



ANALÝZA VYUŽITÍ INTELIGENTNÍCH DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ MĚST A OBCÍ SR

Jiří Tengler¹, Margita Majerčáková², Branislav Piroš³

Abstract: This paper provides an analysis of the use of Intelligent Transport Systems (ITS) in Slovakia. The aim of the analysis is to evaluate the current implementation of ITS and provide an overview of their use in transport operations. Based on available data and information, typical examples of ITS in Slovakia are identified. It also includes results from a questionnaire survey in the context of the use of Smart City solutions in Slovakia.

Keywords: Smart city, Inteligentní dopravní systémy, IoT, doprava, mobilita.

Úvod

V dnešní době jsme svědky neustálého pokroku v oblasti informačních technologií a prvků umělé inteligence, který přináší do našich životů obrovské změny. Tento ohromující vývoj nám otevírá nové možnosti ve všech oblastech lidského života. Avšak ve stejné době se setkáváme i s jiným poměrně bouřlivým rozvojem a tím je i rozrůstání měst a sním spojené zvyšování hustoty dopravy v jejich ulicích. Rozšířenost soukromých vozidel a preferování pohodlí a flexibility jednotlivců dotvářejí tento negativní trend, který přispívá k dalšímu zhoršování dopravní situace v městech. Nejedná se jenom o přeplněnost, dopravní zácpy či problémy s řízením, ale i samotnou bezpečnost dopravního provozu v městech. Proto je nezbytné hledat nové inovativní řešení, které by dokázali omezit a předvídat tyto negativní aspekty zhoršující se situace. Jedním z prostředků, který může na různých úrovních řešit tyto problémy jsou inteligentní dopravní systémy (zkráceně IDS). IDS lze označit jako jednu z podoblastí Smart City, taktéž zařazovanou do odborového zařazení mobilita a doprava. V rámci Smart city jsou IDS propojovány i s dalšími systémy, jako je energetika, infrastruktura či veřejné služby města. Společně toto propojení může zlepšovat mobilitu a dopravu a taktéž přispívat k udržitelnému rozvoji města.

Problematika Smart city

Smart City je všeobecné označení, které se vztahuje na města, které využívají různé formy informačních a komunikačních technologií (IKT) s cílem zvýšení provozní efektivity, sdílení informací s veřejností, poskytování lepších služeb veřejné správy a zvýšení kvality života svých obyvatel. Hlavní úlohou inteligentního města je zlepšení účinnosti politik, snížení odpadu a nepohodlí, zlepšení sociálního a ekonomického prostředí,

¹ Ing. Jiří Tengler, PhD., Univerzitná 1, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta PEDAS, Katedra spojov, e-mail: jiri.tengler@uniza.sk

² doc. Dr. Ing. Margita Majerčáková, Univerzitná 1, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta PEDAS, Katedra spojov, e-mail: margita.majercakova@uniza.sk

³ Ing. Branislav Piroš, Univerzitná 1, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta PEDAS, Katedra spojov, e-mail: piros3@stud.uniza.sk

taktéž mobility a maximalizace sociální inkluze. Hlavním cílem je optimalizace města, podpora ekonomického růstu a zlepšování kvality života obyvatel využíváním inteligentních technologií a analýzou dat. Je vhodné si uvědomit, že hodnota inteligentního města spočívá spíše v způsobu, jak se technologie a informace z ní využívají než v množství dostupné technologie.

Inteligentní dopravní systémy

Inteligentní dopravní systémy (zkr. IDS) jsou pokročilé aplikace, které poskytují inovativní služby týkající se rozličných druhů dopravy a řízení provozu. Tyto systémy jsou sestaveny z elektronických, technických a programových prostředků, které umožňují lepší informovanost uživatelů a poskytují bezpečnější, koordinovanější a inteligentnější využívání dopravní sítě. Tím přispívají k efektivitě a udržitelnosti městské dopravy.

