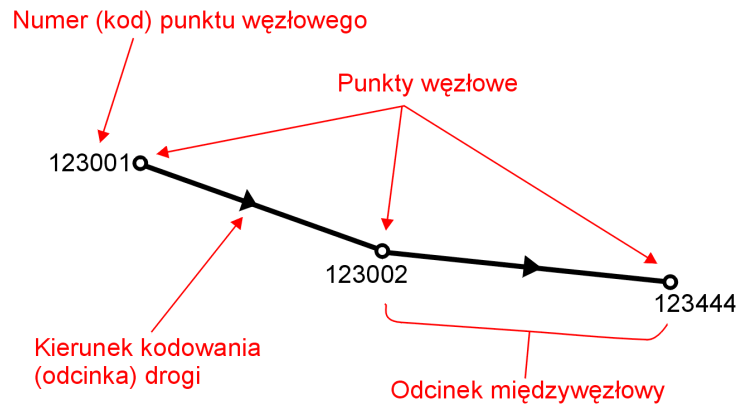
Najstarsze, pochodzące jeszcze sprzed czasów komputerowych systemy referencyjne, bazujące na **pikietażu globalnym (kilometrażu)** w praktyce sprawdzają się przede wszystkim w odniesieniu do dróg nowych. Poważnym ich mankamentem jest jednak to, że kolejne modernizacje oraz przeklasyfikowanie dróg, dowiązanych do takiego systemu danych, wiążą się z poważnymi nakładami na aktualizację.

Skutecznym sposobem uniknięcia tych problemów są znacznie elastyczniejsze systemy oparte na **pikietażu lokalnym**, obowiązującym niezależnie w obrębie poszczególnych odcinków międzywęzłowych. Obecna Instrukcja o Systemie Referencyjnym GDDP w swoich założeniach wyjściowych w dużym stopniu oparta jest na takim właśnie systemie.

Systemy oparte na **współrzędnych geograficznych** w przypadku zarządzania drogami stosowane są w bardzo ograniczonym zakresie, prawie wyłącznie w odniesieniu do miejskiej infrastruktury komunikacyjnej i to przy założeniu silnego powiązania jej z innymi dziedzinami gospodarki komunalnej i planowania przestrzennego.

### **System referencyjny oparty na punktach i odcinkach międzywęzłowych i pikietażu lokalnym**

System referencyjny, bazujący na pikietażu lokalnym w obrębie odcinków międzywęzłowych nie wyklucza co prawda możliwości lokalizowania danych w oparciu o pikietaż globalny, ale pod warunkiem jednak, że znane są położenia istniejących słupków kilometrażu globalnego, zakodowane w dowiązaniu do odcinków międzywęzłowych i pikietażu lokalnego. Dzięki zapewnieniu w ten sposób przechowywania takich informacji w banku danych możliwa jest “koegzystencja” obydwu wymienionych wcześniej sposobów lokalizowania danych. Należy jednak podkreślić, że w każdym przypadku **system odcinków międzywęzłowych i pikietażu lokalnego powinien być jednak systemem podstawowym**. W przypadku zaistnienia takiej potrzeby znajomość geometrii poszczególnych elementów drogi umożliwia także transformację opisujących je danych na trzeci z wymienionych systemów - system współrzędnych geograficznych.



Rys. 1.

System referencyjny, oparty na odcinkach międzywęzłowych i pikietażu lokalnym (rys. 1) bazuje na następujących podstawowych założeniach:

