

VYTVORENIE A POUŽITIE SIMULAČNÉHO MODELU ŽELEZNIČNEJ STANICE ŽILINA - TEPLIČKA

Ing. Michal Žarnay¹, Ing. Peter Márton², Ing. Michal Dupkala³

Summary: In the year 2001 a simulation model of railway marshalling yard Žilina – Teplička (Slovakia) has been created with help of the VirtuOS[®] software tool. Goal of the model is to verify capacity of the proposed and by the Railways of Slovak Republic approved infrastructure for completion of the yard while having the wagon flow that is in the 2001/2002 train timetable processed in marshalling yards in the whole junction of Žilina. The model has been built assuming a transfer of train processing workload from three current marshalling yards in the Žilina junction to the designed Žilina - Teplička yard. The article focuses on the process of model development, outlines its specifics given by circumstances and discusses possible further use of the model.

1. Úvod

Simulačný model železničnej stanice Žilina - Teplička bol vytvorený v rámci úlohy 5.3 Programové riešenie pre optimalizáciu riadenia prevádzkovej práce, ktorá je jednou z podúloh projektu Reštrukturalizácia a transformácia Železníc Slovenskej republiky (ŽSR) vypracovaného spoločnosťou AM Sudop s.r.o. Bratislava. Uvedená úloha bola riešená kolektívom pracovníkov Žilinskej univerzity v Žiline.

Hlavným cieľom modelu vlakotvornej stanice Žilina - Teplička je prostredníctvom počítačovej simulácie preskúmať a posúdiť kapacitné možnosti v štúdiu 7 navrhutej a ŽSR schválenej infraštruktúry na dostavbu stanice pre záťažový prúd vozňov, ktorý je v období platnosti Grafikonu vlakovej dopravy (GVD) 2001/02 spracovávaný v zriaďovacích obvodoch uzla Žilina.

V simulácii teda ide o sústredenie vlakotvornej práce z troch zriaďovacích obvodov v stanici Žilina (Stará harfa, Nová harfa a osobná stanica) do novej zriaďovacej stanice. Tento presun by mal byť súčasťou modernizačných prác v uzle Žilina a na príľahlých traťových úsekoch pri úprave pre vyššie traťové rýchlosti.

2. Simulačný program VirtuOS[®]

Simulačný model bol vytvorený v programe VirtuOS[®] (Virtuálny obslužný systém). Ide o softwarový nástroj pre vytváranie a používanie univerzálnych a detailných simulačných modelov uzlov železničnej siete a v nich prebiehajúcich technologických procesov. Model umožňuje užívateľovi skúmať vlastnosti existujúceho alebo projektovaného uzla

¹ Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta riadenia a informatiky, Katedra dopravných sietí, Moyzesova 20, 01026 Žilina, tel.: +421/41/5134204, fax: +421/41/5651015, e-mail: michal.zarnay@fri.utc.sk

² Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra železničnej dopravy, Moyzesova 20, 01026 Žilina, tel.: +421/41/5132023, fax: +421/41/5655816, e-mail: marton@fpedas.utc.sk

³ Železnice Slovenskej republiky, Bratislava, Správa riadenia dopravy, ul. 1. mája 34, 01001 Žilina, tel.: +421/41/5612350, fax: +421/41/5624875, +421/41/5615113, e-mail: dupkala.michal@zsr.sk

v počítačovom prostredí namiesto prostredia reálneho. Uzlom môže byť zriaďovacia železničná stanica, osobná železničná stanica alebo železničná vlečka.

Program je interaktívny a kooperatívny, čo znamená, že dovoľuje účasť experimentátora - technológa pri tvorbe rozhodnutí. Väčšina prebiehajúcich procesov je animovaná a prebieha na podklade verne modelovanej infraštruktúry konkrétneho uzla. Program umožňuje počas simulácie zbierať a uchovávať veľké množstvo informácií o správaní systému a po skončení simulácie ich prezentovať v grafickej forme podporujúcej analýzu výsledkov, a na jej základe tvorbu záverov a rozhodnutí.

VirtuOS[®] nie je schopný sám navrhovať riešenia problémov, či už optimálne alebo suboptimálne. S návrhmi na riešenie musí vždy prísť človek. VirtuOS[®] je nástroj pre modelovú analýzu dôsledkov týchto navrhnutých riešení. Po simulačnom overení dostatočného počtu navrhnutých riešení môže potom človek vybrať to riešenie, pri ktorom skúmaný systém preukazoval najvhodnejšie správanie.