IDS mohou efektivitu městské dopravy zlepšit tím, že snižují zácpy a zlepšují tok dopravy. Díky propojenosti sítě senzorů a zařízení IoT mohou IDS sbírat a analyzovat data o provozu v reálném čase. To umožňuje dynamické řízení dopravy na základě aktuálního stavu dopravy, což vede ke snížení dopravních zácp a zvýšení plynulosti dopravy.

Dalším možným pozitivním vedlejším přínosem při správném využívání IDS je snižování emisí, což může vést ke zlepšování kvality ovzduší. Optimalizací dopravního provozu pomocí IDS mohou být eliminovány zbytečné zastavování dopravních prostředků a jejich plynulejší průjezd dopravní sítě, a tedy snížení akumulace škodlivých emisí v konkrétní oblasti města. Toto může mít pozitivní dopad na životní prostředí i zdravý obyvatel měst.

IDS taktéž umožňuje lepší koordinaci mezi různými druhy dopravy a podporuje multimodální přepravu. Integrované dopravní systémy umožňují informovat uživatele o dostupných možnostech dopravy a umožňují snadné přechody mezi různými druhy dopravy. To opět může vést k upřednostnění kombinace veřejného typu dopravy oproti přesunu pomocí osobního dopravního prostředku. [1]

Typy inteligentních dopravních systémů

V současnosti se v oblasti dopravy rozvíjí a implementují různé typy inteligentních dopravních systémů. Tyto systémy využívají moderní technologie a inovativní přístupy k řízení a optimalizaci dopravního provozu, s cílem zlepšit bezpečnost, efektivitu a plynulost dopravy. Postupující digitalizace a inovace přinášejí do oblasti dopravy nové možnosti a perspektivy pro využití inteligentních dopravních systémů a těmi jsou:

- Inteligentní dopravní řízení – zahrnují světelné signalizace, dynamické informační systémy, monitorování provozu a řízení dopravy za použití senzorů.
- Systémy inteligentního parkování – senzory pro sledování obsazenosti parkovacích míst, informační systémy s vyhledáváním volného parkovacího místa.
- Dopravní informační systémy: Informační panely, mobilní nebo webové aplikace poskytující informace ohledně dopravy či MHD.
- Systémy elektronické platby mýtného – systémy pro rychlé a plynule placení mýtného nebo jiných poplatků za dopravu.
- Systémy pro sledování a správu dopravních prostředků – sledování dopravních prostředků pomocí GPS (celého vozidla, návěsů), správa vozového parku apod.
- Inteligentní dopravní management – centrální systém pro sledování řízení dopravy, včetně správy dopravních uzlů, koordinace semaforů a optimalizace dopravních toků. A další systémy. [1][2][3][4]

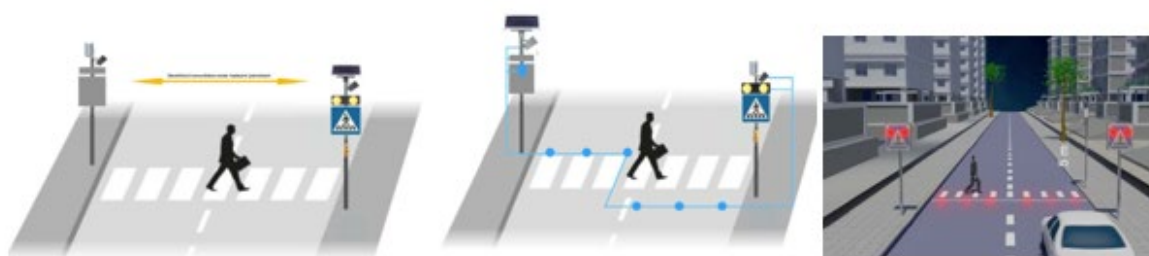
Příklady využití některých typů inteligentních dopravních systémů

