

## Wybrane zagadnienia systemu wspomaganie zarządzania siecią ulic miasta Poznania

# Dbajmy o drogi

ROMUALD SZTUKIEWICZ, PAWEŁ RYDZEWSKI

**Utrzymanie istniejącej sieci drogowej stanowi w każdym kraju jeden z największych problemów administracji drogowej. W żadnym też kraju na świecie środki przeznaczone na utrzymanie dróg nie zaspokajają w pełni potrzeb w tym zakresie. Jeszcze trudniejsza sytuacja występuje w miastach. Również w Poznaniu, mieście o powierzchni 261,3 km<sup>2</sup> i około 600 tysiącach mieszkańców, środki przeznaczone na utrzymanie ponad 2000 ulic są niewystarczające. Należy przypomnieć, że Poznań pod względem liczby pojazdów zajmuje drugie miejsce w Polsce – zaraz za Warszawą. Od 1990 roku liczba pojazdów w Poznaniu wzrastała o około 5 % rocznie. Na 1000 mieszkańców przypada dzisiaj 340 pojazdów samochodowych. Prognozy wskazują, że w 2004 roku będzie ich już 450. Wskaźnik gęstości sieci drogowej w Poznaniu (liczba ulic przypadająca na 1 km<sup>2</sup>) należy do najniższych w Polsce. Na każdy zarejestrowany w Poznaniu samochód przypada zaledwie 2,8 metra bieżącego nawierzchni utwardzonej. Jednocześnie od wielu lat nakłady przeznaczone na utrzymanie ulic są niewystarczające.**

Istniejące systemy zarządzania zajmują się głównie siecią drogową, a zatem drogami pozamiejskimi. Brak spójnego systemu zarządzania drogami w miastach był powodem przystąpienia do budowy własnego systemu wspomaganie zarządzania siecią ulic. System taki jest realizowany na zlecenie Zarządu Dróg Miejskich w Poznaniu. W jego ramach opracowano metodę oceny stanu jezdni ulic z uwzględnieniem opisu ilościowego parametrów stanu oraz dowolnej liczby pomierzonych czy określonych cech elementów jezdni. Powiązanie oceny stanu jezdni dróg miejskich z wyborem właściwych zabiegów utrzymaniowych pozwoliło na efektywne wykorzystanie nakładów przeznaczonych na drogi miejskie.

### Funkcje systemu

System wspomaganie zarządzania siecią ulic ma dawać możliwość oceny stanu ulic i wspomagać komputerowo proces zarządzania tą siecią. System przeznaczony jest dla zarządcy dróg publicznych miasta Poznania. W obrębie granic administracyjnych miasta Poznania drogami krajowymi (z wyłączeniem drogi nr 2), wojewódzkimi i lokalnymi miejskimi zarządza Zarząd Miasta Poznania przy pomocy Zarządu Dróg Miejskich. Zakładane funkcje systemu to:

- ewidencja i inwentaryzacja dróg wraz ze sprawozdawczością,

- dostarczanie informacji o stanie technicznym wszystkich elementów ulic,
  - globalna ocena stanu,
  - optymalizacja polityki utrzymaniowej,
  - wybór zabiegów utrzymaniowych,
  - dostarczanie informacji o stanie własnościowym terenów ulic w liniach rozgraniczenia,
  - informacje o wielkości ruchu drogowego,
  - lokalizacja zdarzeń na sieci drogowej,
  - informacje o miejscach parkingowych,
  - dane o komunikacji zbiorowej,
  - dane o obiektach inżynierskich,
  - dane o urządzeniach obcych naziemnych i podziemnych,
  - uzgodnienia i koordynacja z innymi branżami prac w pasie ulicznym,
  - dane o zieleni w pasie ulicznym,
  - utrzymanie zimowe,
  - utrzymanie czystości,
  - informacje o zanieczyszczeniu środowiska,
  - oświetlenie ulic,
  - pozwolenia na prowadzenie prac w pasie ulicznym,
  - pozwolenia na umieszczanie reklam w pasie ulicznym,
  - wspomaganie procesu planowania rozbudowy sieci ulicznej.
- Realizacja poszczególnych funkcji systemu zależeć będzie od bieżących potrzeb zarządzającego drogami.

