

Modelování dopravních emisí s využitím software EMME/2

Jiří Dufek, Ivo Dostál

Centrum dopravního výzkumu, Lisenska 33a, 63600 Brno, Česká republika

* kontakt na autora: jiri.dufek@cdv.cz

Abstrakt

The software EMME/2 enables the emission modelling as a function of traffic volumes assigned to a model network. This software lay emphasis on multimodal modelling (connection of car and public transport) what enables the evaluation of various measures efficiency (for example new road, parking lot, new transit line, road and parking charging, etc..). The input data are namely number and structure of inhabitants and jobs in individual zones, the network parameters and various mathematical functions influencing the optimal route selection of each trip. The main results of the modelling are: assigned volumes of traffic (number of passing vehicles or persons), travel time for all trips (taking into account delays in intersections and congestions) and emission flow on all links, divided to individual pollutant (NO_x, particulate matters, etc..). The latest results of Brno and Zlín cities will be presented in this paper.

1. Úvod

Modelování emisí jako funkce objemů dopravy přidělených na silniční síť má zásadní význam při hodnocení dopadů různých dopravních staveb a opatření na změny v dopravě a následně na kvalitu ovzduší. Pro hodnocení opatření se uplatňuje jak zatěžování automobilovou dopravou, tak modelování přemísťování cestujících veřejnou dopravou. Moduly pro automobilovou dopravu pomáhají zhodnotit zejména opatření dopravně - inženýrského typu: výstavba komunikací, změna jejich parametrů, uzavírky, zákazy vjezdů, snížení rychlosti, apod. Moduly pro veřejnou a pěší dopravu se uplatňují při hodnocení opatření typu: výstavba linky MHD, trasy metra, rekonstrukce železničních uzlů, aj. Principem zatěžování je přidělení dopravních objemů na trasy s nejkratším cestovním časem. Parametr cestovního času je možno nahradit finančními náklady, což umožňuje hodnotit také ekonomická opatření (např. zpoplatnění vjezdu do městského centra, úpravy sazeb za parkování, apod.). Na emise z dopravy mají vliv i opatření, která usnadňují kombinovanou přepravu (např. Park and Ride) a která se dají rovněž modelovat.

2. Cíle modelování

Základním cílem modelování je předvídat změny v dopravní a emisní zátěži. V oblasti posuzování a řízení kvality ovzduší má modelování následující cíle: připravit vstupní data za příspěvek dopravy pro rozptylovou studii, zjistit vztahy mezi využitím území a dopravou (využití pro územní plánování) a zejména předpovědět budoucí změny v dopravních intenzitách a emisích vlivem konkrétních opatření, jejichž příklady jsou zmíněny v úvodní kapitole.

3. Vstupy a výstupy modelu

3.1 Vstupní data

Program EMME/2 je charakterizován jako rovnovážný model nabídky a poptávky. Poptávku v modelu reprezentuje tzv. matice dopravních vztahů, která udává počet cest uskutečněných mezi jednotlivými zdroji a cíli dopravy, definovanými v modelu s pomocí tzv. centroidů. Tato matice vzniká distribucí počtů cest z jednotlivých centroidů (tzv. produkce zóny) a počtů cest do jednotlivých centroidů (tzv. atraktivita zóny). Centroidy reprezentují sídelní útvary a vjezdy (výjezdy) do (z) území. Pro distribuci cest se nejčastěji používá gravitační model.

Nabídka je v modelu reprezentována modelovou dopravní sítí skládající se z křižovatek, uzlů a úseků komunikací. Křižovatky jsou charakterizovány jednotlivými křižovatkovými pohyby (turns) [1], kde se zadávají zákazy odbočení a časová penalizace, která zohledňuje zdržení vozidla na křižovatkce. Není-li uzel označen jako křižovatka, všechna odbočování jsou povolena a nejsou penalizována, tedy se nepředpokládá žádné zdržení. Vstupní data úseků jsou: délka, volná rychlost, počet pruhů, typ komunikace a předpokládaná kapacita úseku.

