

VYUŽITIE SIMULÁCIE PRI VÝBERE ALTERNATÍV DOPRAVNEJ OBSLUHY ÚZEMIA MESTSKOU HROMADNOU DOPRAVOU

Gabriel Fedorko¹, Nikoleta Husáková², Michal Weiszer³

Anotace: Článok sa zaoberá možnosťou využitia simulácie pri výbere alternatív dopravnej obsluhy územia mestskou hromadnou dopravou.

Kľúčová slova: Simulácia, modelovanie, mestská hromadná doprava, prestup, čas premiestnenia

Summary: The article deals with the possibility of simulation exploitation by selection of alternatives for transport service of zone by public transport.

Key words: Simulation, modelling, public transport, transfer, travel time

1. ÚVOD

Počítačová simulácia a modelovanie poskytujú široké možnosti uplatnenia pri skúmaní dopravných procesov. Jednou z možností uplatnenia simulácie je porovnávanie rôznych alternatív dopravnej obsluhy určitého územia mestskou hromadnou dopravou. Alternatívy sa môžu líšiť rôznym počtom a smerovaním liniek, kapacitou vozidiel, intervalom spojov a pod. Sledovaním hodnoty účelovej funkcie je možné vybrať následne optimálne riešenie dopravnej obsluhy.

2. SIMULÁCIA DOPRAVNEJ OBSLUHY ÚZEMIA MHD

2.1. Simulačný nástroj

Pre tvorbu simulačného modelu sme použili komerčný program „Extend“ od spoločnosti *Imagine That, Inc.* Program okrem realizovania širokej škály simulácií ponúka aj širokú možnosť vývoja vlastných knižníc a blokov. Pomocou tohto programu môžeme vytvárať dynamické modely skutočných procesov v rôznych oblastiach. Tvorba modelov z vytvorených blokov umožňuje skúmať zložité procesy, vidieť ako spolu navzájom súvisia a nakoniec zmenou ich parametrov nájsť optimálne riešenie. „Extend“ umožňuje jednoduché a rýchle zhotovenie zložitých modelov

¹ Ing. Gabriel Fedorko, PhD., TU Košice, Fakulta BERG, Park Komenského 14, Košice, Tel. +4210556023143, E-mail: gabriel.fedorko@tuke.sk

² Ing. Nikoleta Husáková, TU Košice, Fakulta BERG, Park Komenského 14, Košice, Tel. +4210556023147, E-mail: nikoleta.husakova@tuke.sk

³ Michal Weiszer, TU Košice, Fakulta BERG, Park Komenského 14, Košice

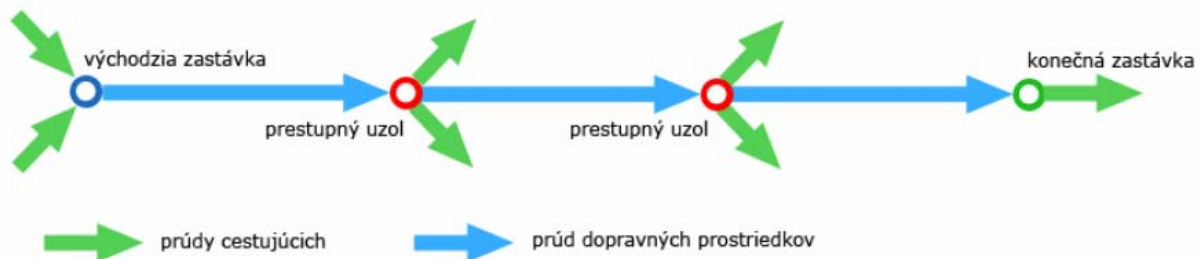
rôznych systémov, procesov a zariadení. V programe je možné vytvárať blokové schémy procesov a zariadení, kde každý blok popisuje časť procesu alebo zariadenia.

Zhotovenie modelov umožňuje existencia knižníc s celým radom hotových blokov, ktoré môže tvorca modelu využiť. Jednotlivé bloky sa navzájom spájajú jednoducho, pomocou prepojovania ich vstupov a výstupov. Takto pospájané bloky sa môžu ďalej zoskupovať kvôli jednoduchosti a prehľadnosti do hierarchických blokov. Výhodou tohto nástroja je potreba minimálnych znalostí programovania.