### Bazy danych o ulicach miasta Poznania

Wszystkie informacje związane z realizacją funkcji systemu muszą zostać wprowadzone do komputerowych baz danych. Podstawowym elementem powinny być informacje o obszarze przeznaczonym na pas drogowy. Należy wobec tego przyjąć w systemie metodę inwentaryzacji opartą na bardzo szczegółowych danych o liniach rozgraniczenia pasa drogowego.

Elementy mogą być wielokątami opartymi na wybranych punktach. Oznacza to konieczność stworzenia zbioru punktów ze współrzędnymi (x, y, z) i zbioru elementów opisanych jako wielokąty o wierzchołkach opartych na tych punktach.

W analogiczny sposób należy stworzyć bazy danych opisujące: ■ jezdnię, ■ chodniki, ■ zatoki autobusowe, ■ krawężniki, ■ parkingi, ■ pasy rozdziału, ■ pasy zieleni, ■ wysepki rozdzielcze, ■ torowiska tramwajowe, ■ ścieżki rowerowe, ■ zjazdy, ■ pobocza, ■ skarpy itd.

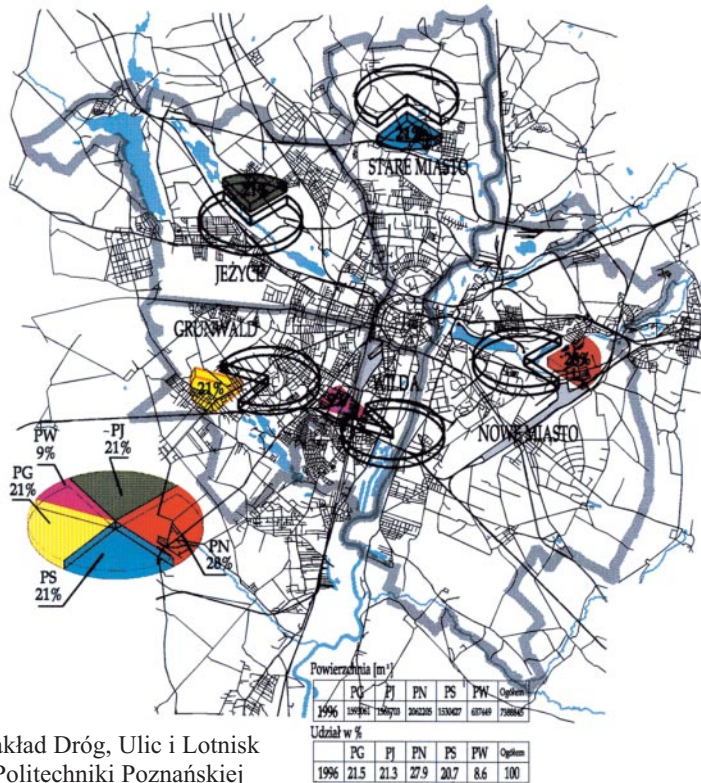
Drugą grupą będą wszystkie obiekty znajdujące się w pasie drogowym. Wśród nich należy umieścić między innymi: ■ urządzenia bezpieczeństwa ruchu, ■ obiekty mostowe i inne obiekty inżynierskie, ■ przejścia podziemne, ■ urządzenia oświetleniowe, ■ włazy i kratki ściekowe, ■ drzewa i krzewy, ■ urządzenia obce (na przykład reklamy).

Konieczne w tym przypadku będzie określenie współrzędnych x, y, z pozwalających jednoznacznie zlokalizować wymienione obiekty w przestrzeni. Dla wszystkich elementów, poza danymi umożliwiającymi ich lokalizację w przestrzeni, przewiduje się wprowadzenie informacji pozwalających na ich prostą identyfikację w postaci opisów lub kodów ewidencyjnych. Na przykład dla elementów pasa drogowego – numer ewidencyjny czy nazwa ulicy.

