Kalibracja i weryfikacja wyników KBR narzędziami symulacyjnymi cz. I

Utworzono: środa, 20, lipiec 2011 08:41 Andrzej Szarata



Wyniki Kompleksowych Badań Ruchu (KBR) stanowią podstawę do budowy modeli symulacyjnych miast. Model symulacyjny stanowi istotne narzędzie w kształtowaniu polityki transportowej miasta i w coraz większej liczbie miast polskich, modele takie są budowane lub aktualizowane - stąd duża waga wyników badań ruchu i konieczność weryfikacji ich jakości. W artykule przedstawiono strukturę modelu czterostadiowego oraz miejsce danych pozyskanych w ramach Kompleksowych Badań Ruchu w procesie budowy modelu. Szczególną uwagę poświęcono możliwościom weryfikacji wyników badań ruchu narzędziami symulacyjnymi.

W klasycznym podejściu modelowania, do opracowania modelu symulacyjnego układu komunikacyjnego miasta wykorzystywany jest model czterostadiowy, odwzorowujący następujące etapy podróżowania: generację podróży, rozkład przestrzenny podróży, podział zadań przewozowych oraz rozkład ruchu w sieci transportowej. Budowa modelu symulacyjnego wymaga dostępu do bardzo rozbudowanej bazy danych wejściowych składającej się z trzech zasadniczych elementów:

- modelu sieci, odwzorowującego układ drogowo uliczny miasta wraz z siecią komunikacji zbiorowej,
- bazy danych dotyczącej zmiennych strukturalnych, opisujących charakter zagospodarowania przestrzennego obszaru analizy z uwzględnieniem mniejszych obszarów – rejony komunikacyjne,
- wyników badań mobilności, zawierających podstawowe informacje dotyczące wybranych cech społecznych i ekonomicznych mieszkańców, rodzajem i charakterem realizowanych podróży, wybranymi środkami transportu, rozkładem przestrzennym podróży itp.

Phoca PDF

Zmienne strukturalne są pozyskiwane na zasadzie współpracy wielu jednostek miejskich odpowiedzialnych np. za ewidencję ludności, ewidencję pojazdów, edukację itp. O ile globalne wielkości poszczególnych zmiennych są relatywnie łatwo dostępne, to już dystrybucja tych wartości do poziomu rejonów komunikacyjnych stanowi duże wyzwanie. W wielu miastach polskich znaczna część danych jest przechowywana w bazach pracujących w środowisku GIS, co pozwala na szybkie i precyzyjne przypisanie wielkości rejonom komunikacyjnym. Ten etap zbierania danych ma istotny wpływ na wyniki końcowe modelu symulacyjnego, a błędne oszacowanie i niewłaściwa dystrybucja zmiennych może zniweczyć najbardziej wyrafinowany model podróży.

Oczywiście sama baza danych wejściowych nie jest wystarczająca do budowy modelu symulacyjnego miasta. Zasadniczym elementem tego modelu jest dostępność do wyników badań ruchliwości, pozyskiwanych w ramach Kompleksowych Badań Ruchu. Jest to rozległa baza danych, pozwalająca na znajdowanie matematycznych zależności opisujących każdy z etapów modelu podróży. Właściwie sporządzony model symulacyjny ma szereg zastosowań (np. weryfikacja zamierzeń inwestycyjnych miast, sprawdzanie założeń polityki transportowej itp.), ale pozwala również dokonać weryfikacji jakości uzyskanych wyników badań ruchliwości poprzez sprawdzenie zgodności modelu z dodatkową bazą danych w postaci pomiarów przekrojowych potoków pojazdów i pasażerów (pomiary o charakterze badań kordonowych czy ekranowych) lub pomiarów relacji skrętnych na skrzyżowaniach. W ramach tego artykułu zostaną przedstawione możliwości weryfikacji wyników badań ruchu w sposób pośredni - poprzez sprawdzenie jakości modelu symulacyjnego opracowanego na podstawie KBR.

Charakterystyka modeli czterostadiowych

Budując modele czterostadiowe, należy opierać się na szczegółowych wynikach badań ruchliwości pozwalających na tworzenie własnych formuł opisujących zjawiska podróży. Taka analiza traktowana jest jako ujęcie klasyczne, lecz nie jedyne (jest wiele modeli pozwalających opisywać zjawiska podróży, np. modele bazujące na aktywnościach). W warunkach krajowych najczęściej spotykanym podejściem jest model czterostadiowy, rekomendowany m.in. w Błękitnej Księdze [8]. Struktura modelu składa się z następujących części:

- generacja podróży (potencjały ruchotwórcze) – jest to model analityczny, polegający na określeniu wielkości potencjałów ruchotwórczych dla przyjętych rejonów komunikacyjnych; wyróżniamy dwa typy potencjałów: produkcja, określająca liczbę podróży wytwarzanych przez dany rejon komunikacyjny w jednostce czasu oraz atrakcja, stanowiąca absorbowaną liczbę podróży,
- rozkład przestrzenny podróży – polega na rozdzieleniu produkcji rejonów komunikacyjnych poprzez opisanie skąd – dokąd są realizowane podróże; w efekcie uzyskuje się więźbę ruchu, stanowiącą macierz o wymiarze odpowiadającym liczbie rejonów komunikacyjnych,
- podział na środki transportu (ang. modal split) – wyznacza udział

Phoca PDF

poszczególnych środków transportu w podróżach,
- rozkład ruchu na sieć komunikacyjną – jest to rozkład więźby ruchu na model sieci komunikacyjnej obszaru analizy, co w efekcie pozwala wyznaczyć wielkości potoków pasażerskich i potoków pojazdów na poszczególnych odcinkach sieci; na tej podstawie można określić wymagane parametry funkcjonalne tj. pracę przewozową, liczbę pasażerów czy czas podróży.