- Każda droga zostaje podzielona na odcinki międzywęzłowe (sieciowe)
- Każdy odcinek sieciowy jest ograniczony przez dwa węzły o niepowtarzalnych numerach
- Lokalizacja zdarzenia w obrębie odcinka sieciowego jest dokonywana na podstawie pikietażu lokalnego, tzn. poprzez odległości początku i końca zdarzenia od najbliższego węzła początkowego, a więc :
  - lokalizacja **zdarzenia punktowego** w obrębie sieci jest jednoznacznie określona poprzez następujące informacje:
    - numer węzła początkowego odcinka
    - numer węzła końcowego odcinka
    - pikietaż lokalny zdarzenia
  - lokalizacja **zdarzenia liniowego** w obrębie sieci jest jednoznacznie określona poprzez następujące informacje:
    - numer węzła początkowego odcinka
    - numer węzła końcowego odcinka
    - pikietaż lokalny początku zdarzenia
    - pikietaż lokalny końca zdarzenia
- Kierunek od węzła początkowego do węzła końcowego determinuje kierunek pikietażu w obrębie odcinka
- Dla każdej drogi określane jest następstwo węzłów, definiujące jednoznacznie kierunek pikietażu lokalnego w obrębie poszczególnych odcinków sieciowych.
- Uwzględniane są także przypadki szczególne następstwa węzłów jak np. przerwanie (nieciągłość) przebiegu drogi czy niezależnie przebiegające jezdnie

W dowiązaniu do modelu sieci zbudowanego w oparciu o takie zasady realizowane jest domierzanie oraz digitalne kodowanie **wszystkich elementów sieci drogowej**.

## Systemy referencyjne - zbieranie i wykorzystywanie danych o sieci dróg

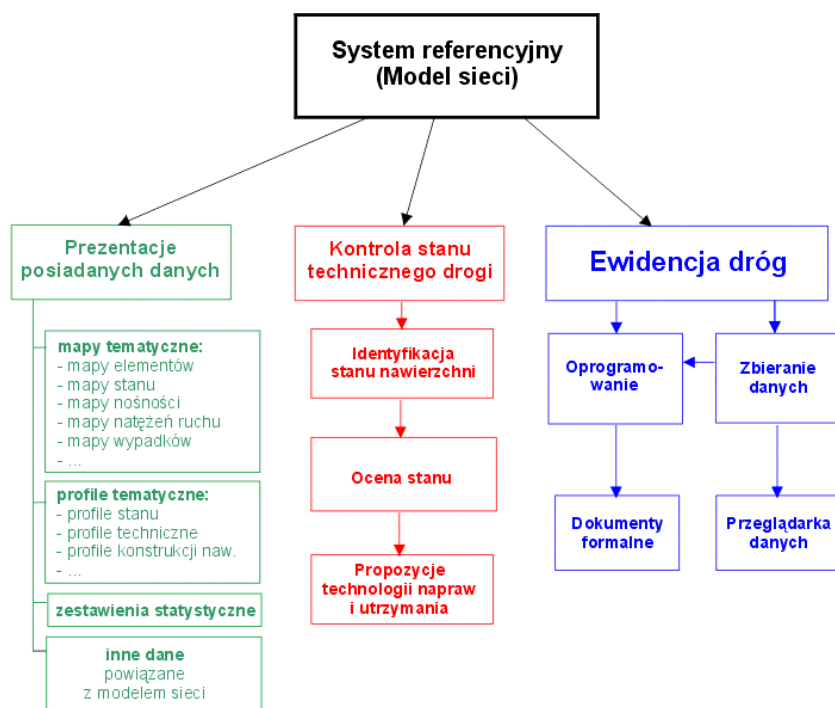
Założenie sieciowego systemu referencyjnego oraz jego sukcesywna aktualizacja jest działaniem absolutnie niezbędnym dla wdrożenia i dalszego efektywnego wykorzystywania nowoczesnego banku informacji drogowej. Do podstawowych prac związanych z budową takiego systemu referencyjnego należy zaliczyć:

- opracowanie struktury i zasad powiązań w obrębie danego modelu sieci,
- pomiar długości poszczególnych odcinków międzywęzłowych,
- stabilizację punktów węzłowych oraz słupków hektometrów i wybranych pikietaży lokalnych.