Każdy element będzie opisany zespołem informacji w zależności od potrzeb użytko-

## SYSTEM WSPOMAGANIA ZARZĄDZANIA SIECIĄ MIASTA POZNAŃA

### POWIERZCHNIA NAWIERZCHNI ULIC DLA DZIELNIC MIASTA POZNAŃA 1996



Zakład Dróg, Ulic i Lotnisk  
Politechniki Poznańskiej

wników systemu. Na przykład dla elementów nawierzchni (odcinków pasa ruchu) wprowadzone będą następujące informacje:

- nazwa ulicy, do której przynależy jest element,
- nazwa drugiej ulicy, w ciągu której leży element (zagadnienie skrzyżowań),
- kod inwentaryzacyjny ulicy,
- kategoria drogi (krajowa, wojewódzka, lokalna, zakładowa),
- rodzaj nawierzchni,
- konstrukcja nawierzchni (liczba warstw, grubość warstw, rodzaj materiału warstw),
- warunki gruntowo-wodne (poziom wody gruntowej, rodzaje gruntu pod nawierzchnią),
- nośność nawierzchni,
- równość podłużna nawierzchni,
- równość poprzeczna nawierzchni,
- szorstkość nawierzchni,
- parametry stanu nawierzchni zgodne z przyjętym sposobem oceny stanu.

System musi przewidywać możliwość zwiększenia liczby informacji związanych z dowolnym elementem. Wiąże się to ze zmianami funkcji systemu czy zmianami potrzeb użytkowników w przyszłości.

O niezawodności funkcjonowania systemu zarządzania i wynikach decydują w znacznym stopniu metody uzyskiwania informacji. Wszystkie pomiary w terenie winny być wykonywane przez doświadczonych geodetów. Ze względu na wielkość przedsięwzięcia należy stosować wysokowydajne, nowoczesne urządzenia do pomiarów geodezyjnych. Informacje o konstrukcji nawierzchni należy wprowadzić z zasobów archiwalnych. W przypadku braku danych należy w wybranych miejscach wykonać odkrywki nawierzchni i zinventaryzować konstrukcję. Podobne zasady należy przyjąć w odniesieniu do warunków gruntowo-wodnych. Do oceny stanu metodą wizualną należy przeszkolić grupę pracowników zgodnie z zaproponowanym sposobem oceny. Ocena powinna odbywać się zgodnie z przyjętymi wytycznymi oceny uszkodzeń nawierzchni. Wskazane jest, aby każdorazowo była wykonywana przez ten sam zespół. Cennym uzupełnieniem systemu mogą być dane z ewidencji gruntów, dane o infrastrukturze podziemnej czy urządzeniach obcych. Dane te w postaci map z ośrodka dokumentacji geodezyjnej czy z map branżo-

wych mogą być wprowadzone do systemu metodą skanowania czy digitalizacji. Obecnie w mieście brak komputerowego systemu informacji przestrzennej, z którego można by uzyskać potrzebne dane. Ocenia się, że budowanie takiego systemu będzie trwało parę lat i w tym okresie dostęp do tych informacji będzie utrudniony. Osobnymi warstwami informacyjnymi będą dane o natężeniu i strukturze rodzajowej ruchu i dane o wypadkach drogowych. Ocenia się, że mapy branżowe będzie można aktualizować w cyklu rocznym lub dwuletnim. Zmiany elementów geometrycznych będą wprowadzane na bieżąco. Informacje o stanie elementów pasa ulicznego będą zbierane w cyklu rocznym. Szczegółowe harmonogramy dokonywania pomiarów będą ustalone zgodnie z zasadami i kryteriami oceny stanu ulic.

### Metoda oceny stanu ulic

Po wpisaniu informacji o ulicach do baz danych systemu komputerowego można przystąpić do oceny stanu ulic. Ocena stanu ulic lub ich elementów może być dokonywana za pomocą globalnego wskaźnika lub w oparciu o symptomy stanu. Generalną zasadą przyjętej metody oceny jest możliwość dokonania oceny na różnych stopniach uszczegółowienia. Kolejną zasadą, której należy przestrzegać, będzie możliwość identyfikacji priorytetów utrzymania ulic.

System powinien zapewniać możliwość oceny każdego z elementów pasa ulicznego osobno, jak również pewnych grup elementów w sposób łączny (na przykład ocena stanu nawierzchni, całej jezdni czy całej ulicy).

Dla potrzeb systemu wprowadzono podział nawierzchni na elementy jednorodne pod względem konstrukcji nawierzchni i stanu nawierzchni ograniczone do szerokości pasa ruchu i maksymalnej długości wyznaczonej kolejnymi skrzyżowaniami. Długość elementu podlegającego ocenie nie powinna być mniejsza niż 10 m. Pasy ruchu w obrębie skrzyżowania stanowiąc będą wydzielone elementy podlegające ocenie stanu. Ocenę stanu przeprowadza się oddzielnie dla każdego wydzielonego elementu nawierzchni. Przykład wyznaczania elementów nawierzchni pokazano na rysunku (na stronie następanej).