2.2. Simulačný model

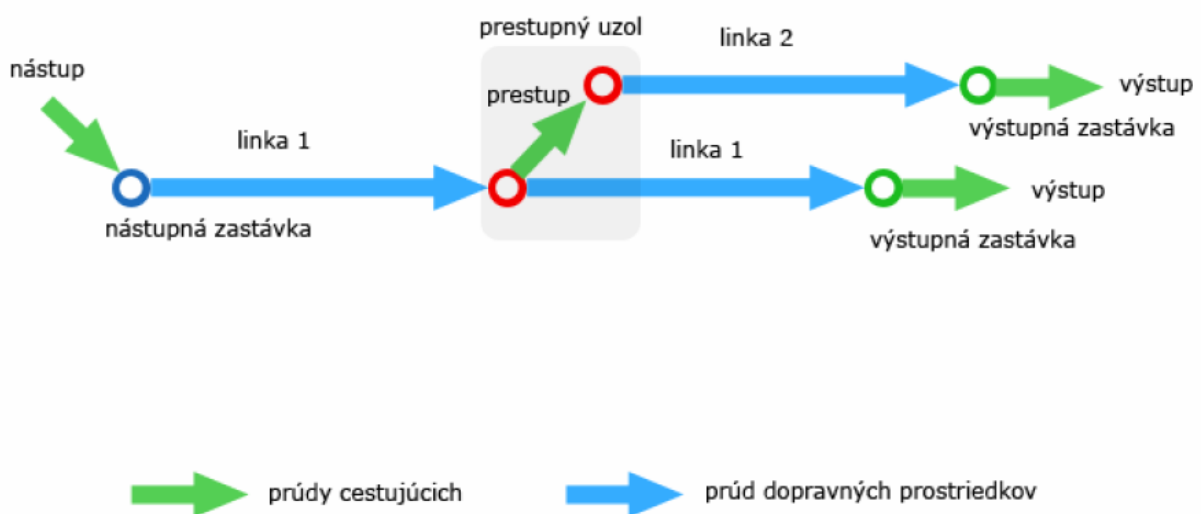
2.2.1. Konceptia simulačného modelu

Základná konceptia simulačného modelu spočíva v simulácii prúdu cestujúcich z miesta ich nástupu do miesta výstupu. Prepravu medzi týmito miestami zabezpečuje prúd dopravných prostriedkov (spojov).



Obr.1 – Základná konceptia simulačného modelu

Cestujúci môžu zmeniť dopravný prostriedok (prestup na inú linku) v prestupných zastávkach (prestupných uzloch). Možnosť prestupu je v modeli obmedzená na 1 prestup.

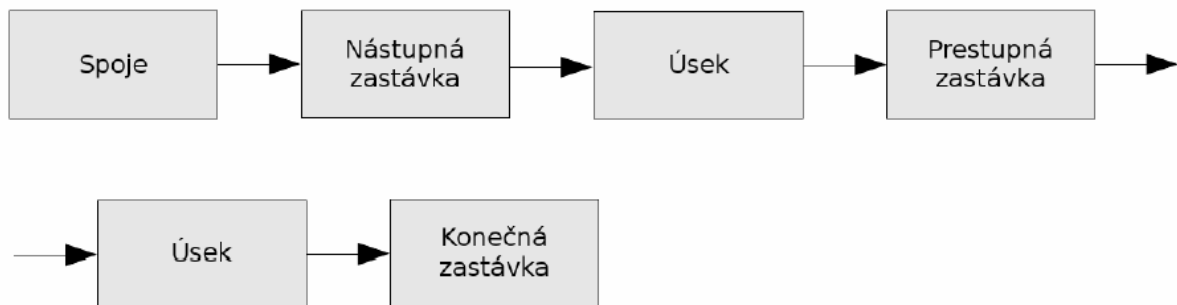


Obr.2 – Prestup medzi linkami

Simulačný model sa skladá z jednotlivých hierarchických blokov. Hierarchický blok predstavuje zoskupenie základných blokov, ktoré sú dostupné z knižníc programu „Extend“, do väčšieho celku. Použitie hierarchických blokov umožňuje zoskupovať bloky do logických skupín, vyjadrujúcich štruktúru modelu. V simulačnom modeli je použitých 5 základných hierarchických blokov, ktoré je možné kopírovať a vzájomne spájať, a tak jednoducho vytvárať variácie modelu.

Medzi základné hierarchické bloky patria:

- spoje (generátor spojov),
- nástupná zastávka,
- prestupná zastávka (prestupný uzol),
- konečná zastávka,
- úsek medzi zastávkami.



Obr.3 – Základné hierarchické bloky simulačného modelu

Základné hierarchické bloky predstavujú statické prvky modelu. Medzi dynamické prvky patria:

- spoje,
- cestujúci,
- skupina cestujúcich.

Cestujúci prichádzajú na nástupnú zastávku jednotlivo, kde čakajú na spoj zvolenej linky. Následne po príchode spoja sú cestujúci združovaní do skupín podľa výstupnej, cieľovej zastávky (smeru cesty). Každá skupina cestujúcich je teda charakterizovaná smerom cesty a počtom cestujúcich.

