

Waldemar Parkitny
Politechnika Krakowska

Symulacje systemów do zarządzania parkingami jako magazynami pojazdów¹

Przedstawione w artykule badania symulacyjne systemów parkingowych poprzedzone zostały badaniami empirycznymi natężenia ruchu pojazdów i dotyczyły rzeczywistego obiektu, jakim był zespół parkingów Politechniki Krakowskiej (leżącego między ulicami: Warszawską, Szlak, Pędzichów i Aleją Słowackiego), z mieszczącymi się przy nim zabudowaniami Zakładu Ubezpieczeń Społecznych oraz ogrodami Fundacji im. Helclów (przy ul. Helclów).

Na rozpatrywanym obszarze wyróżnić można dwie strefy. Pierwszą – od ulicy Warszawskiej do budynków dawnego Instytutu Pojazdów Samochodowych i Wydziału Architektury PK. W pobliżu jest również: rektorat, biblioteka główna, czytelnia czasopism, czytelnia profesorska, dziekanaty i wydziały: Inżynierii Lądowej, Inżynierii Środowiska, Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej, Studium Języków Obcych, pawilon wystawowo – konferencyjny, stołówka, punkty usługowe i gastronomiczne itd. Obszar ten w przyszłości ma pełnić funkcje reprezentacyjne. Zabudowa tego terenu jest w większości zabytkowa, pochodzi z II połowy XIX w., kiedy mieściły się tu koszary armii austriackiej. Zlokalizowany na środku b. koszar dawny plac, ze względu na dużą ilość zieleni ładnie komponującej się z zabytkowymi budynkami, pełni funkcje rekreacyjne uczelni. Na omawianym obszarze mieści się część parkingów oraz brama wjazdowa numer 1. Pomiary natężenia ruchu wykazały, że przejeżdża ją ok. 2/3 pojazdów. W przyszłości jednak planuje się wyłączenie powyższego sektora z ruchu kołowego i przekształcenie go w ciąg dla pieszych. Wjazd pojazdów ma się ograniczać do niewielkiej grupy samochodów, np. aut służbowych lub gości uczelni. Pozostaną istniejące parkingi oraz układ dróg, z wyjątkiem drogi i miejsc postojowych leżących na osi: Wydział Inżynierii Lądowej – Wydział Architektury.

Inny, bardziej „roboczy”, charakter ma strefa druga – od budynku Wydziału Architektury do zabudowań Fundacji Helclów. Oprócz budynków dydaktycznych i laboratoriów są tutaj magazyny, budynki gospodarcze, garaże i parkingi. Stożące budynki powstały w większości w latach 70. XX w. Część z nich to niskie przybudówki lub parterowe baraki, mające charakter tymczasowy. W przypadku rozbudowy uczelni przewiduje się, że niektóre z nich zostaną rozebrane. W tej to części, w przyszłości, ma się odbywać główny ruch pojazdów samochodowych i tutaj ma parkować większość z nich. Teren drugiej strefy stopniowo jest modyfikowany, czego efektem jest m.in. wyburzenie części budynków od strony Al. Słowackiego i zbudowanie na uzyskanej w ten sposób przestrzeni nowych pól parkingowych.

Uprawnienia do wjazdu na omawiany teren posiadała tylko ograniczona i znana właścicielowi obiektu grupa użytkowników, jak: pracownicy Politechniki, firmy techniczne i obsługujące uczelnię, firmy współpracujące, goście itd. Wjazdy odbywały się na podstawie wydanych identyfikatorów. Dane pojazdów i ich użytkowników umieszczono w komputerowej bazie danych.

Symulacje komputerowe

Wykonane pomiary, dotyczące liczby oraz struktury pojazdów wjeżdżających i wyjeżdżających na omawiany teren z podziałem na kategorie gabarytowe, obciążenia poszczególnych wejść do systemu (bram wjazdowych) w zależności od pory roku, dnia tygodnia i godziny w ciągu dnia, stopnia wykorzystania parkingu w różnych porach roku, dniach tygodnia i godzinach, rozkładu czasów obsługi zgłoszeń itd., posłużyły do sparametryzowania komputerowych modeli symulujących ruch pojazdów na omawianym ob-

szarze oraz proces znajdowania miejsc i parkowania pojazdów.