Sposób oceny stanu elementu pasa ulicznego powinien zapewnić możliwość obserwacji bezpośrednich, czyli wykorzystać ocenę wizualną stanu nawierzchni drogowej. Wykorzystanie tej subiektywnej metody jest niezbędne nie tylko ze względu na istniejący



Element nawierzchni o wymiarach 3 x 16,5 m podlegający ocenie

na możliwość jej adaptacji do poszczególnych elementów pasa ulicznego. Zasadą będzie jednak systematyczne rozszerzanie sposobu oceny poprzez wprowadzanie wysokowydajnych urządzeń mechanicznych do pomiarów symptomów stanu, szczególnie potrzebnych do podejmowania decyzji o rodzajach zabiegów utrzymaniowych.

W celu uzyskania jednoznacznej oceny stanu eksploatacyjnego nawierzchni konieczne jest określenie globalnej oceny stanu eksploatacyjnego nawierzchni, a w konsekwencji uszeregowanie odcinków dróg pod względem pilności realizacji zabiegów utrzymaniowych. Globalna ocena stanu powinna brać pod uwagę względy funkcjonalne wynikające ze znaczenia poszczególnej ulicy w sieci ulic miasta. Funkcjonalną ocenę eksploatacyjną stanu nawierzchni, która obok parametrów stanu będzie uwzględniała także i funkcjonalne parametry eksploatacyjne, należy oprzeć na danych związanych z funkcjonalną klasą i kategorią drogi, natężeniem i strukturą rodzajową ruchu ulicznego oraz typem nawierzchni.

W przyjętym sposobie oceny stanu nawierzchni ulic zostaną uwzględnione wszystkie parametry nawierzchni ulicznej, które wynikają ze specyfiki dróg miejskich. Jednocześnie sposób oceny stanu ulic powinien zapewnić możliwość wprowadzania wybranych danych pomiarowych w zależności od rodzaju dotychczas gromadzonych danych czy możliwości zrealizowania na całej sieci ulic pomiarów urządzeniami mechanicznymi.

Przewiduje się przyjęcie kryteriów oceny zgodnych z trzema poziomami stanu nawierzchni:

- poziom wymagany – powyżej którego stan nawierzchni jest dobry i nie zachodzi potrzeba wykonywania zabiegów utrzymaniowych przez kilka następnych lat,

- poziom ostrzegawczy – jest to poziom określający stan nawierzchni, poniżej którego uzasadnione jest podjęcie zabiegu poprawiającego stan nawierzchni,

- poziom krytyczny – jest to poziom określający stan nawierzchni, poniżej którego wymagane jest przystąpienie do natychmiastowego wykonania zabiegu. Ze względu na postępującą degradację nawierzchni nie powinien on być przekroczony.

Zaproponowany sposób oceny stanu nawierzchni pozwala na obliczenie wskaźnika globalnego z wybranych parametrów stanu (tych, które zostały pomierzone czy ocenione). W metodzie wizualnej wyniki obserwacji przemnaża się przez wagi zależne od przyjętej strategii utrzymania. Równocześnie wylicza się maksymalną liczbę punktów dla tej oceny mnożąc największą liczbę punktów przez wagę dla wybranych parametrów stanu podlegających ocenie. Ilość tych wartości wyznaczy liczbę, która pozwoli z tablicy granicznych wartości wskaźników odczytać klasę utrzymania nawierzchni. Dla pojedynczych parametrów stanu ocena punktowa odpowiada właściwym klasom utrzymania nawierzchni. Przewiduje się zastosowanie metody definiowania globalnego wskaźnika oceny stanu eksploatacyjnego nawierzchni jako funkcji zespolonego parametru stanu oraz klasy utrzymania nawierzchni. Zastosowanie funkcji kompromisu pozwoli na ogólną ocenę jakości nawierzchni, jak i niektórych elementów pochodnych. Przestrzegana będzie formuła multiplikatywna polegająca na tym, że konsekwencją przyjęcia przez którykol-