2.2.2. Modelové premenné a parametre

Funkciou modelu je transformovať vstupné premenné podľa definovaných vzťahov a parametrov na výstupné premenné. Premenné počas simulácie menia svoje hodnoty, kým modelové parametre ostávajú konštantné.

Medzi vstupné premenné patria:

- interval dopravy na kmeňovej linke (linkách),
- počty nastupujúcich cestujúcich na nástupných zastávkach.

Medzi modelové parametre sa radia:

- kapacita dopravných prostriedkov,
- cestovné časy úsekov,
- interval dopravy na prípojných linkách,
- podiely prestupujúcich cestujúcich,
- čas chôdze na prestupných zastávkach,
- rezervný čas.

Výstupné premenné:

- Hodnota celkového času premiestnenia,
- časy čakania na nástupných zastávkach,
- časy čakania na prestupných zastávkach,
- počty prestupujúcich cestujúcich,
- obsaditeľnosť jednotlivých spojov.

Ako zdroj údajov môže poslužiť vykonaný smerový prieskum MHD s O/D maticou (matica zdrojov a cieľov) vyjadrujúcou jednotlivé prepravné vzťahy medzi okrskami (v prípade členenia na okrsky) resp. zastávkami v prípade použitia existujúcej siete MHD.

Pri posudzovaní jednotlivých variant modelu je dôležitá hodnota celkového času premiestnenia T_{celk} , ktorý vyjadruje súčet časov potrebných k premiestneniu všetkých cestujúcich :

$$T_{celk} = \sum_{i=1}^m T_i \quad (1)$$

$$T_i = T_{\check{c}i} + T_{dpi} + T_{prei} + T_{chi} \quad (2)$$

$$T_i = (t_{\check{c}} + t_{dp} + t_{pre} + t_{ch}) \cdot C_i \quad (3)$$

kde:

T_{celk} – celkový čas premiestnenia, [min.]

T_i – čas premiestnenia i-tej skupiny cestujúcich, [min.]

m – počet skupín cestujúcich, [-]

$T_{\check{c}i}$ – čas čakania i-tej skupiny cestujúcich, [min.]

T_{dpi} – čas pobytu v dopr. prostriedku i-tej skupiny cestujúcich, [min.]

T_{prei} – čas prestupu i-tej skupiny cestujúcich, [min.]

T_{chi} – čas chôdze i-tej skupiny cestujúcich, [min.]

$t_{\check{c}}$ – čas čakania na spoj, [min.]

t_{dp} – čas pobytu v dopravnom prostriedku, čas prepravy, [min.]

t_{pre} – čas prestupu, [min.]

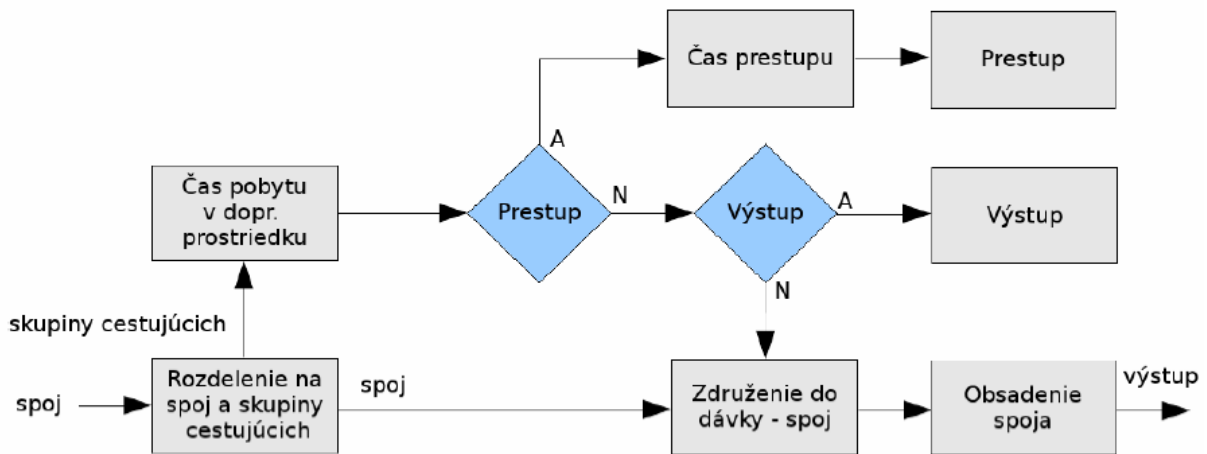
t_{ch} – čas chôdze na a zo zastávky zo zdroja a k cieľu premiestnenia, [min.]

