

# SIMULAČNÉ MODELY V PREVÁDZKE CESTNÝCH TUNELOV

## SIMULATION MODELS IN OPERATION OF ROAD TUNNEL

Juraj Šrámek<sup>1</sup>, Peter Danišovič<sup>2</sup>

*Anotace: Prevádzkové stavy je možné simulovať na simulátore riadenia tunelov (SRT), ktorý má Žilinská univerzita k dispozícii v prevádzkovom stave od septembra 2013. Na simulátore môžu operátori overovať rôzne prevádzkové stavy a získať zručnosti, ktoré by sa mohli využívať pri ľubovoľnom prevádzkovom stave konkrétneho tunela a ktoré pri prevádzke konkrétneho tunela nie je možné v reálnom čase overiť.*

*Klíčová slova: simulátor riadenia tunelov, tunel, simulačný model.*

*Summary: It is possible to simulate operating states on a Tunnel Traffic & Operation Simulator, which is available at the University of Žilina from September 2013. Operators can check different operating states and acquire skills that could be used at any operation state of the particular tunnel and which are not possible to obtain and verify in real time of the operation a particular tunnel.*

*Key words: Tunnel Traffic & Operation Simulator, tunnel, simulation model.*

## ÚVOD

Simulátor riadenia tunelov (SRT) vznikol ako časť výstupu z projektu AŠFEU **Centrum výskumu v doprave (CVD)**, ktorý realizuje Žilinská univerzita v spolupráci s Výskumným ústavom dopravným v Žiline. Gestorským pracoviskom je katedra technológie a manažmentu stavieb Stavebnej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline. Predpokladá sa veľmi účinná spolupráca s Národnou diaľničnou spoločnosťou a Výskumným ústavom dopravným v Žiline, ktorý má v programe AŠFEU medzikrižovateľské úseky ciest a diaľnic a Žilinská univerzita tunely.

## 1. SIMULÁTOR RIADENIA TUNELOV

Základné zloženie simulátora riadenia tunelov pozostáva z častí:

1. centrálny riadiaci systém (CRS) – časť automatického riadenia (vybavenia tunela)
2. modul manuálneho riadenia (MMR) – časť manuálneho riadenia (samostatný modul)
3. softvér na predikciu javov EMUT (evidencia mimoriadnych udalostí tunela)

### 1.1 Centrálny riadiaci systém

Centrálny riadiaci systém má hlavné časti:

<sup>1</sup> Ing. Juraj Šrámek, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra technológie a manažmentu stavieb, Univerzitná 8215/1, 010 01 Žilina, tel.: +421 41 513 5870, e-mail: [juraj.sramek@fstav.uniza.sk](mailto:juraj.sramek@fstav.uniza.sk)

<sup>2</sup> Ing. Peter Danišovič, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra technológie a manažmentu stavieb, Univerzitná 8215/1, 010 01 Žilina, tel.: +421 41 513 5858, e-mail: [peter.danisovic@fstav.uniza.sk](mailto:peter.danisovic@fstav.uniza.sk)

- a. operátorské pracovisko
- b. pracovisko koordinátora
- c. simulácia centrálneho riadiaceho systému (CRS) tunela
- d. simulácia videodohľadu
- e. simulácia hlasovej komunikácie
- f. pracovisko operátorov a tunelových špecialistov
- g. videokonferenčný systém prepojenia operátorov a reportérov predikčných javov.