### Przyjęte poziomy dzielą stan nawierzchni na cztery klasy: A, B, C, D.

<b>poziom 1 – wymagany</b>	klasa A – stan dobry
<b>poziom 2 – ostrzegawczy</b>	klasa B – stan zadowalający
<b>poziom 3 – krytyczny</b>	klasa C – stan niezadowalający planowe wykonanie zabiegów
	klasa D – stan zły natychmiastowe interwencje

Wydzielone poziomy i klasy stanu są zgodne z poziomami i klasami przyjętymi w systemie oceny stanu nawierzchni sieci dróg krajowych zarządzanych przez Generalną Dyрекcję Dróg Publicznych.

Stan nawierzchni drogi miejskiej może być określany przez następujące parametry:

1. stan powierzchni: ■ pęknięcia siatkowe, ■ pęknięcia pojedyncze, ■ łaty i wyboje, ■ ubytki ziaren i lepiszcza,
2. stan powierzchni urządzeń odwadniających,
3. równość w strefie okołoszynowej,
4. hałaśliwość,
5. odbłaskowość,
6. równość podłużną,
7. równość poprzeczną,
8. szorstkość,
9. nośność,
10. estetykę.

wiek z parametrów stanu  $P_i$  wartości krytycznej  $P_i$  kryt jest przyjęcie wartości krytycznej także przez parametr zespolony  $P_m$ . Jeżeli system wspomaganie zarządzania siecią ulic miasta Poznania ma umożliwić optymalizowanie z kilkuletnim wyprzedzeniem polityki utrzymaniowej nawierzchni ulic, niezbędne jest dysponowanie modelami prognostycznymi służącymi do przewidywania zmian stanu technicznego nawierzchni ulic. Modele takie opracowuje się dla wybranych, reprezentatywnych układów konstrukcyjnych nawierzchni ulic. W tym celu należy dokonać segregacji rzeczywistych konstrukcji nawierzchni ulicznych w taki sposób, aby konstrukcjom zaszeregowanym do wyodrębnionych grup można było przypisać, w ramach tych grup, podobne modele degradacji. Wyodrębnienie uogólnionych konstrukcji nawierzchni ulicznych powinno nastąpić

po wnikliwej analizie konstrukcji nawierzchni sieci ulic oraz uszkodzeń występujących w warstwach nawierzchniowych.

Krzywe mogą być sporządzone dla poszczególnych parametrów stanu albo dla wskaźników globalnych. Zakłada się, że dokonanie naprawy lub remontu zmieni radykalnie stan nawierzchni na lepszy. W systemie oceny spowoduje to zmianę oceny stanu i zakwalifikowanie do wyższego stanu (na przykład z C do A). Skala zmiany będzie zależała od przyjętej strategii utrzymaniowej, a w konsekwencji od przyjętego zabiegu utrzymaniowego. Najprostszy model zmiany, jaki można przyjąć, to przyjęcie klasy A po wykonaniu zabiegu utrzymaniowego. Bardziej zaawansowane modele wymagają określenia, do jakiego poziomu wybrany model utrzymaniowy może podnieść stan nawierzchni i/lub o ile zmienić wskaźnik stanu w stosunku do stanu przed zabiegiem utrzymaniowym. Oznacza to, że w czasie klasyfikacji zabiegów utrzymaniowych należy określić ich skuteczność w stosunku do obserwowanych parametrów w skali ocen stanu. Dysponując obiektywnymi informacjami o stanie nawierzchni, jak również znając modele zachowania się jej w czasie, przystępuje się do określenia zarówno kolejności robót, jak również ich rodzajów, biorąc pod uwagę dostępność środków. Wyodrębnić należy dwa etapy utrzymania: I – przy którym zabieg powinien być wykonany, odpowiada on poziomowi 2 (ostrzegawczemu) i klasie C, II – przy którym zabieg musi być wykonany, odpowiada on poziomowi 3 (krytycznemu) i klasie D.

Dla określenia efektywności rodzajów zabiegów utrzymaniowych należy przeprowadzić analizę rodzajów zabiegów pod kątem

poprawy stanu technicznego nawierzchni oraz przedłużenia jej żywotności w czasie. Za najbardziej efektywny przyjmuje się taki zabieg, przy którym osiąga się największy okres przedłużenia zużycia nawierzchni przy minimalnych kosztach przypadających na 1 rok eksploatacji nawierzchni.

