



NÁVRH MONITOROVACIEHO ZARIADENIA POMOCOU PLATFORMY ARDUINO

DESIGN OF A MONITORING DEVICE USING THE ARDUINO PLATFORM

MARTIN BOROŠ, ERIK LETTRICH

ABSTRACT: *Car monitoring is a used way of saving company funds intended for the operation of the company's vehicle fleet, as it is possible to monitor the speed and driving position of a company car through it. There are several companies on the market providing vehicle monitoring for a flat fee. In this case, the device is still the property of a third party. As part of the scientific research activities of the Department of Safety Management, the Faculty of Safety Engineering and within the grant call of the University of Žilina, we decided to create a proposal for our own monitoring equipment.*

We used the Arduino platform and its components for the design itself. We implemented the design on a theoretical as well as a practical level. The theoretical level consisted in creating a graphic design of the connection and the practical level was realized by the actual connection of the system.

KEYWORDS: *Monitoring equipment. Arduino. GPS. Design.*

ÚVOD

Súčasná doba poskytuje nespočetné možnosti využívania moderných technológií, často označované ako smart. Výnimku netrovia ani prostriedky a systémy určené na ochranu majetku, ako napríklad ovládanie elektrického zabezpečovacieho systému pomocou mobilného telefónu, stráženie objektu pomocou dronov, autonómne prístupové systémy a mnohé ďalšie riešenia.

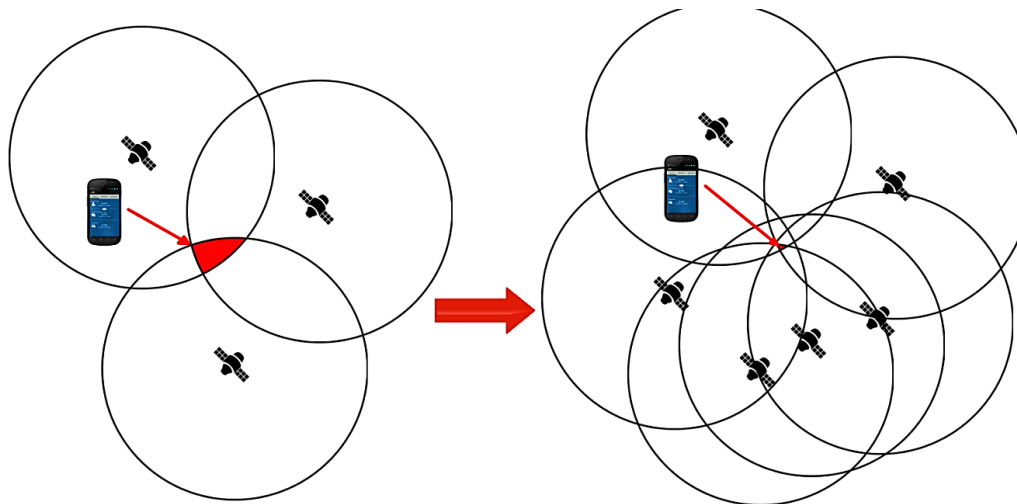
Najmä v prípade monitoringu vozidiel nenastala žiadna zmena a stále je k dispozícii na výber monitorovanie pomocou globálneho systému pre mobilnú komunikáciu, ďalej len GSM alebo globálneho systému určenia polohy, ďalej len GPS. GSM, považujeme za druhú generáciu mobilných systémov, takzvanú 2G sieť, ktorej hlavnou myšlienkou bol prechod na digitálny systém. V tomto období sa začíname stretávať s prenosom údajov, takzvané GPRS prenosy. GSM prenos je komerčne využívaný od roku 1991, v súčasnosti existuje viacero frekvenčných variantov tohto systému, ktoré sú využívané pre rôzne typy prenosov – hlasový prenos, prenos údajov a podobne (Lettrich, 2019), (Kampová, 2018), (Hofreiter, 2019).