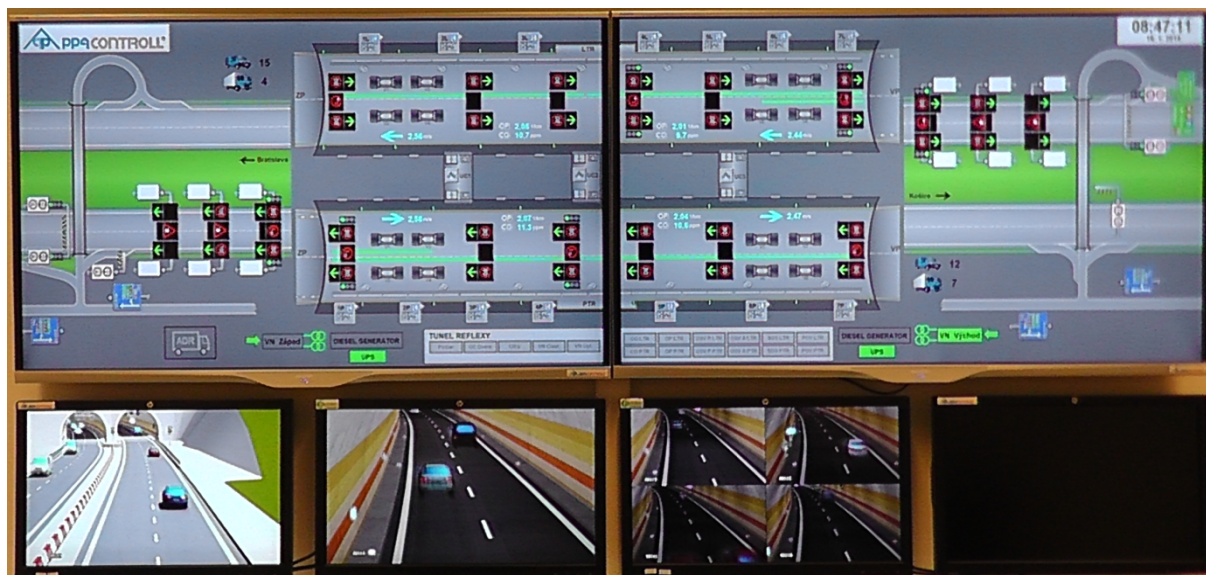
Simulačné pracovisko pre obsluhu cestných tunelov je realizované ako reálne pracovisko operátora pre virtuálny dvojrúrovňový diaľničný tunel s dĺžkou cca 1 km. Technologické vybavenie virtuálneho tunela je v súlade s nariadením vlády Slovenskej republiky č. 344/2006 o minimálnych bezpečnostných požiadavkách na tunely v cestnej sieti, TP 11/2011 Protipožiarna bezpečnosť cestných tunelov a TP 12/2011 Vetranie cestných tunelov. Princíp automatického riadenia spočíva v automatickom riadení technologického vybavenia tunela centrálnym riadiacim systémom (CRS), ktoré je rozdelené do troch základných úrovní:

- 1. riadiaca úroveň** - zabezpečuje funkčné riadenie technologického vybavenia tunela. Je spravidla zložené z jedného alebo viacerých riadiacich PLC automatov, ktoré sú doplnené o potrebné vstupno/výstupné rozhrania (obsahujú aplikačný program – ovládajú sa stavy výstupných kanálov)
- 2. procesná úroveň** - predstavuje najnižšiu vrstvu riadenia. Jej úlohou je transformácia stavov technologických zariadení do elektrickej formy, kde napr. snímač teploty premieňa hodnotu fyzikálnej veličiny „teplota“ na elektrický signál 4 až 20 mA. Počítače prostredníctvom vizualizačného programu zobrazujú technologické veličiny a umožňujú operátorom vykonávať zásahy do technológie
- 3. operátorská úroveň (vizualizačná)** - predstavuje najvyššiu vrstvu riadiaceho systému, ktorá je určená predovšetkým pre zabezpečenie styku človeka s riadenou technológiou. Operátorská úroveň riadenia v sebe ďalej integruje podsystemy, ktoré zabezpečujú zber, spracovanie, archiváciu a prípadnú ďalšiu distribúciu dát.

Simulačné pracovisko (simulátor riadenia tunelov - SRT) je z pohľadu funkčnosti založené na základe reálnych riadiacich algoritmov používaných pre riadenie existujúcich tunelov. Operátorom umožní overiť filozofiu riadenia a simulovať situácie, ktoré sa pri skutočnej prevádzke tunela vyskytujú síce zriedkavo, no o to dôležitejšie je správne na ne reagovať. Operátor sa pohybuje v rovnakom prostredí vizualizácie ako na skutočnom operátorskom pracovisku dvojrúrovňového tunela. Riadenie technológie tunela je totožné s reálnym riadiacim pracoviskom. Ciele pracoviska simulátora riadenia tunelov (v Centre výskumu v doprave Žilinskej univerzity) sú:

- pripraviť operátorov na výkon zberu dát pre tvorbu predikčných modelov
- pripraviť pracovníkov tunela na výkon pracovných úloh súvisiacich so zberom dát pre tvorbu predikčných modelov

- pravidelne overovať a kontrolovať reakcie operátorov na simulované mimoriadne udalosti
- vytvoriť priestor na odskúšanie rôznych modelových situácií bez priamych väzieb na technológiu tunela a s možnosťou pripojenia na existujúce tunely správcov.



Obr. 1 - Zobrazovacia stena operátorského pracoviska SRT

## 1.2 Modul manuálneho riadenia

Simulačné pracovisko pre obsluhu cestných tunelov je realizované ako reálne pracovisko. Samostatne fungujúci **modul manuálneho riadenia** (tunelov) je pracovisko operátorov a tunelových špecialistov údržby tunela, ktorý má úlohu:

- oboznámiť operátorov a reportérov zberu dát s prípadnými novými technickými a technologickými zariadeniami v tuneloch (spravovaných v SR) po zmene legislatívy súvisiacej s prevádzkou tunelov
- poskytnúť prehľad o princípoch automatického riadenia a primárnymi princípmi zapojenia a usporiadania HW centrálného riadiaceho systému
- objasniť princíp zberu informácií a ich prenos prostredníctvom komunikačných sietí, výkon pracovných úloh súvisiacich so zberom dát pre tvorbu predikčných modelov
- zabezpečiť odskúšanie rôznych modelových situácií zameraných na výskyt hardvérových porúch prvkov CRS, vykonávania diagnostiky, servisu a opravy zariadení súvisiacich so zberom dát pre tvorbu predikčných modelov.