Wyniki tych prac są kodowane w banku informacji drogowej o ustalonej strukturze danych. Przez identyfikację danych w dowiązaniu do przyjętego systemu referencyjnego i zapisanie ich w bazie oraz dzięki wykorzystaniu odpowiednich narzędzi od razu możliwe staje się dostosowanie do konkretnych wymagań użytkownika, wizualizowanie tych informacji w postaci:

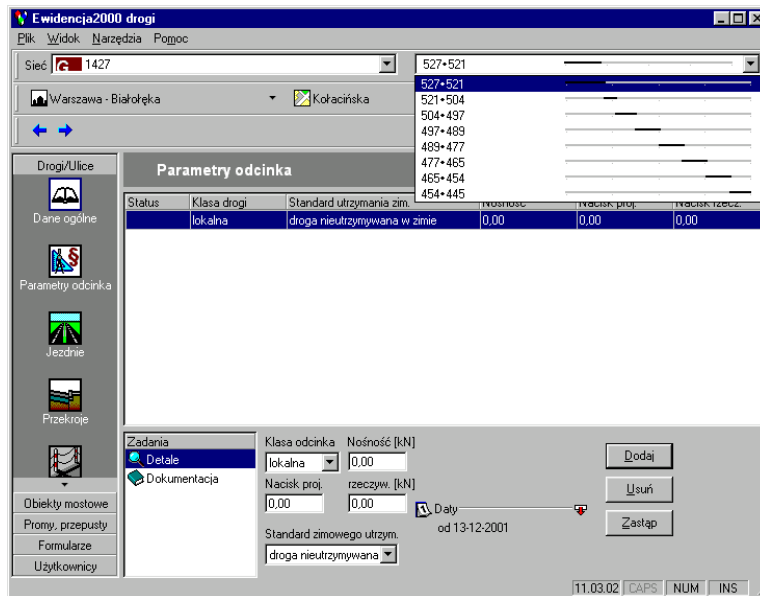
- map tematycznych,
- planów liniowych,
- różnorodnych diagramów.

Zbudowany na podanych zasadach system referencyjny jest punktem wyjścia dla realizacji szeregu dalszych projektów związanych z identyfikacją, kodowaniem i przetwarzaniem danych dla celów racjonalnego zarządzania eksploatacją dróg (rys. 2).



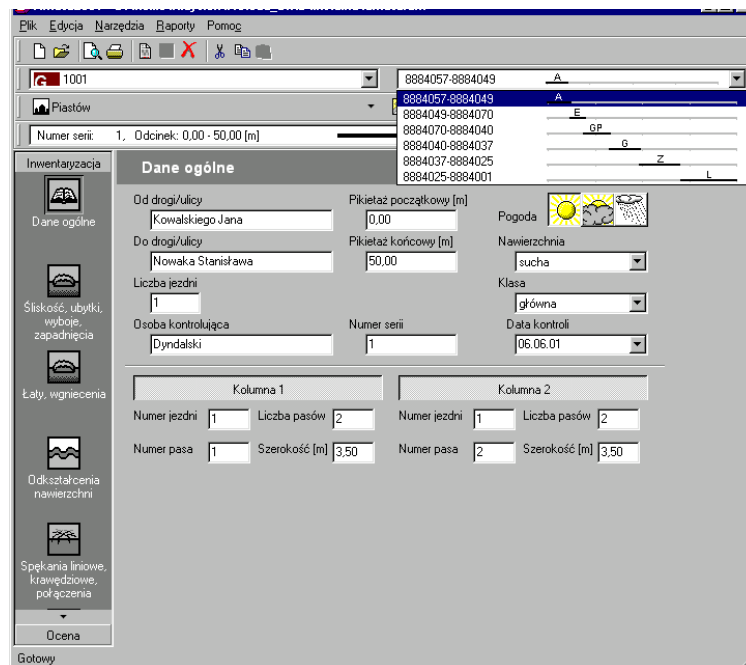
Rys. 2. Zastosowanie systemu referencyjnego do zarządzania drogami

Jednym z takich projektów może być **ewidencja dróg** założona i prowadzona w dowiązaniu do systemu referencyjnego (rys. 3).



Rys. 3. Ekran programu do prowadzenia ewidencji w dowiązaniu do systemu referencyjnego (modelu sieci z pikietażem lokalnym). Na rysunku widoczne rozwijane menu z wyborem odcinka międzywęzłowego danej drogi.

Innym elementem zarządzania wykorzystującym system referencyjny może być **identyfikacja oraz ocena stanu eksploatacyjnego nawierzchni drogowej**. Zastosowanie systemu referencyjnego opartego na węzłach i odcinkach międzywęzłowych umożliwia połączenie zidentyfikowanych danych o stanie z innymi, miarodajnymi informacjami drogowymi w celu dalszego wykorzystania ich w ramach systemu utrzymania nawierzchni (PMS).