- **Parkovací systém Antik Smart City** – je inteligentní parkovací systém, který umožňuje řidičům snadno najít volné parkovací místo v centru města. Systém využívá senzory, které monitorují volná parkovací místa a informují řidiče o jejich dostupnosti pomocí mobilní aplikace viz obrázek č. 1. Systém také umožňuje správcům parkovišť sledovat využití parkovišť a optimalizovat jejich provoz. Toto řešení lze vidět v městě Košice. [5]



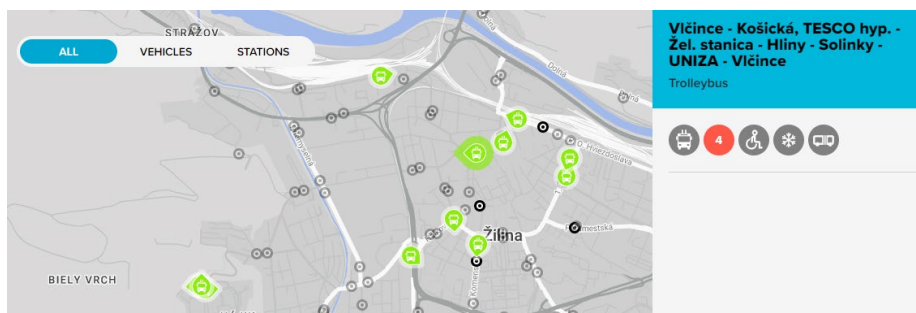
Obrázek 1. Ukázka parkovacího systému Antik Smart City (Zdroj: https://www.antik.sk/assets/smartcity/uploads/wide_antik_parking_system_sk_1.pdf)

- **Inteligentní přechody pro chodce CitySafety** – je inteligentní přechod pro chodce, který je vybavený senzory, které detekují přítomnost chodců na přechodu příp. umožňují upozornit chodce na blížící se auto k přechodu pro chodce. Po vstupu chodce do přechodu se aktivují senzory a podle typu přechodu může nastat několik efektů, které upozorní vodiče na procházejícího chodce. Jednou z možností je, že se přechod rozsvítí, nebo začnou blikat výstražná světla nad dopravním značením přechodu pro chodce anebo se rozsvítí i diody integrované v samotném přechodu pro chodce (především v čase špatné viditelnosti) viz obrázek č. 2. Toto řešení lze vidět např. v městě Trebišov. [6]



Obrázek 2. Ukázka modifikací inteligentního přechodu pro chodce systému CitySafety (Zdroj: <https://citysafety.sk/inteligentne-priechody-prehodcov/>)

- **Inteligentní dopravní management** – Projekt aktivní preference vozidel městské hromadné dopravy (MHD) na světelných křižovatkách, který umožňuje autobusům získat přednost při zpoždění, je významným přínosem. Využívá se také inteligentní řízení dopravy pomocí palubních jednotek ve vozidlech MHD, které komunikují s dopravní signalizací. Systém je integrován do softwarové platformy Invipo a obyvatelé mohou využívat mobilní aplikaci Smart Žilina k monitorování polohy spojů, informací o zastávkách a aktuálním dopravním stavu viz obrázek č. 3. [7]



Obrázek 3. Ukázka vizualizačního systému MDH v Žiline (Zdroj: <https://smart.zilina.sk/desktop/public-transport?line=22031&type=cablecar&show=all>)

