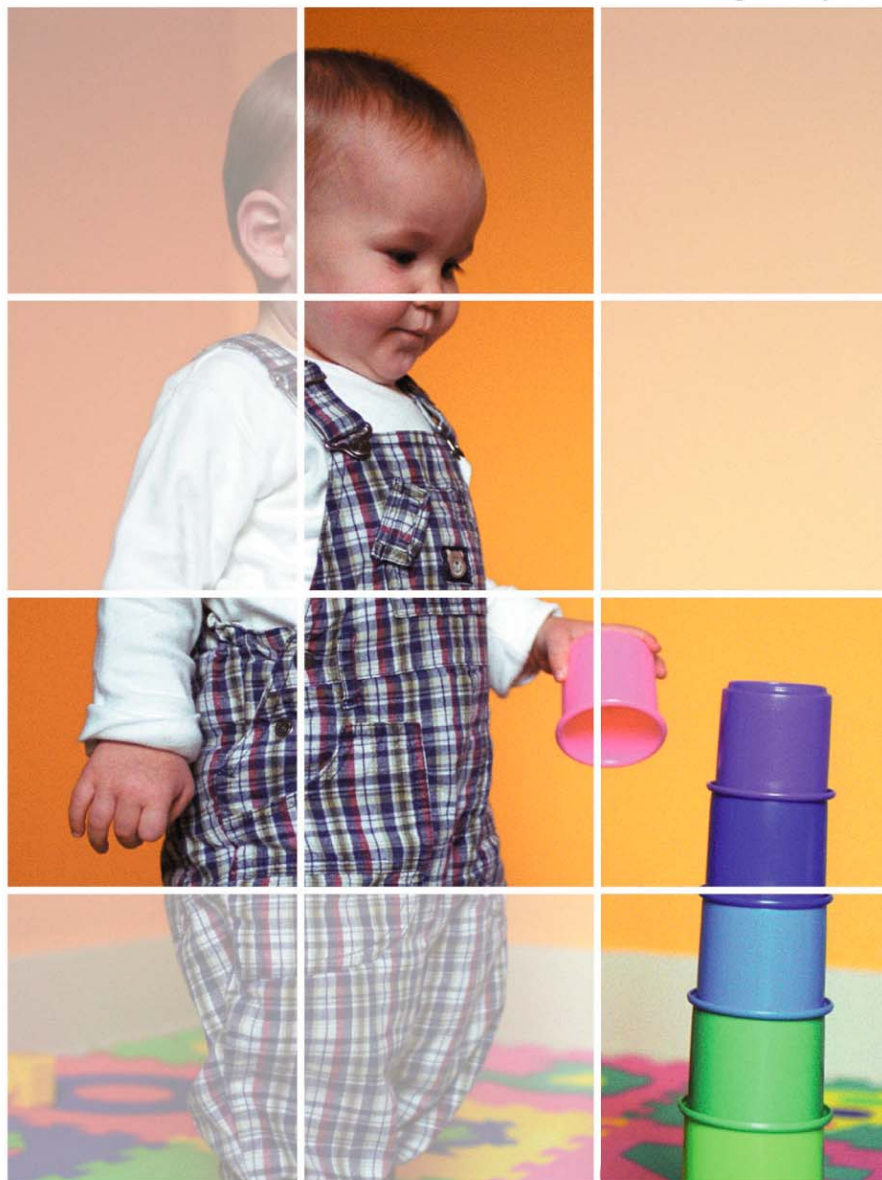


Modelowanie i analiza danych

PORTAL

UČEBNÝ MATERIÁL O DOPRAVE

Material w formie pisemnej 2003



Wskazówki do wykorzystania niniejszego materiału:

Celem projektu PORTAL jest przyspieszenie rozpowszechniania wyników badań naukowych w Unii Europejskiej w dziedzinie transportu lokalnego i regionalnego poprzez opracowanie nowych programów kształcenia, szkolenia oraz materiałów dydaktycznych. Odbiorcami projektu są wyższe uczelnie.

Ze względu na rozmiary i (w niektórych przypadkach) liczbę poszczególnych projektów, niemożliwe jest szczegółowe wyjaśnienie poszczególnych wyników, bądź zamieszczenie ich w niniejszym dokumencie.

Następujący zestaw materiałów powinien służyć raczej jako witryna i ułatwiać wykładowcom dostęp do poszczególnych projektów i ich wyników szczegółowych.

Z powyższych powodów niniejszy materiał nie może być uważany za całościowy.

Ponieważ oczekiwania wykładowców odnośnie tych materiałów są różne – skala ich sięga od „przedstawienia przeglądu wyników badań w Unii Europejskiej na określony temat” do „szczegółowego przedstawienia wyników pojedynczego projektu badawczego” – podjęto próbę opracowania rozwiązania kompromisowego w celu spełnienia (mniej więcej) oczekiwań wszystkich grup użytkowników.

Poniższe kompendium zawiera wyniki badań projektów badawczych Unii Europejskiej oraz uzupełniające rezultaty krajowych projektów badawczych. PORTAL wyraża swoje podziękowania partnerom i współpracownikom z niżej wymienionych projektów. Pełne listy projektów, konsorcjów oraz cytowanej literatury podane zostały w końcowej części niniejszego opracowania.

Opracowanie wyników projektów na temat „**Modelowanie i analiza danych**” wykonane zostało przez Jarkko Niittymäki i Riku Nevala (obaj z HUT, Helsinki University of Technology – Politechnika Helsińska, Laboratorium Inżynierii Transportu) w roku 2001 i poddane adaptacji po warsztatach z udziałem wykładowców w roku 2002.

AIUTO

BRIDGES

DIRECT

ESTEEM

FATIMA

MESUDEMO

OPTIMA

SCENES

SESAME

SMARTEST

STEMM

STREAMS

Spis treści

1. Wstęp	4
1.1 Definicja „Modelowania i analizy danych”	4
1.2 Cele kształcenia i nauczone umiejętności	5
1.3 Wyzwania	6
1.4 Streszczenie zawartości	7
2. Modelowanie i analiza danych	9
2.1 Cele modelowania i analizy danych	9
2.2 Metody gromadzenia i wymiany danych	10
Struktury wymiany danych o transporcie (TDSS)	10
Protokoły przesyłania danych i dostęp do danych	14
Koncepcje baz danych dla ruchu drogowego	17
2.3 Opracowanie metod modelowania	17
Przykład 1: Model SCENES ruchu towarowego	17
Przykład 2: Model STEMM ruchu pasażerskiego i towarowego	19
Inne dostępne modele i dalsze informacje	20
2.4 Ocena i weryfikacja modelu	22
2.5 Wyniki modelowania	22
2.6 Najważniejsze obszary zastosowań i beneficjenci modelowania	24
2.7 Różnice między modelami w różnych krajach – adaptacje lokalne	25
2.8 Wnioski	26
3. Przykłady i miejsca badań	27
3.1 Wybór środka transportu i drogi w łańcuchach intermodalnych	27
3.2 Modelowanie z uwzględnieniem środowiska	28
4. Zalecenia	29
4.1 Wykorzystanie raportów z badań w procenie nauczania	29
4.2 Ćwiczenia	30
5. Literatura	31
6. Słowniczek ważniejszych terminów	33
7. Modelowanie i analiza danych – konsorcja projektów	34

1. Wstęp

1.1 Definicja „Modelowania i analizy danych”

Temat „Modelowanie i analiza danych” (MOD) dotyczy modelowania wszystkich zjawisk związanych z transportem, gromadzenia danych o tych zjawiskach i systematycznej analizy zebranych danych. Modelowanie transportu związane jest ściśle z prognozowaniem potrzeb i analizą operacyjną.

W ramach tego tematu omówiono różne metody modelowania (symulacje na poziomie mikro i makro, scenariusze i inne) oraz analizę danych (analizę statystyczną podstawowych danych i wiarygodność wyników modelowania). Z modelowaniem i analizą danych związane są tematy: zarządzanie ruchem drogowym, symulacja, telematyka i wpływ na środowisko.

Poniżej wymienione zostały projekty Unii Europejskiej dotyczące modelowania i analizy danych.

AIUTO: Modele i metodologia oceny innowacyjnych systemów transportu miejskiego oraz kierunki polityki w tej dziedzinie.

BRIDGES: Tworzenie pomostów pomiędzy cyfrowymi bazami danych dla transportu, aplikacjami systemów informacji przestrzennej (GIS) i modelami transportu w celu utworzenia struktury oprogramowania ETIS.

DIRECT: Wymagania dla integracji danych o transporcie dla miast europejskich.

ESTEEM: Scenariusze europejskie dla transportu, energii i środowiska w obszarach miejskich

FATIMA: Wspomaganie finansowe integracji transportu w obszarach miejskich.

MESUDEMO: Projekt zajmujący się metodami zbierania, przechowywania, konserwacji i rozpowszechniania informacji o sieciach transportowych oraz o przepływach towarów i pasażerów.

OPTIMA: Optymalizacja polityki w zakresie integracji transportu w obszarach miejskich.

SCENES: Modelowanie i metodologia analizy wzajemnych powiązań między transportem europejskim a rozwojem w tej dziedzinie na świecie.

SESAME: Określenie związków między gospodarowaniem terenami, wzorcami zachowań i potrzebami transportowymi do wykorzystania przy podejmowaniu decyzji w zakresie polityki i inwestycji.

STEMM: Opracowanie modeli strategicznych dla transportu pasażerskiego i towarowego, poddanych agregacji przestrzennej na poziomach głównych korytarzy transportowych między miastami i między regionami.

STREAMS: Badania strategiczne nad transportem krajów członkowskich Unii Europejskiej; modelowanie i metodologia analizy wzajemnych powiązań między transportem europejskim a rozwojem w tej dziedzinie na świecie.

1.2 Cele kształcenia i nauczone umiejętności

Główne cele kształcenia w zakresie modelowania ruchu drogowego są następujące:

- przedstawić studentom problemy związane z planowaniem i badaniami naukowymi, w których modelowanie jest, lub może być, racjonalnie wykorzystywane jako narzędzie,
- dać ogólne wyobrażenie o metodach modelowania i przedstawić podstawy teoretyczne tych metod,
- przekazać studentom umiejętność wyboru najbardziej odpowiedniej metody modelowania dla każdego szczególnego problemu z uwzględnieniem ograniczeń czasu i kosztów oraz dostępności danych,
- przekazać podstawowe umiejętności wykorzystywania najbardziej rozpowszechnionych metod modelowania oraz pomóc studentom w znalezieniu – jeśli zajdzie taka potrzeba – więcej informacji na temat modelowania. Praktycznego zastosowania metod modelowania można się nauczyć w większym stopniu przy opracowywaniu modeli i ich wykorzystaniu w praktyce.

Wybór sposobu analizy danych jest ściśle związany z modelowaniem różnych zjawisk ruchu drogowego. Studenci winni mieć zatem możliwość oceny wiarygodności danych wejściowych oraz wyników otrzymanych dla użytego modelu. Z tej przyczyny, przy planowaniu programu nauczania, należy położyć nacisk na nauczanie matematyki, a zwłaszcza statystyki, jak również na specyficzne testowanie matematyczne każdej metody modelowania.

Materiały dydaktyczne do zajęć powinny uwzględniać wyżej wymienione cele na poziomie ogólnym, jak również zawierać pewne, bardziej szczegółowe przykłady praktyczne zastosowania metody modelowania lub rozpatrywanego problemu. Do tego celu niezbędny jest podręcznik wprowadzający, którego zadaniem byłby ogólny opis modelowania ruchu drogowego i dostarczenie najlepszej wiedzy podstawowej do dalszej nauki. Podręcznik taki powinien zawierać takie podstawy modelowania ruchu drogowego, jak:

- zastosowanie i znaczenie tradycyjnej czterokrokowej struktury modelowania: generacja podróży, wybór drogi, wybór środka transportu i wyznaczenie ruchu,
- wprowadzenie do symulacji na poziomach mikro i makro,
- objaśnienie terminów stosowanych w modelowaniu,
- opis podstawowych metod gromadzenia danych (zliczanie ruchu, wywiady, stwierdzone preferencje itd.),
- opis podstawowych zależności między gospodarowaniem terenami a potrzebami transportowymi itd.

Z punktu widzenia takiego nauczania podstawowego, projekty Unii Europejskiej dotyczące modelowania ruchu drogowego są albo zbyt szczegółowe, albo za głębokie, aby dostarczyć ogólnego wprowadzenia w rozważanej dziedzinie. Dlatego do studiów ogólnych bardziej od nich odpowiedni jest materiał dotyczący podstawowych problemów modelowania ruchu drogowego. Na ten temat istnieje wiele podręczników, jak np. J. de D. Ortuzar i L.G. Willumsen - Modelling Transport („Modelowanie transportu”).

Następnym krokiem po wprowadzeniu jest przedstawienie studentom metod matematycznych i ogólnie stosowanych metod modelowania. Materiały winny zawierać pewne metody tradycyjne dla każdego kroku czterokrokowego procesu modelowania: modele generacji i atrakcyjności podróży, dystrybucji podróży (modele wagi), wyboru środka transportu (modele logit i probit) i wyznaczenia ruchu (warunki równowagi), funkcje usługowe i podstawy analizy statystycznej. Oprócz tego podstawowego wprowadzenia można omówić, w charakterze przykładów, pewne bardziej nowoczesne i skomplikowane modele. Materiału do takich przykładów mogą dostarczyć niektóre projekty Unii Europejskiej, jak STEMM i SCENES.