C_i – počet cestujúcich i-tej skupiny.

[osoba]

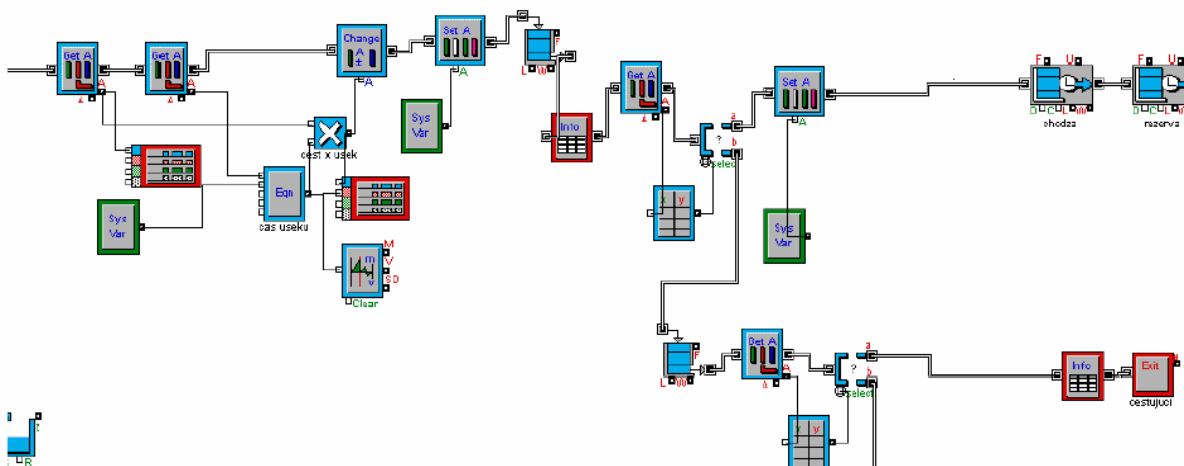
Analogicky je možné zostavený model použiť aj na koordináciu spojov v prestupných uzloch. V tom prípade sa bude sledovať hodnota času prestupu s cieľom minimalizovať jeho hodnotu.

Obr. 1 zobrazuje blokovú schému hierarchického bloku „Prestupná zastávka“. Obr. 2 znázorňuje prepis blokovej schémy v programe „Extend“.



Zdroj: Autor

Obr.4 – Bloková schéma hierarchického bloku „Prestupná zastávka“



Zdroj: Autor

Obr.5 - Hierarchický blok „Prestupná zastávka“ v programe *Extend*

3. ZÁVER

Využívanie simulácie a modelovania pri skúmaní dopravných procesov v mestskej hromadnej doprave umožňuje porovnávanie a výber alternatív dopravnej

obsluhy. Počítačová simulácia poskytuje väčšiu flexibilitu a ľahšiu tvorbu zložitých viacúrovňových modelov na rozdiel od matematických modelov. Výhodou je taktiež možnosť animácie priebehu simulácie a simulačných výsledkov.

Tento článok je časťou riešeného grantového projektu č. 1/3307/06 Návrh, vývoj a implementácia modulov ekologických systémov dopravy surovín v ťažobnom a stavebnom priemysle CAD systémami Pro/Engineer a Catia, grantového projektu č.1/2162/05 – Aplikácia moderných matematických a štatistických metód pri tvorbe nových ekologických systémov dopravy v stavebnom a ťažobnom priemysle a grantového projektu č.1/4191/07 – Návrh logistického systému dopravy nerastných surovín s implementáciou reverznej logistiky s cieľom zníženia ekonomickej, energetickej náročnosti a environmentálnej záťaže.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Fedorko, Gabriel.: Simulačné jazyky 2, Edičné stredisko AMS FBERG, Košice, 2005, s. 73, ISBN 80-8073-276-1
- [2] Kušnierová, Jela, Hollarek, Tomáš.: Metódy modelovania a prognózovania prepravného a dopravného procesu, Vydavateľstvo Žilinskej univerzity, Žilina, 2000, s. 166, ISBN 80-7100-673-4
- [3] Matuška, Jaroslav, Mrzena, Rudolf: Přestupní uzly a spotřeba cestovního času, In: Perner's Contacts, roč. 1 (2006), č.1, s. 61 -68, ISSN 1801-674-X
- [4] Surovec, Pavel.: Tvorba systému mestskej hromadnej dopravy, Vydavateľstvo Žilinskej univerzity, Žilina, 1998, s. 122, ISBN 80-7100-586-X

Recenzent: doc. Ing. Vierošlav Molnár, PhD.
Technická univerzita Košice, Fakulta BERG, Ústav logistiky
priemyslu a dopravy