Cíle a metodologie

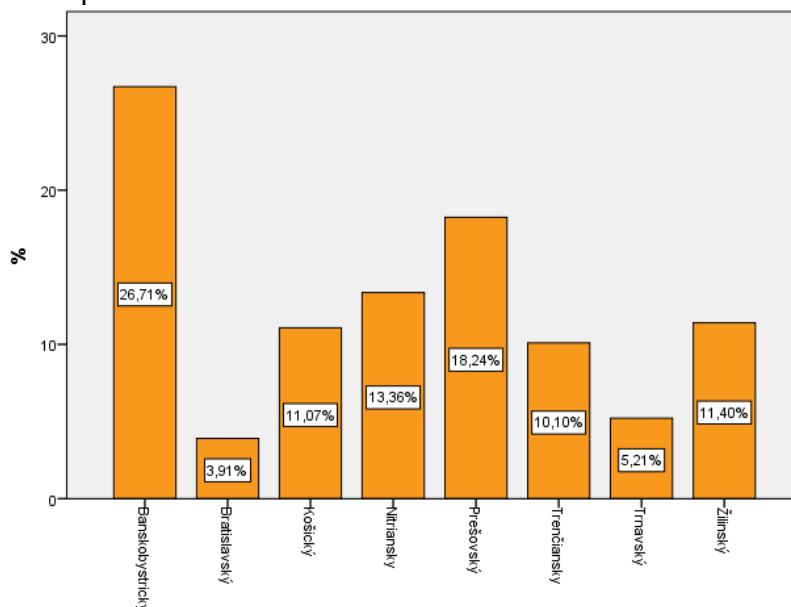
Cílem výzkumu pro tento článek bylo zjistit míru využití inteligentních dopravních systémů v městech a obcích Slovenské republiky. Pro tento účel byl zrealizován dotazníkový průzkum zaměřený na problematiku využití technologií Smart city. Dotazník byl distribuován v elektronické podobě a byl zaslán celkem 2893 městům a obcím v období od ledna do dubna 2023. Návratnost dotazníku činila 10,61 %, což odpovídá hodnotě 307 respondentů.

Při hodnotě spolehlivosti odhadu 95 % a přípustném rozmezí chyby 5 % bylo vyžadováno 247 respondentů. Tento počet respondentů byl dosažen, tedy pozitivně odráží relevantnost výsledků.

Výsledky

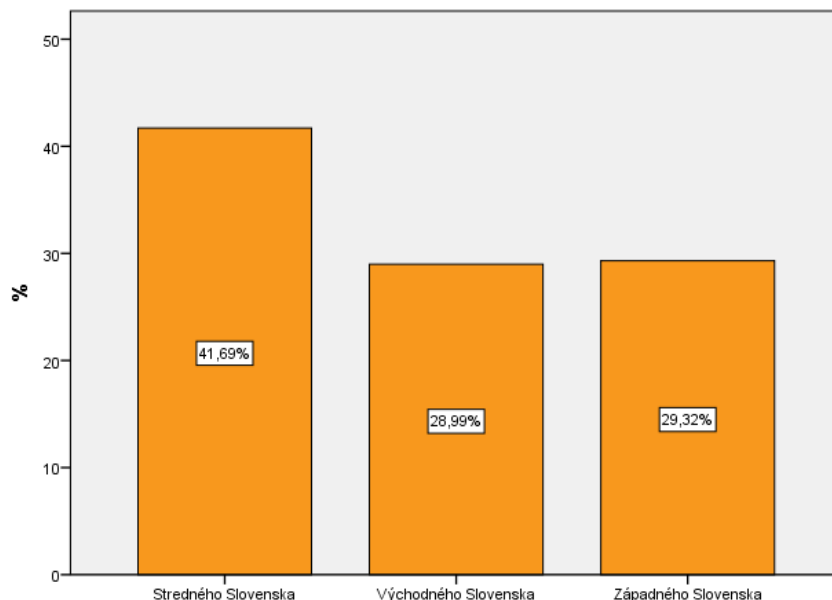
V následující části jsou prezentovány výsledky analýzy využití inteligentních dopravních systémů v městech a obcích Slovenské republiky v oblasti dopravy. Nejprve se zaměříme na statistická data a analýzy, které poskytují důležité informace o využití těchto systémů u respondentů.

První otázky se zaměřovaly na identifikaci a zjišťovaly, z jakého kraje a části Slovenska pochází respondent.