Po przedstawieniu studentom wiadomości podstawowych głębsze zrozumienie zagadnienia można osiągnąć poprzez ćwiczenia i praktykę. Ważną sprawą jest również nauczenie studentów umiejętności identyfikacji aktualnego problemu modelowania i wyboru odpowiednich narzędzi do jego rozwiązania. Ćwiczenia powinny obejmować wszystkie procesy modelowania, ograniczone jednak do poziomu nakładu pracy i zrozumienia odpowiedniego do zakresu i celu rozpatrywanego programu nauczania. Należy włączyć do procesu nauczania – choćby tylko częściowo – gromadzenie danych i ich analizę, tworzenie modelu oraz analizę wyników. Materiał do zajęć na wyższym poziomie mógłby zawierać bardziej skomplikowane modele, które studenci musieliby kalibrować, aby spełnić określone wymagania. Narzędzia analizy powinny być zawarte w materiałach dydaktycznych, jednak gromadzenie danych oraz zastosowanie narzędzi analizy (i metody modelowania) zależy pozostawić studentom.

1.3 Wyzwania

Modelowanie i analiza danych dają możliwości badania różnych zjawisk związanych z ruchem drogowym bez konieczności przeprowadzania kosztownych eksperymentów w terenie. Modelowanie jest również jedynym sposobem umożliwiającym prognozę przyszłych potrzeb transportowych i zachowania się transportu oraz planowanie działań wymaganych przez przyszłe scenariusze. Dlatego też znajomość modelowania i danych:

- Wspomaga opracowanie nowych, innowacyjnych rozwiązań aktualnych i przyszłych problemów ruchu drogowego, dostarczając ekonomicznie efektywnych narzędzi do testowania działań w zakresie sterowania tym ruchem.
- Wspomaga procesy podejmowania decyzji w zakresie długookresowych inwestycji w infrastrukturę i / lub w zakresie ograniczeń związanych z ruchem poprzez umożliwienie oceny ekonomicznych, środowiskowych i socjologicznych skutków różnych wariantów sterowania.
- Tworzy możliwości zastosowań technicznych badaczom i innym zainteresowanym osobom.

Testowanie nowych rozwiązań w terenie wymaga zazwyczaj dużej i kosztownej infrastruktury, której nie można zbudować jedynie do przeprowadzenia takich badań. Należy się spodziewać, że nowe rozwiązania w dziedzinie transportu będą się pojawiać częściej, jeżeli badacze będą mieli możliwości testowania swoich pomysłów i udowadniania zalet swoich nowych systemów zarządzania i sterowania. Modelowanie ruchu drogowego jest jedynym ekonomicznym i względnie wiarygodnym sposobem oceny z góry skutków konkretnego nowego rozwiązania.

Organizacje zajmujące się polityką transportową na poziomie lokalnym, krajowym lub w całej Unii Europejskiej przed podjęciem decyzji potrzebują informacji co do kosztownych, długookresowych inwestycji w infrastrukturze. Stosując różne scenariusze i modele można poddać ocenie, na pewnym poziomie wiarygodności, zmiany przyszłych potrzeb transportowych i związane z nimi działania. Właśnie modele mogą uwydatnić problemy efektywności, środowiska i socjologiczne, a dzięki temu umożliwić politykom podjęcie decyzji zgodnych z zasadami zrównoważonego rozwoju i innymi celami postawionymi przez umowy krajowe i międzynarodowe.

Proces podejmowania decyzji, tak politycznych jak prywatnych, wymaga udowodnienia użyteczności nowych rozwiązań. Wszystkie innowacje, inwestycje i nowe zastosowania techniczne będą mogły być wdrażane i stosowane szybciej, jeżeli ich zalety zostaną uzasadnione względnie szybko i w sposób wiarygodny. Im szybciej te nowe technologie zostaną wykorzystane, tym krótszy będzie czas społecznego i ekonomicznego zwrotu inwestycji.

Aby odnieść wszystkie wyżej opisane korzyści, należy spełnić kilka warunków. Niektóre wyzwania stojące przed modelowaniem ruchu drogowego wymienione zostały poniżej:

- Ocena wiarygodności metod modelowania. Źle zdefiniowane modele mogą prowadzić do błędnych wniosków co do przyszłych potrzeb transportowych, alokacji oraz wpływu różnych działań w zakresie zarządzania ruchem. W najgorszym przypadku wyniki niedokładnego modelowania mogą zostać wykorzystane do uzasadnienia niewłaściwych lub nieefektywnych inwestycji lub działań sterujących. Oprócz oceny wyników otrzymanych drogą modelowania, należy także prowadzić kontrolę poprawności danych oraz informacji, wykorzystywanych przy budowie modelu.
- Przenośność modeli ruchu drogowego i ich wyników. Aby uniknąć nieprawidłowego wykorzystania modeli, należy dobrze określić i opisać zakres zastosowania każdego modelu i otrzymywanych wyników. Z drugiej strony, im bardziej ogólne będą podstawy teoretyczne danej metody modelowania, tym lepsza będzie przenośność modelu i wyników. Dlatego też, aby uniknąć niepotrzebnej pracy i otrzymać bardziej spójny zestaw metod modelowania, należy położyć nacisk na techniki modelowania oparte na zasadach możliwie najbardziej ogólnych. Pozwoli to na użycie tego samego modelu do przeprowadzenia badań dla innej lokalizacji przy minimalnej liczbie modyfikacji, wynikających z takiej zmiany.
- Możliwość standaryzacji i zapisu danych. Uproszczone i ujednoczone struktury danych wejściowych i metody ich gromadzenia umożliwiają dostęp do znacznej ilości danych o ruchu drogowym instytucjom europejskim, zajmującym się ich badaniem. Standaryzacja danych wspomaga również przenoszenie metod modelowania i ich wyników.

1.4 Streszczenie zawartości

Zakres badawczy modelowania ruchu drogowego i analizy danych obejmuje modelowanie wszystkich rodzajów zjawisk związanych z tym ruchem, gromadzenie danych dla takich zjawisk oraz systematyczną analizę zebranych danych. Projekty Unii Europejskiej, które poddano analizie w celu znalezienia materiałów dydaktycznych w tej dziedzinie badań naukowych, wymienione zostały w rozdziale 5 – Literatura.

Modelowanie zjawiska związanego z ruchem drogowym obejmuje zazwyczaj różne zadania, jak zbieranie danych podstawowych dla modelu, opracowanie modelu i metody modelowania, strojenie i kontrolę poprawności wybranej metody modelowania przy użyciu samego modelu oraz weryfikację i rozpowszechnienie wyników modelowania. Do zadania gromadzenia danych

wejściowych bardzo pożyteczne są różne bazy danych i inne źródła informacji. Metody dla różnych etapów modelowania ruchu drogowego opracowywane są każda z osobna lub równocześnie. Ogólny przegląd niektórych ostatnio opracowanych w Europie modeli przedstawiony został w dalszej części pracy wraz z wynikami dla modeli ruchu drogowego i transportu w Europie.

Główne cele nauczania modelowania ruchu drogowego to: przedstawienie studentom problemów planowania, w których modelowania jest lub może być użyte jako narzędzie, aby pokazać im ogólny obraz istniejących metod modelowania oraz przedstawienie głównych podstaw teoretycznych tych metod. Po przekazaniu podstawowych umiejętności stosowania najbardziej powszechnych metod modelowania bardziej szczegółowe informacje na temat praktycznego wykorzystania metod modelowania nauczane winny być poprzez zastosowanie modeli w praktyce.

Stopień technicznej i geograficznej złożoności poszczególnych modeli stanowi często niemały problem przy rozpatrywaniu edukacyjnych zastosowań raportów z projektów dotyczących badań naukowych nad modelowaniem. Opisane w nich badania rzadko są ukierunkowane na podstawowe prace badawcze, które mogłyby dostarczyć studentom podstawowej wiedzy o całym procesie tworzenia modelu. Niektóre jednak z badań modelowych mogą być wykorzystane do celów nauczania jako przykłady, lub – po odpowiednim przereklamowaniu raportów – nawet na szerszą skalę. Szczególnie projekty DIRECT, ESTEEM, FATIMA i OPTIMA są dobrze udokumentowane, a opracowane w nich dokumenty są łatwo dostępne w Internecie. Projekt SCENES posiada również duży zbiór dostępnych dokumentów, chociaż te najbardziej interesujące z edukacyjnego punktu widzenia nie są jeszcze dostępne.

W dalszym ciągu przedstawiono szczegółowo zawartość tematu „Modelowanie i analiza danych” oraz opisano szerzej przeanalizowane projekty Unii Europejskiej dotyczące tego zagadnienia. Po omówieniu tematu przedstawiono, jako przykłady powszechnego zastosowania modelowania ruchu kołowego, tereny badań poszczególnych projektów. Na zakończenie przeprowadzono ocenę przydatności do celów kształcenia materiałów opracowanych w ramach projektów i podano odpowiednie zalecenia.

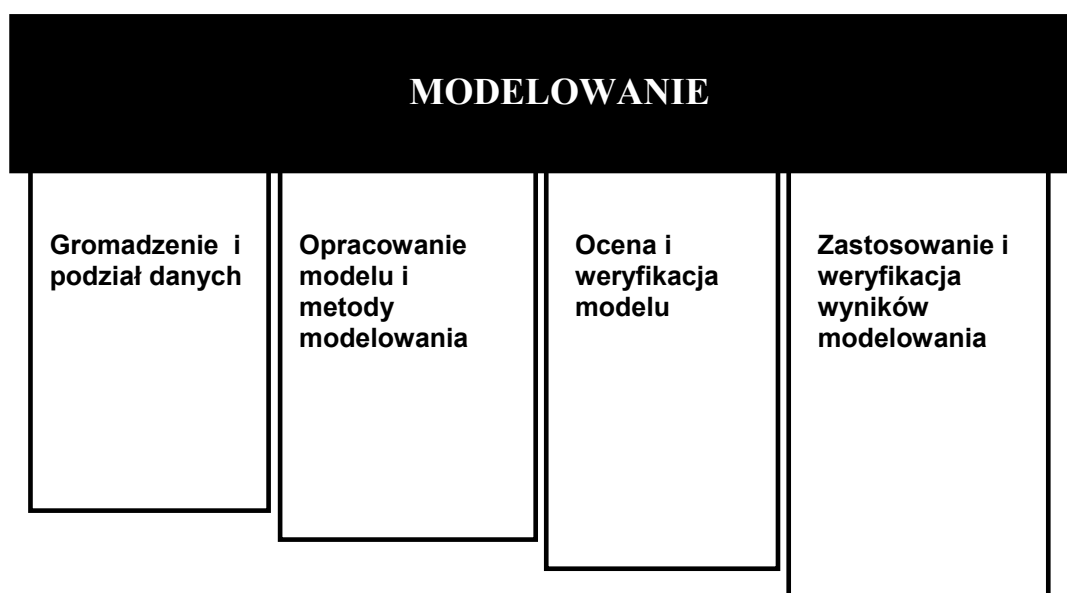
2. Modelowanie i analiza danych

2.1 Cele modelowania i analizy danych

Niektóre z różnorodnych celów i możliwości modelowania ruchu drogowego przedstawione zostały poniżej.

- popieranie innowacji poprzez zaproponowanie możliwości ekonomicznego testowania nowych pomysłów,
- pomoc dla decydentów przy decyzjach w zakresie długookresowych inwestycji i polityki dotyczących ruchu drogowego, transportu, środowiska oraz w dziedzinie społecznej i ekonomicznej,
- dostarczenie narzędzia dla zajmujących się planowaniem ruchu drogowego,
- uczestnictwo w działaniach związanych z zarządzaniem ruchem drogowym poprzez utworzenie ogólnego obrazu wpływu różnych ograniczeń oraz decyzji dotyczących sterowania,
- znalezienie najlepszych – z punktu widzenia ekonomii i środowiska – rozwiązań odnośnie wyboru środka transportu i drogi.
- poprawa współpracy pomiędzy środkami transportu oraz ułatwienie połączeń i operatywności istniejących sieci transportowych.

Modelowanie zjawiska związanego z ruchem drogowym obejmuje zazwyczaj różne zadania, jak: zbieranie danych podstawowych dla modelu, opracowanie modelu i metody modelowania, strojenie i kontrolę poprawności wybranej metody modelowania przy użyciu samego modelu oraz weryfikację i rozpowszechnienie wyników modelowania. Do tych zadań rozdział „Modelowanie i analiza danych” próbuje znaleźć nowe i udoskonalone metody postępowania.



Rysunek 1: Elementy modelowania (Źródło: Portal).

