

TVORBA SIMULAČNÉHO MODELU DOPRAVNEJ SIETE

Prof. Ing. Peter Bigoš CSc., Ing. Daniel Kachman
Strojnícka fakulta Technickej Univerzity v Košiciach
Katedra konštruovania, dopravy a logistiky

Úvod

O simulácii sa už popísalo množstvo článkov v rôznych vedeckých publikáciách alebo príspevkoch na rôznych konferenciách, ale táto téma je nevyčerpatelná. Aj napriek tomu, že pri vytváraní simulácie je metodika postupu skoro vždy rovnaká, požadovaný výsledok bude odlišný. V tomto článku budem opisovať postup pri tvorbe jednoduchého simulačného modelu, ktorého cieľom bolo sledovanie toku cestujúcich na dopravnej sieti.

1 Simulácia ako pomocný nástroj pre sledovanie reálneho systému

Simulácia predstavuje určitý nástroj, ktorým sa dá namodelovať reálny systém vo virtuálnom prostredí, a kde môžeme zobrazit' čas oveľa rýchlejšie ako v skutočnosti. Simulácia je proces tvorby modelu reálneho systému a prevedenia experimentov s týmto modelom za účelom dosiahnutia lepšieho pochopenia správania sa študovaného systému, alebo za účelom posudzovania rôznych variantov činnosti systému.

Pomocou simulácie môžeme testovať ľubovoľné varianty riešení daného problému. Vizualizácia nám napomáha lepšie pochopiť správanie podnikových procesov na všetkých úrovniach riadenia a výkonných zložiek. Tak isto nám odкрýva nepresnosti v údajoch, ako v podnikových informačných systémoch, tak aj vo výkonových normách. [2], [3], [4]

Výhody simulácie:

- skúmanie komplexných systémov (existujúcich alebo navrhovaných)
- šetrenie nákladov
- spomalenie alebo urýchlenie času
- tvorba experimentov
- neovplyvňuje činnosť reálneho systému
- lepšie porozumenie reálneho systému
- možnosť využitia pri školení pracovníkov

Nevýhody simulácie:

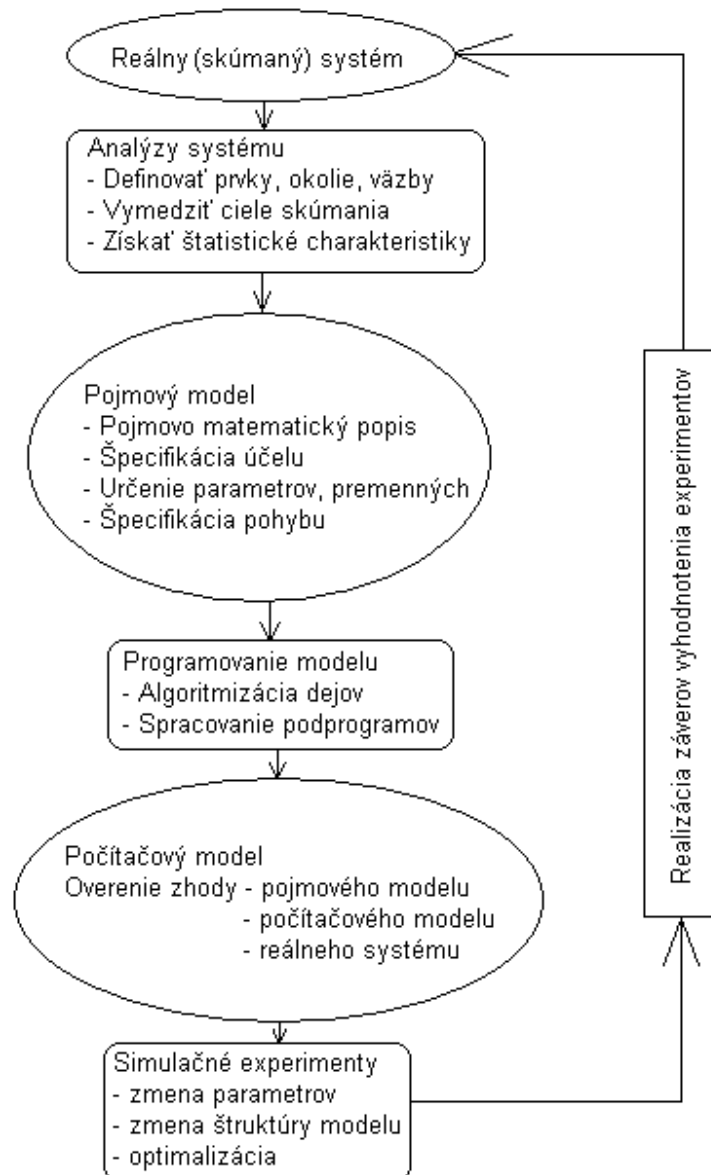
- vytváranie modelu vyžaduje odborné znalosti
- nezaručuje získanie optimálnych hodnôt skúmaných parametrov systému
- vytvorenie komplexného systému môže byť časovo náročné
- čím zložitejší reálny systém, tým obtiažnejšia tvorba modelu

Pri vytváraní simulačného projektu je vždy potrebné pridržiavať sa základnej metodiky postupu simulácie systému. Pomocou metodiky simulácie systémov, ktorej schéma je znázornená na obr. 1, môžeme predpokladať riešenie nasledujúcich úloh:

- Analýza problému a systému – rozpoznanie a definícia problému; organizácia pracovného tímu; definícia systému; vymedzenie cieľa skúmania a ujasnenia predpokladaných nákladov; zber a štatistické spracovanie údajov a informácií o systéme.
- Formulácia a vytvorenie pojmového modelu – špecifikácia účelu modelu; určenie komponentov, parametrov a premenných modelu, špecifikácia funkčných vzťahov.

- Zostrojenie počítačového modelu.

Simulácia systémov sa používa ako nástroj a metóda skúmania existujúcich i navrhovaných systémov. Jej princíp spočíva vo vyvodzovaní úsudkov o simulovanom systéme pomocou experimentov s jeho simulačným modelom [1].

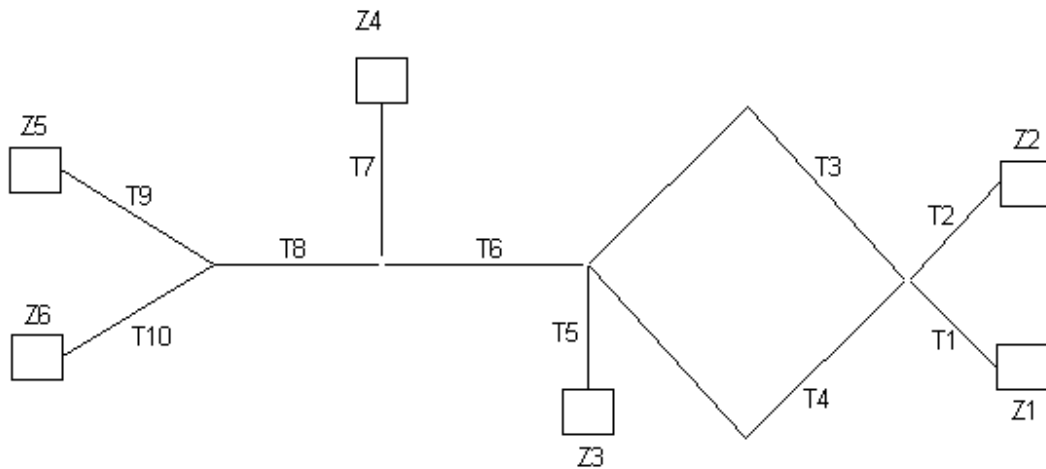


Obr.1 Znáznorenie metodiky postupu simulácie systému

2 Zadeinovanie jednoduchej dopravnej siete

Ak chceme nasimulovať nejaký systém v simulačnom programe, musíme vedieť, aké prvky má obsahovať a čo chceme daným systémom dosiahnuť. V našom prípade sa snažím nasimulovať jednoduchú dopravnú sieť, ktorá bude obsahovať 4 prevádzkové linky autobusov a cieľom bude skúmanie daného systému pri zmene rôznych atribútov daných komponentov a overenie teoretických poznatkov o simulačnom programe Witness.

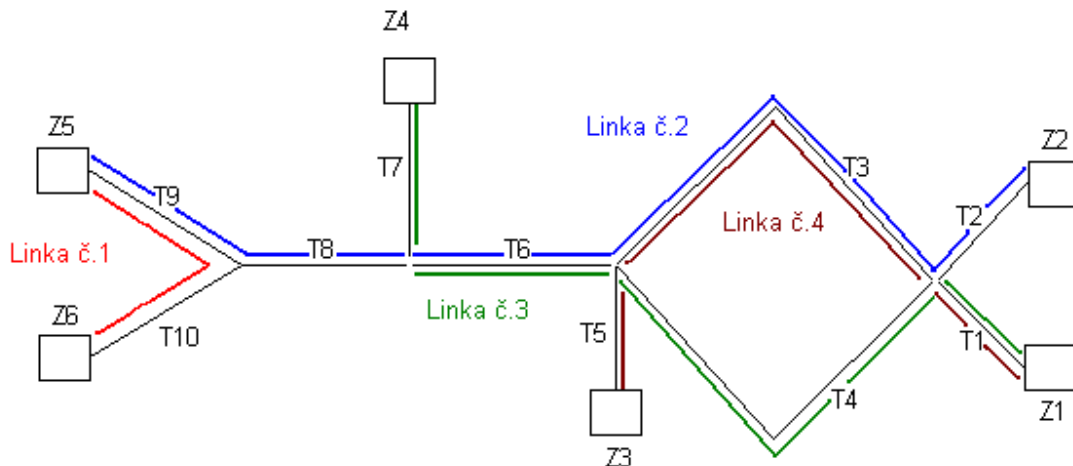
V prvom rade si musíme vytvoriť dopravnú sieť, na ktorej chceme simulovať toky cestujúcich. Schéma dopravnej siete je znázornená na obr.2.



Obr.2 Návrh jednoduchej dopravnej siete

Na dopravnej sieti „Z“ predstavujú zastávky a „T“ jednotlivé úseky dopravnej siete. Ďalšou úlohou bude zdefinovať dopravné linky, na ktorých sa budú pohybovať dopravné prostriedky, prostredníctvom ktorých sa budú prepravovať cestujúci. Zvolili sme si 4 okružné dopravné linky, ktorých trasy budú znázornené na obr.3:

- Linka č.1: Z5-T9-T10-Z6
- Linka č.2: Z5-T9-T8-T6-T3-T2-Z2
- Linka č.3: Z4-T7-T6-T4-T1-Z1
- Linka č.4: Z3-T5-T3-T1-Z1



Obr.3 Trasy dopravných liniek na dopravnej sieti

Po zedefinovaní liniek a vytýčení ich trás ešte potrebuje vedieť niekoľko údajov, ktoré sú potrebné ku tvorbe simulačného modelu. Medzi tieto údaje patrí napr. priemerná doba príchodu cestujúceho na zastávku, čas obehu liniek, dĺžky jednotlivých úsekov liniek, kapacity dopravných prostriedkov, počty dopravných prostriedkov, rýchlosť dopravných prostriedkov, atď.

3 Tvorba modelu dopravnej siete v simulačnom programe Witness

Hlavnými krokmi pri budovaní modelu je vytváranie elementov a ich spájanie za pomoci určitých pravidiel. Prvým krokom, ktorý predchádza vytvoreniu novej simulácie vo Witsesse je načítanie prázdneho simulačného prostredia. Ak máme načítaný list predlohy, urobíme výber komponentov pre simuláciu.

Tvorba modelu vo Witsesse vychádza z pravidla tzv. 3D:

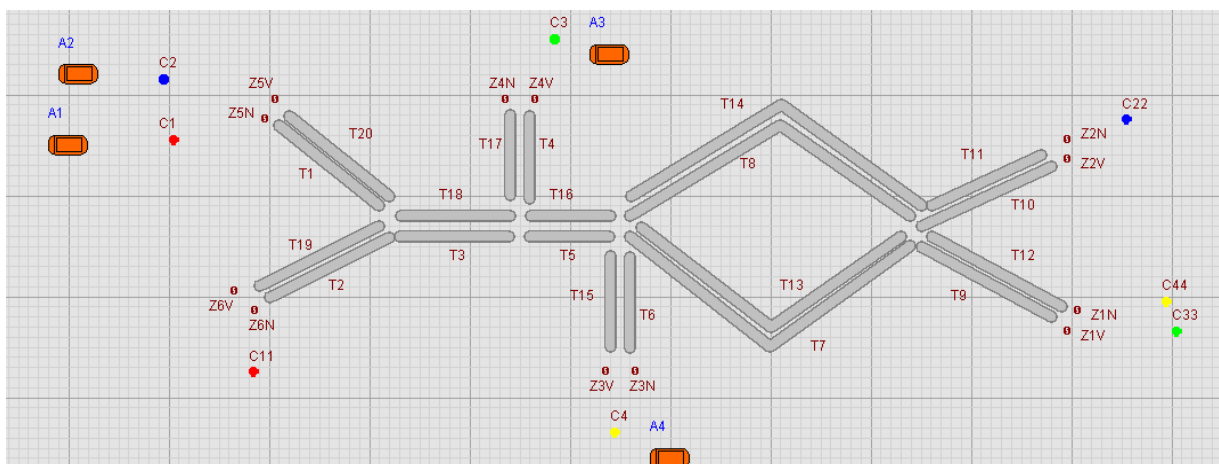
- Define – špecifikuje typ a počet komponentov, z ktorých vytvárame model.
- Display – špecifikuje, ako budú komponenty zobrazené na simulačnej ploche.
- Detail – slúži na nastavenie parametrov jednotlivých komponentov v modeli vrátane väzieb medzi nimi.

3.1 Priradenie parametrov pre jednotlivé komponenty

Pri tvorbe dopravnej siete budeme používať tieto komponenty:

- „parts“ = pohybujú sa v modeli a v našom prípade predstavujú cestujúcich,
- „tracks“ = predstavujú dopravné cesty, po ktorých sa pohybujú dopravné prostriedky,
- „buffers“ = sú miesta, kde sú „parts“ zdržiavané. V našom prípade predstavujú zastávky,
- „vehicles“ = sú dopravné prostriedky, ktoré premiestňujú cestujúcich po dopravných cestách.

Komponenty treba usporiadať na pracovnú plochu podľa nami navrhutej dopravnej siete. Ak už máme všetky komponenty umiestnené na pracovnej ploche (obr.4), nasleduje nastavenie komponentov. Witness už má preddefinované komponenty na určité hodnoty. Keďže my potrebujeme hodnoty zmeniť, stačí otvoriť okno „Detail“ pre každý komponent a v ňom nastaviť požadované atribúty.



Obr.4 Dopravná sieť v simulačnom programe Witness

V našom prípade budeme simulovať dopravnú sieť s obojsmernou premávkou. Z toho dôvodu musíme zadefinovať cestujúcich pre každý smer osobitne (napr. cestujúci C1 pre trasu zo zastávky Z5N po zastávku Z6V a v opačnom smere cestujúci C11 zo zastávky Z6N po zastávku Z5V). Každému cestujúcemu v našom modeli priradíme parametre ako sú meno, typ (aktívny, keďže cestujúci prichádza na zastávku sám) a čas príchodu medzi jednotlivými prvkami. Tento

čas môže byť zadaný buď nejakým druhom rozdelenia, alebo číselnou hodnotou. V našej úlohe sme zadali celočíselné hodnoty pre všetky časy príchodov.

Pri vytváraní zastávok musíme brať do úvahy, že do nich cestujúci nielen prichádzajú, ale z nich aj odchádzajú. Túto skutočnosť v modeli rozlíšime rozdelením zastávky na dve časti, a to pridaním elementu „buffer“ osobitne pre nástup cestujúcich (Z1N,Z2N,...) a pre výstup cestujúcich (Z1V,Z2V,...). Každé zastávke priradíme meno a kapacitu cestujúcich t.j., koľko sa ich môže maximálne vyskytnúť na zastávke.

Čo sa týka parametrov vozidiel (A1,A2,...) a tratí (T1,T2,...), pre trate zadefinujeme meno, fyzickú dĺžku trate a kapacitu (max počet vozidiel, ktoré sa môžu nachádzať na trati) a pre vozidlá zadefinujeme meno, rýchlosť naloženého a nenaloženého vozidla, prípadne oneskorenie rozjazdu alebo zastavenia vozidla.

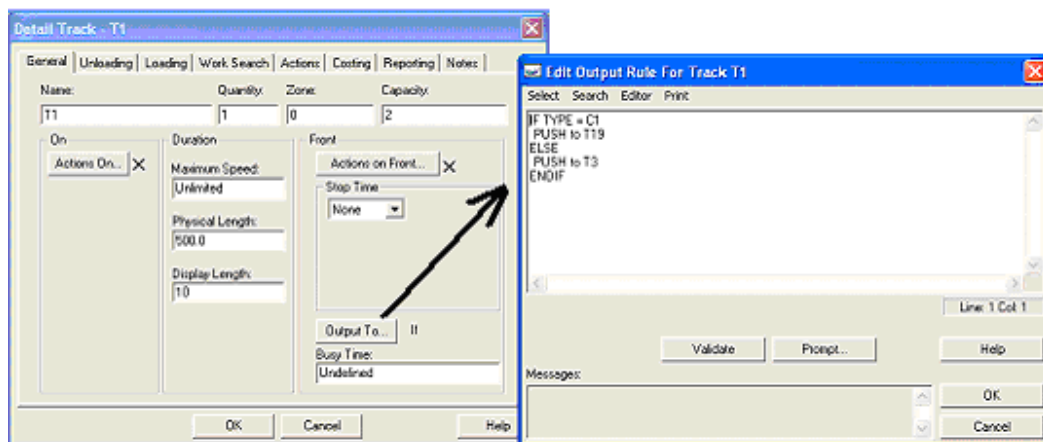
3.2 Priradenie pravidiel pre jednotlivé komponenty

Po nastavení hodnôt parametrov nasleduje spájanie jednotlivých komponentov za pomoci pravidiel (napr. PUSH, PULL, IF a pod.). Bez zadania týchto pravidiel by sme simulačný model nevedeli spustiť.

Pre príchod cestujúcich na zastávku použijeme pravidlo „PUSH to ZxN“, kde ZxN predstavuje nástupnú zastávku pre jednotlivé dopravné linky. Podobným spôsobom, ako sme priradili cestujúcich ku zastávkam, musíme priradiť vozidlá pre jednotlivé trate. Vstupné pravidlo pre každé vozidlo je „PUSH to Tx“. To znamená, že sme vozidlu priradili trať, ktorá bude predstavovať jeho východziu pozíciu.

Poslednou a najzdlhavejšou úlohou je zadanie vstupných a výstupných pravidiel, a tiež pravidiel pre nakladanie a vykladanie cestujúcich pre jednotlivé úseky dopravnej siete. V prípade, kde máme úsek trate, ktorý sa nerozvetvuje, ale nasleduje na ďalší jednoduchý úsek, ako napr. prepojenie trate T3 a T5, vstupné pravidlo pre trať T3 je „PUSH to T5“. Týmto pravidlom sa tieto dve trate navzájom prepojili, čo znamená, že vozidlo smerujúce po trati T3 bude pokračovať v trase aj na trati T5.

Ak máme trať, po ktorej smerujú dve vozidlá a táto trať sa na konci rozvetvuje t.j., že každé z vozidiel pôjde iným smerom, v tom prípade treba použiť pravidlo „IF“. V našom prípade to je napr. trať „T1“, po ktorej smerujú dva dopravné prostriedky „A1“ a „A2“ a ktorá sa napája na dve trate „T19“ a „T3“. Zadanie výstupného pravidla pre trať „T1“ je zobrazené na obr.5.



Obr.5 Zadanie výstupného pravidla „IF“ pre trať „T1“

4 Spustenie simulácie a zobrazenie štatistických údajov

Simuláciu spustíme po stlačení tlačítka „Run“ v dolnej časti obrazovky, ktoré je označené šípkou vpravo. Simulácia môže prebiehať v odlišných režimoch, a to buď v plynulom režime, alebo krok za krokom. Čas simulácie môžeme zrýchliť alebo spomaliť, a tak isto je možné zadať konkrétny čas, ako dlho má simulácia prebiehať. Ak sa pri spustení simulácie vyskytne chyba, zobrazí sa výstražné okno, ktoré nás upozorní na miesto, v ktorom sa daná chyba vyskytla. Po oprave chyby opätovne spustíme simuláciu a v prípade, že sa nám už žiadne chyby nevyskytnú, začneme skúmať nami zadaný model dopravnej siete.

Štatistické správy sú generované automaticky a slúžia ako pomoc pri výbere medzi alternatívami modelovaných scenárov. Štandardné správy poskytujú zbierku štatistík pre elementy a ich výstup môže byť v niekoľkých formátoch. Vo Witnesse je množstvo prvkov, ktoré slúžia ako pomoc pri analýze napr. tabuľky a grafy štandardných správ. Ďalej tiež môžeme vytvárať časové rady, kruhové diagramy, histogramy a prispôbené tabuľky správ [3].

Záver

Vytváranie simulačného modelu, nech už je to v akomkoľvek simulačnom programe, si vyžaduje dôkladnú prvotnú prípravu a tiež zber potrebného množstva údajov. Je veľmi obtiažne, ba priam nemožné, aby sme vytvárali model systému, ktorý nepoznáme a chceme ho skúmať. Pri tvorbe dopravnej siete som sa snažil využiť poznatky z teórie o simulačnom programe Witness a aplikovať ich na zadanom simulačnom modeli. To, že sme vytvorili simulačný model ešte nie je koniec riešenia, ale jeho začiatok. Až teraz má nasledovať ťažšia časť, ktorá predstavuje overenie modelu a jeho experimentovanie za účelom dosiahnutia požadovaného výsledku. Z vedeckého hľadiska sa na už vytvorenom a overenom simulačnom modeli experimentuje ľahšie, ale aj tu si treba dávať veľký pozor na to, aby ste sa nestratili vo veľkom množstve údajov, ktoré meníte počas experimentovania. Preto je dôležité vždy po určitých vykonaných zmenách ukladať si model, aby sme sa v prípade potreby mohli k nemu vrátiť.

Tento príspevok bol riešený v rámci výskumného projektu VEGA 1/0146/08.

Použitá literatúra:

- [1] Chovanec, A.: Modelovanie a simulácia diskretných stochastických procesov, Trenčianska Univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne, Trenčín 2004, ISBN 80-8075-009-2
- [2] Kuneš, J.-Vavroch, O.-Franta, V.: Základy modelování, SNTL Praha 1989
- [3] <http://www.mathstore.ac.uk/headocs/02witness.pdf>
- [4] <http://www.simulace.com/>