Obrázek 4. Rozložení respondentů dle krajů (Zdroj: Autor)

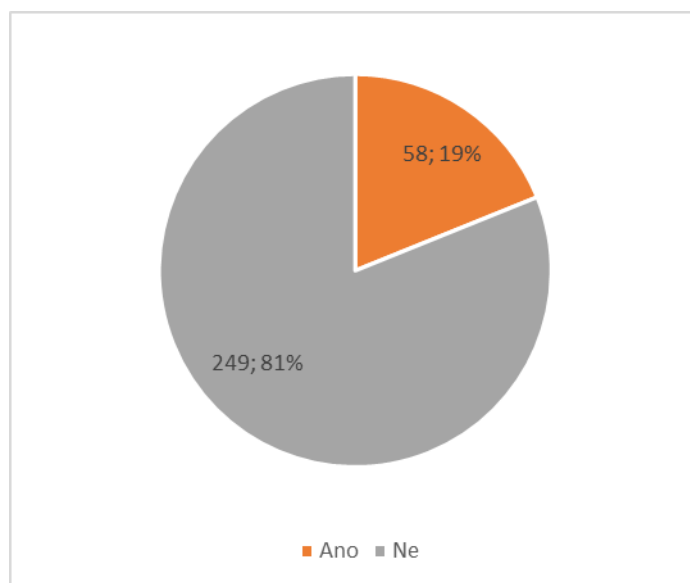
Na obrázku č. 4 lze vidět rozložení respondentů, dle konkrétního kraje. Největší zastoupení bylo z Banskobystrického kraje, Prešovského kraje a Trenčianského kraje. Naopak nejmenší z Bratislavského a Trnavského kraje.



Obrázek 5. Geografická distribuce respondentů (Zdroj: autor)

Na obrázku č. 5 lze vidět geografickou distribuci respondentů, dle jednotlivých oblastí Slovenska. Největší poměr respondentů bylo z krajů na středním Slovensku a téměř stejný poměr měl východ a západ Slovenska.

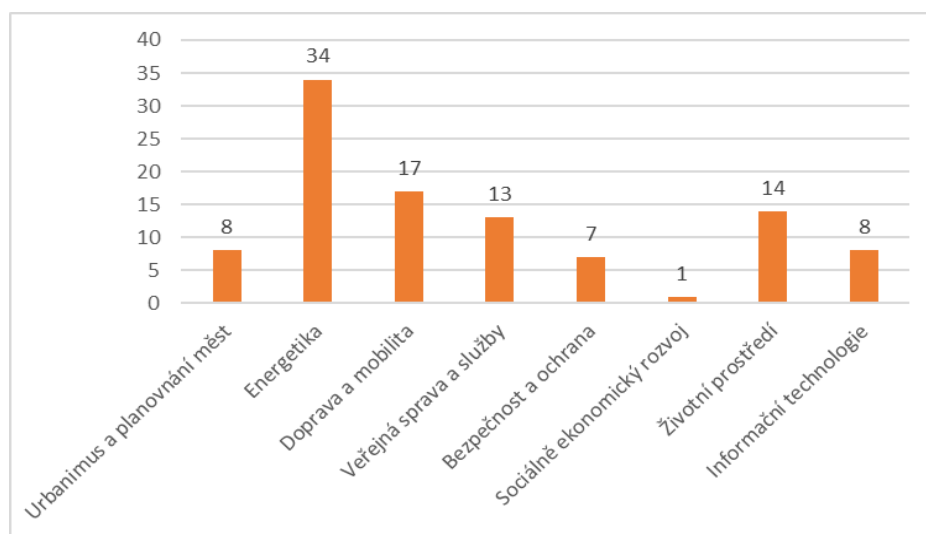
První důležitou otázkou v rámci dotazníku bylo zjištění, zda dané město či obec využívá nějaké inteligentní řešení v rámci konceptu Smart city.