2.2 Metody gromadzenia i wymiany danych

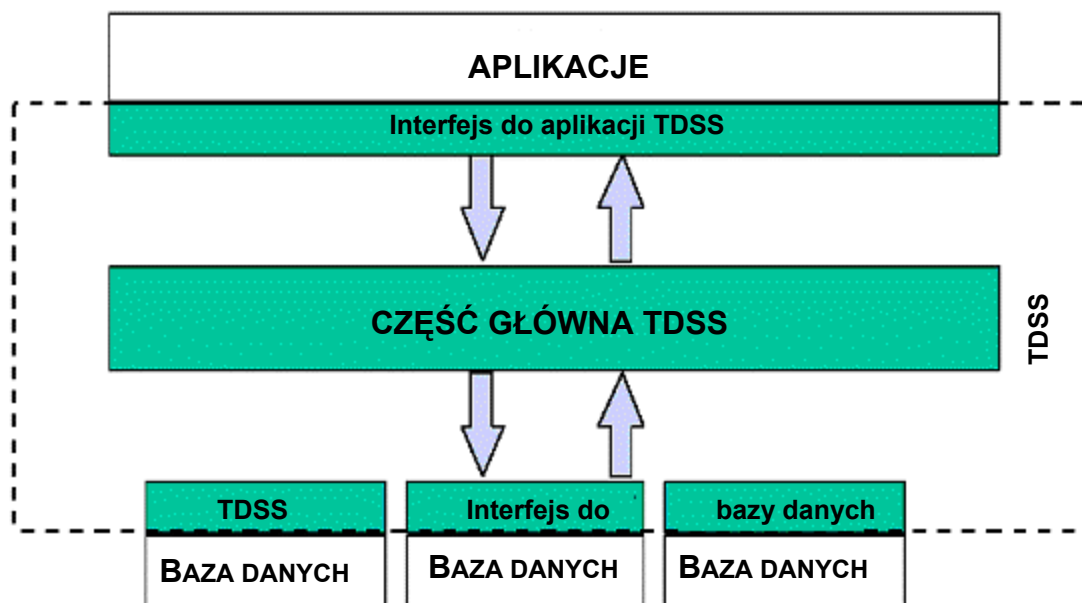
Modelowanie ruchu drogowego wymaga odpowiedniej znajomości charakterystyk samego zjawiska i wielu informacji związanych z terenem dla przeszłych i aktualnych zdarzeń w tym ruchu. Do tego rodzaju prac uzupełniających bardzo użyteczne są bazy danych i inne źródła informacji. Zarówno dane wejściowe dla modelu jak również wyniki badań modelowych powinny być ogólnie dostępne.



Struktury wymiany danych o transporcie (TDSS)

Integracja procedur planowania długo i średniookresowego oraz zarządzania ruchem drogowym może być bardziej korzystna dzięki lepszej spójności danych, niższym kosztom ich gromadzenia, wyższej jakości i adekwatności danych, lepszym podstawom do opracowania nowych narzędzi do modelowania, prognozowania i analizy. Aby otrzymać bardziej solidne podstawy gromadzenia danych i ich wymiany wśród instytucji badawczych i innych, związanych z ruchem drogowym, opracowane zostały struktury wymiany danych o transporcie (TDSS). Oprócz technicznej klasyfikacji struktur TDSS, podane zostały również wytyczne do efektywnego ich wykorzystania. Struktura systemu TDSS jest przedstawiona na rys. 3.

Rysunek 2: Gromadzenie danych ogólnych



Rysunek 3: Struktura systemu TDSS (DIRECT 2000b).

Dane do wymiany mogą być strukturalne (np. dane odnoszące się do geografii, ruchu kołowego, zdarzeń, nadzoru, mobilności, dane finansowe); lub niestructuralne (np. dokumenty, notatki, forum, obrazy). Rodzaje wykorzystywanych danych i ich objętość, aktualność i ograniczenia dostępu zależą od dziedziny zastosowania. Jednakże sam system TDSS nie musi być koniecznie ograniczony do danych związanych z ruchem drogowym. Co więcej, zawartość systemu nie ma ograniczeń technicznych i na ogół wszelkie interesujące dane mogą być w nim składowane i wymieniane. Na przykład, system TDSS dla ruchu drogowego może zawierać informacje takie, jak:

- Świadczone usługi komunikacji miejskiej: opis sieci (drogi, transport publiczny, trasy rowerowe, piesze),
- potrzeby transportowe: wybór środka transportu, ewolucja użytkowania samochodów osobowych i transportu publicznego (zliczenia, pomiary),
- możliwości parkowania: opis miejsc do parkowania (wzdłuż dróg; parkingi wielopiętrowe; system parkowania typu „parkuj i jedź”, w którym pasażer zostawia samochód na parkingu na obrzeżu miasta i przejeżdża specjalnym autobusem lub innym środkiem komunikacji miejskiej do centrum; opłaty),
- oddziaływania na środowisko: zanieczyszczenie, bezpieczeństwo, hałas (pomiary, modelowanie).

Dane zgromadzone w systemie TDSS mają wielu potencjalnych użytkowników. Dane dla transportu miejskiego są ważne dla podmiotów odpowiedzialnych za drogi główne, płatne autostrady, transport publiczny, koleje, parkowanie, infrastruktura pomocnicza, administrację, środowisko. Wymiana danych pomiędzy podmiotami jest konieczna przy takich zastosowaniach jak: pobieranie opłat, pierwszeństwo pojazdów na skrzyżowaniach, „parkuj i jedź”, informacje dla podróżnych, koordynacja działań, planowanie i modelowanie. Wymagania mają trzy poziomy: strategiczny, operacyjny i techniczny – odpowiadają one rolom użytkowników: decydenta, operatora i personelu technicznego. Bazy danych powinny być otwarte dla wszystkich tych podmiotów (DIRECT 2000a).

Przy opracowywaniu struktury TDSS ważne jest ustalenie różnic pomiędzy następującymi obszarami zastosowań:

- w Zarządzaniu ruchem drogowym należy położyć nacisk na wymianę, która pozwala stwierdzić stan sieci, jej ewolucję krótkookresową i (coraz bardziej) – możliwości generacji i przekazywania wiadomości do **grup uczestników ruchu drogowego**,
- w Planowaniu podróży wymiana koncentruje się na włączeniu uczestników ruchu we względnie statyczne wykorzystanie baz danych, wspólnie używanych przez operatorów i władze z jednej strony, a użytkowników końcowych – z drugiej,
- w zakresie Informacji dla uczestników ruchu drogowego opracowuje się wymianę z **indywidualnymi ruchomymi uczestnikami ruchu drogowego**, integrującą elementy zarządzania ruchem i jego planowania z powstającymi platformami komunikacji przenośnej w celu zabezpieczenia procesu przekazywania informacji.

Dla każdej z tych dziedzin zastosowania w projekcie DIRECT sformułowano wskazówki i wytyczne do opracowania kilku architektur TDSS. Po dokonaniu oceny wymagań i zasobów technicznych takich, jak systemy przechowywania danych, rodzaje baz danych, konfiguracja sprzętu (rodzaje sieci i prędkości), oprogramowanie (programy dla baz danych) i systemy telekomunikacji (Internet oparty na Javie, WAP, GSM, RDS, ...) można przejść do projektowania systemu TDSS i jego zawartości. Poniżej przedstawiono niektóre zalecenia dla tego zadania w wyżej wymienionych obszarach zastosowań, opracowane w projekcie DIRECT.

TDSS wspomagające Zarządzanie transportem (DIRECT 2000a):

ZALECENIE 1: Wybierz medium lub media do przekazywania komunikatów zgodnie z celami Zarządzania transportem:

- Dla komunikatów egzekwujących stosowanie przepisów zazwyczaj używa się tzw. zmienne znaki komunikatów (ang. Variable Message Signs – VMS) do przekazywania komunikatów dla wszystkich kierowców na drogach pierwszej klasy.
- Dla komunikatów drogowych na większym obszarze bardziej odpowiednie jest radio cyfrowe.
- Dla komunikatów przeznaczonych dla różnych środków transportu wymagana jest znajomość warunków zarówno na sieciach drogowych jak i transportu publicznego, a zwłaszcza – w węzłach i punktach wymiany.
- Jeżeli system „parkuj i jedź” ma zostać włączony do strategicznego kierowania ruchem (opartym na VMS lub radiu), wówczas wymagane będzie zarządzanie w czasie rzeczywistym miejscami na parkingach i / lub sterowanie niektórymi obszarami przeznaczonymi do rezerwacji dla zapewnienia miejsc do parkowania w punktach wymiany.

ZALECENIE 2: Wykorzystujcie standardy i narzędzia odpowiadające przykładom najlepszej praktyki. Dla Zarządzania transportem drogowym stosujcie standardy DATEX. Dla Zarządzania ruchem multimodalnym dodajcie odniesienie lokalizacyjne do standardów geograficznej bazy danych i stosujcie TRANSMODEL do strukturyzacji danych dla transportu publicznego.

TDSS wspomagające Planowanie podróży (DIRECT 2000a):

ZALECENIE 1: Aplikacja internetowa służąca do planowania podróży środkami komunikacji miejskiej (ang. Trip Planner) musi mieć charakter „od drzwi do drzwi”. Jest ona zwykle opracowywana najpierw dla komunikacji miejskiej. Miasta, które jej jeszcze nie posiadają, powinny zacząć właśnie od niej (oznacza to utworzenie systemu TDSS obejmującego bazę danych planów i słownika nazw – zwykle dostarczanych przez władze lokalne – oraz bazę danych dla komunikacji miejskiej – zazwyczaj dostarczaną przez operatora /ów).

ZALECENIE 2: Podczas opracowywania systemu TDSS dla zastosowań typu „Trip Planner” , należy przyjąć Internet jako podstawowy środek przekazu i wybrać narzędzia umożliwiające zbudowanie rozproszonej architektury opartej na serwerze (tj. Javascript, CGI, CORBA).

ZALECENIE 3: Jeżeli już istnieje „Trip Planner” dla komunikacji miejskiej, należy dołączyć sieciowe bazy danych dla innych środków transportu. Przewodnik do parkowania samochodów stanowi następny krok (alternatywne możliwości przemieszczania się w stosunku do przejazdu samochodem można wyznaczyć dopiero, gdy zdecydowany na samochód podróżny określi punkt początkowy i docelowy swej podróży).

ZALECENIE 4: Zastosowania pokazowe w projekcie DIRECT podkreślają znaczenie tworzenia aplikacji „Trip planner” fragmentami według konfiguracji przestrzennej i środków transportu –

każdy z nich wyraźnie uwzględniający określone interesy współpracujących podmiotów. Nie wszyscy operatorzy będą mieli serwery internetowe, zaś architektura wymiany będzie musiała odzwierciedlać warunki lokalne – zawsze jednak należy próbować przekonać operatora o korzyściach z posiadania własnego serwera, połączonego z siecią zgodnie ze standardami otwartej wymiany.



Rysunek 4: Centrum zarządzania ruchem drogowym

System TDSS wspomagający Informacje dla podróżnych (DIRECT 2000a):

ZALECENIE 1: Aby opracować aplikacje Informacji dla podróżnych, wymagane jest konsorcjum obejmujące operatora /ów sieci komunikacji komórkowej oraz instytucje transportowe z doświadczeniem w zarządzaniu drogowymi bazami danych i z dostępem do dużej liczby abonentów. Odpowiednią platformą do opracowania jest WAP z siecią GSM wyposażoną w lokalizację.

ZALECENIE 2: Perspektywa dostarczania usług Informacji dla podróżnych wykorzystujących telefony komórkowe jako czujniki działające w czasie rzeczywistym pojawiła się w trakcie realizacji projektu. Chociaż powoduje to zmianę sposobu, w jaki TDSS wspomaga aplikacje Informacji o ruchu drogowym, uważa się, że usługi o wyższej wartości dodanej nadal będą wymagać, aby pojawiające się bazy danych dla Informacji o ruchu drogowym były zintegrowane z tymi bazami dla Zarządzania ruchem i Planowania podróży, które bezpośrednio wykorzystują ofertę operatorów sieci komórkowej.

Oprócz konfiguracji technicznej i zawartości danych, należy wyjaśnić relacje i zakresy odpowiedzialności członków systemu TDSS. Poniżej zestawiono instrukcje z projektu odnośnie współpracy i problemów prawnych

Instrukcje dla użytkowników TDSS (DIRECT 2000a):

ZALECENIE 1: Należy dopilnować, żeby nie było jedyne „mistrza”.

ZALECENIE 2: Każdy członek TDSS musi być świadomy faktu, że wymagana jest współpraca między wszystkimi członkami TDSS. Aby *utworzyć sieć lub strategię*, potrzebny jest mniej lub bardziej wspólny cel.

ZALECENIE 3: Zakres odpowiedzialności winien być przejrzysty dla każdego członka. Należy też podkreślić konieczność uzgodnień. Z jednej strony, członek TDSS musi być świadomy faktu, że wymagania i cele są różne na różnych poziomach instytucji i że należy unikać konfliktów. Z drugiej zaś strony, porozumienie powinno być na tyle elastyczne, aby poszczególne instytucje były w stanie *zdefiniować i zmieniać swój zakres odpowiedzialności* oraz swoje role we wspólnej strukturze.

ZALECENIE 4: Należy zbadać możliwości wspólnej pracy współdziałających podmiotów publicznych i prywatnych w celu utworzenia partnerstwa publiczno - prywatnego.

ZALECENIE 5: Musi być przejrzyste zdefiniowana sprawa własności danych. Trzeba sprawdzić przepisy państwowe regulujące dostęp i własność danych w publicznych bazach danych, takich jak dane informacyjne dla ruchu drogowego w czasie rzeczywistym. Należy przynosić wyniki z jednego przypadku bezpośrednio do innego. Trzeba też wziąć pod uwagę różne uwarunkowania, w których te przypadki funkcjonują. Specyfika danego kraju jest często przyczyną występujących różnic.