3. Zjednodušenia pri modelovaní

Pri modelovaní zložitých reálnych systémov sa často vyskytujú situácie, keď modelovanie určitých špecifických vlastností systému je náročné na čas i prostriedky, no výsledný efekt vo výsledkoch simulácie sa tým zmení iba nepatrne; a tak je účelné niektoré takéto špecifické vlastnosti systému pri modelovaní zanedbať. Medzi takéto vlastnosti zahŕňame javy, ktorých vplyv na sledovaný cieľ modelu je veľmi malý alebo ktoré sa vyskytujú v zanedbateľnom počte. Okrem toho v prípade modelovania dopravných systémov, kam železničná stanica patrí, zohráva dôležitú úlohu aj náročnosť modelovania operatívneho riadenia.

Pri tvorbe tohto modelu medzi spomenuté vlastnosti patrili:

- a) spracovanie vozňov so zákazom jazdy cez zvažny pahorok,
- b) spracovanie správkových a preťažených vozňov,
- c) obsluha manipulačných miest v stanici,
- d) prispôsobenie vstupného a výstupného prúdu vlakov,
- e) obsluha tranzitných vlakov v tranzitnej skupine,
- f) osobné služobné vlaky v tranzitnej skupine,
- g) pravidelné zastavenie spracovania súprav končiacich vlakov každý pondelok počas dennej zmeny.

Ako sme pri analýze dát zistili, vozne v prípadoch a), b) a c) sa vyskytujú v dodaných údajoch menej ako v 10% prípadov, čo sme sa po konzultácii so ŽSR rozhodli zanedbať. V modeli je spracovaný jeden vlak, ktorý priviezol vozne so zákazom jazdy cez pahorok, za účelom ukážky technológie. V prípade tejto technológie ide o náročné modelovanie operatívnych rozhodnutí.

Pokiaľ ide o bod d), končiace vlaky prichádzajú do modelu podľa skutočnosti (boli použité údaje z informačného systému ŽSR IRIS-N o končiacich vlakoch v uzle Žilina za určité obdobie), zatiaľ čo východiskové vlaky odchádzajú z modelu v časoch stanovených v GVD 2001/2002, pričom pri zhromažďovaní súprav týchto vlakov bolo použité kritérium zhromažďovania „na čas“. Čas odchodu každého vlaku bol prevzatý z grafikonu súčasnej zriaďovacej stanice v obvode uzla Žilina bez úpravy vzhľadom na inú polohu modelovanej

stanice v sieti, keďže presnosť odchodov vzhľadom na cieľ simulácie nebola podstatným atribútom modelu.

Okrem toho sa nemodeluje prechod vlakových rušňov medzi končiacimi a východiskovými vlakmi (obeh rušňov), nakoľko neboli k dispozícii údaje o pláne prechodu rušňov medzi vlakmi a jeho návrh bol nad rámec tohto projektu. Znamená to, že všetky vlakové rušne v modeli odstupujú z končiacich vlakov do existujúceho rušňového depa v uzle Žilina a nastupujú z uvedeného depa na východiskové vlaky po stanovených cestách. V prípade sledovania iných cieľov simuláciou by uvedené zjednodušenie mohlo mať významnejší vplyv.

Body e) a f) majú vzhľadom na cieľ simulácie malý vplyv na sledované výsledky.

Bod g) sme sa rozhodli nemodelovať z toho dôvodu, že mohutnosť vstupného prúdu končiacich vlakov do stanice v pondelok od 6:00 do 18:00 v dôsledku kumulácie troch súčasných vlakových obvodov do jedného by si vyžadovala buď operatívne zásahy v technológii v modeli alebo úpravu vstupného prúdu v GVD. Modelovanie operatívnych zásahov na riešenie tejto situácie by v danom simulačnom modeli bolo časovo i prostriedkami náročné a zásahy do vstupného prúdu sme v snahe použiť pôvodné údaje zo skutočnosti minimalizovali.

4. Popis modelu

Vo vchodovej skupine modelu stanice sa nachádza 6 vchodových koľají, ktoré slúžia na príjem a spracovanie súprav končiacich vlakov, čo v súlade so štúdiou 7 vykonávajú 3 komplexné čaty. Vytvorený technologický postup spracovania súpravy končiaceho vlaku vychádzal z návrhu spomenutej štúdie a bol ďalej špecifikovaný a upravovaný po konzultáciách so zástupcami ŽSR. Okrem komplexnej čaty vlak po príchode a pred rozraďovaním obsluhujú aj:

- posunovač – sprievodca rušňov – odvesenie vlakového rušňa,
- tranzitér pre sprievodné listiny – prebratie sprievodných listín z rušňa.