Vývoj GPS technológie siaha do roku 1973, kedy bol zahájený vývoj systému NAVSTAR GPS, ktorý nadväzoval na americký systém GNSS Transit. Pôvodne boli tieto systémy využívané ako námorné systémy, ktorých úlohou bolo lokalizovať ponorky a mali byť primárne určené pre vojenské účely. Po zostrelení civilného lietadla v roku 1983, rozhodol americký prezident Ronald Reagan, že po dokončení vývoja bude systém sprístupnený v plnej miere verejnosti (Lettrich, 2019).

GPS je tvorený tromi základnými zložkami, a to kozmickou, riadiacou a užívateľskou. Kozmická zložka je tvorená aktívnymi družicami, ktoré obiehajú okolo Zeme po 6 kruhových dráhach so sklonom 55°. Celkový počet aktívnych družíc na obežnej dráhe Zeme je 30 avšak pre plnú, plynulú prevádzku systému postačuje 24 družíc. Pohyb družíc zabezpečujú dva hlavné komponenty. Prvým komponentom sú solárne panely, ktoré zaisťujú potrebnú energiu a druhým komponentom sú zásoby paliva pre reaktívne motory slúžiace na korigovanie dráhy. Riadiacu zložku systému tvoria riadiace centrá, ktorých úlohou je kontrolovať činnosť družíc, hlavná kontrolná stanica je umiestnená v Amerike, v štáte Colorado. Užívateľskú časť systému tvoria samotné prijímače, schopné komunikovať s družicami.

Celý prenos funguje tak, že družice vysielajú kódované správy obsahujúce informáciu o svojej polohe ako aj o polohe ďalších satelitov spolu s vyjadrením presného času, ktorý hovorí o odoslaní správy zo satelitu. Dané kódy sú následne prijaté GPS prijímačom, ktorý vypočíta časový rozdiel medzi

odoslaním správy družicou a prijatím správy družicou. K synchronizácii a vyjadreniu času sa využívajú výpočtové algoritmy nakoľko v družiciach sa nachádzajú atómové hodiny a v prijímačoch obyčajné. Pre určenie polohy pomocou GPS je potrebné aby prijímač komunikoval s viacerými družicami súčasne. Vplyvom čo najväčšieho počtu družíc je totiž možné určiť najpresnejšiu polohu, tak ako je to znázornené na obrázku 1 (Dolejš, 2015), (Lettrich, 2019).



Obrázok 1 – Príklad určenia presnej polohy (Dolejš, 2015)

V rámci slovenského alebo zahraničného trhu existuje niekoľko typov GPS prijímačov, či už samostatných alebo ako súčasť nejakého iného zariadenia (mobilný telefón, smart hodinky a podobne). Okrem klasického využívania GPS prijímačov pre navigačné systémy, poznáme aj špecifické využitie napríklad na monitorovanie služobných automobilov alebo stráženie pracovných strojov na stavbe.

Monitorovanie služobných automobilov je v posledných rokoch veľmi obľúbenou možnosťou dohľadu vedenia nad zamestnancami z dôvodu bezpečnosti. Takýmto systémom musia byť vybavené všetky automobily určené k prevozu peňazí (Zvaková, Veľas & Mach, 2018), (Šoltés & Šiser, 2019). Pomocou GPS totiž dokáže nadriadený zamestnanec sledovať či sa vozidlo pohybuje po vopred dohodnutej trase, či ide primeranou rýchlosťou alebo či náhodou nezastavilo (Januš, Mariš & Šoltés, 2014), (Ballay & Monoši, 2016).