ZALECENIE 6: Należy być świadomym faktu, że gromadzenie, przechowywanie i rozpowszechnianie danych winno się odbywać w sposób gwarantujący nienaruszenie prywatności osób.

ZALECENIE 7: Należy zidentyfikować prawa autorskie i podjąć stosowne działania przy wymianie międzynarodowej.

ZALECENIE 8: Należy mieć świadomość, że odpowiedzialność za dane informacje jest szczególnie ważna. Metody gromadzenia, przetwarzania i rozpowszechniania danych muszą być wyraźnie zdefiniowane.

ZALECENIE 9: Wymagane są umowy pisemne i prawnie wiążące zainteresowane podmioty i użytkowników danych dla zapewnienia, że wszyscy oni są zaangażowani w TDSS i że wykonują swoje zobowiązania odnośnie realizacji i konserwacji systemu.

ZALECENIE 10: Od samego początku należy w sposób przejrzysty określić zbiory danych ogólnie dostępne i prywatne (dzienniki, procedury).

ZALECENIE 11: Role (pozycja prawna) każdego podmiotu zainteresowanego i członka konsorcjum winny być od samego początku przejrzyste zidentyfikowane i zdefiniowane. Należy też wyraźnie określić warunki, na których mogą się dołączyć nowe strony.

Z finansowego punktu widzenia ważne jest utworzenie planu inwestycyjnego finansowania, aby umożliwić prywatne i wspólne finansowanie przedsięwzięć oraz wykorzystać zysk z ewentualnej sprzedaży danych. Instytucja TDSS powinna być utworzona tak, aby jej hierarchia i kierownictwo były przejrzyste dla każdego uczestnika.

Protokoły przesyłania danych i dostęp do danych

Ostatnio w projekcie BRIDGES opracowane zostały nowe protokoły przesyłania danych do obsługi połączeń danych alfanumerycznych i graficznych, co umożliwia tworzenie rozległych i obszernych baz danych. Te same protokoły mogą również zmieniać się w czasie, w miarę zmieniających się wymagań dla modeli transportu. Jest to ważny aspekt opracowywania metod gromadzenia danych z powodu ustawicznie zmieniających się wymagań i możliwości zarówno samego ruchu drogowego, jak też narzędzi jego modelowania, a zwłaszcza urządzeń do obliczeń i telekomunikacji. Główne elementy rozwiązań z projektu BRIDGES przedstawiono poniżej, jako przykład struktury technicznej dla transportowej bazy danych (BRIDGES 1999).

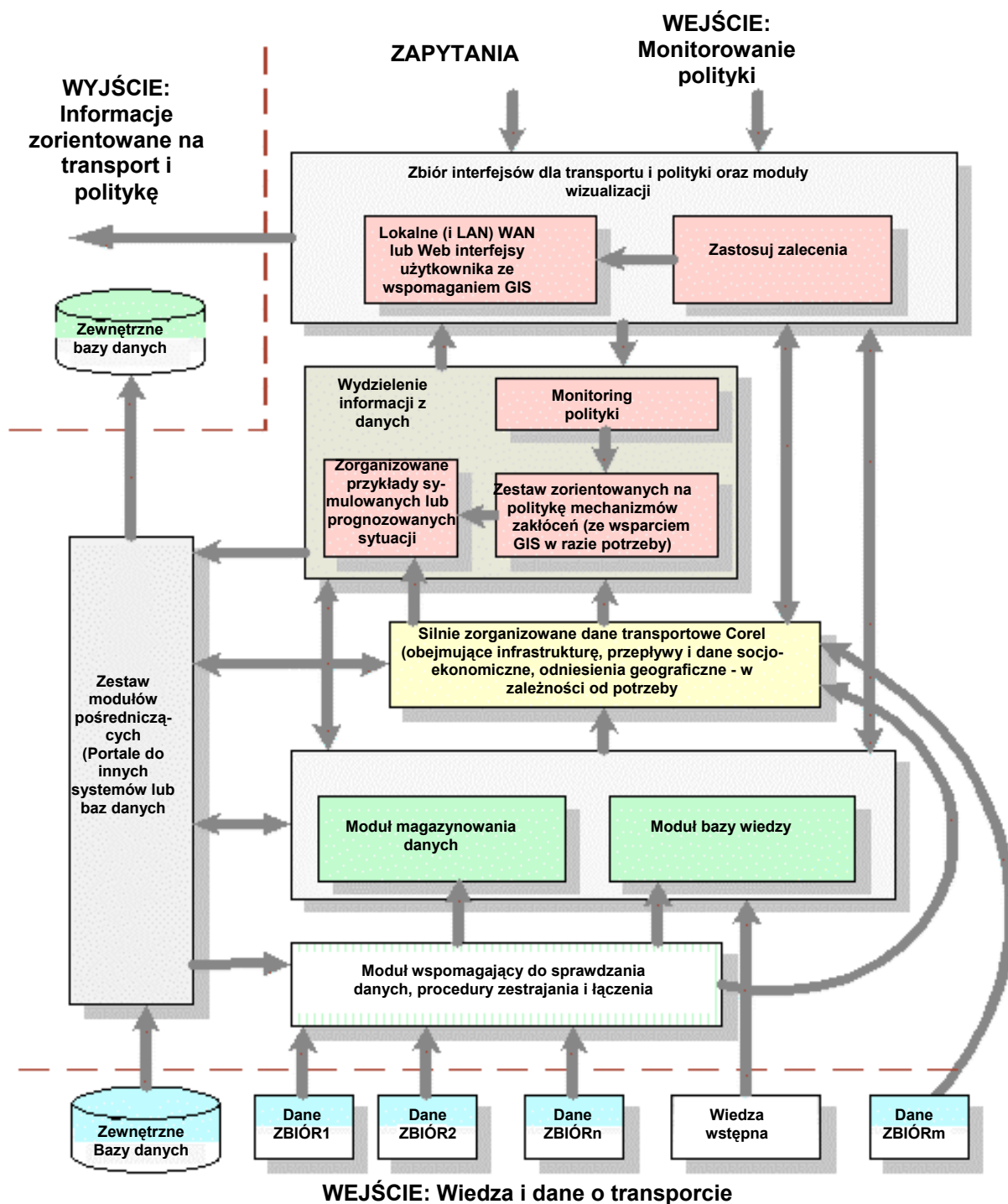
- Poradnik danych cyfrowych (Digital Data Guide - DDG): katalog dostępnych źródeł informacji istotnych dla ETIS.
- Uogólniony format przesyłania (Generalised Transport Format - GTF): zaproponowany format standardu danych do wymiany transportowych baz danych, przeznaczony do zastosowania do modeli prognozowania i oceny transportu.
- Translator GTF/Arcinfo (GTF/GIS): aplikacja do przesyłania danych z formatów Arcinfo GIS do wersji GIS formatu GTF.

- System ekspercki / System wspomagający wypracowanie decyzji (ES/DSS): aplikacja do określenia zasad i kryteriów uproszczenia interfejsu pomiędzy użytkownikami i złożonymi modelami transportowymi.
- System Informacji Sieciowej (NIS): Zbiór procedur do obsługi zaawansowanych topologii transportu i prowadzenia analizy grafów.
- System Komunikacji (CS): technologia zarządzania przesyłaniem zleceń pomiędzy niezależnymi aplikacjami zintegrowanymi w system otwarty poprzez zastosowania wielokrotnych dostosowanych interfejsów użytkownika (obszary robocze użytkownika) w środowisku sieci wewnętrznej.

Projekt BRIDGES doprowadził do pierwszej wersji GTF. Prace były kontynuowane i uściślane w sieci tematycznej: SPOTLIGHTS (<http://www.mcrit.com/spotlights/>), w ramach 5 programu ramowego Unii Europejskiej, gdzie przeprowadzono dalsze badania, przeglądy i analizę opinii użytkowników. Obejmowały one koordynację z Transport Object Platform, opracowującą obiektowo-zorientowaną platformę danych dla transportu. Zostały także wykorzystane doświadczenia systemów informacji geograficznej (GIS), w tym finansowanego przez USA konsorcjum UNETRANS, odnośnie modeli infrastruktury transportowej.

Ponieważ sieć tematyczna SPOTLIGHTS jest finansowana przez Unię Europejską, dąży się do tego, aby GTF stał się standardem używanym do wymiany danych dla modeli transportowych. Umożliwi to utworzenie solidnej platformy do wykorzystywania wcześniejszych prac i modeli przy tworzeniu nowych, jak również jako narzędzie do porównywania modeli dla tych samych obszarów geograficznych. Powyższe oba cele będą bardzo użyteczne dla badań naukowych i dla praktyki w dziedzinie modelowania transportu.

Bardzo ważnym elementem opracowania informatycznych baz danych jest dostęp do informacji i łatwość znajdowania potrzebnych danych. Dla efektywnego rozpowszechniania informacji o potokach ruchu kołowego i towarów oraz ogólnej infrastruktury w ramach projektu MESUDEMO skonstruowano narzędzie do prezentacji nowych pojęć i metodologii do tworzenia ETIS (Europejskiego Systemu Informacji o Transporcie). Jest to środowisko umożliwiające korzystanie z sieci WWW z trójpoziomą architekturą typu klient / serwer i zaawansowanymi możliwościami obsługi informacji geograficznej poprzez WWW. Hypertekst osadzony w sieci WWW (dokumenty html) będą używane do prezentacji, tak że użytkownicy (tj. docelowi odbiorcy rozpowszechniania i demonstracji) będą mogli skoncentrować się na interesujących ich zagadnieniach (MESUDEMO 2000).



Rysunek 5: Ogólna architektura ETIS z pokazaniem różnych podsystemów na poziomie projektu koncepcyjnego (MESUDEMO 2000).

Koncepcje baz danych dla ruchu drogowego

Istnieją również gotowe koncepcje baz danych dla ruchu drogowego. Jedną z takich baz została zbudowana w ramach projektu SCENES w celu utworzenia wspólnej platformy dla danych regionalnych. Internetowa baza danych SCENES stanowi duży zestaw danych regionalnych dla prawie wszystkich krajów europejskich i zawiera informacje o wskaźnikach społeczno-ekonomicznych, technologicznych, transportowych i turystycznych na poziomie regionalnym. Niestety, dostęp do tej bazy danych jest zabezpieczony hasłem. Dostęp do internetowej bazy danych SCENES mają: Komisja Europejska i partnerzy uczestniczący w projekcie. Jeśli tego rodzaju bazy danych są tworzone, powinny one być otwarte dla wszystkich instytucji badawczych w celu pełnego wykorzystania nowych aplikacji.

2.3 Opracowanie metod modelowania

W projektach Unii Europejskiej modelowanie zazwyczaj dotyczy szerokich obszarów i wspomaga podejmowanie decyzji na poziomie strategicznym oraz planowanie długookresowe. W tym zakresie stosowane są przyszłe scenariusze i inne modele na poziomie makro. Tworzenie modelu składa się z trzech etapów: określenie czynników wpływających na potrzeby transportowe, generacja i dystrybucja podróży, określenie wyboru środków transportu i wyznaczenie ruchu. Zwykle procedura taka jest przeprowadzana osobno dla modelowania ruchu pasażerskiego i towarowego.

Nowe modele o szerokim zakresie zastosowania są również oparte na powyższych etapach planowania. W europejskim modelu potrzeb transportowych pasażerskich i towarowych opracowanym w ramach projektu SCENES, model ogólny zawiera dwa główne „moduły” połączone interfejsem, znane pod nazwami „model gospodarowania terenami” i „model transportu”. Te dwa moduły zawierają – po pierwsze – generację i dystrybucję podróży, zaś – po drugie – wybór środków transportu i wyznaczenie ruchu. Każdy ze składników i cały system pracują w sposób iteracyjny. Pod tym względem model ma więc dość tradycyjną strukturę. Jedyne sprzężenie zwrotne między modelami gospodarowania terenami i transportu polega na tym, że koszty i czas transportu (przetransformowane na koszty pośrednie – ang. disutilities) wprowadzane są do modelu dystrybucji, wpływając tym samym na wybór punktu docelowego i długość podróży. Nie ma to jednak wpływu na generację lub ograniczenie liczby podróży (SCENES 1999).