Projekt i budowa omawianych modeli symulacyjnych miały na celu stworzenie narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji. Narzędzie takie może być przydatne m.in.: do analizy planowanej przebudowy układu dróg dojazdowych do poszczególnych pól parkingowych, zarządzania obiektem w celu, np. rozładowania mogących się pojawić korków, uzyskania większej płynności ruchu pojazdów, równomierniejszego i większego stopnia wykorzystania poszczególnych, istniejących obecnie miejsc postojowych itd.

Budowa modeli symulacyjnych została poprzedzona analizą oprogramowania. Założono, że do wykonania modeli wykorzystane będzie oprogramowanie już istniejące. Jednocześnie wymogiem, jaki tu postawiono, była wierność odtworzenia układów drogowych oraz efektywność pracy programu. Ze względu na ograniczenia finansowe bardzo istotnym kryterium była też dostępność oprogramowania. Zdecydowano się na pakiet Dosimis-3. Program ten jest interaktywnym, obiektowym, graficznym symulatorem procesów produkcyjnych i logistycznych. Może znaleźć zastosowanie zarówno do rozwiązywania problemów występujących w zakładach produkcyjnych, jak i w badaniach naukowych. Do jego podstawowych zalet należy m.in.: przejrzystość wykonywanych modeli, wydajność programu, prostota obsługi, praca w powszechnie stosowanym i znanym środowisku Windows, możliwość współpracy z innymi programami, np. wymiany danych z arkuszem kalkulacyjnym Excel itd.

Ponieważ obiekt, którego pracę starano się odtworzyć, stanowił zespół połączonych ze sobą pól parkingowych i dróg dojazdowych, a nie – jak przewidywali to twórcy oprogramowania – obiekt prze-

¹ Artykuł nawiązuje do tekstu pt. „Zarządzanie parkingiem jako magazynem pojazdów”, opublikowanego w numerze 5/2004 „Logistyki”.

mysłowy, należało dokonać pewnych, niezbędnych modyfikacji. Stąd też niektóre układy drogowe, np. skrzyżowania, zbudowane były z kilku lub kilkunastu współdziałających ze sobą elementów, które dopiero rozpatrywane łącznie dobrze symulowały wybrany układ drogowy.

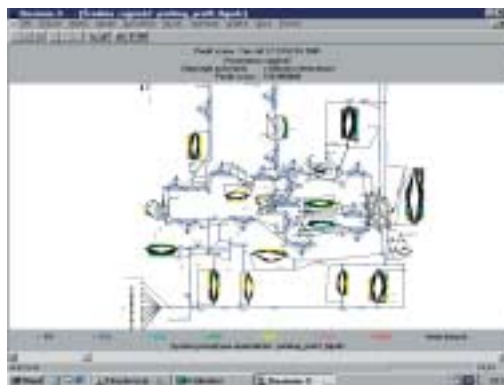
Symulacje zajętości poszczególnych miejsc postojowych wykonano przy założeniu stałej ich wielkości, wynoszącej 2,30 m szerokości i 4,50 m długości. W modelach pominięto mogące wystąpić w rzeczywistości parkowania pojazdów w miejscach niedozwolonych lub przeznaczonych do innych celów, np. dojazdach do bram i drzwi wejściowych, na chodnikach, drodze, podjazdach, terenach zielonych itd. Stąd też można było określić maksymalną liczbę miejsc postojowych oraz stopień ich wykorzystania.

Inne uproszczenia przyjęte w modelach to m.in.: poruszanie się pojazdów z jedną tylko prędkością, ograniczenie tej prędkości do wartości obowiązującej na rozpatrywanym obszarze, pominięcie ruchu pieszych po ulicach, możliwość zajęcia przez pojazd tylko jednego miejsca postojowego (prawidłowe, zgodne z przeznaczeniem pól parkingowych, ustawienia pojazdów), możliwość zajęcia przez pojazd tylko jednego miejsca bez konieczności opuszczania systemu (założono, że przestawienie samochodu z jednego pola parkingowego na inne, wymaga powtórnej rejestracji na jednym z wejść systemu) itp. Ponadto przyjęto, że rozkłady wjazdów i wyjazdów pojazdów na/z rozpatrywany, wydzielony obszar, były zgodne z rozkładami uzyskanymi w wyniku pomiarów empirycznych oraz odtworzono występujący w obiekcie rzeczywistym układ dróg i skrzyżowań.