Analyzovaniu trhu s monitorovacími zariadeniami pre automobily sa v rámci záverečných prác na katedre bezpečnostného manažmentu venovali Ing. Matej Klocán a Bc. Erik Lettrich, ktorí sa zameriavali na testovanie vybraných GPS systémov. Z výsledkov daných prác ako aj z dostupných zdrojov odbornej literatúry existuje predpoklad, že GPS systémy nie sú dostatočne spoľahlivé v husto zastavaných obydliach, v podzemných parkoviskách a podobne. V rámci vedecko výskumnej činnosti katedry bezpečnostného manažmentu, FBI, sme sa rozhodli vytvoriť vlastné GPS zariadenie pomocou ktorého sa budeme môcť zamerať na detailnejšie skúmanie a identifikáciu miest vo vybranom regióne s pravdepodobnosťou zlej, respektíve nedostatočnej lokalizácie prostredníctvom GPS. Okrem spomínaných testov sa priebežne na katedre realizujú rôzne praktické testy ako elektrických tak mechanických systémov (Mach, 2015).

Základ nami vytvoreného monitorovacieho zariadenia tvorí programovateľný mikrokontrolér Arduino. Arduino sme sa rozhodli využiť kvôli jeho komplexnosti využitia a nadobudnutých vedomostí z predchádzajúcich testovacích zariadení. Pomocou Arduino sa nám v rámci vedecko výskumnej činnosti katedry podarilo zostrojiť testovacie tablo v rámci ktorého bolo súčasne testovaných 9 PIR detektorov, testovacie zariadenie pre poplachové prenosové systémy a vytvorili sme návrh elektrického zabezpečovacieho systému (Kutaj, Jasenčák, Veľas & et.al, 2018), (Boroš, Kučera, Veľas & et.al, 2020).

Arduino je vzhľadom a funkčnosťou porovnateľný s klasickými jednoduchými programovateľnými mikrokontrolérmi. Aj keď iba na pohľad, Arduino je totiž otvorená elektronická platforma, ktorá využíva jednoduchý typ hardvéru a softvéru, ktorý dokáže čítať rôzne typy požiadaviek na vstupe a dokáže ich premeniť na výstupný impulz. Prostredníctvom výstupného impulzu je možné aktivovať motor, zopnúť relé, aktivovať osvetlenie a mnoho ďalšieho.

Arduino využívajú ako vedci tak široká verejnosť, dokonca sa vzhľadom na jeho jednoduchosť a efektívnosť vytvorila komunita, ktorá verejne zverejňuje svoje projekty s kompletným popisom programu (Bera, Chattaraja & Das, 2020).

