

Vedecký článok / Scientific article

Recenzované / Review: 14. 12. 2023

<https://doi.org/10.24040/eas.2024.25.1.20-35>



Prostriedky lokálnej mobility ako zdroj dát monitorovania bariérovosti

Shared mobility as a tool for monitoring of barriers

Radovan Dráb^{a*}, Tomáš Štöfa^b

^a Ekonomická fakulta, Technická Univerzita v Košiciach, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6022-5995>

^b Ekonomická fakulta, Technická Univerzita v Košiciach, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9824-3531>

Abstract: Safety and accessibility of sidewalks are key aspects for the comfortable living of residents in an area, but their effective monitoring is a challenging and financially demanding process. This article analyzes the collaboration between the city of Košice, the Technical University of Košice, and the company ANTIK in testing the utilization of existing infrastructure of shared scooters to assess the quality and accessibility of sidewalks using their built-in accelerometer and GPS module. The results indicate that it is possible to utilize them and identify problematic areas, but the experiment revealed technological obstacles that require solutions before widespread deployment. The outcome could be an automatic update of the city's accessibility map and dynamic monitoring of the condition of sidewalks and roads, thereby streamlining monitoring processes and improving the overall accessibility of urban infrastructure.

Key words: Scooters. Accessibility. Quality of sidewalks.

JEL Classification: R41. R58.

Úvod

V rýchlo sa rozvíjajúcom mestskom prostredí je kontrola stavu vozoviek a chodníkov neoddeliteľnou súčasťou bezpečnosti a pohodlia obyvateľov. Každodenná interakcia s infraštruktúrou, ktorá nás obklopuje, nám ukazuje, aké dôležité je udržiavať tieto cesty v optimálnom stave. Kvalita týchto infraštruktúrnych prvkov nie je len estetickou záležitosťou, ale aj základným kameňom pre bezpečnosť, prístupnosť a pohodlie obyvateľov. Zároveň sa

* Korešpondujúci autor: Ing. Radovan Dráb, PhD.

Ekonomická fakulta, Technická Univerzita v Košiciach, Němcovej 32, 040 01 Košice

e-mail: radovan.drab@tuke.sk

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

tento atribút stáva dôležitou položkou pri podpore fyzickej aktivity, súdržnosti komunity a udržateľnosti životného prostredia (Rajaei, Echeverri, Zuchowicz, Wiltfang, & Lucarelli, 2021).

V súvislosti so stavom vozoviek a chodníkov sa zároveň spája ich bezbariérovosť. Chodníky, ktoré by mali byť univerzálnym priestorom pre všetkých, sa stále stretávajú s výzvami, ktoré obmedzujú pohyb jednotlivcov s obmedzenou pohyblivosťou. Bezbariérovosť chodníkov nie je len otázkou fyzickej dostupnosti, ale predstavuje aj dôležitý krok smerom k inkluzívnej spoločnosti, v ktorej je rešpektovaná a podporovaná diverzita jednotlivcov (Ferreira and da Penha Sanches, 2007).

Tradičné metódy kontroly stavu vozoviek a chodníkov zahŕňajú fyzické prehliadky a testovanie materiálov, čo môže byť časovo náročné a finančne nákladné. Metódy ako Ground Penetrating Radar (GPR) a Falling Weight Deflectometer (FWD) umožňujú dosiahnuť presné výsledky, no za cenu vysokých nákladov je možné týmito metódami bez častého opakovania získať len statické dáta (Cafiso, Di Graziano, Fedele, Marchetta, & Praticò, 2020). Vďaka rýchlemu pokroku v oblasti senzoriky, IoT (Internet of Things) a analýzy dát sa otvárajú nové možnosti. Bezkontaktné snímanie pomocou dronov, geografické informačné systémy (GIS), a siete IOT senzorov umožňujú systematické a efektívne zhromažďovanie údajov o stave infraštruktúry (Caselli and Negri, 2018; Hosseini et al., 2022). Tieto technológie umožňujú nielen identifikáciu aktuálnych problémov, ale aj sledovanie ich vývoja a predvídanie potenciálnych budúcich komplikácií.

Tento článok je venovaný uskutočnenému pilotnému testovaniu, ktorého cieľom bolo overiť využiteľnosť elektrických skútrov zdieľanej mobility na zber dát umožňujúci aktualizáciu mapy bezbariérovosti mesta Košice. Cieľom bolo získanie údajov, ktorých analýzou by sa dal proces aktualizácie mapy čiastočne automatizovať. Zároveň údaje z testovania ponúkajú širšie možnosti ich využitia, ako je umožnenie hlbšej analýzy mobility obyvateľov, identifikácia kritických miest či stavu cestných komunikácií. Pomocou takejto analýzy by bolo možné pochopiť zdieľanú mobilitu v rámci mesta, a tak umožnilo lepšie riadenie dopravy v meste alebo obci. Zároveň by takéto zdroje dát umožňovali analýzu, simuláciu a overenie zmien v dopravnej sieti, ako napríklad zmeny značenia, zmeny prechodov, vybudovanie/zmenu/rušenie chodníkov a cyklochodníkov.