Modelowanie poszczególnych etapów polega na znajdowaniu matematycznych zależności między zmiennymi objaśniającymi przypisanymi do rejonów komunikacyjnych a rzeczywistymi zachowaniami komunikacyjnymi mieszkańców zebranymi w trakcie prowadzonych badań KBR. Podstawowym założeniem pozwalającym dokonać weryfikacji jakości wyników badań ruchliwości, jest oczekiwana zgodność uzyskanego modelu z wynikami pomiarów przekrojowych. Podejście takie jest uzasadnione, ponieważ model budujemy i testujemy w oparciu o niezależne dane wejściowe. Oczywiście model symulacyjny jest bardzo złożony i możliwość popełnienia błędu pojawia się na każdym etapie jego budowy, co wymaga od autora dużej uwagi i ciągłej korekty różnych aspektów jego funkcjonowania (np. zmiany parametrów sieci ulicznej, linii komunikacji zbiorowej, powiązań rejonów komunikacyjnych z siecią uliczną itp.).

Problematyka modelowania

Zastosowanie do modelowania programów symulacyjnych pozwala na ingerencję praktycznie w każdy poziom modelu i identyfikację potencjalnych błędów. Aby jednak można było podjąć próbę oceny jakości wyników badań ruchu, należy dysponować modelem sieciowym miasta/aglomeracji (wstępnie skalibrowanym) oraz wynikami pomiarów przekrojowych. Proces kalibracji modelu polega na takim dopasowaniu formuł matematycznych opisujących poszczególne etapy modelowania, aby uzyskany wynik (w postaci natężenia ruchu drogowego lub potoków pasażerskich) był zgodny z dostępną bazą pomiarową. Natomiast proces weryfikacji danych może się odnosić do sprawdzenia ich wiarygodności, charakteryzowanej jakością modelu końcowego. Jednakże aby była możliwa weryfikacja wybranego zbioru danych, z przyczyn oczywistych nie można tej grupy wykorzystywać do procesu kalibracji modelu.

Potencjały ruchotwórcze

Pierwszy etap modelowania, to wyznaczenie formuł określających potencjały ruchotwórcze. Formuły te z reguły mają charakter funkcji liniowej, w której zmienną objaśnianą jest liczba podróży w poszczególnych motywacjach, a zmiennymi objaśniającymi – w zależności od motywacji – liczba mieszkańców, miejsc pracy, zawodowo czynnych itp. Poniżej przedstawiono wybraną formułę na potencjały ruchotwórcze oszacowaną dla potrzeb budowy modelu symulacyjnego Wrocławia [4]:

Phoca PDF

$$\text{Produkcja}_{\text{praca-dom}} = 0{,}587 * \text{liczba_zatrudnionych} \quad (1)$$

Phoca PDF

Atrakcja $_{praca\text{-}dom}$ = 0,324*liczba_mieszkańców (2)

Rozszczepienie globalnej liczby podróży na podstawowe motywacje pozwala dodatkowo na dokładną analizę liczby podróży wewnątrz każdej z nich i prowadzi do możliwości sprawdzania poziomów ruchliwości mieszkańców. Efektem końcowym będzie zatem zestawienie liczby podróży w poszczególnych motywacjach, przypisanych do rejonów komunikacyjnych (sumaryczne wartości liczby podróży rozwarstwione na motywacje pozwalają określić ruchliwość). Sprawdzenie wyników na tym poziomie modelowania może być przeprowadzone przez kontrolę całkowitych wartości wyznaczonych innym sposobem – poprzez powiązanie wybranych grup użytkowników (zawodowo czynni, studenci, uczniowie itp.) z globalną liczbą podróży szacowaną przy uwzględnieniu wskaźników absencji w grupach podróży związanych z pracą i nauką, oraz dopełniającą ruchliwością w pozostałych grupach. Działanie to daje w efekcie całkowite liczby podróży spodziewane w poszczególnych motywacjach, szacowane w oparciu o oficjalne statystki dotyczące np. obecności w pracy, wyznaczane przez Główny Urząd Statystyczny. Ten poziom weryfikacji pozwala na sprawdzenie sum podróży w motywacjach i porównanie poziomu ruchliwości wynikającego z KBR oraz z niezależnych danych (baza GUS).

dr inż. Andrzej Szarata
Katedra Systemów Komunikacyjnych,
Politechnika Krakowska

Literatura jest publikowana w drugiej części artykułu.

Phoca PDF