

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-17-0014**

Smart tunel: telematická podpora pri mimoriadnych udalostiach v dopravnom tuneli

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Rastislav Pirník, PhD.**

Prijemca **Žilinská univerzita v Žiline**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Projekt sa realizoval na dvoch pracoviskách Žilinskej univerzity v Žiline. Primárne na Katedre riadiacich a informačných systémov - Fakulta elektrotechniky a informačných technológií a zároveň na Katedre požiarneho inžinierstva – Fakulta bezpečnostného inžinierstva.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Spolu realizátormi niektorých výstupov projektu boli zahraniční odborníci pôsobiaci na:

- ČVUT FD, Ústav dopravní telematiky - doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph.D., MBA (zástupca vedúcej ústavu), Ing. Zuzana BĚLINOVÁ, Ph.D. (vedúca ústavu) a Ing. Jiří Brož, MSc a Ing. Bc. Vladimír Faltus, Ph.D.
- ČVUT FD, Ústav aplikované matematiky - prof. Ing. Ondřej Přibyl, Ph.D. (vedúci ústavu).
- Budapest University of Technology and Economics, Dept. of Control for Transportation and Vehicle – doc. Tamás Tettamanti, PhD. (vedúci laboratória Road Traffic Control)
- The General Tadeusz Kościuszko Military Academy of Land Forces in Wrocław: Wrocław, Poland, PL Faculty of Security Science - dr. hab. Jacek DWORZECKI

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Platné úžitkové vzory:

- Číslo úžitkového vzoru 9161: Zariadenie na meranie kritických parametrov prostredia. Číslo prihlášky PUV 180-2020 Dátum podania: 21.10.2020, Stav: Platný. MPT: G01D 11/24 G01D 11/30 G01D 21/02 Dátum zápisu a sprístupnenia úžitkového vzoru verejnosti: 03.05.2021 Pôvodcovia: Hruboš Marián, doc. Ing., PhD.; Pirník Rastislav, doc. Ing., PhD.; Nemeč Dušan, Ing., PhD.; Gregor Michal, Ing., PhD.; Bujňák Marek, Ing.
<https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/UzitkovyVzor/Detail/180-2020>
- Číslo úžitkového vzoru 9274: Zariadenie telematickej podpory pri mimoriadnych udalostiach. Číslo prihlášky PUV 229-2020. Dátum podania prihlášky: 16.12.2020, Stav: Platný. MPT: G08G 1/01 G08G 1/00 G08B 24/00 G08G 1/0967 H04L 29/02. Dátum zápisu a sprístupnenia úžitkového vzoru verejnosti: 29.07.2021 Pôvodcovia: Hruboš Marián, doc. Ing., PhD.; Nemeč Dušan, Ing., PhD.; Pirník Rastislav, doc. Ing., PhD.; Janota Aleš, prof. Ing., PhD.; Tichý Tomáš, doc. Ing., PhD. MBA; Bubeníková Emília, Ing., PhD.
<https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/UzitkovyVzor/Detail/229-2020>

Podané patentové prihlášky – úžitkový vzor

- Zariadenie na testovanie RFID a NFC prístupových čítačiek Číslo prihlášky PUV 150-2021 Dátum podania: 14.09.2021, Stav: v konaní (PUV). Pôvodcovia: Veľas Andrej, doc. Ing., PhD.; Lenko Filip, Ing., PhD.; Boroš Martin, Ing., PhD..

<https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/UzitkovyVzor/Detail/150-2021>

Podané patentové prihlášky - patent

• Zariadenie na meranie kritických parametrov prostredia. Číslo prihlášky PP 114-2020

Dátum podania: 21.10.2020, Stav: v konaní (PP). MPT: G01D 21/00, Pôvodcovia: Hruboš Marián, doc. Ing., PhD.; Pirník Rastislav, doc. Ing., PhD.; Nemeč Dušan, Ing., PhD.; Gregor Michal, Ing., PhD.; Bujňák Marek, Ing.