Przykład 1: Model SCENES ruchu towarowego

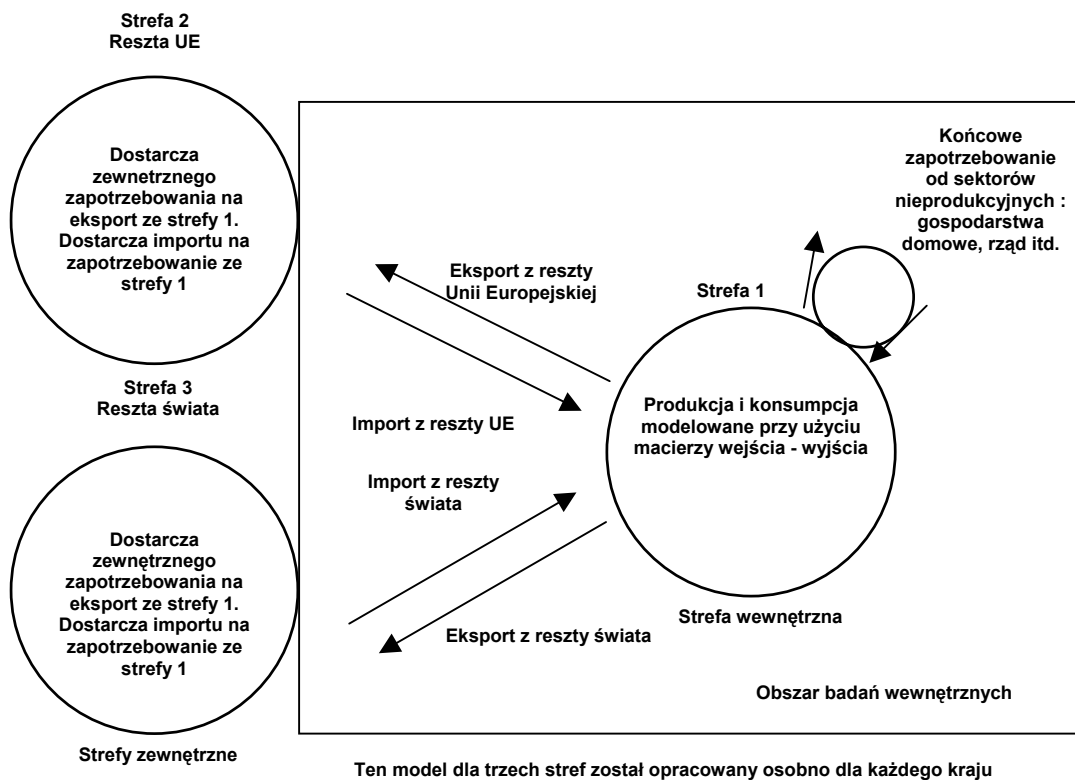
Model ruchu towarowego SCENES oparty jest na analogicznym modelu z projektu STREAMS. Praca została podzielona na dwie główne części: (1) opracowanie regionalnego modelu



Rysunek 6: Potok samochodów ciężarowych

ekonomicznego (REM) i (2) udoskonalenie modelu transportu towarowego (wybór środka transportu i wyznaczenie ruchu). W modelu REM wykorzystano kombinację struktur wejścia / wyjścia (I/O) Leontiefa w połączeniu z procedurą alokacji przestrzennej i macierzą kosztów pośrednich transportu w celu utworzenia macierzy handlu wyrażonego wartościami. Inne procedury przetwarzają te wartości na rozmiary ruchu (według rodzaju towarów oraz pary pochodzenie-przeznaczenie) w celu

utworzenia macierzy pochodzenia / przeznaczenia w tonach na potok transportu.
Przykład modelu regionalnego REM dla trzech stref przedstawiono na rys. 7.



Rysunek 7: Schematyczne przedstawienie prostego modelu REM dla trzech stref (SCENES 2000).

Wybór środka transportu przeprowadzono używając tzw. multinominalnego, zagnieżdżonego modelu logit (ang. multinominal nested logit model). Model ten ma trzy różne poziomy wyboru:

- pierwszy wybór – pomiędzy drogowymi i innymi środkami transportu (flota handlowa i rurociąg lub flota handlowa i transport powietrzny - dla potoków jednostkowych);
- drugi wybór – pomiędzy drogowymi środkami transportu (kolej, barka lub ciężarówka);
- trzeci wybór na poziomie najniższym – pomiędzy ciężkimi (HGV) i lekkimi (LGV) samochodami ciężarowymi.

Przykład 2: Model STEMM ruchu pasażerskiego i towarowego

Stosowane metody modelowania są na ogół aplikacjami tradycyjnych metod potrzeb transportowych, wyboru drogi, wyboru środków transportu i wyznaczenia ruchu. Jednakże modele na skalę europejską muszą uwzględniać środowisko wielu krajów o różnych aspektach ekonomicznych, politycznych i socjologicznych, co ma wpływ na wszystkie czynniki istotne przy tworzeniu modelu ruchu pasażerskiego lub towarowego. Rozwiązanie tych problemów osiągnięto w projekcie STEMM, który stanowi złożony (dla wielu krajów), model transportu pasażerskiego z innowacyjnym przedstawieniem nieliniowego wyboru środka transportu, zintegrowanych sieci multimodalnych oraz metod oceny uwzględniających odchylenie i korelację w dokładności oceny.

W projekcie STEMM opracowanie modelu transportu pasażerskiego dotyczyło pięciu głównych problemów związanych z modelem dla wielu państw, opisującym multimodalny transport pasażerski (STEMM 1999):

1. Opracowanie reprezentacji sieci multimodalnych;

2. Przegląd istniejących postaci modeli, wybór modelu z

- asymetrią odpowiedzi wyboru modalnego;
- wykorzystanie heteroscedastyczności w uogólnionej postaci modeli generacji - dystrybucji;

3. Wzbogacenie wybranych postaci modeli poprzez:

- dodanie ograniczenia do formy odpowiedzi wyboru asymetrycznego;
- dodanie autokorelacji przestrzennej do (2);

4. Implementacja koniecznych algorytmów;

5. Ocena modeli w zastosowaniu dla wielu krajów i zbadanie znaczenia zastosowanych ulepszeń.



Rysunek 8: Łańcuch intermodalny 1

Prace w ramach projektu obejmowały testowanie każdego elementu modelu (wybór modalny i generacja-dystrybucja) na nowych bazach danych dla Niemiec, Francji i innych krajów w celu oceny odporności na błędy specyfikacji ogólnych. Następnie opracowano model dla wielu krajów, przeznaczony dla trzech celów podróży: służbowych, prywatnych i wakacyjnych. Otrzymał on nazwę MAP-1 (STEMM 1999).

Ogólna koncepcja multimodalnego modelowania transportu towarowego w projekcie STEMM opracowana została przy uwzględnieniu charakterystyk przepływu towarów, poziomów dekompozycji oraz rozszerzenia algorytmów wyboru środka transportu / drogi, wykorzystujących podobieństwo między możliwymi opcjami. Zakłada się, że ruch towarowy z macierzy OD stawia nas przed szerokim wyborem kombinacji: środek transportu / droga. Dla każdej możliwości środek transportu / droga obliczany jest koszt uogólniony przez określenie kosztu finansowego i dodanie obciążeń związanych z jakością usług. Spośród wszystkich możliwości wyboru dalej rozpatrywane są tylko te, których koszt uogólniony różni się do najniższego otrzymanego w trakcie generacji co najwyżej o określony procent. Jeśli dwie lub

więcej możliwości mają ten sam koszt uogólniony, wówczas ruch kołowy zostanie równo na nie rozdzielony. Jeżeli istnieje jedna lub więcej możliwości o koszcie uogólnionym wyższym od najniższego, wówczas stosuje się do nich funkcje kary zależne od ich podobieństwa.

Tak zwany model MDST został opracowany zgodnie z wymaganiami dla badań korytarzy transportowych (przez Kanał La Manche i transalpejskiego). Choć różnią się one znacznie, podstawową ich wspólną cechą jest to, że występuje w nich fizyczna bariera w postaci granicy międzypaństwowej. Dlatego też w obu przypadkach model powinien prognozować rozmiary ruchu kołowego dla ograniczonego zbioru połączeń międzynarodowych, w których zmiana środka transportu jest istotna lub przynajmniej możliwa. Główne różnice pomiędzy tymi dwiema aplikacjami polegają na źródłach danych, układzie sieci i strefy, szczegółach możliwości wyboru środka transportu oraz zakresie, do jakiego władze sektora publicznego mogą bezpośrednio regulować infrastrukturę transportową (STEMM 1999).

W przypadku krajów nordyckich modele transportu towarowego realizowano przy użyciu narzędzia modelowania STAN. Struktura atrybutów jest określona przez STEMM Ideal Model Shell, podczas gdy wybór środka transportu i drogi jest przeprowadzany przy wykorzystaniu algorytmu STAN, alokującego przepływy przez sieci multimodalne. Pakiet STAN wybrano jako narzędzie podstawowe, ponieważ był on już od wielu lat używany w krajach nordyckich. Części składowe modelu STAN to: sieć, potrzeby transportowe, funkcje kosztu i wyznaczenie ruchu.

W przypadku korytarza Scan Link sieć zawierała podsieci dla dziewięciu środków transportu: drogowy, kolej, szybka kolej, prom dla samochodów ciężarowych, prom dla samochodów osobowych i ciężarowych, prom kolejowy, statek masowy, statek z pionowym systemem przeładunku (lo-lo) i transport wodny śródlądowy. Dla przypadku korytarza Nordic/North Sea w modelu sieci było reprezentowanych osiem środków transportu: drogowy (samochody ciężarowe), prom dla samochodów ciężarowych (ro-ro), prom dla samochodów osobowych i ciężarowych (ro-ro), kolej, prom kolejowy, prom z załadunkiem pionowym lo-lo (od portu do portu), ogólny transport morski (lo-lo) i transport wodny śródlądowy. Każdy środek został zdefiniowany przy użyciu osobnej sieci, składającej się z połączeń modalnych pomiędzy węzłami. Dopuszczalny jest transfer intermodalny w wyróżnionych węzłach transferu (np. porty, stacje kolejowe).

Inne dostępne modele i dalsze informacje

W projekcie STREAMS dodatkowo opracowano i zweryfikowano model dla wszystkich podróży wewnątrz krajów Unii Europejskiej i poprzez ich granice (wszystkie rodzaje środków transportu, transport pasażerski i towarowy, w tym krótkie podróże i ruch pieszy). Model ten ma dwa główne moduły – pierwszy określa potrzeby transportowe, drugi zaś – przypisuje to zapotrzebowanie do sieci transportowej. Model wykorzystuje dekompozycję, polegającą na podziale UE na około 200 stref i na tysiące połączeń, przedstawiających fizyczne połączenia i terminale (jak drogi i porty lotnicze). Nadaje się on więc do prognozowania statystyki transportu zbiorczego dla UE jako całości.

Mikrosymulacja może stanowić narzędzie bardziej efektywne od tradycyjnego modelu transportu przy wykorzystaniu do oceny efektywności Inteligentnych Systemów transportu (ITS), które często wymagają zamodelowania interakcji między pojedynczymi pojazdami i nowymi systemami. Symulację taką można wykorzystać do opracowania nowych systemów ITS, optymalizacji ich efektywności oraz do przeszkolenia operatorów i użytkowników, poprzedzającego rzeczywistą eksploatację systemów w przyszłości.

Projekt SMARTEST był ukierunkowany na modelowanie i symulację na poziomie mikro problemów dynamicznego zarządzania ruchem drogowym, spowodowanych przez różne incydenty, przeciążenie ruchu, wypadki i prace drogowe. Obszary zastosowania projektu to zarządzanie incydentami, sterowanie skrzyżowaniami, sterowanie ruchem na autostradach, dynamiczne kierowanie trasami oraz informacja o regionalnym ruchu drogowym (SMARTEST 2000).

Poszczególne cele projektu SMARTEST były następujące:

- Przegląd istniejących modeli mikrosymulacyjnych w celu identyfikacji ich braków. Prace te oparte były na raporcie APAS (p. *rozdział 5, Literatura: APAS*) i innych przeglądach, jak raport PROGEN z projektu PROMETHEUS (p. *rozdział 5, Literatura: Henry J.J.*). Raport przedstawiający przegląd aktualnego stanu wiedzy w tej dziedzinie jest w przygotowaniu.
- Zbadanie, w jaki sposób istniejące modele mogą być najlepiej udoskonalone tak, aby usunąć ich braki, posuwając tym samym naprzód stan wiedzy. Głównym celem tych udoskonaleń winno być zapewnienie przenośności w Europie oraz oparcie na solidnej analizie statystycznej.
- Włączenie wyników badań do podręcznika najlepszej praktyki zastosowań mikrosymulacji w modelowanie transportu drogowego oraz rozpowszechnienie wyników szeroko w całej Europie.

Projekt SMARTEST dostarczył zarządzającym sieciami drogowymi udoskonalonego zestawu narzędzi i procedur do oceny wpływu schematów transportu drogowego i interwencji. (SMARTEST 2000.).

W projekcie SMARTEST zidentyfikowano 58 modeli mikrosymulacyjnych, z których przeanalizowano 32. Większość modeli nadaje się do adaptacji dzięki temu, że ich główne parametry mogą być definiowane przez użytkownika. Ich integracja z innymi modelami i innymi bazami danych nie wydaje się łatwa. Jedna trzecia modeli została zatwierdzona przez władze lokalne lub krajowe instytucje transportowe. W odniesieniu do hardware'u nie jest wymagana specjalistyczna architektura czy system, z wyjątkiem modeli równoległych. Typowe czasy wykonania są od 1 do 5 razy krótsze od czasu rzeczywistego.

Weryfikacja i kalibracja zostały przeprowadzone przez wielu projektantów systemów, a większość modeli została częściowo poddana kontroli poprawności i kalibracji. Zidentyfikowane ograniczenia na ogół biorą się z niedoskonałego modelowania zachowań ludzkich i z ogromnych trudności modelowania sieci tak, aby jak najlepiej opisywała rzeczywistość.

Jeżeli chodzi o techniczną stronę rozwiązań, większość modeli stosuje metodę „przedziałów czasowych” (w której obliczenia przeprowadzane są na każdym kroku czasowym) oraz modelowanie i projektowanie zorientowane obiektowo. Trzy modele wykorzystują metodę sterowaną zdarzeniami, a cztery inne – podejście równoległe (SMARTEST 2000).