Wykonane modele dotyczyły parkingu działającego zgodnie z obecnie obowiązującymi zasadami oraz kilku wariantów parkingu po modyfikacji. Badano m.in.: wpływ zmiany organizacji ruchu na przemieszczanie się pojazdów, wpływ budowania dodatkowej bramy wjazdowej i wyjazdowej od strony ul. Szlak na płynność ruchu i wykorzystanie miejsc postojowych, wpływ dodatkowej bramy wjazdowej od strony Al. Słowackiego, równomierność wykorzystania miejsc postojowych przy dowolnym ustawianiu pojaz-



Rys. 1. Parametryzacja elementu dystrybucyjnego



Rys. 2. Średnia procentowa zajętość poszczególnych pól parkingowych otrzymana w wyniku symulacji, w godz. 7.00 – 19.00. Symulacje wykonano dla sterowania trasą przejazdu i ustawieniami pojazdów na polach parkingowych wybieranych zgodnie z preferencjami kierowców, dotyczącymi wyboru odpowiednich pól parkingowych sąsiadujących z miejscem pracy.

dów przez kierowców i przy zastosowaniu systemu naprowadzającego pojazdy na dane pola parkingowe wybrane w pobliżu miejsc pracy kierujących itd. Modele umożliwiają również sprawdzanie pracy opisanych powyżej systemów w sytuacjach awaryjnych, np. w czasie przebudowy poszczególnych odcinków dróg wewnętrznych, awarii zapór wjazdowych, czasowych zwożeń dróg spowodowanych m.in. pozostawieniem pojazdów w miejscach niedozwolonych, korków itd.

Badania modelu symulacyjnego, wykonanego dla parkingu bez preferencji wyboru pól parkingowych i bez przebudowy układu dróg wjazdowych, okazały się zgodne z obserwacjami terenowymi wykazując największą zajętość, wynoszącą 80 – 100% dla pól zlokalizowanych w pierwszej strefie. Jednocześnie zaobserwowano niewykorzystanie niektórych z pól w drugiej strefie.

Zwiększenie równomierności rozmieszczenia pojazdów na polach parkingowych oraz zbliżony stopień ich wykorzystania, można uzyskać wprowadzając system ste-

rujący trasę przejazdu i ustawieniami samochodów na polach parkingowych, wybieranych zgodnie z preferencjami kierowców.

Prawdopodobne zmniejszenie natężenia ruchu na skrzyżowaniu ulic Warszawskiej i Szlak o liczbę pojazdów przemieszczających się Aleją Słowackiego i zmierzającą do bram wjazdowych, zlokalizowanych od ulicy Szlak, będzie możliwe dzięki zbudowaniu dodatkowej bramy przeznaczonej tylko do wjazdów od strony Alei. Należy jednak liczyć się z likwidacją części pól parkingowych położonych w pobliżu stołówki.

Analiza sytuacji po przebudowie układu drogowego, wprowadzeniu dodatkowej bramy zlokalizowanej od strony ul. Szlak w pobliżu biblioteki głównej oraz zlikwidowaniu części pól parkingowych położonych na nowo powstałej drodze, pozwala wysnuć wniosek, że spowoduje to zwiększenie stopnia wykorzystania parkingu w jego środkowej części.

Zwiększenie równomierności wykorzystania pól parkingowych można uzyskać wdrażając jeden z systemów preferencyjnego naprowadzania pojazdów na miejsca postojowe w pobliżu miejsca pracy kierowców. Dodatkową korzyścią jest zwiększenie wpływów finansowych, jakie mo-

że odnieść uczelnia w przypadku udostępnienia, w pewnych godzinach lub dniach, parkingu osobom nie mającym uprawnień do wjazdu.

LITERATURA:

1. „DOSIMIS-3 für - Windows - Simulation des Materialflusses innerbetrieblicher Systeme, Benutzerhandbuch”, SDZ GmbH, Dortmund 1996
2. Parkitny W. „Computer Simulation of Logistic Processes” *International Conference Financial and Logistics Management in Context of the Accession of the Czech Republic to the European Union*, Czechy, 25-26.06.2003, str. 424 – 428
3. Parkitny W. „Zarządzanie parkingiem jako magazynem pojazdów”, „Logistyka” 5/2004
4. Parkitny W., Schiff K., „Logistyczny model sterowania ruchem pojazdów oraz efektywnego wykorzystania powierzchni parkingowych”, IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa: „Kompleksowe Zarządzanie Logistyczne – Total Logistic Management”, Ustroń 2000
5. „Tutorial DOSIMIS-3 für MS-Windows Version 1.5”, SDZ GmbH, Dortmund 1997