Vstupní data se dají rozdělit na 4 kategorie: socioekonomická data: (počty a složení obyvatel, počty prac. příležitostí), data o dopravní síti: (počet pruhů, délka úseku, průměrná rychlost, aj.), matematické funkce s pomocí kterých je zatěžování sítě prováděno (VDF a TPF) [1] a emisní faktory [2].

3.2 Výstupní data

Výstupy modelu (na všech úsecích sítě v modelové oblasti) jsou: přidělený objem dopravy (počty projíždějících vozidel nebo cestujících), cestovní čas pro všechny cesty (zohledňuje zdržení na křižovatkách a v kongescích) a emisní tok zadaného polutantu pro každý úsek modelové sítě.

4. Postup modelování

Modelování probíhá formou scénářů, kterých může být i několik desítek. Základní scénář je vždy současný stav, od kterého se odvíjí modelování dalších scénářů - variant rozvoje území, které obsahují různá opatření. Modelování se provádí v následujících krocích:

4.1 Scénář 1: současný stav

Prvním krokem je rozdělení oblasti na zóny, tj. oblasti kde vzniká a končí doprava (cesty). Je-li modelována městská oblast představují zóny např. sídliště, centrum, nákupní střediska nebo průmyslové oblasti. Při modelování většího regionu jsou zóny představovány jednotlivými městy a obcemi. Druhý krok je vytvoření modelové dopravní sítě a (Z/C uzly, uzly sítě, úseky), a zadání parametrů uvedených v kapitole 3.1. Dále následuje provedení 4 základních kroků modelování dopravy:

1. vznik cest (trip generation)
2. rozdělení cest (trip distribution) = matice dopravních vztahů
3. podíl jednotlivých druhů dopravy (modal split)
4. zatěžování sítě (assignment): zvlášť IAD (vozidla, osoby) a MHD (osoby)

Finálním krokem je výpočet emisí ve speciálním EMME/2 modulu (network calculator).

4.2 Scénář X: výhledový stav

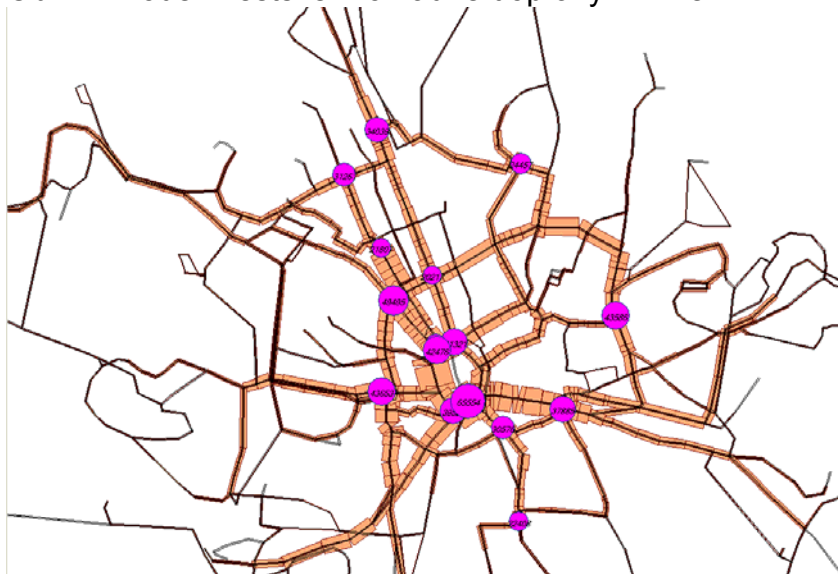
Výhledový scénář zohlední opatření, která jsou pro modelovou oblast uvažována. Modelová dopravní síť se doplní o plánované komunikace a jejich parametry. Jedná-li se o opatření finanční, např. poplatky za vjezd je nutno upravit příslušné funkce tak aby obsahovaly parametr nákladů. V případě hodnocení dopadů zavedení systému Park and Ride, zpoplatnění, apod. je nutno rovněž upravit příslušné matice podle speciální metodiky, tento postup je však dosti složitý.

Dále je provedeno zatěžování výhledové sítě současnou maticí a tím jsou vypočteny výhledové intenzity dopravy a z emisních faktorů jsou kalkulovány emise pro každý úsek výhledové sítě. Provádíme-li prognózu emisní zátěže pro daný rok (např. 2101, 2015), měl by být emisní faktor modifikován (snížen) podle předpokládané skladby vozového parku, vyřazování starších, nejvíce znečišťujících vozidel, atd.

5. Aplikace modelování - město Brno

V návaznosti na výsledky dopravních průzkumů a rozdělení na základní sídelní jednotky bylo na území města definováno celkem 199 centroidů reprezentujících jednotlivé zóny a vjezdy do modelové oblasti. Definovaná silniční síť se skládá z více než 1800 uzlů, 6000 úseků a 113 křižovatek. Souřadnice všech bodů a centroidů jsou zaneseny do modelu v systému S-JTSK. Model je doplněn také o síť MHD, která obsahuje 13 tramvajových, 11 trolejbusových a 33 autobusových linek. Na většině úseků je uvažována také možnost pěší dopravy. Do modelu nejsou zahrnuty příměstské autobusy a železniční doprava. Dělbá přepravní práce mezi MHD a IAD je uvažována v poměru 55 : 45. Vzhledem ke zpomalování tramvají v centru města v důsledku minimální existence preferenčních opatření je do modelu zadáno zdržení s pomocí tzv. funkce t_{tf} (transit time function). [1].

Obr. 1. Model městské hromadné dopravy v Brně



Obrázek 1 představuje kartogram zátěží MHD. Šířka pruhu kartogramu koresponduje s počtem přepravovaných osob. Údaje ve fialových kroužcích jsou

počty nastupujících osob v nejvýznamnějších přestupních uzlech Brna. V současnosti obsahuje model pouze jediný scénář, odrážející stávající stav.

6. Aplikace modelování - město Zlín

Modelování bylo využito pro posouzení změn v dopravě při realizaci 2 plánovaných komunikací - tzv. pravobřežní komunikace [3] a Pršenské příčky [4]. Výsledky jsou zřejmé z obrázku 2, který představuje kartogram výhledové zátěže s barevným odlišením plánovaných komunikací: tzv. pravobřežní komunikace je vyznačena modře, Pršenská příčka fialově.

Obr. 2: modelový scénář výhledového stavu automobilové dopravy ve Zlíně



7. Závěr

Předmětem dalšího modelování oblasti Brna budou vývojové scénáře, které budou odrážet dopady nejvýznamnějších stavebních akcí v brněnské dopravě (odsun hlavního nádraží, dostavba městského okruhu, budování parkovacích domů, apod.). Pozornost bude zejména věnována odsunu brněnského nádraží, kdy bude s pomocí modelu kalkulován vliv stavby na emise, s pomocí kalkulace dopravních objemů a cestovních časů do ze všech zón k nádraží, v různých scénářích (současný stav, varianty odsunutého nádraží s různým napojením linek MHD). V oblasti města Zlín bude model doplněn o část veřejné dopravy.

Literatura

- [1] Emme/2 User's Manual Software Release 9. INRO Consultants Inc. Montreal (Québec) Canada 2003, 1210 s.
- [2] Adamec, V. et al.: Výzkum zátěže životního prostředí z dopravy. Výzkumná zpráva projektu VaV CE 801 210 109. CDV, Brno 2004, 201 s.; (<http://www.cdv.cz>)
- [3] Silnice R69 Otrokovice – Zlín – Zádveřice Studie proveditelnosti a účelnosti, MottMacDonald, 2002.
- [4] Zlín – Prštné – Čepkov komunikační napojení. S-Projekt plus, a.s., 2002.