Szczegółowe opisy techniczne modeli SCENES, STREAMS i STEMM są dostępne w opublikowanych materiałach i raportach. Projekt SCENES ma szczególnie dużo obszernych materiałów wyjaśniających budowę i podstawy teoretyczne modelu. Raport jest dostępny u uczestników projektu i na stronach internetowych (p. *rozdział 5 - Literatura*).

2.4 Ocena i weryfikacja modelu

Wystarczające środki modelowania do analizy zarządzania potrzebami transportowymi są ogólnie dostępne (w formie systemów modelowania potrzeb transportowych z dekompozycją i dynamicznego wyznaczania sieci). Jednak na podstawie pewnych badań terenowych wydaje się oczywiste, że więcej testów weryfikacyjnych przyczyni się do lepszej oceny dokładności takich modeli.

W ramach procesu weryfikacji pożyteczne byłoby przeprowadzenie wszechstronnej analizy wrażliwości w celu identyfikacji najważniejszych aspektów i głównych parametrów modeli. Stan rozwoju tych narzędzi jest jednak taki, że nie są one jeszcze łatwo dostępne do szerszego rozpowszechnienia, czy też do szybkiej analizy w celu wypracowania kierunków polityki. W swoim stanie obecnym wymagają one długiego okresu gromadzenia danych i kalibracji, a także znacznej interwencji użytkownika oraz zbyt dużo ręcznego przenoszenia danych z jednego submodelu do drugiego. Dlatego zastosowanie ich w nowej dziedzinie badań wymagałoby znacznych inwestycji czasu, pieniędzy oraz zaangażowania osób o wysokich umiejętnościach, przeszkolonych i doświadczonych w modelowaniu potrzeb transportowych i sieci.

Większość modeli podlega weryfikacji w warunkach zależnych od lokalizacji badań. Jednakże nie zawsze badana jest przenośność tych modeli, która stanowi jeden z najważniejszych problemów modelowania transportu.

2.5 Wyniki modelowania

Niewiele spośród projektów UE dotyczących badań modelowych umożliwia skonstruowanie przyszłych scenariuszy i prognoz potrzeb transportowych oraz alokacji sieci w celu dostarczenia informacji o przyszłych wymaganiach i ograniczeniach osobom podejmującym decyzje, planującym zarządzanie ruchem kołowym i infrastrukturą. Mają one też na celu ukierunkowanie trendów w ruchu drogowym i transporcie tak, aby otrzymać rozwiązania bardziej oszczędne, przyjazne dla środowiska i społecznie sprawiedliwe. Modelowanie pomaga podejmującym decyzje w następujących zadaniach.

- Tworzenie scenariuszy dla miast, opartych na modelowaniu i prognozach czynników zewnętrznych i politycznych, mających wpływ na potrzebę mobilności komunikacyjnej i sprzężeniu ich z modelami transportu, których wyniki są wprowadzane do modeli emisji / dyspersji.
- Testowanie gospodarki terenami i polityki transportowej przy użyciu zintegrowanego intermodalnego modelu gospodarki terenami i transportu z funkcjami usługowymi.
- Wykorzystanie wiarygodnych zewnętrznych prognoz odnośnie gospodarowania terenami i wprowadzenie ich do rozszerzonych modeli transportowych oraz środowiskowych modeli dyspersji / energii – w celu prognozowania zużycia energii i emisji zanieczyszczeń przy różnych założeniach co do decyzji lokalnych dotyczących rozwoju miasta.

Na podstawie wyników modeli ruchu kołowego dla różnych miast europejskich sformułowano pewne zalecenia dla decydentów politycznych (FATIMA 1999a). Na przykład, strategie dla ruchu drogowego winny być oparte na pełnym połączeniu środków w celu wykorzystania synergii pomiędzy środkami skutecznymi. Za środki efektywne ekonomicznie można uznać niskokosztowe polepszenia przepustowości dróg, ulepszenia w transporcie publicznym (podniesienie poziom usług lub obniżki opłat) oraz wzrost kosztów użytkowania samochodów osobowych.

Z punktu widzenia zarządzania transportem zmniejszenie przepustowości w celu zniechęcenia do użytkowania samochodów osobowych nie wydaje się ekonomicznie efektywne. Skala wzrostu użytkowania samochodów osobowych zależy będzie częściowo od aktualnego poziomu zatłoczenia dróg; wzrost opłat za użytkowanie dróg i wzrost opłat za parkowanie są zamienne – wymaga to jednak bardziej szczegółowej analizy. Ponadto, na skalę zmian w poziomie usług i opłatach w komunikacji miejskiej ma wpływ aktualny poziom dotacji; zaś w niektórych przypadkach - obniżenie poziomu usług lub wzrost opłat mogą mieć podstawy ekonomiczne.

Dla większości modelowanych miast można opracować strategie ekonomicznie efektywne, które są możliwe do realizacji pod względem finansowym, pod warunkiem że dochody będą mogły być wykorzystane do finansowania innych elementów strategii. Dążenie do samofinansowania może uzasadniać inwestowanie w infrastrukturę komunikacji miejskiej, dalszą poprawę usług transportowych i / lub obniżkę opłat.

Ważnym warunkiem wykorzystania strategii długookresowych jest, aby instytucja odpowiedzialna za planowanie komunikacji miejskiej miała pełną kontrolę nad wykorzystaniem środków transportu, i to zarówno prywatnego jak publicznego. Strategie takie jednak będą wymagać znacznego poziomu inwestycji i, uwzględniając aktualne postawy odnośnie ograniczania wydatków publicznych, niezręczne politycznie byłoby dla sektora publicznego zgłaszanie zapotrzebowania na takie finansowanie. Dlatego też finansowanie prywatne może odegrać potencjalnie pozytywną rolę w przezwyciężeniu tych trudności. Należy jednak uwzględnić to, że sektor prywatny będzie oczekiwał zarobku na takiej inwestycji. W miastach, w których optymalna polityka transportowa jest finansowana przez podróżnych, sektor prywatny może od nich uzyskać zwrot zainwestowanych sum. W miastach, w których nie jest możliwe, aby podróżni ponosili koszty optymalnej polityki, konieczne jest, aby sektor prywatny został spleciony z funduszy publicznych (pochodzących z podatków). Ważne jest, aby finansowanie prywatne nie powodowało zastąpienia polityki optymalnej suboptymalną.

Bardziej ogólną charakterystykę miast o różnej wielkości można znaleźć w badaniach poświęconych analizie danych (SESAME 1999). Małe miasta mają większy udział samochodów osobowych, podczas gdy duże wykazują większą tendencję do redukcji ich udziału. Hipoteza ta jest słuszna tylko do pewnego stopnia. Udział samochodów osobowych rzeczywiście maleje dla miast o ponad 750 000 mieszkańców. Dla miast o liczbie mieszkańców poniżej 750 000 istnieje tendencja do pozytywnej zależności między wielkością miasta a udziałem samochodów osobowych. Zachodzi również dodatnia korelacja między zagęszczeniem lokalnym obszaru miejskiego a udziałem środków różnych od samochodów osobowych. Wyższa koncentracja mieszkańców i miejsc pracy pozytywnie wpływa na komunikację miejską, zwiększając mobilność mieszkańców.

Analiza danych może być również wykorzystana do badania tradycyjnych uprzedzeń odnośnie ruchu drogowego. Jedną z powszechnych hipotez twierdzi, że transport publiczny i niezmotoryzowane środki transportu są konkurentami na rynku transportowym, podczas gdy samochód osobowy nie napotyka praktycznie konkurencji ze strony transportu publicznego lub niezmotoryzowanych środków transportu. Wyniki otrzymane w kilku miastach europejskich zaprzeczają tej hipotezie. Można wnioskować, że w obszarach zurbanizowanych samochód osobowy spotyka się z konkurencją ze strony środków niezmotoryzowanych, zwłaszcza w mieście centralnym lokalnego obszaru miejskiego występują pewne oznaki konkurencji dla samochodu osobowego ze strony komunikacji miejskiej. Nie stwierdzono natomiast wyraźnej konkurencji między niezmotoryzowanymi środkami transportu a komunikacją miejską.

Fakt posiadania samochodu osobowego przez gospodarstwa domowe jest silnie dodatnio skorelowany z udziałem środków transportu. Im ludzie mają większy dostęp do samochodu osobowego, tym większy jest jego udział w przejazdach i przebytych kilometrach. Jak to zazwyczaj stwierdza się w literaturze, posiadanie samochodu pozostaje jedną z najważniejszych zmiennych wpływających na jego udział. Odnośnie wyboru środka transportu i czasu zużytego na podróż powszechna hipoteza w literaturze stwierdza, że czas zużyty dziennie na przejazdy

jest stały i że zmiany wyboru środka transportu dadzą w rezultacie zmianę przebytej odległości, a nie zmianę całkowitego czasu zużytego na przejazdy. Hipotezy te nie zawsze są potwierdzone przez dane. Całkowity czas zużyty na przejazdy dziennie zmienia się od 50 do 90 minut, a zróżnicowanie to zależy silnie od indywidualnego rozbitcia modalnego w danym mieście.

Istnieją również wyniki potwierdzające tradycyjne opinie na temat zachowania się potrzeb transportowych. Dobrze potwierdzona jest zależność między komunikacją miejską a zagęszczeniem. Im wyższe jest zagęszczenie, tym większy jest udział tej komunikacji, mierzony liczbą pojazdów – kilometrów. Dalsza analiza wykazuje, że zwiększenie to jest wynikiem większej częstości kursowania, a nie większej długości linii (SESAME 1999).

2.6 Najważniejsze obszary zastosowań i beneficjenci modelowania

Przedsiębiorstwa

Duże przedsiębiorstwa i instytucje rządowe muszą planować swoje przyszłe zapotrzebowanie na transport towarowy (i pasażerski). Zadanie to jest często przekazywane zewnętrznym specjalistom, zwłaszcza gdy przedsiębiorstwa prywatne starają się podnieść swoją efektywność kosztów.

Ten fakt jest podstawą rozwoju międzynarodowych kompanii logistycznych, świadczących pełne usługi firmom-klientom. Najwięksi dostawcy usług logistycznych będą coraz bardziej



zainteresowani prognozami przyszłego zapotrzebowania, co pomoże im planować tabor i inne przyszłe inwestycje. Przyszłe scenariusze są użytecznymi narzędziami dla dostawców usług logistycznych w staraniach o dostosowanie swoich finansów i usług do różnych scenariuszy rozwoju gospodarczego. Oprócz decyzji w sprawie wielkości taboru, również pewne problemy związane z wyborem tras mogą być rozwiązane drogą symulacji i modelowania.

Rysunek 9: Gromadzenie danych o transporcie towarowym

Instytucje rządowe

Instytucje rządowe zajmujące się sprawami transportu pasażerskiego stają przed podobnymi problemami jak prywatni dostawcy usług logistycznych: jakimi środkami i przy jakiej ich liczbie można będzie efektywnie zaspokoić przyszłe zapotrzebowanie na transport pasażerski. Modelowanie daje możliwość znalezienia najlepszych rozwiązań dla przyszłych działań, albo



też przynajmniej dzięki niemu władze są w stanie wybrać najbardziej odpowiednie rozwiązanie z aktualnie dostępnych.

Modelowanie ruchu drogowego związane jest również z procedurami zarządzania ruchem. Efektywność różnych możliwości kierowania można ocenić drogą modelowania, zaś samo modelowanie stanowi część wielu systemów kierowania. Krótkookresowe prognozy są istotne w wielu zastosowaniach kierowania ruchem drogowym.

Rysunek 10: Oplata drogowa

Instytucje badawcze

Modelowanie ruchu drogowego jest ważnym narzędziem dla badaczy. Testowanie innowacji w terenie wymaga zwykle dużej i kosztownej infrastruktury, której nie można zbudować wyłącznie dla samego testowania. Najprawdopodobniej nowe rozwiązania w dziedzinie transportu będą częściej się pojawiać, jeżeli naukowcy będą mieli możliwość przetestowania swoich pomysłów i wykazania zalet nowych systemów kierowania i zarządzania. Modelowanie ruchu drogowego jest jedynym ekonomicznym i względnie wiarygodnym sposobem oceny z góry przyszłych efektów nowych rozwiązań.

Decydenci

Urzednicy samorządowi i politycy często podejmują decyzje w sprawie inwestycji w ruchu drogowym. Dlatego decyzje takie podejmowane są nierzadko przez osoby nie będące specjalistami w atmosferze wysoce politycznej. Modelowanie i symulacja ruchu drogowego dają możliwość pokazania i uzasadnienia politykom kosztownych zazwyczaj inwestycji lub niewygodnych pod innymi względami ograniczeń w taki sposób, że będą oni mogli zrozumieć znaczenie i efekty przedstawianych działań. Zrozumiały sposób zobaczenia i analizy efektów pewnych alternatywnych możliwości w zakresie zarządzania i kierowania ruchem drogowym w różnych przyszłych scenariuszach i otoczeniach pomaga decydentom w podjęciu decyzji.



Rysunek 11: Oznakowanie parkingów

Użytkownicy ruchu

Modelowanie ruchu drogowego wspomaga rozwój usług informacyjnych o ruchu i przyspiesza wprowadzenie usprawnień w środowisku ruchu drogowego. W ten sposób użytkownicy są docelowym odbiorcą korzystającym z modelowania ruchu, lub bardziej precyzyjnie, z usług planowanych i / lub realizowanych przy pomocy modeli ruchu drogowego.