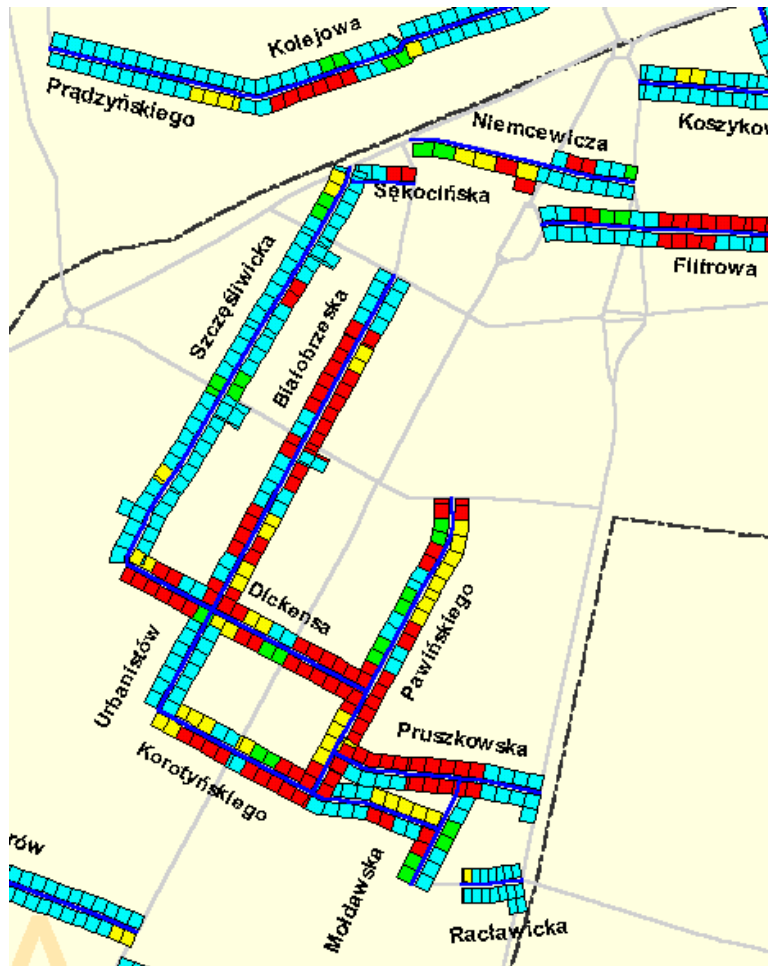


Rys. 4. Ekran wprowadzania danych z metody BIKB-IBDM w programie ARKUSZ2001. Na rysunku widoczne rozwijalne menu umożliwiające wybór odcinka międzywęzłowego w założonym systemie referencyjnym

W jednej ze stosowanych w Polsce metod wizualnej oceny stanu nawierzchni jezdni - „BIKB-IBDM” , jedną z podstawowych czynności jest lokalizowanie odcinków identyfikacyjnych stanu przez podanie odcinka międzywęzłowego i pikietaża lokalnego.

Tak zebrane w terenie dane inwentaryzacyjne są następnie przetwarzane w powiązaniu z założonym modelem sieci przez oprogramowanie komputerowe, umożliwiające obliczanie oceny dla każdego odcinka identyfikacyjnego (rys. 4) według uprzednio przyjętego kryterium.

Uzyskane wyniki oceny pozwalają między innymi na odwzorowanie rezultatów przeglądu stanu nawierzchni na mapie systemu referencyjnego (modelu sieci) w postaci tzw. **mapy stanu** (rys. 5).