Przy optymalizacji robót, oprócz priorytetów wynikających ze stanu nawierzchni, bierze się pod uwagę również i inne czynniki:

- dostępność środków finansowych,
- uzyskanie jak największego zakresu robót przy najniższych kosztach jednostkowych,
- uzyskanie, po wykonaniu zabiegu, jak najbardziej przedłużonego okresu żywotności nawierzchni,
- jak największe obniżenie na danym odcinku kosztów robót związanych z utrzymaniem bieżącym,
- możliwą koncentrację robót.

Po ustaleniu zabiegów dla poszczególnych odcinków ulic przeprowadza się analizę mającą na celu przyjęcie w miarę jednorodnej technologii dla dłuższego odcinka i skoncentrowania w czasie poszczególnych przewidywanych robót. Często planuje się wykonanie robót na odcinkach, które mogłyby być wykonane w terminie późniejszym właśnie ze względu na możliwość koncentracji robót. Decydującym elementem będą zawsze wyniki ekonomiczne.

## Platforma sprzętowa i programowa dla systemu

System danych o sieci ulic miasta traktować należy jako zbiór danych graficzno-tekstowych, funkcjonujących w zespole wielu współdziałających programów, uruchamianych na określonej platformie sprzętowo-systemowej. System musi być

zorganizowany w taki sposób, aby umożliwić użytkownikom ciągły dostęp i przetwarzanie informacji. Kluczowym komponentem oprogramowania jest moduł zarządzania bazami danych, stanowiący podstawowy element organizacyjny.

Uwzględniając konieczność etapowego rozbudowywania systemu, w I fazie zakłada się przyjęcie platformy opartej na wersji Windows/DOS/Intel. Pozwoli to na łatwe zintegrowanie z istniejącą siecią komputerową typu Novell. W przyszłości istnieje możliwość łatwego przejścia na platformę Windows NT. Stanowisko obsługi „Systemu wspomaganie zarządzania siecią ulic miasta Poznania” musi być wyposażone w sprzęt charakteryzujący się dużą mocą obliczeniową i dużą pojemnością pamięci dyskowej.

Zalecane przy dużej ilości wprowadzanych danych są komputery w konfiguracjach dwuprosesorowych i dwumonitorowych. Koniecznym uzupełnieniem stanowiska jest drukarka laserowa, najlepiej formatu A3, ploter formatu A0 oraz skaner kolorowy formatu A0. Liczba stanowisk zależy od stopnia rozbudowy systemu i liczby dostępnych danych o sieci ulic.

Założono, że „System wspomaganie zarządzania siecią ulic miasta Poznania” może być powiązany z innymi przestrzennymi systemami informacyjnymi. Przyjęto również, że powinien być niezależny od ciągle zmieniających się platform komputerowych. Jego otwartość powinna zapewnić w przyszłości możliwość przenoszenia zapełnionych baz danych na kolejne wersje rozwojowe platform komputerowych.

Autorzy są pracownikami Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Poznańskiej

# Odbiorniki GPS



## TOPCON TURBO-SII

- ◆ ręczny dwuczęstotliwościowy odbiornik geodezyjny
- ◆ dokładność 0,5cm + 1ppm
- ◆ możliwość współpracy z odbiornikami innych firm

PROMOCJA  
26 300 zł+VAT



## ProMark X-CM

- ◆ ręczny jednoczęstotliwościowy, 10 kanałowy odbiornik GPS
- ◆ dokładność 1,5cm + 3ppm
- ◆ możliwość współpracy z odbiornikami innych firm

19 900 zł+VAT



## KART system

- ◆ pomiary w czasie rzeczywistym
- ◆ dokładność - 3cm.
- ◆ zasięg 15km



## Oferujemy odbiorniki:

- ◆ geodezyjne
- ◆ topograficzne
- ◆ nawigacyjne

## T.P.I. sp. z o.o.

01-229 WARSZAWA, ul. Wolska 69  
tel/fax: (0-22) 632 91 40  
http://www.atm.com.pl/~tpi  
GSM: 0-602 305030, 0-602 218504

Serwis gwarancyjny i pogwarancyjny, pełne szkolenie, sprzedaż ratalna