<https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/Patent/Detail/114-2020>

• Zariadenie telematickej podpory pri mimoriadnych udalostiach. Číslo prihlášky PP 139-

2020. Dátum podania prihlášky: 16.12.2020, Stav: v konaní (PP). MPT: zatiaľ neudané
Pôvodcovia: Hruboš Marián, doc. Ing., PhD.; Nemeč Dušan, Ing., PhD.; Pirník Rastislav, doc. Ing., PhD.; Janota Aleš, prof. Ing., PhD.; Tichý Tomáš, doc. Ing., PhD. MBA;
Bubeníková

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

2021 - Tichý T.; Brož J.; Bělinová Z.; Pirník R.: Analysis of predictive maintenance for tunnel systems sustainability Volume: 13 Issue: 7 Article Number: 3977

doi.org/10.3390/su13073977, [Q2: ENVIRONMENTAL SCIENCES; IF 2.576] CC, WoS, Scopus

2021 - Kuchár, P.; Pirník, R.; Tichý, T.; Rástočný, K.; Skuba, M.; Tettamanti, T.: Non-invasive Passenger Detection Comparison Using Thermal Imager and IP Cameras.

Sustainability 2021, 13, 12928. doi.org/10.3390/su132212928, [Q2: ENVIRONMENTAL SCIENCES; IF 2.576] CC, WoS, Scopus

2021 - Příbyl, P.; Janota, A.; Spalek, J.; Faltus, V.: Knowledge System Supporting ITS Deployment. Sustainability 2021, 13, 6407. doi.org/10.3390/su13116407, [Q2: ENVIRONMENTAL SCIENCES; IF 2.576] CC, WoS, Scopus

2021 - Boros, M.; Velas, A.; Soltes, V.; Dworzecki, J.: Influence of the Environment on the Reliability of Security Magnetic Contacts. Micromachines 2021, 12, 401.

doi.org/10.3390/mi12040401, [Q2: INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION; IF 2.891] CC, WoS, Scopus

2021 - Boroš, M.; Velas, A.; Zvaková, Z.; Šoltés, V.: New Possibilities for Testing the Service Life of Magnetic Contacts. Micromachines 2021, 12, 479.

doi.org/10.3390/mi12050479, [Q2: INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION; IF 2.891] CC, WoS, Scopus

2021 - Hrubos, M.; Nemeč, D.; Bubenikova, E.; Holecko, P.; Spalek, J.; Mihalik, M.; Bujnak, M.; Andel, J.; Tichy, T.: Model-Based Predictive Detector of a Fire inside the Road Tunnel for Intelligent Vehicles. JOURNAL OF ADVANCED TRANSPORTATION 2021 Article

Number: 6634944, DOI: 10.1155/2021/6634944, [Q3: TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY; IF 2.419], WoS, Scopus

2019 - HRUBOS M., NEMEC D., JANOTA A., PIRNÍK R., BUBENÍKOVÁ E., GREGOR M., JUHÁSOVÁ B., AND JUHÁS M.: Sensor fusion for creating a three-dimensional model for mobile robot navigation. In: International Journal of Advanced Robotic Systems, ISSN 1729-8806 (print), ISSN 1729-8814 (online) 2019, s. 12, DOI: 10.1177/1729881419865072 [Q4: ROBOTICS; IF 1.482], WoS, Scopus

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu sa uplatnili nielen vo vedeckej oblasti, kde vzniklo množstvo kvalitných publikácií – 7 CC publikácií (5xQ2, 1xQ3 a 1xQ4), získal 4 SCI a ďalšie 4 citácie, autori publikovali sumárne 32 publikácií vo vedeckých a odborných časopisoch a konferenciách. Boli podané 2 prihlášky na patentovú ochranu formou patentu a 3 formou úžitkového vzoru, pričom 2 z nich sú platné. Vytvoril sa prototyp inšpekčného robota umožňujúci prieskum, získanie, spracovanie a prenos informácií o prostredí smerom k jednotnej dorozumievacej platforme pre zasahujúce zložky IZS. Bolo vytvorených 5 ďalších výstupov (konceptie, metodiky, štúdie, atď.), bolo predložených a podaných 6 národných projektov a jeden projekt V4. Počas riešenia vzniklo a bolo obhájených 22 diplomových prác a boli zadané dve PhD práce čiastočne alebo plne riešiacie aktivity projektu, do projektu boli zapojení 4 študenti doktorandského stupňa štúdia, pričom dvaja z nich už obhájili dizertačnú prácu a získali titul PhD.