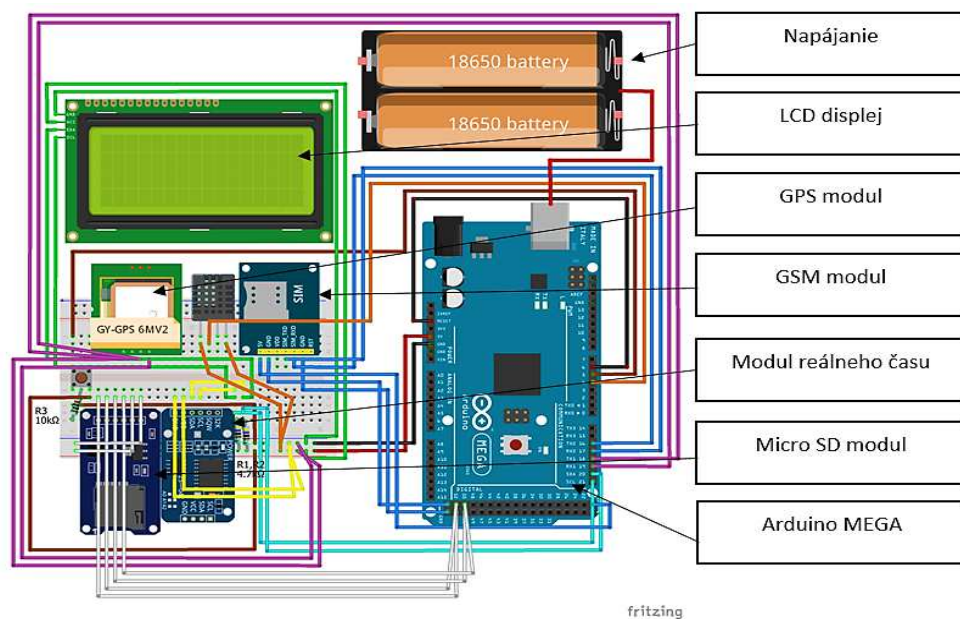
1. METODOLÓGIA

Celý zmysel vytvoriť vlastné monitorovacie zariadenie je možné rozdeliť do troch častí. Prvá časť spočívala v štúdiu literatúry zameranej na platformu Arduino, zo zameraním na možnosti vytvorenia zapojenia GPS systému. Cieľom bolo zistiť možnosti základových dosiek ako aj funkčnosť prepojenia jednotlivých komponentov. Okrem iného boli prehĺbené aj vedomosti ohľadom open-source platformy a programu Arduino IDE, určeného k jeho programovaniu.

Druhou časťou bolo vytvorenie návrhu zapojenia monitorovacieho zariadenia pomocou programu Fritzing. V programe sme si vytvorili vizuálne zapojenie jednotlivých komponentov z grafického pohľadu. Nami vybranými komponentami boli:

- základová doska Arduino UNO,
- GPS modul pre získanie údajov o zemepisnej šírke a dĺžke, nadmorskej výške, rýchlosti pohybu, počte pripojených družíc.
- GSM modul pre ovládanie užívateľských režimov prostredníctvom SMS.
- LCD displej pre zobrazenie údajov u GPS modulu.
- RTC modul reálneho času, pre určenie aktuálneho času.
- Čítačka microSD kariet, pre ukladanie záznamu o polohe a prejdenej dráhe.
- Teplomér a vlhkomér,
- Akumulátor na napájanie.

Súčasťou druhej fázy bolo aj reálne zapojenie a naprogramovanie komponentov. Posledná, tretia časť, je určená pre dlhodobé testovanie spoľahlivosti nami vytvoreného monitorovacieho zariadenia. Táto časť, nakoľko v čase tvorby príspevku prebieha, nie je jeho súčasťou.



Obrázok 2 – Zapojenie monitorovacieho zariadenia v programe Fritzing s popisom komponentov (autori)

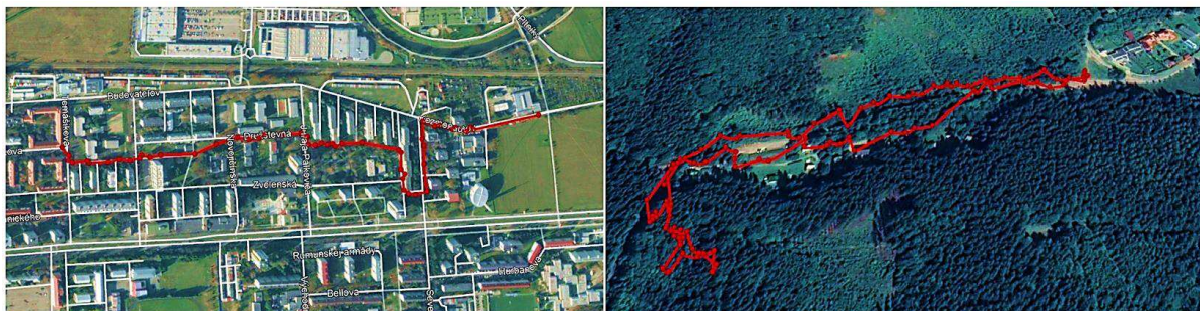
2. VÝSLEDKY

Na základe informácií a podľa zvoleného postupu sme vytvorili prvé zapojenie komponentov na nepájivom poli a vytvorili sme zdrojový kód programu. Zdrojový kód sme vytvorili v programovacom prostredí Arduino IDE a pomocou mikro USB kábla zapísali do pamäte základovej dosky. Vplyvom nepredpokladanej veľkosti zdrojového kódu sme zistili, že nami zvolená základová doska Arduino UNO nedokáže plnohodnotne pracovať a museli sme pristúpiť k výmene základovej dosky a prešli sme na vyšší model, Arduino MEGA2560, ktorej základ tvorí mikrokontrolér ATmega2560. Po tejto výmene systém pracoval bezproblémovo. Zapojenie monitorovacieho zariadenia s popisom je znázornené na obrázku 2.

