

# GROMADZENIE DANYCH DO BUDOWY MODELI RUCHU – PRZEGLĄD MOŻLIWOŚCI<sup>1</sup>

**RAFAŁ KUCHARSKI**

mgr inż., Politechnika Krakowska,  
doktorant w Katedrze Systemów  
Komunikacyjnych Politechniki  
Krakowskiej, ul. Warszawska 24,  
31-155 Kraków, tel. 501 694 896,  
rafalkucharski@gazeta.pl

**Streszczenie.** W polskich warunkach możliwa jest poprawa jakości modeli ruchu, a jednym z potencjalnych sposobów poprawy jest zgromadzenie i wykorzystanie w modelowaniu baz danych. Baza danych wejściowych to kluczowa sprawa dla jakości modelu ruchu. Jeśli model ma spełniać swoje zadanie, to musi być zbudowany w oparciu o bogatą i dokładną bazę danych. Równie istotną sprawą jest jej regularna aktualizacja, a jej zmiany powinny pociągać za sobą aktualizacje modelu. W artykule autor opisuje, jakie dane są dostępne i w jaki sposób można je wykorzystać w modelowaniu ruchu. Na kilku przykładach pokazano w praktyczny sposób, jak można wzbogacić bazę danych używanych do modelowania ruchu. Opisano cztery przykłady dobrych praktyk, w szczególności: protokół przesyłu danych o sieci i rozkładzie jazdy transportu zbiorowego z serwisu jakdojade.pl do programu do modelowania ruchu, możliwość użycia danych przestrzennych GIS do tworzenia modelu sieci transportowej, możliwość użycia danych przestrzennych z podkładów GIS do obliczania produkcji i atrakcji rejonów komunikacyjnych w jednym z programów do modelowania ruchu oraz wykorzystanie wyników automatycznej rejestracji tablic rejestracyjnych (ARTR) w modelowaniu. Na wielu konferencjach dotyczących modelowania ruchu powtarzana jest teza, że najpilniejszą sprawą w polskim modelowaniu jest problem pozyskania danych. Poniższe akapity pokazują, jak można ten stan rzeczy małymi krokami zmieniać. Przykłady te powinny służyć jako dobra praktyka w budowie modeli ruchu. Należy, na poziomie definiowania zamówienia na budowę modelu ruchu, zapewnić jak największą ilość i jakość danych wejściowych. Dzięki temu modele będą mogły pełnić istotną rolę w kształtowaniu systemu transportowego miasta, tworząc wspólną platformę zarządzania transportem.

**Słowa kluczowe:** modelowanie ruchu, integracja danych, systemy baz danych, GIS

## Wprowadzenie

Model ruchu ma odzwierciedlać rzeczywistość i będzie to realizował tym lepiej, im więcej danych o rzeczywistości, którą ma odzwierciedlać, otrzyma na wejściu. Im mniej danych, tym więcej arbitralnych założeń – białych plam modelu. Zależność jakości modelu od jakości danych wejściowych zawarta jest w sentencji: „Śmieci na wejściu, śmieci na wyjściu”. Jeśli dobry model oparty będzie na słabych lub niepełnych danych wejściowych, to nie otrzymamy dobrych wyników. Z drugiej strony, im więcej danych, tym więcej pracy należy poświęcić na ich sprawdzenie i weryfikację. Do pewnej wielkości bazy danych znaczy to po prostu więcej tradycyjnej obróbki danych, natomiast po przekroczeniu pewnej granicy wymaga to już zastosowania narzędzi obróbki danych.

Obecną bolączką modelowania nie jest pozyskiwanie danych, ale ich przetworzenie i wykorzystanie. Wymaga to zaawansowanych narzędzi do obrabiania ogromnych zbiorów.

Z bazy danych tworzona jest wówczas baza wiedzy, a to wymaga zaawansowanego aparatu statystycznego i dedykowanych narzędzi. Takie problemy pojawiają się jednak dopiero wówczas, gdy baza danych jest zbyt duża by ją obrabiać, a w polskich realiach narazie co skupić się na gromadzeniu danych.