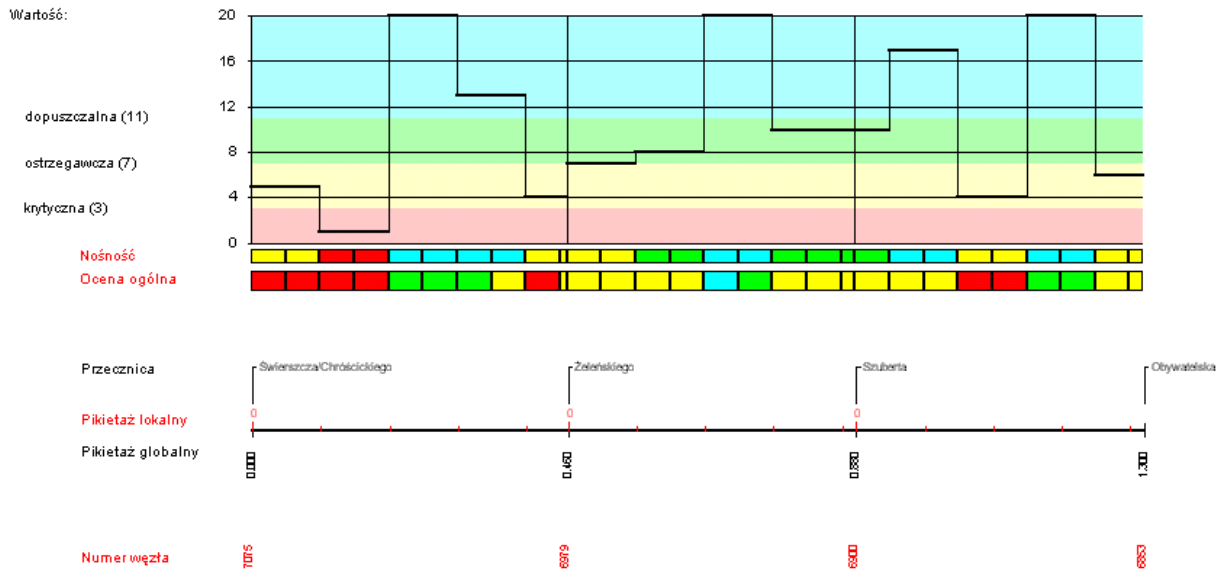


Rys. 5. Mapa stanu (fragment wizualizacji na tle modelu sieci)

Mapa stanu nawierzchni na sieci dróg jest materiałem w istotny sposób ułatwiającym zarządcy:

- przygotowanie materiałów dla organów decyzyjnych w sprawie budżetu drogowego,
- przygotowanie koncepcji strategii remontowej na najbliższe lata,
- selekcję odcinków, których stan wymaga interwencji.

Selekcja odcinków na podstawie mapy stanu prezentującej stan ogólny nawierzchni pozwala między innymi na analizę szczegółowych danych o wybranym fragmencie drogi, przedstawianych zwykle w formie tzw. profili stanu (rys. 6).



Rys. 6. Profil stanu nawierzchni dla parametru nośność (fragment odcinka drogi)

Profil stanu jest graficzną prezentacją szczegółów wyników badań wykonanych w ramach danego odcinka drogi i pozwala na przykład na jednoczesne przedstawienie wyników dla wielu parametrów stanu nawierzchni, np. nośności, spękań, stanu powierzchni lub łączenie ich z innymi posiadanymi informacjami o danym fragmencie drogi itp.

W zakresie problematyki utrzymania nawierzchni możliwość jednoczesnej analizy kilku parametrów eksploatacyjnych pozwala na przykład na automatyczne tworzenie odcinków utrzymaniowych i w następstwie tego definiowanie przez zarządcę planów utrzymaniowych.

## Zakończenie

Bank informacji drogowej, zbudowany na solidnej podstawie, jaką jest nowoczesny system referencyjny oraz uwzględnienie technik aktualizacji danych sieciowych jest jednym z podstawowych sposobów wymuszających postęp w drogownictwie.

**Miarą vitalności i praktycznej przydatności banku informacji drogowych oraz leżącego u jego podstaw systemu referencyjnego jest zawsze intensywność, z jaką korzystają z niego w swojej codziennej pracy przedstawiciele administracji drogowej różnych szczebli, przede wszystkim zaś przedstawiciele poziomu operacyjnego.**

## Bibliografia

[1] Błażejowski. K., Pieńkowski W. Ewidencja dróg. Zakładanie i prowadzenie według nowych przepisów. BBPBK Transcomp, 2000