Obr. 2 - Modul manuálneho riadenia

### 1.3 Evidencia mimoriadnych udalostí tunela EMUT

EMUT je softvérový nástroj na evidenciu incidentov jednotlivých tunelov SR v prevádzke. Z každého incidentu sa v tuneli robí záznam, ktorého obsah údajov závisí od závažnosti incidentu. V každom prípade musí takýto záznam o mimoriadnej udalosti (MU) obsahovať minimálne popis incidentu, jeho časový sled, miesto a spôsob riešenia MU. Zo záznamov je možné údaje triediť a vytvárať grafy početností MU (napr. pomer čas/tunel) v rôznom grafickom zobrazení. Výsledok hodnotenia sa môže využiť pre plánovacie účely a hodnotenie úrovne bezpečnosti v kombinácii s inými metódami hodnotenia (napr. analýzou rizík).

Momentálne sa naplňa databáza z jednotlivých udalostí z tunelov, ktoré sú v prevádzke na Slovensku.

## 2. SIMULÁCIA PREVÁDZKOVÝCH STAVOV

Simulácia sa vykonáva pre jednotlivé vopred určené prevádzkové stavy, ktoré môžu byť aktívované pre každú tunelovú rúru jednotlivo, napr.: štandardný režim s max. povolenou rýchlosťou 100 km/h alebo 80 km/h, s obmedzením na 60 km/h z prevádzkových alebo technologických dôvodov, uzavretý pravý alebo ľavý jazdný pruh so zníženou rýchlosťou na 60 km/h, plánované uzavretie s odklonom dopravy, krátkodobé uzavretie bez presmerovania dopravy a havarijné uzavretie s možnosťou vzniku požiaru a evakuácie tunelovej rúry. Z pracoviska koordinátora je možné aktivovať rôzne simulácie štandardných a neštandardných situácií v technologickom vybavení tunela, mimoriadne a havarijné udalosti simulovanej premávky vozidiel a technologického vybavenia.

Príklad simulácie dopravnej nehody dvoch osobných áut s následným požiarom je uvedený na obr. 3 až 5.





Obr. 3 – Simulácia dopravnej nehody a následného požiaru



Obr. 4 – Požiar v tuneli, stav technológie a riadenia dopravy



Obr. 5 – Zásah zložiek integrovaného záchranného systému (IZS)

Pri každej udalosti, je dôležitá presná a rýchla identifikácia typu a miesta udalosti. Následne, na simulovanú udalosť automaticky reaguje systém CRS a kamerového dohľadu, operátori vykonávajú pokyny v zmysle príslušnej karty tunela. Po úspešnom zvládnutí udalosti simulácia končí zásahom zložiek IZS. Tunelová rúra môže byť v reálnej situácii otvorená až po odstránení následkov udalosti, overení funkčnosti technologického vybavenia, kontrole technického stavu (v prípade potreby mimoriadna prehliadka) a vyhlásení tunela bezpečnostným technikom za prevádzkyschopný.

## ZÁVER

Simulátor riadenia tunelov (SRT), modul manuálneho riadenia tunelov (MMR) a evidencia mimoriadnych udalostí tunela (EMUT) podľa udalostných listov umožňujú simulácie rôznych prevádzkových stavov, ktoré v tuneli môžu nastať (nehoda, požiar,...). Je výhodné najmä pre operátorov tunelov overiť možné prevádzkové stavy na SRT alebo MMR tak, aby v prípade mimoriadnej udalosti neboli zbytočné straty na ľudských životoch.

## POUŽITÁ LITERATURA

- (1) TP 02/2011 Analýza rizík pre slovenské cestné tunely. MDVRR SR, október 2010, platnosť od 1.6.2011.
- (2) Nariadenie vlády SR č. 344/2006 Z. z. z 24. mája 2006 o minimálnych bezpečnostných požiadavkách na tunely v cestnej sieti.
- (3) SCHLOSSER, F.: Simulátor riadenia tunelov. In Cestná konferencia 2014, Bratislava
- (4) SCHLOSSER, F. – DANIŠOVIČ, P.: *Utilization of risk analysis to improve safety of highway tunnels*. 12<sup>th</sup> international conference Underground Construction Prague 2013, Czech Republic, 22.-24.4.2013. Publisher Czech Tunneling Association ITA-AITES

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt „Centrum výskumu v doprave“ (ITMS 26220220135) spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



„Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ“.