Z dodaných údajov o vstupnom vozňovom prúde sme pre simulačný beh v modeli použili údaje o 5 dňoch z GVD 2001/2002.

Na zväznom pahorku sa nachádza jedna pahorková koľaj, do ktorej ústia dve prísunové koľaje. Rozraďovanie vykonávajú dva pahorkové rušne.

Smerová skupina má 18 smerových koľají a 1 slepú koľaj pre miestne vozne. Skupina koľají slúži na účely uvedené v štúdii 7, t.j.:

- zhromažďovanie vozňov a
- zostavu skupinových vlakov na určených koľajach.

Zoznam relácií bol prevzatý zo spomenutej štúdie a ďalej bol upravený pre potreby súčasného GVD. Súpravy skupinových ako aj ostatných vlakov sa zo smerovej skupiny predstavujú do odchodovej skupiny posunovacím rušňom.

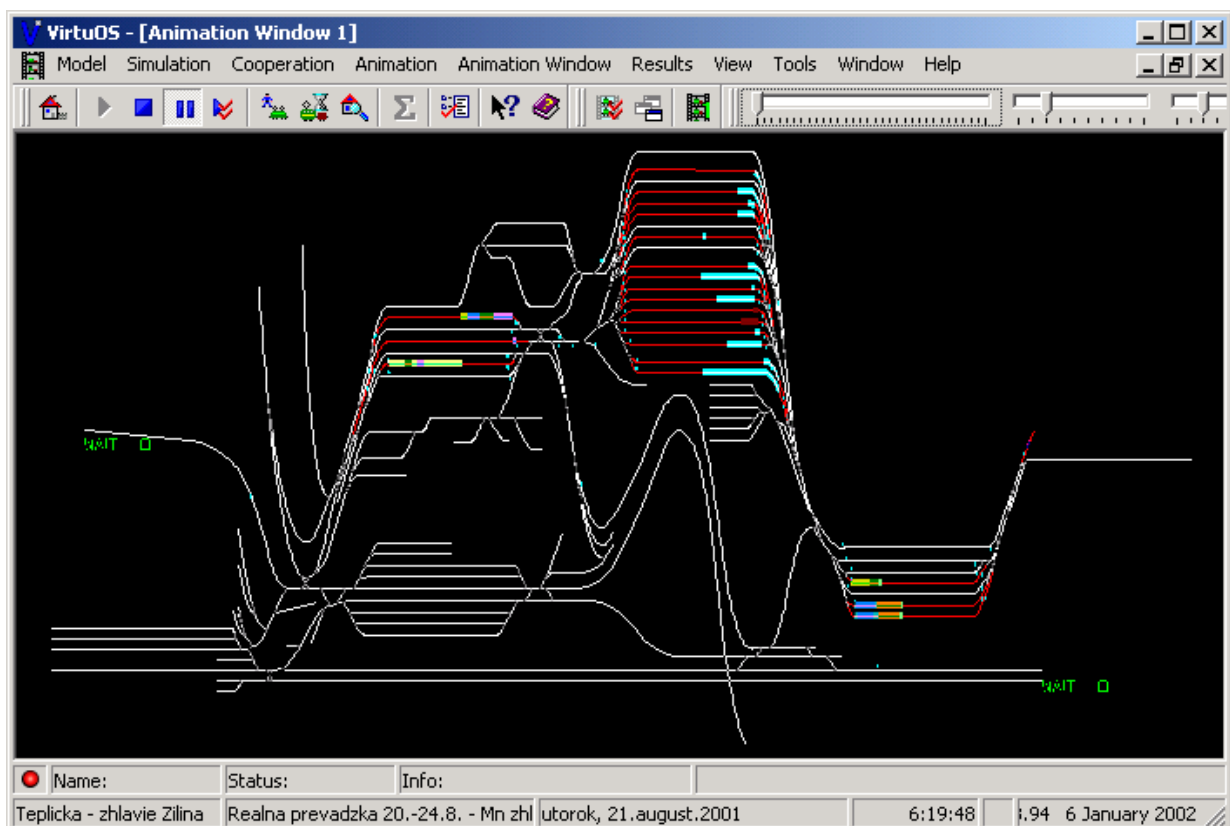
V odchodovej skupine sa nachádza 7 odchodových koľají. Z nich jedna koľaj je používaná ako výťažná koľaj pre zostavu skupinových vlakov a pre jazdy posunovacieho rušňa. Ďalšia koľaj je v modeli vyradená z používania - je vyhradená pre odstavenie vozňov so zákazom jazdy cez zväzny pahorok. Zvyšných 5 koľají slúži na prípravu súprav

východiskových vlakov na odchod, ktorú vykonávajú, v súlade so štúdiou 7, 3 komplexné čaty a 1 posunovací rušeň.

Vytvorený technologický postup spracovania súpravy východiskového vlaku vychádzal z návrhu spomenutej štúdie a ďalej sa špecifikoval a upravoval po konzultáciách so zástupcami ŽSR. Okrem komplexnej čaty vlak pred odchodom obsluhujú aj:

- posunovač – sprievodca rušňov – privesenie vlakového rušňa,
- posunovač – zvesovač – zvesenie vozňov v smerovej skupine.

Cestovný poriadok pre východiskové vlaky je zostavený na základe údajov zo všetkých troch zriaďovacích obvodov v uzle Žilina, bez úpravy času odchodu vlakov vzhľadom na inú polohu stanice v sieti, keďže sa na presnosť odchodov vzhľadom na cieľ simulácie nekládol dôraz.



Pri zhromažďovaní vozňov pre východiskové vlaky bolo použité kritérium zhromažďovania na čas. V prípade naplnenia relácie pred časovým limitom bol vlak vypravený s náskokom.

Simulačný model obsahuje aj tvorbu manipulačných vlakov, ktorá bola realizovaná v súlade s návrhom štúdie 7. Manipulačné vlaky odchádzajúce z uzla Žilina smerom na západ majú byť podľa nej zostavené mimo stanice Žilina – Teplička. To znamená že, vozne pre tieto vlaky po vytiahnutí z relačnej koľaje a vykonaní technologických úkonov v odchodovej skupine opúšťajú model v súpravách prestavovacích vlakov. Manipulačné vlaky v smere východ sa zostavujú v tranzitnej skupine stanice. Súprava vozňov sa tam prestavuje zo smerovej skupiny cez odchodovú skupinu a rozraďuje sa zachádzaním na jednom alebo

druhom zhlaví tranzitnej skupiny. Obidve alternatívy sú namodelované - každá v inej konfigurácii simulačného modelu.

5. Použitie modelu

Vytvorený simulačný model môže byť vo všeobecnosti použitý ako pomocný nástroj pri riešení otázok vo všetkých činnostiach dopravno-prepravného procesu. Okrem už spomenutého cieľa tvorby tohto modelu, ktorým bolo overiť kapacitné možnosti danej infraštruktúry pre daný záťažový prúd vozňov, možno spomenúť napríklad tieto oblasti:

- optimalizácia infraštruktúry – napríklad hľadanie optimálneho počtu koľají vo vchodovej, smerovej a odchodovej skupine, hľadanie kolíznych bodov v koľajisku,
- optimalizácia počtu a technológie práce hnacích vozidiel,
- optimalizácia počtu a technológie práce pracovníkov,
- overenie kapacitných možností pri zmenenom vstupnom prúde záťaže, napríklad zvýšený vstupný prúd záťaže, iné rozloženie podľa relácií, nový grafikon vlakovej dopravy, nahradenie vlakotvornej práce vo väčšom atrakčnom obvode,
- sledovanie dôsledkov zmien v triediacej schéme na priepustnosť stanice,
- stanovenie časového normatívu pre vykonávanie jednotlivých činností
- overovanie technologických postupov v praxi a ich úprava napríklad pri aplikácii nového technického zariadenia alebo pri aplikácii metódy simultánneho triedenia pri tvorbe súprav manipulačných, resp. iných skupinových vlakov.

Pri hľadaní odpovedí na rôzne otázky treba zväčša simulačný model do určitej miery upraviť. Niekedy môže ísť o zmenu jedného alebo niekoľkých jednoduchých parametrov, inokedy o zmenu väčšieho rozsahu údajov.