Należy też zauważyć, że jest to problem nie tylko polski, ale obecny w całym środowisku modelowania. Tematem przewodnim ostatniej londyńskiej konferencji „Modeling World” były perspektywy integracji danych i wykorzystania ich w modelach ruchu. Pokazano kilkanaście możliwych zastosowań danych w modelowaniu i nowe źródła danych.

## Metoda modelowania a wielkość bazy danych

Modelowanie podróży w swojej tradycji nierozzerwalnie łączy się z problemem braku danych wejściowych. Pozyskiwanie danych było nie tylko trudne, ale przede wszystkim kosztowne. Dlatego projekty tworzenia bardziej zaawansowanych struktur modeli ruchu, jak np. model popytu oparty na aktywności („activity-based model”), były skazane na niepowodzenie. Praktycznego wdrożenia doczekały się tylko te modele, które mogły działać w oparciu o dostępne dane, pozostałe konstrukcje zazwyczaj okazywały się niedostatecznie precyzyjne.

Z drugiej strony z dostępnych danych wejściowych wyciągnięto tyle, ile było możliwe i wykorzystano te dane w pełni. Pojawiają się nawet twierdzenia, że teorie dopasowane zostały nie do danych wejściowych, a do możliwości oprogramowania. Uzyskiwane wnioski często były nieuprawnione i oparte na zbyt małej próbie statystycznej. Pojawiły się narzędzia do modelowania, które stworzone były tak, żeby wykonywać zaawansowane modelowanie dla obszernej bazy danych, a często wykorzystywane były dla niepełnej próby pomiarowej. W ostatnich latach w szybkim tempie wzrasta liczba dostępnych danych wejściowych dla modelowania (co potwierdzają poniższe przykłady), pojawiają się więc nowe perspektywy dla modelowania.

Istnieją dwie prognozy dotyczące przyszłości modelowania. Pierwsza mówi, że istniejący aparat modelowania wreszcie otrzyma wymagane dane wejściowe i pokaże swój pełen potencjał. Druga – że ogrom danych, jakie spłyną, ich struktura, dynamika i niepewność pomiarowa nie będzie mogła być użyta w obecnych strukturach modeli i pojawić musi się nowa metoda wykorzystująca dostępne dane. Która z tych prognoz będzie trafna, przekonamy się niebawem, narazie, niezależnie od perspektyw w przyszłości, powinniśmy starać się integrować i wykorzystywać dane w modelowaniu.

<sup>1</sup> © Transport Miejski i Regionalny, 2013.

## Integracja danych

Jak pokazano niżej pojawia się coraz więcej zbiorów danych, które mogą zostać wykorzystane w modelowaniu. Z jednej strony jest to szansa na zwiększenie bazy danych wejściowych, z drugiej wyzwanie.

Im więcej danych, tym większe potrzeby narzędzi segregujących, filtrujących i weryfikujących dane. Dla kilkudziesięciu punktów pomiarowych jesteśmy w stanie przeprowadzić weryfikacje wyników, jednak dla zbioru kilku milionów rekordów opisujących różne sytuacje, różne okresy czasowe i różne zjawiska, zaczyna to stanowić poważny problem.

Narzędzia bazodanowe pozwalają częściowo uniknąć tego typu problemów, lecz z pewnością ich nie rozwiążą. W momencie przyrostu liczby danych pojawi się potrzeba zarządzania nimi. Postawić trzeba pytanie, czy to środowisko modelowania ma stworzyć systemy gromadzenia i weryfikacji danych, czy ma tylko zdefiniować swoje potrzeby i sposoby dostępu do danych. Z punktu widzenia całości systemu wydaje się, że wiele zbiorów danych może mieć zastosowanie w wielu dziedzinach, nie tylko w modelowaniu, więc rozsądnym byłoby stworzenie otwartego systemu dostępu do danych, jak np. data.gov.uk (<http://www.data.gov.uk>). Jednak doświadczenie polskie pokazuje, że w początkowym stadium to modelujący będą raczej tworzyć rozproszone, niestandardyzowane systemy gromadzenia danych, które docelowo mogą zostać zintegrowane.