Významné uplatnenie vidíme vo vzniku partnerstiev v rámci V4 a to partnerstvá s Ústavom

dopravní telematiky Fakulty dopravy ČVUT Praha, Budapest University of Technology and Economics a The General Tadeusz Kościuszko Military Academy of Land Forces in Wrocław. Tieto kontakty a spoločne podaný projekt v rámci Vyšehradského Fondu (2022) s názvom Use of Modern Simulation Tools in Logistics and Transport in context HMI in V4 Countries (SiToLaT) týkajúci sa informačných a komunikačných technológií a roboticko-senzorických systémov, ktoré budú uplatnené v ďalších výskumných aktivitách partnerov projektu v aplikačne orientovaných výskumných projektoch.

Projekt vytváral počas svojho trvania pracovné miesto pre post-doktoranda, ktorý bol zamestnaný na plný úväzok a plne hračený z rozpočtu projektu. Jedná sa o Ing. Dušana Nemca, PhD. ktorý po skončení tretieho stupňa vysokoškolského vzdelávania plynule prešiel v roku 2018 ako zamestnanec s plným pracovným úväzkom na projekt. V poslednom roku riešenia 2021 tento pracovník po splnení požadovaných kritérií FEIT UNIZA pre habilitačné konanie požiadal o zahájenie habilitačného konania. Obhajoba habilitačnej práce na tému „Robotické systémy pre zber informácií počas mimoriadnej situácie“ a habilitačná prednáška na tému „Navigácia a riadenie pohybu kolesového robota“ sa uskutočnili dňa 20.01.2022, úspešné ukončenie habilitačného konania sa očakáva v 2. štvrtroku 2022.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Inteligentné (smart) riešenia/produkty produkujúce ciele informácie sú dnes považované za kľúč k trvalému ekonomickému napredovaniu a taktiež k ochrane našej spoločnosti proti rôznym druhom nešťastí, ako sú napríklad prírodné katastrofy, choroby alebo terorizmus. Prínosom projektu je návrh informačného systému, ktorý umožní efektívnejšiu ochranu používateľov dopravných tunelov a ich majetku ale aj samotnej konštrukcie tunelov a ich technologickej časti pred poškodením.

Za unikátne riešenia realizované v tomto projekte pokladáme návrh nových takticko-operačných postupov pre zložky IZS zasahujúce pri mimoriadnych udalostiach v dopravnom tuneli v nadväznosti na:

- vývoj a návrh systému SmarTunel s podrobným opisom modelu telematickej podpory zasahujúcim zložkám pri mimoriadnych udalostiach v dopravnom tuneli vytvorenom v modelovacom jazyku UML (pripravovaný príspevok 2021_06 SmarTunel – UML model),
- vývoj, realizácia a overenie vlastností inšpekčnej robotickej platformy (opis vo formáte šablóny na konferenciu ELEKTRO 2022 v príspevku 2022 Robotická platforma - inšpekčný robot).
- Realizovaná jednotná komunikačná platforma a používateľské rozhranie vo forme webového portálu, ktorý umožní prácu so systémom, jeho konfiguráciu a prezeranie údajov v reálnom čase (portál: <http://158.193.224.133:8082/>).

Konštatujeme, že plánované aktivity napriek sťaženým podmienkam z dôvodu COVID situácie v predchádzajúcich a tomto roku riešenia, boli realizované a plánované výstupy deklarované pre tento projekt sa podarilo splniť v plnej miere.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

Smart solutions/products providing targeted information are nowadays considered to be the key to lasting economic progress and also to protect our society against various types of accidents, such as natural disasters, diseases, or terrorism. The benefit of the project is the design of an information system that will ensure more effective protection of drivers using traffic tunnels and their property, as well as the construction of tunnels and their technological parts from damage. We consider the proposal of new tactical-operational procedures for emergency services intervening during extraordinary events in the traffic tunnel to be unique solutions implemented in this project in connection with:

- development and design of the SmarTunel system with a detailed description of UML telematics support for emergency departments in the traffic tunnel during extraordinary events (forthcoming paper 2021_06 SmarTunel - UML model),
- development, implementation, and verification of the properties of the robotic platform (description in the format of a template for the conference ELEKTRO 2022 in the paper 2022 Robotic platform - inspection robot).
- Implemented unified communication platform and user interface in the form of a web portal, which will enable control over the system, its configuration, and spectating of data in

real-time (portal: <http://158.193.224.133:8082/>).

Despite the difficult conditions due to the COVID situation in the previous and this year, we implemented and managed to fully meet the scheduled results declared for this project.