Skonštruované monitorovacie zariadenie je plne funkčné a boli vykonané pilotné testy zamerané na správnu funkčnosť vytvoreného programu. V rámci programu sme vytvorili niekoľko užívateľských módov. Pre tie spočívajú v reakcii systému na programovaciu SMS. Módy sú určené pre automobil a pre peších aby bolo v rámci mapového podkladu jasné, že automobil nešiel napríklad po parku. Monitorovací systém umožňuje vypísať na LCD displeji naprogramované hodnoty ako nadmorská výška, zemepisná šírka a dĺžka. Tieto údaje taktiež dokáže zaslať na telefónne číslo z ktorého príde dopyt, formou SMS. V rámci doplnkových nastavení sme určili možnosť nastavenia obmedzujúcej rýchlosti, napríklad ak sa auto pohybuje dlhšiu dobu nižšou rýchlosťou ako 2km/h systém automaticky vyhodnotí, že stojí a vyhodnocuje ho ako zaparkované. Rovnaké nastavenie je možné aj v prípade pešieho monitorovania, v tomto prípade je možné automaticky používať rýchlosť v metroch za sekundu.

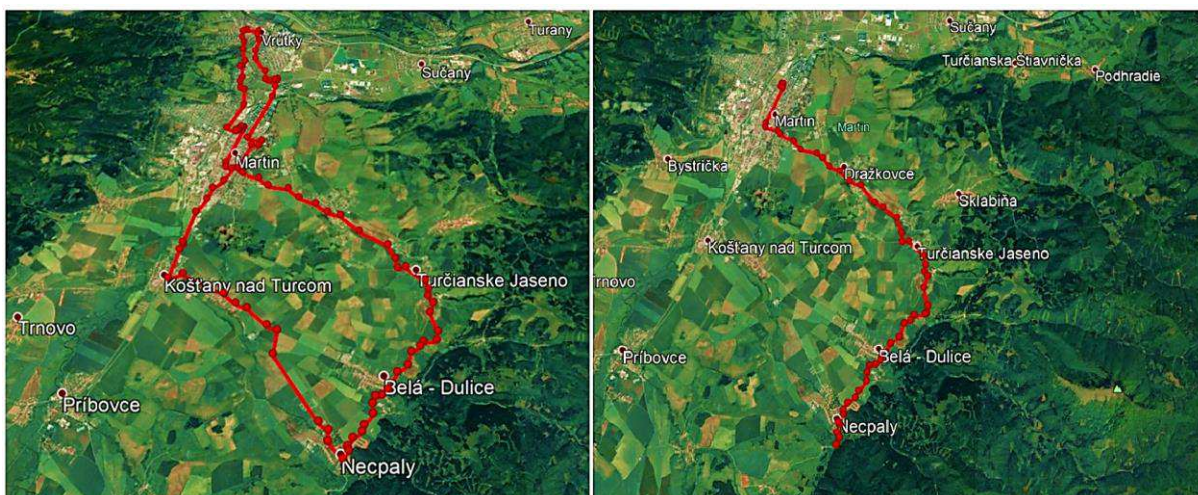
V súčasnosti monitorovací systém nedisponuje online monitoringom na mapovom podklade. Určenie presnej polohy je možné pomocou zaslania SMS na zariadenie. Prejdená trasa je spätne vygenerovaná pomocou údajov uložených na SD karte. Na nej sa totiž uloží textový dokument, KLM, ktorý je pomocou aplikácie Google Earth – Visualizér, zakreslený do mapového podkladu a spätne dokážeme určiť prejdenú trasu.

V rámci pilotného testovania, zameraného na správnu funkčnosť zariadenia, sme realizovali niekoľko meraní pešou chôdzou a v automobile. V prípade pešej chôdze sme testovali správnosť návrhu v husto obývanej časti mesta Martin a v prírode, konkrétne počas túry v Martinských holiach. V oboch prípadoch pešieho testovania nami vytvorené zariadenie fungovalo bezchybne a prejdenú trasu vytvorilo správne. Vykorenenie prejdenej trasy pilotného, pešieho, testovania vytvorené v programe GPS Visualizer je znázornené na obrázku 3.



Obrázok 3 – Výsledky pilotného, pešieho, testovania vytvorené v nástroji GPS Visualizer (autori)

Testovanie pomocou automobilu bolo realizované v počas dvoch jazd. V prvom prípade sa jednalo o trasu z Martina cez Necpaly a Vrútky, späť do Martina, pričom celá trasa mala dĺžku 39 km. V druhom prípade sa jednalo o jednosmernú trasu z Martin do Necpál, pričom trasa mala dĺžku 15km. Obydva testy monitorovacieho zariadenia prebehli bezproblémovo a záznam polohy bol správny. Vykorenenie prejdenej trasy, automobilových testov, vytvorenej v programe GPS Visualizer je znázornené na obrázku 4.



Obrázok 4 – Výsledky pilotného, automobilového, testovania vytvorené v nástroji GPS Visualizer (autori)

3. DISKUSIA

Monitorovacie zariadenie vytvorené pomocou platformy Arduino dopĺňa výskum spoľahlivosti poplachových systémov. Je nepochybné, že sa mohla zvoliť aj iná platforma, ako napríklad Raspberry a výsledok mohol byť iný alebo rovnaký. Avšak význam výberu platformy Arduino je podmienený najmä širokou možnosťou dostupných informácií a hlavne cenou. Pokiaľ by sme spočítali hodnoty všetky komponentov systému dostali by sme cenu niekde na úrovni 60€ a v prípade Raspberry by táto hodnota bola pravdepodobne oveľa vyššia.

Uvažovali sme aj o vytvorení mobilnej aplikácie pomocou ktorej by sme dokázali simulovať aktuálnu polohu na mapovom podklade avšak z tejto ideje sme odstúpili. Dôvodom bola na jednej strane náročnosť riešenia a na strane druhej absencia reálneho využitia, respektíve duplicitnosť riešenia, nakoľko teraz je možné presnú polohu zistiť pomocou dopytu cez SMS.

Naším cieľom je zamerať sa na komparáciu citlivosti GPS modulu, preto máme k dispozícii dve rôzne varianty a počas praktických testov ich budeme porovnávať. Cieľom je zistiť či citlivosť v kritických miestach ako napríklad vjazdy do podzemných parkovísk a podobne. Samotné výsledky budú porovnané s profesionálnym monitorovacím zariadením od spoločnosti ONI Systems.

ZÁVER

Cieľom príspevku bolo poukázať na návrh a konštrukciu monitorovacieho zariadenia vytvoreného pomocou platformy Arduino. Samotný návrh sme realizovali v špeciálnom programe Fritzing, určenom k vytvoreniu zapojenia komponentov Arduina jednak v grafickej podobne ale aj podobne budúceho plošného spoja. Nami navrhnuté monitorovacie zariadenie je plne funkčné a realizovali sa na ňom pilotné testy zamerané na správnosť vytvoreného zdrojového kódu.

Vývoj monitorovacieho zariadenia je podporovaný grantovým systémom Žilinskej univerzity a v súčasnej dobe prebieha posledná fáza projektu, zameraná na dlhodobé testovanie spoľahlivosti. Okrem testovania spoľahlivosti vytvoreného monitorovacieho zariadenia budú súbežne prebiehať komparačné testy s profesionálnym, komerčne dostupným systémom od spoločnosti ONI Systems. Výsledky poukážu na správnosť vytvoreného zapojenia a jeho konkurencie schopnosť s komerčne dostupným systémom. Obrovskou výhodou nami vytvoreného monitorovacieho zariadenia je jeho obstarávací cena, ktorá sa pohybuje na úrovni okolo 60€ z pohľadu komponentov.

POĎAKOVANIE

Tento článok bol podporený Grantovým systémom UNIZA č. KOR/7474/2019.

LITERATÚRA

- Ballay, M. & Monoši, M. (2016). Technológia elektromobilov vo vzťahu k hasičským jednotkám pri vykonávaní záchranných prác. *Krízový manažment* 2/2016. Retrieved from:
https://www.fbi.uniza.sk/uploads/Dokumenty/casopis_km/archiv/2016_02/06O1%20Ballay%20Monosi.pdf
- Bera, B., Chattaraj, D., & Das, AK. (2020). Designing secure blockchain-based access control scheme in IoT-enabled Internet of Drones deployment. *COMPUTER COMMUNICATIONS*, Vol. 153, 229-249.
<https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.02.011>
- Boroš, M., Kučera, M., Veľas, A., & Valouch J. (2020). Possibilities for experimental testing of alarm transmission systems. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, Vol. 22, Issue 2, 123-128.
<https://doi.org/10.26552/com.C.2020.2.123-128>
- Dolejš, J. (2015, March 30). Jak funguje zaměření polohy pomocí GPS?. Retrieved September 29, 2020, from
<https://www.svetandroida.cz/gps-princip/>
- Hofreiter, L. (2019). O potrebe a význame teórie pre bezpečnostné vzdelávanie. *Krízový manažment* 2/2019. Retrieved from: https://www.fbi.uniza.sk/uploads/Dokumenty/casopis_km/archiv/2019/2019_02/hofreiter.pdf
- Januš, P., Mariš, L., & Šoltés, V. (2014). Softvérové využitie databáz geografických informačných systémov pre potreby činnosti obecných polícií v Žilinskom kraji. In *Bezpečnosť, extrémizmus, terorizmus 2014*. (pp. 106-114) ISBN 978-80-89608-15-7
- Kampová, K. (2018). Expertné posudzovanie ako nástroj kvantifikácie parametrov modelu ochrany. *Krízový manažment*. 1/2018. Retrieved from: <https://fbi.uniza.sk/stranka/casopis-krizovy-manazment-cislo-1-2018>
- Kutaj, M., Jasenčák, L., Veľas, A. & Boroš, M. (2018). The design of a testing device for passive infrared motion detectors. In *WIT Transactions on the Built Environment*. Vol. 174, pp 457-463. doi 10.2495/SAFE170411
- Lettrich, E. (2019). Možnosti monitoringu automobilov. *Bakalárska práca – Žilinská univerzita v Žiline*
- Šoltés, V. & Šiser, A. (2019). Požiadavky na vzdelávanie používateľov informačných systémov v oblasti kybernetickej bezpečnosti. In: *Aktuálne výzvy kybernetickej bezpečnosti*. Bratislava: Akadémia Policajného zboru v Bratislave, pp. 168-175
- Mach, V. (2015). Testovanie prielomovej odolnosti vybraných mechanických zábranných prostriedkov. *Krízový manažment* 2/2015. Retrieved from: https://www.fbi.uniza.sk/uploads/Dokumenty/casopis_km/archiv/2015_02/014%20Mach.pdf
- Zvaková Z., Veľas, A. & Mach, V. (2018). Security in the transport of valuables and cash. In *Transport Means - Proceedings of the International Conference, Lithuania*, pp. 1209-1214

Martin Boroš, Ing., PhD.

Katedra bezpečnostného manažmentu, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
e-mail: martin.boros@fbi.uniza.sk

Erik Lettrich, Bc.

Katedra bezpečnostného manažmentu, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
e-mail: lettrich2@stud.uniza.sk