Obrázek 6. Implementace řešení v rámci konceptu Smart city u respondentů (Zdroj: autor)

Jak lze vidět na obrázku č. 6, tak pouze jen 58 měst a obcí, již implementovalo jedno z řešení konceptu Smart city.

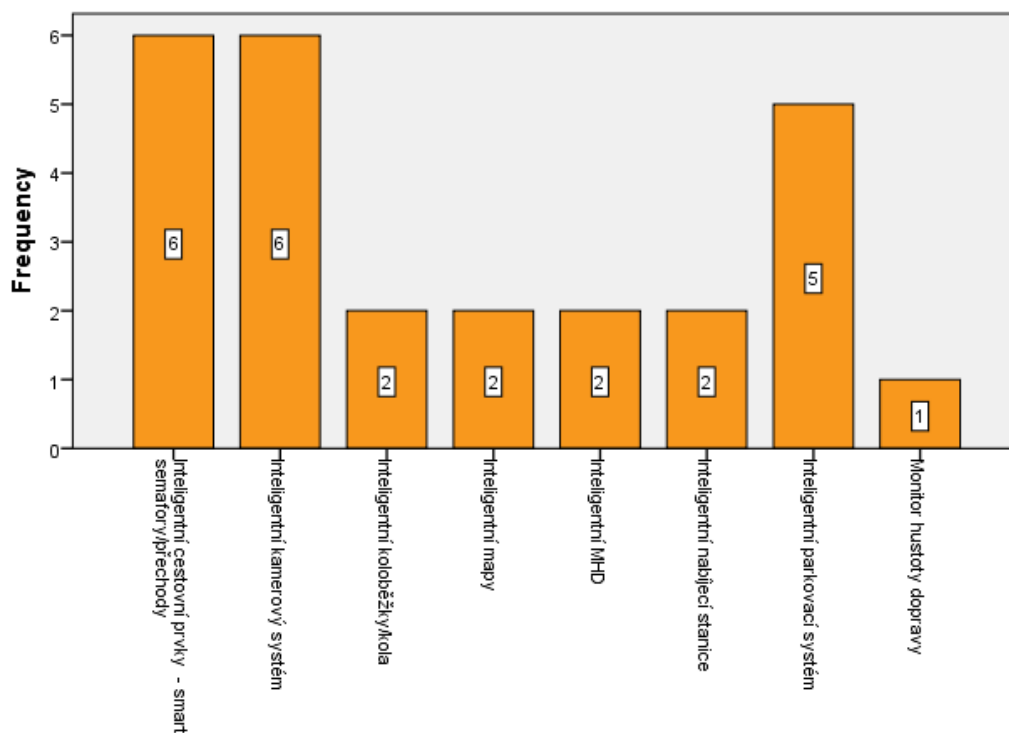
U respondentů, kteří označili odpověď „ano“ nás dále zajímalo v jakém o odborovém zařazení byla realizována řešení Smart city.



Obrázek 7. – Odborové zařazení realizovaných řešení Smart City řešení u respondentů (Zdroj: autor)

Na obrázku č. 7 lze vidět, že nejvíce využívanou oblastí implementace řešení Smart city je v oblasti energetiky. Vyšší četnost je patrná ještě v oblasti dopravy a mobility, veřejných správ a služeb a životního prostředí.

Nyní lze přejít k důkladnějšímu zkoumání realizovaných řešení v oblasti dopravy. V rámci specifikace inteligentních řešení v rámci dopravy a mobility, nebyl brán v potaz prvek inteligentní veřejné osvětlení i přestože může mít významný vliv při zvyšování bezpečnosti v rámci dopravních sítí.