Możliwe jest także, co praktykuje się w niektórych projektach, zintegrowanie modelowania z istniejącymi lub tworzonymi bazami danych. Ma to miejsce na przykład w momencie integracji bazy danych systemu ITS z budową modelu ruchu (np. projekty ITS Lublin, TRISTAR i inne). W wielu przypadkach system ITS zintegrowany ma być z systemem GIS, co pozwoli utworzyć pośrednie połączenie dziedziny modelowania ruchu z bazami danych GIS. Najprawdopodobniej w sposób bardziej bezpośredni integracja z bazą GIS odbędzie się przy tworzeniu regionalnych modeli dla województw.

Integracja baz danych nastąpi, pytaniem pozostaje, czy będzie to integracja polegająca na wytworzeniu własnego niezależnego systemu bazodanowego, stworzenia własnych systemów powiązanych na zasadzie interfejsów z zewnętrznymi zbiorami danych, czy korzystanie z istniejącego, dedykowanego do innej branży, systemu bazodanowego.

## Studia przypadku

W podpunktach opisano przykłady polepszania jakości modelu ruchu poprzez poprawę jakości danych wejściowych. Przykłady opisane tutaj pochodzą z projektów, w których autor brał udział i z powodzeniem wykorzystano w nich pokazane metody.

## Dane o transporcie publicznym

Dostawca informacji o rozkładach jazdy transportu zbiorowego we właściwie wszystkich polskich aglomeracjach wraz z autorem stworzyli protokół wymiany informacji

między ich bogatą bazą danych a programem do modelowania ruchu PTV Visum. Posiadana przez [jakdojade.pl](http://jakdojade.pl) baza danych zawiera informacje o:

- lokalizacji przystanków komunikacji zbiorowej w odpowiedniej projekcji geograficznej;
- lokalizacji węzłów przesiadkowych, z dokładnymi lokalizacjami tabliczek przystankowych i macierzami czasów przejścia w obrębie węzła;
- trasach przejazdu linii komunikacji zbiorowej;
- dokładnym rozkładzie jazdy w poszczególnych godzinach i dniach.

Dane te zapisywane są w formie, którą jest w stanie odczytać aplikacja działająca w programie PTV Visum. Pozwala to na przeniesienie interesującej nas części bazy danych do modelu ruchu. Dane te są dokładne i szczegółowe, sprawdzone przez dziesiątki tysięcy użytkowników, którzy z nich korzystają w formie wyszukiwarki połączeń.

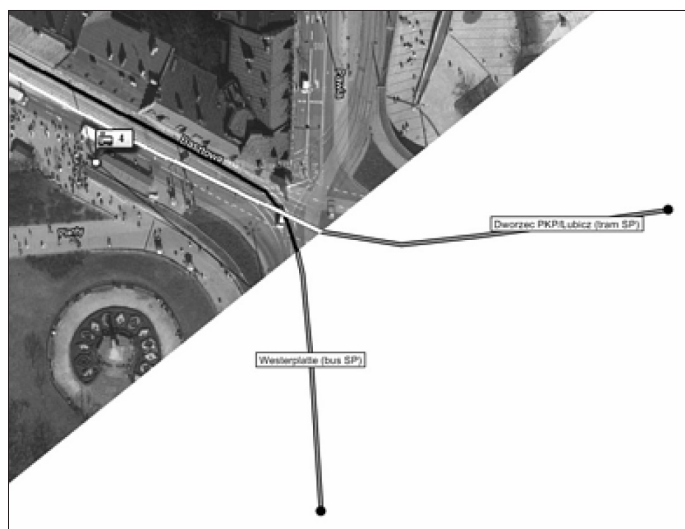
Proces przeniesienia danych trwa kilkadziesiąt sekund i jest wykonywany automatycznie. Zastosowano tutaj skrypt napisany w języku Python, komunikujący się z jednej strony z programem Visum za pomocą obiektu COM, a z drugiej z bazą danych dostawcy, zadając jej odpowiednie zapytania. Istotną cechą takiego rozwiązania jest to, że dane te są na bieżąco aktualizowane, więc i model pozostaje aktualny (pod warunkiem regularnego łączenia z bazą danych).

Efektem zastosowania takiego oprogramowania jest znaczne ułatwienie kodowania sieci komunikacji zbiorowej. Zespół modelujący nie musi skupiać się na kodowaniu sieci, a może zająć się modelowaniem. Odwzorowanie sieci komunikacji zbiorowej tradycyjnymi metodami jest żmudne i czasochłonne, każde ułatwienie tego procesu staje się pożądane. Również dostając pełną bazę danych, mamy szansę wykorzystać najbardziej szczegółowy opis systemu komunikacji zbiorowej Visum. Na tej samej bazie danych wejściowych możemy modelować rozkład ruchu w komunikacji zbiorowej:

- na podstawie pełnego rozkładu jazdy, złożonego opisu topologii węzłów przesiadkowych, pełnej informacji o taryfach;
- w uproszczony sposób zakładając interwałowy rozkład jazdy każdej linii, prostą geometrię i wybór trasy oparty jedynie na czasie przejazdu.

Modelujący ma tutaj możliwość wyboru, ale nie konieczność. Może np. bazowy projekt wykonać w metodzie uproszczonej, a bardziej złożone analizy pewnego obszaru, jak efektywność marszrutyzacji, wykonywać w oparciu o dokładny model komunikacji zbiorowej. Dzięki powiązaniu modelu ruchu z bazą danych wyszukiwarki połączeń model staje się znacznie dokładniejszy i bardziej aktualny.

Na rysunku 1 pokazano zrzut ekranu z serwisu [jakdojade.pl](http://jakdojade.pl), oraz uzyskaną w wyniku importu sieć tego samego obszaru w programie Visum (Kraków, Dworzec Główny).



Rys. 1. Dworzec Główny – Kraków, lewa strona – jakdojade.pl, prawa strona – Visum

### Sieć transportowa zbudowana przy użyciu danych wejściowych GIS

Współczesne narzędzia do modelowania ruchu z powodzeniem korzystają z informacji geograficznych zapisanych w konwencji baz danych GIS. Bazy te są powszechnie dostępne i coraz dokładniejsze. Komercyjne zbiory danych mogą oferować pełny opis sieci transportowej. Drogi, skrzyżowania, klasy dróg, szerokości, geometrie skrzyżowań, przebieg w terenie i geometria odcinków.

Równolegle dostępne są bezpłatne zbiory danych GIS opracowywane na licencji „opensource”. Zbiory te nie gwarantują poprawności i dokładności, ale stają się coraz dokładniejsze. Dzięki temu każdy twórca modelu ma dziś dostęp do sieci drogowej zapisanej w odpowiedniej projekcji geograficznej. Wyborem pozostaje, czy będzie on bazował na bezpłatnych mniej dokładnych zbiorach, czy gotowych sieciach oferowanych komercyjnie.

Znaczącym problemem przy imporcie danych GIS o sieci drogowej jest rozbieżna ideologia opisu sieci drogowej w środowisku GIS i wśród modelujących podróże. GIS dąży do tego, by uwzględnić lokalizację, typy i parametry graficzne, i taki opis jest wystarczający. Natomiast w modelach ruchu sieć drogowa musi spełniać określone warunki. Powinna być matematycznym grafem spójnym, skierowanym, o jak najmniejszej liczbie węzłów. Węzłem powinno być tylko skrzyżowanie lub miejsce możliwości wyboru ścieżki, co skraca wymiar obliczeń. Niestety z tej różnicy wynikają znaczne problemy. Przedstawiono przykłady problemów, które należy rozwiązywać, importując wyniki.

Problem ten można rozwiązać dzięki otwarciu modeli ruchu na programowanie i wykorzystywanie odpowiednich bibliotek GIS. W efekcie jesteśmy w stanie dokonać transformacji sieci drogowej zapisanej w formacie GIS do postaci oczekiwanej przez modele ruchu. Pozwala to znacznie uprościć proces modelowania. Co więcej, zautomatyzowanie procesu importu bazy danych GIS do postaci sieci transportowej pozwala na bieżącą aktualizację modelu po aktualizacji bazy danych GIS. Pokazano przykładową sieć drogową stworzoną przy użyciu ogólnodostępnych darmowych repozytoriów.

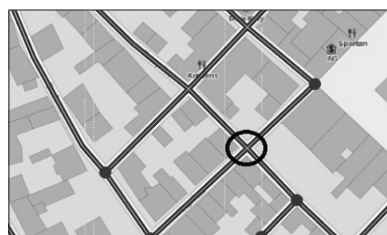
Bazy danych GIS zawierają dodatkowe parametry opisujące odcinki drogowe i skrzyżowania, które mogą być wykorzystane w modelowaniu. Zawarte mogą tu być informacje np. o dostępie dla kategorii pojazdów na ścieżkach rowerowych, schodach, sygnalizacji, przejściach dla pieszych, szerokości, dozwolonej prędkości etc.

Poniżej pokazano cztery typowe problemy pojawiające się przy imporcie danych z sieci GIS do postaci sieci transportowej:

- niepowiązanie skrzyżowania o trzech wlotach, brak połączenia z drogi poprzecznej (rys. 2),
- skrzyżowanie o czterech wlotach bez węzła (rys. 3),
- pokrywające się węzły, brak połączenia pomiędzy nimi (rys. 4),
- rondo nie powiązane z układem (rys. 5).



Rys. 2. Niepowiązanie skrzyżowania o trzech wlotach



Rys. 3. Skrzyżowanie o czterech wlotach bez węzła – brak połączenia



Rys. 4. Pokrywające się węzły, brak połączenia



Rys. 5. Rondo nie nadające się do modelowania

### Dodatkowe wykorzystanie danych przestrzennych

W większości używanych w Polsce modeli popytu w modelach ruchu pierwszym krokiem określania wielkości ruchu jest określenie potencjałów ruchotwórczych na podstawie wielkości zmiennych objaśniających w rejonach komunikacyjnych. Odbywa się to na podstawie prostszych lub bardziej złożonych modeli opisujących rejon komunikacyjny.

Wówczas problemem jest uzyskanie jak najpełniejszej informacji o „atrakcyjności” rejonu komunikacyjnego. Odpowiedzią na to jest dobra baza GIS – system informacji przestrzennej, czyli cyfrowa baza informacji o terenie. Ścisłe powiązanie świata GIS ze światem modelowania ruchu postuluje środowisko GIS–T poprzez oparcie budowy modelu popytu na dokładnej bazie danych o zagospodarowaniu przestrzennym. Do pełnego wykorzystania możliwości GIS w modelowaniu konieczna jest integracja środowisk modelowania.

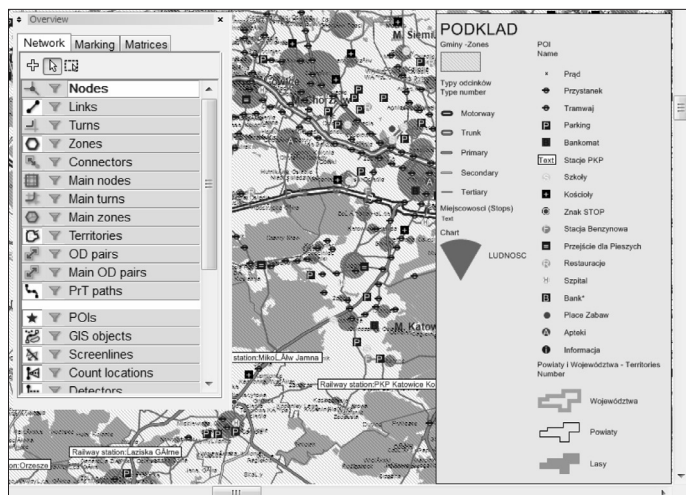
Dane te są już od dawna używane w środowisku modelowania ruchu (również w programie Visum). Istnieją wspólne formaty odczytywane przez większość środowisk (np. pliki shp – shapefile). W ostatnim czasie funkcje charakterystyczne dla narzędzi GIS pojawiły się w programach do modelowania ruchu (np. opcje „intersect” i „catchment areas” w PTV VISUM)

Bazy danych GIS oferują poza opisem sieci drogowej znacznie większy zbiór danych np. o:

- granicach administracyjnych;
- stacjach kolejowych;
- przystankach komunikacji zbiorowej;
- budynkach użyteczności publicznej;
- miejscowościach wraz z liczbą mieszkańców;
- lasach, jeziorach, rzekach;
- punktach charakterystycznych (POI) – bankomaty, sklepy, stacje benzynowe, księgarnie, banki, apteki, szpitale etc.

Dane te zapisane są w postaci GIS w odpowiednim odwzorowaniu geograficznym, co pozwala je importować jako obiekty modelu ruchu, które mogą być podstawą do tworzenia modelu popytu. Dzięki narzędziom GIS dostępnym w modelach ruchu mamy możliwość sumowania określonych atrybutów na obszarze, dzięki czemu możemy otrzymać liczbę np. szkół w rejonie komunikacyjnym, liczbę mieszkańców. Dodatkowo zastosowanie dedykowanych skryptów dostępnych na rynku pozwala agregować dane przestrzenne modelu do określonej postaci potencjału ruchotwórczego rejonu komunikacyjnego.

Na rysunku 6 pokazano pełną zaimportowaną bazę danych GIS w programie do modelowania ruchu.



Rys. 6. Przykład pełnej bazy danych zaimportowanej do programu Visum

## Informacje o prędkościach przejazdu odcinków

W ostatnich latach dużą popularność zdobyły serwisy tworzące mapy czasów przejazdu w sieci transportowej, zwane potocznie mapami korków. Mapy te tworzone są na podstawie odczytów z nadajników GPS, używanych głównie przez duże floty pojazdów (taksówki, przesyłki kurierskie, straż miejska etc.). Na podstawie zbieranej w długim okresie czasu bazy danych o czasach przejazdu odcinkami otrzymujemy mapę z odcinkami i ich obciążeniem. Ma to ogromną wartość praktyczną nie tylko dla szukających najmniej zakorkowanej trasy, ale także dla tworzących modele ruchu.

Łatwość importu takiej bazy danych wynika m.in. z tego, że jest to kolejna warstwa GIS, której możliwości importu opisano powyżej. Bazę taką w odpowiedniej projekcji można pobrać do programu do modelowania ruchu i otrzymać przydatne informacje. Warstwa taka może zawierać następujące informacje:

- czas przejazdu w ruchu swobodnym,
- czas przejazdu w godzinie szczytu porannego,
- czas przejazdu w godzinie szczytu popołudniowego,
- maksymalny czas przejazdu.

Informacje te można uzyskać ze zbioru czasów przejazdu przedstawionego jako funkcja czasu pomiaru. Z takiego szeregu czasowego można uzyskać histogramy i rozkłady statystyczne występowania określonych czasów przejazdu. Odpowiednie wyczyszczenie statystyczne takiej bazy danych z wartości ekstremalnych pozwala otrzymać prędkość w ruchu swobodnym oraz prędkość po obciążonej sieci.

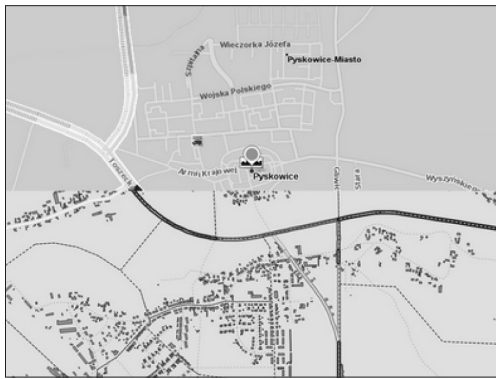
Informacje takie można wykorzystać do:

- parametryzacji sieci transportowej – określenia prędkości ruchu swobodnego odcinków i czasu przejazdu nieobciążonych skrzyżowań;
- weryfikacji przyjętych w modelu funkcji oporu sieci, poprzez porównanie zamodelowanych czasów przejazdu po obciążonej sieci z empirycznymi danymi;
- parametryzacji funkcji oporu lub modelu przepływu ruchu (traffic flow model). Jest to możliwe przy uzyskaniu z funkcyjnej zależności czasu przejazdu od natężenia. Funkcje oporu sieci w makroskopowych modelach ruchu są z definicji różnowartościowe i ściśle rosnące, wobec tego istnieje funkcja odwrotna: funkcja natężenia od czasu przejazdu (prędkości);
- określenia natężeń ruchu na odcinkach – na podstawie powyższego założenia.

Na rysunku 7 pokazano zaimportowaną sieć drogową z informacją o czasie przejazdu z bazy danych o korkach. Górna część – zrzut ekranu z serwisu [www.targeo.pl](http://www.targeo.pl), dolna część ekranu import sieci w programie Visum. Kolor odzwierciedla czas przejazdu.

## Wykorzystanie automatycznego rozpoznawania tablic rejestracyjnych (ARTR)

Dane z pomiarów ciągłych są bardzo dobrym materiałem do kalibracji i weryfikacji modelu ruchu. Niestety wciąż mało jest przykładów, gdzie dane te są zapisane w formacie odczytywalnym w modelowaniu ruchu. W wypadku pomiaru natężeń



Rys. 7.  
Przykład zaimportowanej sieci drogowej z informacją o czasie przejazdu

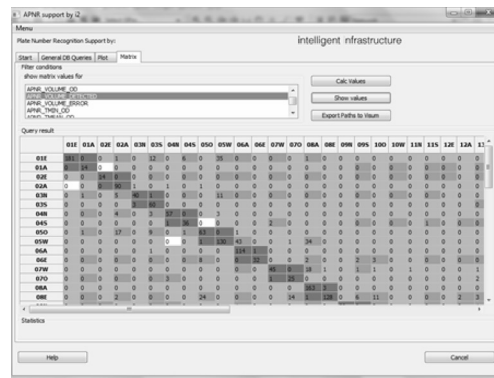
ruchu sytuacja jest w miarę prosta, gdyż wyniki łatwo można przenieść w formie chociażby arkusza kalkulacyjnego, a nawet gdy jest to w formie papierowej, to przepisanie wyników jest możliwe. Problem pojawia się jednak, gdy chcemy stworzyć więźbę ruchu na podstawie odczytów tablic rejestracyjnych (ARTR). W sytuacji, gdy odczytujemy w ciągu całej doby numery rejestracyjne w kilkudziesięciu punktach w mieście, gromadzimy bazę o wielkości np. pół miliona rekordów. Wówczas stworzenie więźby ruchu z bazy danych stanowi problem.

Do rozwiązania takiego problemu konieczne są systemy bazodanowe operujące na dużych zbiorach danych. Dla pełnej integracji z systemem modelowania ruchu równie istotne jest, by system działał na podstawie z jednej strony rekordów z bazy danych, a z drugiej strony na podstawie bazy danych modelowania (położenie punktów pomiarowych w sieci, połączenia między nimi, czasy przejazdu w modelu etc.).

Dla rozwiązania tego problemu powstał dedykowany program działający w środowisku Visum, a jego główne funkcjonalności są następujące:

- importuje wyniki ARTR (test odbywał się na bazie kilkuset tysięcy rekordów);
- przetwarza je do postaci bazy danych SQL;
- filtruje bazę danych i obsługuje podstawowe zapytania (np. lista ciężarówek przejeżdżających pomiędzy punktami pomiarowymi X i Y pomiędzy godziną 8 a 10 rano);
- tworzy raporty w postaci: więźby ruchu dla określonego okna czasowego, macierzy średnich, minimalnych i maksymalnych czasów przejazdu pomiędzy punktami (rys. 8);
- oddziela podróże tranzytowe przez obszar od podróży źródłowo-docelowych metodami statystycznymi;
- tworzy wykresy czasów przejazdu i histogramy natężeń ruchu dla odpowiednich zapytań (np. dla godziny, dla pary źródło-cel itp.)

Korzyścią z korzystania z takich systemów jest możliwość użycia wyników ARTR przy weryfikacji, tworzeniu lub kalibracji więźby ruchu. Na podstawie takich wyników możemy skalibrować parametry prędkości w sieciach, porównując je z wynikami czasów przejazdu uzyskanymi z bazy danych. Dodatkowym atutem jest to, że procedura może być powtarzana – po otrzymaniu nowych danych uruchamiamy ją na nowo i obserwujemy zmiany. Czas wykonania procedur dla bazy 250 tysięcy rekordów to około dwóch minut.



Rys. 8.  
Więźba ruchu obliczona w programie APNR na podstawie odczytów rejestracji

## Podsumowanie

W artykule przedstawiono, jak można korzystać z dostępnych danych w modelowaniu ruchu. Przynosi to ogromne korzyści, a jak pokazano – jest łatwo dostępne. Szczególnie w kontekście integracji modeli ruchu z systemami ITS, które zazwyczaj powiązane są z bazą GIS.

W szczególności zwrócono uwagę, jak można przy budowie modelu podróży korzystać z gotowych baz danych o transporcie zbiorowym, zawierających lokalizacje przystanków, przebieg linii oraz precyzyjny rozkład jazdy. Pokazano integracje z bazami danych GIS, obejmującą zarówno import sieci komunikacyjnych, jak i danych o zagospodarowaniu przestrzennym. Pokazano wreszcie, jak można skorzystać z wyników ARTR w modelowaniu.

Warto jednak mieć na uwadze, że jakość importowanych baz danych należy weryfikować. Często przekracza to możliwości modelującego, gdyż baza jest po prostu zbyt duża. Wówczas konieczne jest zastosowanie zaawansowanych narzędzi bazodanowych weryfikujących dane. Systemy takie powinny odrzucać błędne informacje, w miarę możliwości je naprawiać i pozostawiać w bazie informacje dające wiedzę modelującemu.

## Literatura

1. Bohte W., Maat K., *Deriving and validating trip purposes and travel modes for multi-day GPS-based travel surveys: A large-scale application in the Netherlands*, „Transportation Research Part C: Emerging Technologies”, 2009, nr 17.
2. Cooper C., *What does 'smarter mobility' really mean?*, „Data & Modeling”, 2012, nr 9.
3. Friedrich, M., Immisch, K., Jehlicka P., Otterstätter T., Schlaich J., *Generating Origin-Destination Matrices from Mobile Phone Trajectories*, „Journal of the Transportation Research Board”, 2010.
4. Hamilton A., *Urban information model for city planning*, 2005, nr 10.
5. Puchalsky C., Joshi D., Scherr W., *Development of a Regional Forecasting Model Based on Google Transit Feed*, 13th TRB Planning Application Conference. Transportation Research Board, 2011.
6. Sivakumar, A., *Modelling transport: A Synthesis of Transport Modelling*, 2007, nr 7.
7. Thomas T., Weijermars W., Van Berkum E., *Variations in urban traffic volumes*, „European Journal of Transport and Infrastructure Research”, 2008, nr (8)3.
8. Stontor T., *Measure, map, model and make*, „Data & Modeling”, 2012, nr 9.
9. Zeng W., *Design of Data Model for Urban Transport GIS*, „Journal of Geographic Information System”, 2010, nr 2.