Napríklad pri optimalizácii infraštruktúry stačí jednoduchou zmenou jednej vlastnosti koľaj vylúčiť alebo zaradiť do prevádzky a po opätovnom spustení simulačného behu sledovať správanie modelu v zmenených podmienkach. Podobným príkladom je stanovenie časového normatívu pre vykonávanie jednotlivých činností, kde možno model sledovať pri rôznych hodnotách jedného alebo viacerých parametrov, ktorých zmena je jednoduchá a časovo nenáročná.

Na druhej strane môžeme uviesť príklady, keď zmena parametrov modelu už môže byť časovo náročnejšia. Z citovaných oblastí je to napríklad zmena vstupného prúdu záťaže alebo úprava technologických procesov pri aplikácii nového zariadenia alebo novej metódy. Je pochopiteľné, že rozsah zmien v údajoch vždy závisí od konkrétnej situácie a riešenej úlohy.

Súčasne je však potrebné dodať, že akákoľvek zmena parametrov modelu môže zmeniť jeho prevádzku natolko, že ho treba opäť vyladiť. Trvanie tejto činnosti nemusí byť krátke a jeho dĺžka nezávisí od rozsahu zmien parametrov modelu, ale zväčša, ako prax ukazuje, závisí od zložitosti prevádzky v modelovanej stanici. Čím ľahšie je popísať prevádzku jasnými pravidlami, tým jednoduchšie je aj neskoršie ladenie modelu.

V každom prípade sa však vystavaním modelu vykonal najdôležitejší a zväčša aj časovo najnáročnejší krok. S týmto modelom je teraz možné pracovať podľa potreby jeho užívateľa.

Uvedené možnosti použitia v praxi znamenajú odstránenie veľkého množstva rušivých vplyvov technológie práce, zvýšenie kvality a bezpečnosti zriaďovacej výkonnosti železničného uzla a atrakčného obvodu vlakovtornej stanice. Dávajú jasný predpoklad zníženia vlakovtornej práce atrakčného obvodu a využitia výkonnosti a kapacity vlakovtornej stanice.

6. Záver

Vytvorenie simulačného modelu v programe VirtuOS® bolo ďalším krokom v riešení stavby železničnej stanice Žilina – Teplička, ktorá prebieha už niekoľko desiatok rokov. Postupné odsúvanie dostavby stanice stále odďaľuje výsledné riešenie a predlžuje zabezpečovanie vlakovtornej práce v zložitých a málo efektívnych podmienkach, čím sa v konečnom dôsledku ďalej predražuje konečné riešenie efektívneho vykonávania vlakovtorných prác v uzle Žilina. Vykonanie tohto kroku preukazuje snahu vyriešiť túto otázku.

Poukazuje však tiež na to, že je ju potrebné komplexne doriešiť v simulačnom modeli na obslužných ramenách:

- Žilina - Teplička – Bratislava - východ,
- Žilina - Teplička – Zvolen,
- Žilina - Teplička – Košice,
- Žilina - Teplička – PPS.

Takto dopracovaný model dáva predpoklad na preverenie investičných akcií podľa stanovených zásad stratégie rozvoja ŽSR a železničnej dopravy ako takej. Vyžaduje však aj stanovenie jasnej dopravnej politiky štátu.

Vytvorený simulačný model modeluje prevádzku v navrhovanej železničnej stanici Žilina - Teplička v súlade s danými predpokladmi a s uvedenými zjednodušeniami. Vo všeobecnosti nejde o prvý model vytvorený s použitím uvedeného softwarového nástroja, nakoľko tento nástroj už bol úspešne nasadený pri simulácii práce zriaďovacích staníc rakúskych, švajčiarskych, nemeckých a čínskych železníc. Ide však o prvý model zriaďovacej stanice Železníc Slovenskej republiky Bratislava.

Tento model bol použitý na overenie kapacitných možností infraštruktúry pri súčasnom záťažovom prúde. Jeho ďalšia aplikácia má široké možnosti, pre ktoré je potrebné model viac alebo menej upraviť. V každom prípade však rozhodujúci krok bol výstavbou modelu vykonaný.

7. Literatúra

1. Janáček, J., Cenek, P., Buček, O., Klima, V. a kol.: Programové riešenie pre optimalizáciu riadenia prepravnej práce, Správa o riešení pilotného projektu - úlohy 5.3, Žilina, 2002
2. Klima, V. a kol.: Simulácia práce vlakovtornej stanice Žilina - Teplička, Dodatok 2 k správe o riešení pilotného projektu - úlohy 5.3, Žilina, 2002
3. Žilina - Teplička, dopravná technológia, štúdia SUDOP Trade, s.r.o., Košice, 1995