2.7 Różnice między modelami w różnych krajach – adaptacje lokalne

Modele opracowywane w różnych krajach mają wiele wspólnego – często wykorzystują one zdekomponowane zagnieżdżone struktury logit oraz wymagają podobnych danych. Ich rozwój był stymulowany poprzez wymianę myśli, wiedzy, wyników i oprogramowania wśród pewnej grupy ekspertów modelowania, konsultantów i użytkowników, którzy spotykali się regularnie tworząc forum dyskusyjne.

Modele takie, jak Holenderski Krajowy System Modelowania (NMS), szwedzki SAMPERS i włoski System Wspomagania Decyzji Taktycznych i Strategicznych (DSS) oparte są na maksymalizacji indywidualnej użyteczności wyrażającej się w postaci multinominalnych, zagnieżdżonych modeli logit. Przy zastosowaniu do prognozowania stosuje się wyliczanie próbek prototypowych razem z metodą „punktu głównego” dla potoków kierowców i pociągów, tzn. system modelowania jest używany tylko obliczania zmian, które są stosowane w „zaobserwowanych” dla roku bazowego macierzach O/D.

Niektóre modele, jak duński PETRA, stanowią próbę realizacji modelu „opartego na działaniach”. Zamiast modelowania podróży przy pomocy osobnych przejazdów czy nawet odcinków, całkowita podróż osoby w ciągu dnia przedstawiana jest postaci tzw. łańcucha.

Najnowsze podejście do prognozowania ruchu drogowego w Wielkiej Brytanii całkowicie różni się od wszystkich wyżej wymienionych metod. Zamiast ogólnego systemu modelowania, w którym tworzone są macierze podróży według środków transportu, przypisywane następnie szczegółowym sieciom, położono nacisk na całkowitą liczbę pojazdów-kilometrów i na jej zależność od kilku najważniejszych wyznaczników takich, jak GDP, cena paliwa, czynniki demograficzne.

2.8 Wnioski

W podsumowaniu należy stwierdzić, że chociaż różnorodne modele są szeroko tworzone i stosowane, nadal jednak pewne istotne problemy pozostają poza badaniami. Często zaniedbuje się znaczenie przenośności i rejestrowania danych, co czyni przyszłe badania trudniejszymi do przeprowadzenia, a badania bieżące - trudniejszymi do powtórzenia; utrudnia to także porównania różnych modeli. Efektywne wykorzystanie baz danych i modeli w Europie oraz uogólnienie sposobów gromadzenia danych wymagają elastycznej struktury systemów i standaryzacji. Rozwiązanie problemów przenośności i kompatybilności winny stanowić: przejrzysta struktura systemów, standaryzacja danych i wyczerpująca dokumentacja. Oprócz standaryzacji technicznej, struktury instytucji badawczych w UE, dostępność informacji o ukończonych pracach badawczych i raportach z nich powinny być znormalizowane lub też, przynajmniej, Unia Europejska powinna opracować dla nich odpowiednie instrukcje.

Ograniczenie się jedynie do projektów finansowanych przez UE nie musi koniecznie dostarczyć wyczerpującego obrazu badań w zakresie ruchu kołowego i transportu w Europie. Alternatywną możliwością mogłoby być podkreślenie znaczenia wiodących wyższych uczelni, które mogą prowadzić wiele interesujących projektów, nie będących projektami UE.

Integracja danych winna być przedmiotem dokładniejszych badań. Możliwości zastosowań wyników badań i bardziej ogólne wnioski teoretyczne powinny znaleźć się w przyszłej ich tematyce. Po udostępnieniu pewnych ogólnych metod modelowania należy umożliwić wykorzystanie w opartych na nich modelach danych z różnorodnych baz.

Ważną dziedziną przyszłych badań nad modelowaniem transportu jest telematyka i cyfrowe bazy danych do wspomagania badań terenowych. Badania nad transportem powinny kłaść większy nacisk na ogólne bazy danych, a zwłaszcza na wykorzystanie tych baz. Niestety, bardzo interesujące i obiecujące informacje teoretyczne opracowane w projekcie SCENES nie są ogólnie dostępne. Na podstawie takich baz danych można by zorganizować ćwiczenia praktyczne z gromadzenia i weryfikacji danych. Wykorzystanie rzeczywistych danych i otrzymanie względnie wiarygodnych wyników w ramach ćwiczeń zwiększa w istotny sposób motywację uczącego się.

3. Przykłady i miejsca badań

Ze względu na charakter zagadnienia „Modelowanie i analiza danych” istnieje tylko kilka ośrodków nim się zajmujących. Praktyczna implementacja przeprowadzana jest zazwyczaj dla modeli ruchu kołowego pewnych obszarów i dotyczy prognozowania potrzeb, zanieczyszczenia powietrza oraz oceny ekonomicznej różnych przyszłych scenariuszy. Jedynymi „realnymi” zastosowaniami są rozwiązania techniczne dla protokołów przesyłania danych i inne zastosowania technologii informatycznych, z których niektóre implementowano w istniejących bazach danych. Nie ma aktualnie miejsc prowadzenia badań, które można by było zwiedzać.

Dlatego przedstawiono tylko kilka case studies jako przykłady wykorzystania modelowania w dziedzinie badań naukowych i planowania.

Ze względu na złożoność metod modelowania, jak również na postęp techniczny w zarządzaniu danymi, nie przedstawiono tu wyczerpująco podstaw teoretycznych i technicznych przykładów. Zamieszczone informacje pochodzą z materiałów wybranych projektów.

3.1 Wybór środka transportu i drogi w łańcuchach intermodalnych

Modelowanie wyboru środka transportu i drogi, ze szczególnym uwzględnieniem przypadku łańcuchów intermodalnych, przeprowadzono w projekcie STEMM. Rozpatrzono oddzielnie modele dla transportu pasażerskiego i towarowego.

Model transportu pasażerskiego zastosowano do regionu transalpejskiego oraz do korytarza transportowego Scan-Link. Na podstawie wyników modelu pasażerskiego STEMM, zbadanego dla przypadku regionu transalpejskiego, wyciągnięto następujące wnioski (STEMM 1999):

1. Poprawa dostępu do lotnisk niekoniecznie prowadzi do oczekiwanego wyniku zwiększenia wykorzystania łańcuchów intermodalnych ze składową transportu lotniczego.
2. Obciążenie transportu drogowego i lotniczego kosztami zależnymi od emisji wywołuje reakcje, które są – w kategoriach zmian rozbicia modalnego – silniejsze niż w scenariuszu ATI.
3. Niezależnie od tego, czy istnieją silne reakcje na środki podjęte w scenariuszu IEC, internalizacja zewnętrznych wpływów ruchu kołowego może nakłonić przemysł do przyspieszenia opracowania pojazdów i samolotów o niskim poziomie emisji spalin.

Wyniki modelowania, w którym poddano badaniu instrumenty polityki dla korytarza transportowego Scan-Link, pokazują, że nowe połączenia Skandynawii z kontynentem przez Danię zwiększają liczbę przejazdów samochodowych. Mogą też ulec znacznemu zwiększeniu przewozy pociągami, a ich przyszły udział może być większy od samochodowych. Wpływy zmieniają się w zależności od kraju, ponieważ podstawowe właściwości systemów transportu różnią się w nich istotnie. W Finlandii transport powietrzny pozostaje najważniejszy dla przejazdów międzynarodowych we wszystkich scenariuszach; w Danii udział transportu kolejowego może zwiększyć swój udział w przewozach międzynarodowych, zaś w Norwegii przewozy intermodalne mają wyraźny potencjał wzrostu (STEMM 1999).

3.2 Modelowanie z uwzględnieniem środowiska

W projekcie **ESTEEM** opracowano zintegrowane modele wzajemnych oddziaływań między gospodarowaniem terenami, transportem i środowiskiem. Zastosowano je do czterech dużych miast europejskich: Rzymu, Lyonu, Londynu i Brukseli.



Rysunek 12: Gromadzenie danych na temat jakości powietrza

Dla Lyonu i Brukseli opracowano procedurę prognozowania ewolucji gospodarowania terenami i globalną, długookresową ocenę stopnia zanieczyszczeń i zużycia energii, wynikającą z przyjęcia różnych kierunków polityki.

W **Royal Borough of Kensington** i w **Chelsea (Londyn)**, modele transportu i pakiety do oceny energii i środowiska rozszerzono o ocenę polityki i schematów transportowych na poziomie lokalnym, udowadniając, że obliczone poziomy emisji zanieczyszczeń dokładnie prognozują poziom aktualny.

W **Rzymie** modele miejskie połączono z modelami transportu, energii, emisji i dyspersji. Otrzymana procedura wymaga: pierwszego wykonania dla scenariusza odniesienia (kontynuacja obecnych trendów i polityki do roku 2010); drugiego wykonania opartego na reorganizacji systemu transportu publicznego, powodującej ograniczenie połączeń w grafach modeli transportu; i trzeciego przebiegu opartego na nowej polityce dla transportu miejskiego i gospodarowania terenami w celu otrzymania alternatywnych danych do modeli transportu, energii, emisji i dyspersji.

Procedury i modele opracowane w projekcie ESTEEM można obecnie stosować do wspomagania najważniejszych odpowiedzialnych podmiotów w opracowaniu wiarygodnych ocen wpływu działalności transportowej na energię i środowisko oraz w identyfikacji optymalnych kierunków polityki (ESTEEM 1998).

W projekcie ESTEEM przebadano kilka różnych podejść praktycznych. Dla ich oceny i podjęcia decyzji, która kombinacja może być wykorzystana z korzyścią w innych miastach, opracowano zestaw wskazówek. Wskazówki te (i podobne listy zaleceń dla osób podejmujących decyzje z innych projektów) omówiono w rozdziale 2.5 - *Wyniki modelowania*.

4. Zalecenia

4.1 Wykorzystanie raportów z badań w procenie nauczania

Na ogół poziom technicznej i geograficznej złożoności stanowił istotny, ważny problem przy rozpatrywaniu wykorzystania raportów z badań naukowych do celów nauczania. Raporty projektów nie stanowią gotowego materiału do nauczania. Pod względem jakości i rozkładu akcentów raporty były albo zbyt skomplikowane, albo zbyt szerokie, albo też zbyt ubogie. Nie ma w nich ani żadnych badań podstawowych, ani przeglądu stanu aktualnego wiedzy, zaś większość materiału jest zbyt skomplikowana do zrozumienia przez nie-eksperta, bądź też przedmiot rozważań jest zbyt wąski, aby go wykorzystać w kształceniu w całej Europie. Badania były często prowadzone na potrzeby na władz miejskich i koncentrowały się na podaniu wskazówek do planowania. Ten rodzaj ukierunkowania nie dostarcza zbyt użytecznego materiału dydaktycznego bez poddania go zmianom redakcyjnym.

Obecnie trudno jest znaleźć informacje o projektach UE, zaś sposoby opracowywania raportów z projektów są bardzo zróżnicowane. Zastosowania praktyczne, które stanowią najbardziej interesujące tematy do nauczania inżynierii ruchu drogowego i transportu, nie zostały jasno przedstawione. W niektórych badaniach rozważano ogólne wykorzystanie danych, ale poziom komplikacji miał zbyt techniczny i zbyt szczegółowy charakter dla nie-ekspertów. Dość dużo projektów i ich raporty kładą nacisk na techniczne opracowanie pewnej specyficznej metody, co utrudnia wykorzystanie ich materiału do celów dydaktycznych.

Niektóre z wyników projektów można jednak wykorzystać jako przykłady, lub - po poddaniu raportów pewnym zmianom redakcyjnym - również na szerszą skalę. Szczególnie dobrze udokumentowane są projekty DIRECT, ESTEEM, FATIMA i OPTIMA, zaś ich dokumenty są łatwo dostępne w Internecie. Projekt SCENES posiada duży zestaw dokumentów, chociaż najbardziej interesujące z dydaktycznego punktu widzenia raporty nie są jeszcze dostępne.

Przedstawiona w projekcie **DIRECT** analiza różnych aspektów opracowania, implementacji i działania struktur wymiany danych o transporcie (TDSS) ułatwia taką integrację. Rozważono tam nie tylko aspekty technologiczne, ale również instytucjonalne, prawne, organizacyjne i finansowe. Szczegóły techniczne nie stanowią najbardziej odpowiedniego materiału edukacyjnego, ale aspekty socjologiczne i ekonomiczne oraz ocena efektów systemu TDSS mogą być użyteczne przy opisie zalet wykorzystania technologii informacyjnej w zarządzaniu transportem. Niestety, nie wszystkie materiały projektu są dostępne. Niektóre streszczenia i raporty można znaleźć pod adresem www.infoservice.fr/simulog/direct/direct.html.

Raport końcowy projektu **ESTEEM** zawiera przegląd aktualnego stanu wiedzy w dziedzinie metod modelowania z punktu widzenia wpływu decyzji w zakresie gospodarowania terenami i polityki transportowej na zużycie energii i emisję zanieczyszczeń generowane przez systemy transportu miejskiego. Ponadto, opracowanie modelu oraz case studies w projekcie ESTEEM są dobrze udokumentowane. Zwłaszcza ogólna część teoretyczna raportu końcowego może być poddana przereklamowaniu do zastosowań edukacyjnych. Raport końcowy można załadować ze strony WWW Isis (<http://www.isis-it.com/doc/projects.asp>).