Obrázek 8. Početnost konkrétních implementovaných případů řešení Smart city zaměřeného na oblast dopravy a mobility u respondentů (Zdroj: Autor)

Na obrázku č.8 je patrné, že u respondentů je nejvíce využívané řešení spojeno právě s oblastí bezpečnosti dopravy. Ze 17 respondentů (měst a obcí SR), které využívají řešení Smart city pro oblast dopravy a mobility 8 měst či obcí využívá inteligentní cestovní prvky. Které jsou implementovány do podoby inteligentní semaforů nebo inteligentních přechodů. Druhým nejčastěji se vyskytujícím prvkem jsou inteligentní kamerové systémy, které využívá z výše uvedeného množství také 6 měst či obcí. Jsou to právě tyto dva nejčastěji využívané prvky, které mají základ v bezpečnosti dopravy. Dalším více využívaným prvkem jsou inteligentní parkovací systémy, které využívá z uvedeného množství 5 měst či obcí. Stejný počet respondentů uvádí využívání následujících inteligentních dopravních systémů pro prvky inteligentní nabíjecí stanice, inteligentní MHD, inteligentní mapy a inteligentní koloběžky a kola, a to v počtu 2. Posledním prvkem, který respondenti uvedli pouze jednou je monitorování hustoty dopravy.

Závěr

Význam inteligentní dopravních systémů, jakožto jednoho z prvků Smart city, stále roste. V článku byl zdůrazněn vliv i potenciál inteligentních dopravních prvků v prostředí měst a obcí. Vyskytli se případy, kde konkrétní město či obec využívalo hned několik řešení Smart city, nebo dokonce řešení Smart city v oblasti dopravy. Je však důležité si uvědomit, že ne všechna tato řešení jsou nezbytná pro každé město či obec. Je nutné posuzovat jejich přínos jak z krátkodobého, tak i dlouhodobého hlediska anebo zda jsou města a obce schopná tyto informace zpracovat a následně využít ve prospěch svých obyvatel. V dalším výzkumu by bylo vhodné se zaměřit na otázku optimalizace a kooperace jednotlivých inteligentních dopravních systémů, aby bylo efektivně provázat jednotlivé prvky Smart city.

Literatúra

- [1] COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION: Směrnice 2010/40/EU ze dne 7. července 2010 o rámci pro interoperabilní využívání informačních technologií v oblasti silničního dopravního systému a pro zlepšení provozu v oblasti silniční dopravy a bezpečnosti silničního provozu, Evropský parlament a Rada, 2010, 13 str.
- [2] GHOSH, S., LEE, T.: Intelligent Transportation Systems – New Principles and Architectures, CRC Press, New York, 2000, 188 str., ISBN 0-203-00994.
- [3] MENEGUETTE, I. R., DE GRANDE, E. R., LOUREIRO, A. F. A.: Intelligent transport system in smart cities – Aspects and challenges of vehicular networks and cloud, SPRINGER CHAM, Switzerland, 2018, 182 str., ISBN 978-3-319-93332-0.
- [4] HAQUE, K. MD., SHAHRIER, M., HUQ, S. A.: A systematic review of electronic toll collection systems, International Conference of Transportation Research 2020 (ICTR2020), Mirpur, 2000, 255 str.
- [5] ANTIK SMART CITY: Parkovací systém – Antik Smart City, 2023, Dostupné z: <https://www.antiksmartcity.sk/parkovaci-system/>
- [6] CITYSAFETY: Inteligentné prechody pre chodcov, 2023, Dostupné z: <https://citysafety.sk/inteligentne-priechody-prechodcov/>
- [7] SMART CITIES KLUB: Najväčší smart projekt na Slovensku v Žiline, 2020, Dostupné z: <https://smartcitiesklub.sk/najvacsi-smart-projekt-na-slovensku-maju-v-ziline/>

Grantová podpora

„Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra 2014 - 2020 pre projekt: Inovatívne riešenia pohonných, energetických a

bezpečnostných komponentov dopravných prostriedkov, s ITMS kódom projektu 313011V334, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja"



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



MINISTERSTVO
DOPRAVY A VÝSTAVBY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY