

## **PRÍPRAVA OPERÁTOROV TUNELOV A ĎALŠIE AKTIVITY CVD**

### **PREPARATION OF TUNNEL OPERATORS AND OTHER ACTIVITIES OF CVD**

**Peter Danišovič<sup>1</sup>, Juraj Šrámek<sup>2</sup>, Michal Hodoň<sup>3</sup>**

#### **ABSTRAKT**

Centrum výskumu v doprave (CVD) vzniklo v roku 2014 ako jeden z výstupov projektu s rovnomeným názvom v rámci Operačného programu Výskum a vývoj. Jedným z jeho špecifických cieľov bol aplikovaný výskum nových technológií používaných v cestných tuneloch pre zvýšenie bezpečnosti. Tento cieľ v sebe zahŕňal okrem iného aj vybudovanie Simulátora riadenia tunelov. Simulátor pomáha k príprave nových operátorov tunelov a umožňuje získať zručnosti pri rôznych mimoriadnych udalostiach, s ktorými sa operátor môže, ale nemusí vo svojej praxi stretnúť. O to viac je dôležité, aby bol na takéto situácie pripravený. Stavebná fakulta Žilinskej univerzity v Žiline organizuje pre Národnú diaľničnú spoločnosť, a. s. (NDS) akreditovaný vzdelávací program, ktorý sa uskutočňuje podľa aktuálnych požiadaviek NDS v rôznych jeho moduloch. V rámci projektu APVV-15-0340 spolupracujeme s Ústavom informatiky Slovenskej akadémie vied na riešení projektu s názvom Modely vzniku a šírenia požiarov na zvýšenie bezpečnosti cestných tunelov.

#### **ABSTRACT**

Centre of Transport Research (CVD) was established in 2014 as one of the outputs of the same name project within the frame of Operational Programme Research and Development. One of its specific objectives was an applied research of new technologies used in road tunnels to increase safety. This objective included, among other things, the purchase of the Tunnel Traffic & Operation Simulator (Simulator). The Simulator is aiding to prepare new tunnel operators and allows acquiring skills by various emergency events, which the operator can but don't need to meet in his/her routine. That is all more important to be ready for such situations. The Faculty of Civil Engineering of University of Žilina organizes for National Motorway Company (NDS) an accredited education program in its various modules, which are carried out according to the current requirements of NDS. Within the project APVV-15-0340 we cooperate with the Institute of Informatics of Slovak Academy of Sciences to solve the project entitled "Models of formation and spread of fire to increase safety of road tunnels".

#### **1 Simulátor riadenia tunelov (Simulátor)**

Na obr. 1 je panoramatická fotografia Simulátora. Predstavuje virtuálny dvojúrovňový tunel dĺžky 1 km pre 2 operátorov a koordinátora simulácie. Na zobrazovacej stene sú umiestnené veľkoplošné LED panely znázorňujúce prehľad stavu najdôležitejších technologických zariadení tunela od prilahlých križovatiek. Pod nimi sa nachádzajú monitory zobrazujúce virtuálnu simuláciu dopravy v oboch tunelových rúrach.

---

<sup>1</sup>Ing. Peter Danišovič, PhD., Katedra technológie a manažmentu stavieb, Stavebná fakulta, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, tel.: 041/5135871, e-mail: [peter.danisovic@fstav.uniza.sk](mailto:peter.danisovic@fstav.uniza.sk)

<sup>2</sup>Ing. Juraj Šrámek, PhD., Katedra technológie a manažmentu stavieb, Stavebná fakulta, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, tel.: 041/5135871, e-mail: [juraj.sramek@fstav.uniza.sk](mailto:juraj.sramek@fstav.uniza.sk)

<sup>3</sup>Ing. Michal Hodoň, PhD., Katedra technickej kybernetiky, Fakulta riadenia a informatiky, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, tel.: 041/5134355, e-mail: [michal.hodon@fri.uniza.sk](mailto:michal.hodon@fri.uniza.sk)

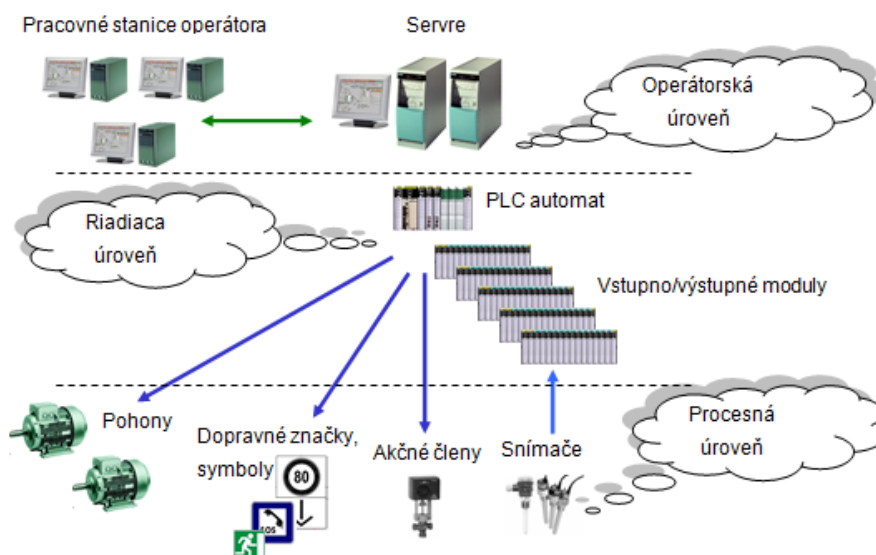
Vďaka prednastaveným prvkom umelej inteligencie vozidiel, chodcov, zvierat alebo aj záchranných zložiek je možné simulovať vznik rôznych mimoriadnych udalostí, ktoré narúšajú štandardný režim dopravy a je nutné prejsť na zvláštny, mimoriadny alebo havarijný režim dopravy, príp. technológie.



Obr. 1 Simulátor riadenia tunelov na Žilinskej univerzite v Žiline  
Fig. 1 Tunnel Traffic & Operation Simulator at University of Žilina

Automatické riadenie technologického vybavenia tunela členíme na 3 úrovne (Obr. 2):

- riadiacu* – zabezpečuje riadenia technologického vybavenie tunela a pozostáva z viacerých PLC (Programmable Logic Controller) automatov a vstupno-výstupných rozhraní,
- procesnú* – zabezpečuje transformáciu stavov technologických zariadení do elektrickej formy,
- operátorskú (vizualizačnú)* – zabezpečuje styk človeka s riadenou technológiou a zahŕňa v sebe podsystemy na zber dát, spracovanie, archiváciu a prípadnú ďalšiu distribúciu dát [PPA].



Obr. 2 Základné úrovne automatického riadenia tunela [PPA]  
Fig. 2 Basic levels of automatic tunnel control

Technologické vybavenie virtuálneho tunela bolo spracované v zmysle vtedajších platných legislatívnych predpisov (2013):

- Nariadenie vlády SR č. 344/2006 (podľa Európskej smernice 2004/54/ES)

o minimálnych bezpečnostných požiadavkách na tunely v cestnej sieti s dĺžkou nad 500 m,

- b) TP 11/2011 Protipožiarna bezpečnosť cestných tunelov,
- c) TP 049 Vetrание cestných tunelov (pôvodné označenie TP 12/2011).

Simulátor taktiež v plnej miere rešpektuje požiadavky na zariadenia podobného typu vyplývajúce z TP 029 – Zariadenia, infraštruktúra a systémy technologického vybavenia pozemných komunikácií (pôvodné označenie TP 09/2008).

Ako každé simulačné pracovisko obdobného typu, tak aj tu je implementované pracovisko koordinátora, ktorý dohliada a riadi celú simuláciu. K dispozícii má nasledovné funkcie simulácie:

- a) *štandardné situácie v riadení technológie a dopravy* – napr. zmeny prevádzkových parametrov, opacity, úrovni CO, jasu, smeru a rýchlosti prúdenia vzduchu, teploty, dopravnoprevádzkových stavov, atď.
- b) *neštandardné situácie v riadení technológie a dopravy* – poruchy, výpadky a neštandardné stavy zariadení, výpadok napájania VN a NN, poruchy ventilátorov, poruchy osvetlenia, zmeny dopravného prúdu, poruchy dopravných zariadení, atď.
- c) *mimoriadne udalosti* - výnimočné situácie v doprave (nehoda, požiar, spadnutý náklad, chodec v tuneli, porucha vozidla, vozidlo v protismere, kolóna, pomaly idúce vozidlo, zastavenie vozidla prevážajúce nebezpečné veci,...).

## 2 Akreditovaný vzdelávací program

Stavebná fakulta Žilinskej univerzity v Žiline disponuje akreditáciou z Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR k vzdelávaciemu programu celoživotného vzdelávania s názvom „Riadenie prevádzky tunelov“. Predmetný program získal aj schvaľovaciu doložku z Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR, ktorou MDVRR SR odporúča daný program ďalšieho vzdelávania pre pracovníkov v cestnom hospodárstve, najmä operátorov tunelov a tunelových špecialistov.

Program sa skladá z 5 modulov, ktoré sa organizujú podľa požiadaviek NDS:

- 1) Základy riadenie prevádzky (ZRP) – základný modul (100 h),
- 2) Riadenie technológie (RT) – periodický modul (30 h),
- 3) Prevádzka technologických zariadení (PTZ) – periodický modul (30 h),
- 4) Manažment tunela (MT) – periodický modul (10 h),
- 5) Procesy prevádzky a riadenia (PPR) – variabilný modul (10 h).

Školitelia sú nie len z radov pedagogického zboru Žilinskej univerzity v Žiline, ale taktiež aj odborníci z praxe. Absolventi jednotlivých modulov po úspešnom ukončení kurzu (skúška, zápočet, záverečná rozprava) získavajú osvedčenie o absolvovaní akreditovaného vzdelávacieho programu ďalšieho vzdelávania.

### 2.1 Základy riadenia prevádzky

Základný modul je určený pre pracovné pozície operátor, tunelový technik, tunelový špecialista, vedúci SSÚD so správou tunela a vedúci SSÚR so správou tunela, ale aj pre ďalšie novovytvorené pracovné pozície v štruktúrach NDS. Operátor, ktorý neabsolvoval tento základný kurz môže vykonávať pozíciu operátora len pod dozorom operátora, ktorý ho už úspešne absolvoval. V minulom roku (2017) vzhľadom na uvedenie 3 nových tunelov do prevádzky sa v septembri uskutočnilo školenie so 61 účastníkmi, najmä z radov SSÚR Čadca a SSÚD Považská Bystrica (Obr. 3).



*Obr. 3 Účastníci školenia na prednáške*  
*Fig. 3 Participants of the course at the lecture*

## 2.2 Riadenie technológiie

Tento periodický modul je určený najmä pre operátorov tunelov, ale aj tunelových technikov a špecialistov. Pravidelne sa ho zúčastňujú aj vedúci jednotlivých tunelov. Cieľom kurzu je rozšíriť zručnosti pri riadení prevádzky tunela na modelových stavoch na Simulátore, najmä v prípadných mimoriadnych situáciách, ktoré by mohli počas prevádzky tunela nastať. Nevyhnutnou súčasťou modulu je najmä praktický výcvik na trenažéri. Podmienkou pre výkon pracovnej pozície a zaradenie zamestnanca do modulu RT je úspešné absolvovanie základného modulu. Pri nedodržaní týchto podmienok nie je možné vydať právoplatné osvedčenie, ale len potvrdenie o úspešnom absolvovaní kurzu. Simultánne so základným modulom sa v septembri minulého roka uskutočnil aj tento periodický modul, ktorý úspešne absolvovalo 11 novoprijatých operátorov tunela Považský Chlmec.

## 2.3 Prevádzka technologických zariadení

Periodický kurz určený pre tunelových špecialistov. Okrem vybraných prednášok účastníci absolvujú laboratórne cvičenia v elektrotechnickom laboratóriu a na Manuálnom module riadenia (MMR) (Obr. 4). Kurz sa naposledy uskutočnil v septembri 2014.



*Obr. 4 Manuálny modul riadenia*  
*Fig. 4 Manual control module*

## **2.4 Manažment tunela**

Ide o periodický kurz určený pre pracovné pozície manažment tunela, ktorého cieľom je rozšíriť informácie o riadení prevádzky tunelov, prevádzkových stavoch, predpisoch súvisiacich s tunelmi a podzemnými stavbami a bezpečnosťou a ochranou zdravia pri práci. Kurz sa naposledy uskutočnil v októbri 2013.

## **2.5 Procesy prevádzky a riadenia**

Modul je variabilný a prispôsobuje sa aktuálnej potrebe správcu tunela, napr. pri zmene legislatívy, prevádzkových stavov, po prípadných nehodách a zmene technológie prevádzky tunela. Nadväzuje na predchádzajúce moduly a je určený pre všetky odborné spôsobilosti a uchádzačov. Naposledy sa kurz uskutočnil v jeseni 2016.

## **3 Komunikačné cvičenia**

V minulom roku všetci operátori slovenských cestných tunelov absolvovali v deviatich termínoch komunikačné cvičenia pod vedením psychológa Mgr. Evy Klimovej. Okrem prednášky a rôznych cvičení zameraných na komunikačný šum, nepresnosti v komunikácii sa cvičili aj simulované situácie na Simulátore s dôrazom na správnosť komunikácie medzi operátorom a účastníkom premávky, tunelovým špecialistom, zložkami záchranných služieb, bezpečnostným technikom a pod.

## **4 Projekt APVV**

V spolupráci s Ústavom informatiky Slovenskej akadémie vied (ÚI SAV) riešime od 1. 7. 2016 projekt APVV-15-0340 s názvom „Modely vzniku a šírenia požiarov na zvýšenie bezpečnosti cestných tunelov“. V rámci projektu úzko spolupracujeme s NDS a zhotoviteľom Simulátora spoločnosťou PPA INŽINIERING, s.r.o.

V minulom roku sme v zmysle harmonogramu projektu realizovali 2 experimenty in situ, čo v preklade znamená, že sme priamo v tuneli počas komplexných alebo funkčných skúšok tunelov Poľana a Považský Chlmec realizovali experimenty zamerané na sledovanie rýchlosti a smeru prúdenia vzduchu v priereze tunela alebo na portáloch tunela, a taktiež sa sledovalo narušenie stratifikácie dymu. Prvý experiment sa uskutočnili na vopred dôkladne vybranom mieste tunela, ktoré sa podľa predbežných simulácií ukázalo ako veľmi nebezpečné s potenciálnymi veľkými stratami. Použitý bol tzv. aerosol (studený dym) (Obr. 5).

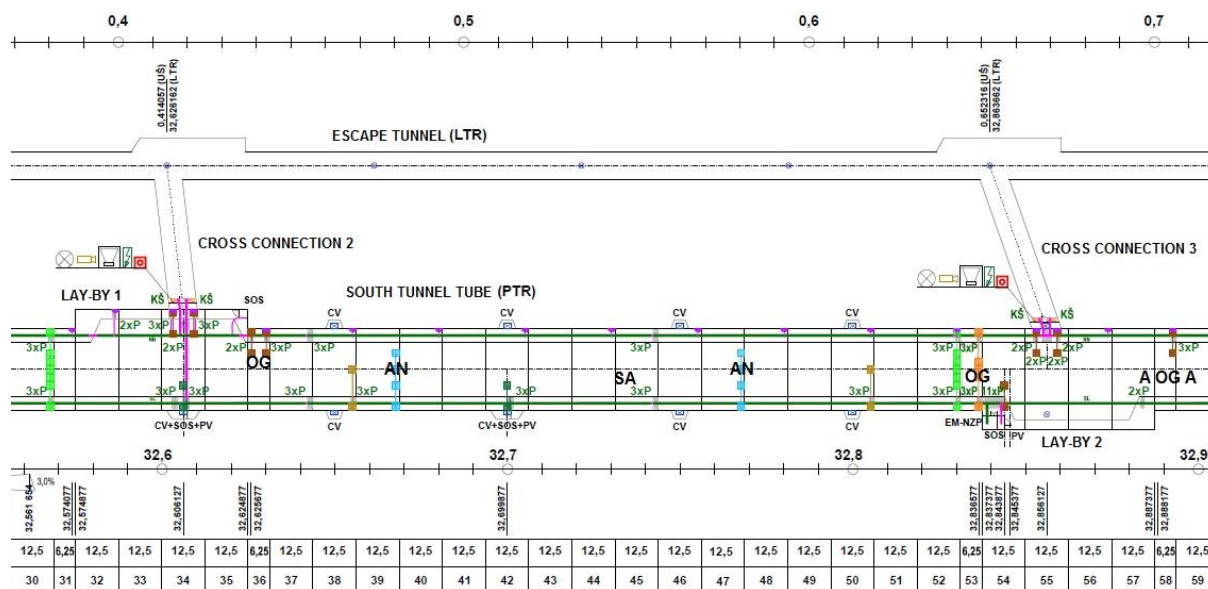


*Obr. 5 Experiment v tuneli Poľana s aerosolom (studený dym)*  
*Fig. 5 Experiment in tunnel Poľana with aerosol (cold smoke)*

Meralo sa dvomi anemometrickými sieťami navrhnutými špeciálne pre tento projekt (experimenty), ktoré pozostávali z kontinuálneho záznamu deviatich anemometrov a dvoch smerovníkov (Obr. 6). Siete boli doplnené o dve samostatné dvojice anemometrov a smerovníkov umiestnené v blízkosti núdzového zálivu, vid' schéma rozmiestnenia meracích prístrojov (Obr. 7). Na začiatku a konci núdzových zálivov meranie dopĺňali optické brány, ktorých úlohou bolo zaznamenať v čase porušenie stratifikácie dymu. Namerané hodnoty analyzujú kolegovia z ÚI SAV s cieľom vytvoriť dôveryhodné počítačové simulácie vzniku a šírenia požiaru v tuneli, ktoré budú čo najpresnejšie zobrazovať predpokladanú realitu.



Obr. 6 Anemometrická sieť  
Fig. 6 Anemometric net



Obr. 7 Schéma rozmiestnenia meracích prvkov v tuneli Poľana  
Fig. 7 Location scheme of measuring elements in tunnel Poľana

2. experiment sa uskutočnil na tuneli Považský Chlmec. Išlo o doplnkové merania rýchlosti a smeru prúdenia vzduchu na portáloch tunela počas komplexných skúšok vetrania tunela (Obr. 8). Namerané hodnoty spolu s dátami z centrálného riadiaceho systému tunela umožnia spresniť simulačné modely šírenia dymu o klimatické vplyvy z exteriéru tunela.



*Obr. 8 Meranie na portáli tunela Považský Chlmec  
Fig. 8 Measurement at the portal of the tunnel Považský Chlmec*

## **5 Záver**

Projekt APVV prepája poznatky, skúsenosti a výskumy rozličných riešiteľských kolektívov vybavených unikátnou modernou infraštruktúrou. Výskum sa zameriava aj na riešenie problémov súvisiacich s efektívnosťou a presnosťou výpočtov simulácií realizovaných na výkonnej výpočtovej infraštruktúre. Jedným z hlavných cieľov je vypracovanie sady vizualizácií stratifikácie dymu v tunelovej rúre pre dohodnuté scenáre požiaru a činnosti ventilácie vo virtuálnom tuneli Simulátora.

## **Pod'akovanie**

„Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-15-0340“.

## **Literatúra**

PPA INŽINIERING, s.r.o. Manuál operátora. Návod na obsluhu simulátora riadenia cestných tunelov. September 2013.