Dokumenty projektu **FATIMA** zawierają opis procesu modelowania prowadzącego do optymalnej polityki społeczno-ekonomicznej w case study dla kilku miast Europy. Przedstawiono również zalecenia dla podejmujących decyzje. Raporty można znaleźć pod adresem internetowym www.its.leeds.ac.uk/projects/fatima/. Podobne zalecenia przedstawiono również w dokumentacji projektu **OPTIMA** (www.its.leeds.ac.uk/projects/optima/). Zalecenia te i uproszczona metoda optymalizacji mogą być wykorzystane w nauczaniu inżynierii ruchu drogowego.

Gdy zostaną opublikowane następujące dokumenty projektu SCENES: D7 „Wyniki modelowe prognozowania transportu i wyniki modelowe dla regionów”, D8 „Case studies opracowywania scenariuszy” i D9 „Scenariusze europejskie: opis procesu i wyniki ilościowe”, będą one prawdopodobnie zawierać odpowiedni materiał do wykorzystania w programach nauczania inżynierii drogowej. W obecnej chwili materiał ładowny zawiera jedynie informacje o charakterze technicznym, dotyczące opracowania bazy danych SCENES, które niekoniecznie odnoszą się do ruchu drogowego i transportu. Dokumenty te można ściągnąć ze strony WWW Uniwersytetu w Karlsruhe (www.iww.uni-karlsruhe.de/SCENES/).

4.2 Ćwiczenia

Na ogół ani projekty, ani ich dokumenty nie dostarczają bezpośrednio materiałów do ćwiczeń. Tworzenie modelu ruchu drogowego jest tak czaso- i pracochłonnym zadaniem, że byłoby ono za trudne jako ćwiczenie dla studenta. Także metody modelowania przedstawione w przeanalizowanych projektach mogłyby stanowić nadto skomplikowane ćwiczenia dla studenta, przynajmniej jeżeli chodzi o ćwiczenia krótkie, z powodu ogromnego zapotrzebowania na dane.

Niektóre z metod mogą być wykorzystane w praktyce na ograniczoną skalę. Proces modelowania (definicja zapotrzebowania, dystrybucja, rozbieżność modalna i wyznaczenie ruchu) można podzielić na części w celu otrzymania bardziej sensownych pakietów edukacyjnych. Wykorzystanie istniejących programów do modelowania mogłoby również dostarczyć studentom pożytecznych umiejętności dla przyszłych potrzeb zawodowych. Zamiast budowania modelu bardziej odpowiednim zadaniem do celów ćwiczeniowych mogłoby być gromadzenie, wykorzystanie i analiza danych dla ruchu drogowego przy użyciu uprzednio wybranego modelu.

5. Literatura

Poniższa lista zawiera raporty końcowe projektów dotyczących Modelowania i analizy danych. Wymienione zostały również inne opracowania uznane za interesujące. Najważniejsze raporty i strony www wyróżnione zostały **łustym drukiem**.

- AIUTO:** AIUTO (1999). *Final Summary Report*, <http://www.cordis.lu/transport/src/aiutorep.htm>. (Last updated 06.12.1999, referred 19.12.2001).
- APAS:** *APAS Roads 2: Assessment of Road Transport Models and System Architectures*, European Commission Directorate General for Transport, April 1995.
- BRIDGES:** BRIDGES (1999). *Final Summary Report*, <ftp://ftp.cordis.lu/pub/transport/docs/bridgesrep.pdf>. (Referred 19.12.2001). 9 p.
- DIRECT:** DIRECT (2000a). **Deliverable 8: Integration of Results and Derivation of Guidelines**, <http://www.infoservice.fr/simulog/direct/direct.html>. (Referred 19.12.2001). 97 p.
- DIRECT (2000b). *Final Summary Report*, <ftp://ftp.cordis.lu/pub/transport/docs/directrep.pdf>. (Referred 19.12.2001). 8 p.
- ESTEEM:** **ESTEEM (1998) Final Report**, <http://www.isis-it.com/doc/progetto.asp?id=3&tipo=urban>, (Referred 19.12.2001). 104 p.
- FATIMA:** **FATIMA (1999a). Final Report - Part 1**, <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/fatima/>, (Referred 19.12.2001). 29 p.
- FATIMA (1999b). Final Report - Part 2**, <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/fatima/>, (Referred 19.12.2001). 90 p.
- FATIMA (2000). Final Summary Report*, <ftp://ftp.cordis.lu/pub/transport/docs/summaries/fatimarep.pdf>. (Referred 19.12.2001). 10 p.
- Henry, J.J.:** *Simulation Work in PROMETHEUS*, In: Towards An Intelligent Transport System. Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems, November 30 - 3 December 1994, Paris, Vol 2., pp 917-24.
- MESUDEMO:** MESUDEMO (2000). *Final Report: Methodology for establishing general databases on transport flows and transport infrastructure networks*, <http://www.telecom.ece.ntua.gr/mesudemo/results.html>. (Referred 19.12.2001). 149 p.
- OPTIMA:** **Detailed Reports of work packages 1-6**, <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/optima>
- OPTIMA (1999). *Final Summary Report, Optimisation of Policies for Transport Integration in Metropolitan Areas*, <http://www.cordis.lu/transport/src/optirep.htm>. (Last updated 23.06.1999, referred 19.12.2001).

- SCENES:** SCENES (1999). Deliverable 1: *CEEC data and method*, <http://www.iww.uni-karlsruhe.de/SCENES/download.html>. (Referred 19.12.2001). 104 p.
- SCENES (2000). Deliverable 4: *SCENES European Transport Forecasting Model and Appended Module: Technical Description*, <http://www.iww.uni-karlsruhe.de/SCENES/download.html>. (Referred 19.12.2001). 116 p.
- (<http://www.iww.uni-karlsruhe.de/SCENES/download.html> includes deliverables 1-7. Deliverables 8 'Case studies on scenario development' and 9 'European scenarios: description of process and quantitative results' were not available 19.12.2001).
- SESAME:** SESAME (1999). Final Summary Report, <http://www.cordis.lu/transport/src/sesamerep.htm>. (Last updated 04.05.1999, referred 19.12.2001).
- SMARTTEST:** SMARTTEST (2000). Final Report, <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/smartest/delivs.html>. (Referred 19.12.2001). 95 p.
- SPOTLIGHT:** SPOTLIGHT (2001). Scientific forum home page, <http://www.mcrit.com/spotlights/>. (Referred 19.12.2001).
- STEMM:** STEMM (1999). Final Summary Report, <http://www.cordis.lu/transport/src/stemmerep.htm>. (Last updated 28.04.1999, referred 19.12.2001).
- STREAMS:** STREAMS (2000). Final Summary Report, <ftp://ftp.cordis.lu/pub/transport/docs/streamsrep.pdf>. (Referred 19.12.2001). 6 p.

6. Słowniczek ważniejszych terminów

Przyszły scenariusz: możliwa kombinacja rozmiarów ruchu drogowego, rozbicia modalnego i przepustowości sieci w uprzednio wybranym momencie w przyszłości, przy przyjęciu pewnych wartości dla stanu początkowego modelu i parametrów wejściowych (jak zastosowane działanie sterowania i pewne wartości dla czynników zewnętrznych, które mogą mieć wpływ na wyniki modelowania).

Podmodel: Model realizujący część całego procesu modelowania. Na przykład model ekonomiczny używany do prognozowania dobrobytu, który ma wpływ na przyszłe potrzeby transportowe.

Modelowanie makroskopowe: Modelowanie wpływu gospodarowania terenami, czynników społeczno-ekonomicznych i innych na potrzeby transportowe w ruchu drogowym, dystrybucję punktów wyjściowych i punktów przeznaczenia, rozbicie modalne oraz przyporządkowanie sieci jako jeden obiekt na (zwykle) średnim poziomie.

Modelowanie mikroskopowe: Modelowanie przemieszczania się pojedynczego pojazdu, wyrażone relacjami zachodzącymi między pojazdem a jego kierowcą, między pojazdami oraz między pojazdem a otoczeniem ruchu.

Rozbicie modalne: Rozkład pokazujący udział każdego środka transportu (samochody osobowe, ciężarówki, autobusy i inne środki transportu publicznego, ruch pieszy itd.) w całkowitych rozmiarach ruchu; jeden z etapów (zazwyczaj ostatni) procesu modelowania.

Przyporządkowanie sieci: Podział rozmiarów ruchu drogowego w istniejącej sieci drogowej według wybranej zasady modelowania; etap procesu modelowania, realizowany po wyznaczeniu rozmiarów i dystrybucji punktów początkowych i docelowych.

Dystrybucja (albo macierz) punktów początkowych i docelowych: macierz określająca liczbę lub udział podróży z każdego zamodelowanego położenia do wszystkich położzeń docelowych; etap procesu modelowania.

Multimodalna: Cecha podróży, w której wykorzystano więcej niż jeden środek transportu.

7. Modelowanie i analiza danych – konsorcja projektów

AIUTO – Models and methodologies for the Assessment of Innovative Urban Transport systems and policies Options

Consortium:	
CSST, Centro Studi sui Sistemi di Trasporto	IT
SINTRA s.r.l	IT
EURO TRANS CONSULTING LIMITED	UK
HAGUE CONSULTING GROUP B.V.	GR
Trias S.A. Consulting	NL

BRIDGES – Building Bridges Between Digital transport Databases, GIS applications and transport models to develop ETIS Software Structure

Consortium:	
DTU, Technical University of Denmark (Copenhagen, Denmark)	DK
MKmetric (Karlsruhe, Germany)	D
ME&P, Marcial Echenique and Partners (Cambridge, U.K.)	UK
NTUA, National Technique University of Athens (Athens, Greece)	GR
SOFRES Conseil (Paris, France)	FR
TRT, Transporti e Territorio (Milano, Italy)	IT
Aristotle University Of Thessaloniki	GR

DIRECT – Data Integration Requirements of European Cities for Transport

Consortium:	
STRATEC (Belgium)	BE
CERTU (France)	FR
Barcelona Technologia SA (Spain)	SP
SIMULOG (France)	FR
TNO Inro (The Netherlands)	NL
University of Southampton (United Kingdom)	UK
Azienda Torinese Municipalità (Italy)	IT

ESTEEM – European Scenarios on Transport-Energy-Environment for Metropolitan Areas

Consortium:	
Stratec	BE
Ove Arup and Partners	UK
CERTU	FR
ISIS (Institute for System Integration Studies)	IT
AGENCE D'URBANISME	FR
Royal Borough of Kensington and Chelsea	UK

FATIMA – Financial Assistance for Transport Integration in Metropolitan Areas

Consortium:	
TUW/IVV	AT
VTT	FI
CSST	IT
TT-ATM	IT
TØI	NO

MESUDEMO – Methodology for Establishing a database on transport Supply, Demand and Modelling in Europe

Consortium:	
AGDER Research Foundation	NO
NEA Transport Research	NL
ISTAT	IT
National Technical University of Athens	GR
Ministerie van Verkeer en Waterstaat	NL

OPTIMA – Optimisation of Policies for Transport Integration in Metropolitan Areas

Consortium:	
University of Leeds	UK
Institute for Transport Studies	UK
Technical University of Vienna	AT
TUW-IVV	AT
The Technical Research Centre of Finland, VTT	FI
Centre for the Study of Transport Systems (CSST)	IT
Azienda Tranvie Municipale - Torino (TT-ATM)	IT
Institute of Transport Economics (TØI)	NO

SCENES – (Project acronym is not derived from project title, which is: Modelling and Methodology for analysing the interrelationship between external developments and European transport)

Consortium:	
ME&P Ltd.	UK
CSST	IT
DLR	DE
ISIS SA	FR
LT Consultants Ltd.	FI
Marcial Echenique y Compañía	SP
NEA	NL
KTI	HU
NOBE (Poland)	PL
TIS (Portugal)	PO
TRT	IT

SESAME – (Project acronym is not derived from project title, which is: Derivation of the relationship between land use, behaviour patterns and travel demand)

Consortium	
Centre D'Etudes sur les Réseaux	FR
Centre D'Etudes Techniques de L'Equipment Mediterranee	FR
Barcelona Tecnologia S.A.	SP
Socialdata Institut für Verkehrs- und Infrastruktur-forschung GmbH	DE
Netherlands Organisation for Applied Scientific Research	NL
Transport Research Laboratory	UK
Peter Zeuglin	SW
Systems Consultant	SW

SMARTTEST – Simulation Modelling Applied to Road Transport European Scheme Tests

Consortium:	
Universitat Politècnica de Catalunya	SP
Mizar Automazione	IT
CERT-ONERA	FR
SODIT	FR
Transek	SE
Softeco Sismat	IT
Högskolan Dalarna	SE

STEMM – Strategic European Multi-Modal Modelling

Consortium	
Baxter Eadie Limited	UK
BETA. ULP (France)	FR
CERTE. UKC	UK
Coherence S.P.R.L (Belgium)	BE
DST.DETR	UK
ECOPLAN	SW
ITS.UL	UK
IWW.UK	DE
MDS Transmodal	UK
Mkmetric	DE
SINTEF Transport Engineering	NO
Technicatome	FR
VTT	FI

STREAMS – Strategic Transport Research for European Member States

Consortium:	
Marcial Echenique and Partners Limited.	UK
Strafica	FI
Universität Dortmund, Institut für Raumplanung	DE
Marcial Echenique y Compañía, S.A.	SP
TRT Trasporti e Territorio Srl	IT