1 Prehľad aktuálneho stavu

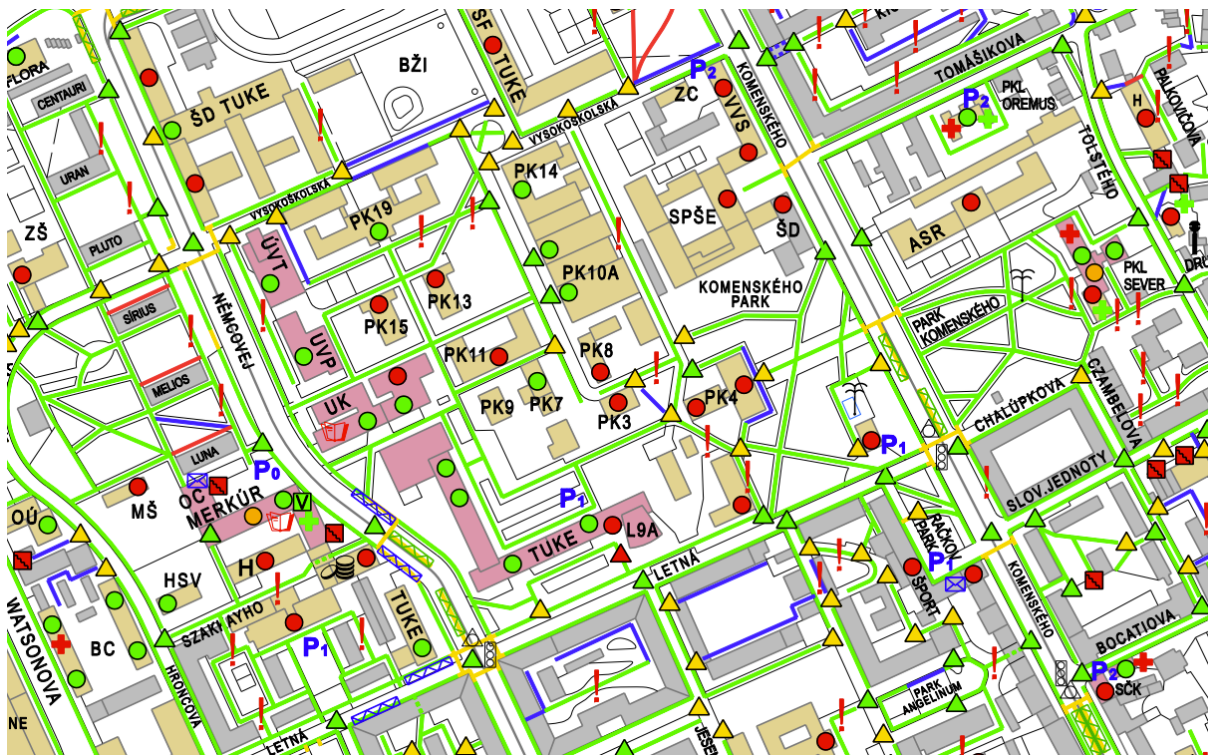
Mesto Košice je druhé najväčšie mesto na Slovensku a metropola východného Slovenska. Má bohatú históriu, ktorá sa odráža v jeho architektúre, kultúre a pamiatkach. Košice sú známe krásou svojho historického centra, kde sa nachádza najväčší kostol na Slovensku - Dóm svätej

Alžbety. Košice sú tiež centrom vzdelania, vedy a umenia. V meste sa konajú mnohé festivaly, výstavy a podujatia, ktoré priťahujú návštevníkov z celého sveta.

Mesto sa usiluje o odstránenie fyzických a komunikačných prekážok, aby umožnilo plnohodnotnú účasť všetkým jeho obyvateľom, bez ohľadu na ich schopnosti či obmedzenia. Jedným z krokov smerujúcich k bezbariérovému mestu sú iniciatívy zamerané na prispôbovanie verejných priestorov potrebám ľudí s obmedzenou pohyblivosťou. Z tohto dôvodu bola v júli 2019 vytvorená Mapa bezbariérovosti mesta Košice. Táto mapa zobrazuje bezbariérové trasy a úpravy mesta Košice, ktoré umožňujú slobodný pohyb po meste pre všetkých, vrátane rodičov s kočiarimi, seniorov, telesne postihnutých osôb a zmyslovo postihnutých osôb. Mapa je rozčlenená na 19 častí a je možné zväčšiť konkrétne územie kliknutím na príslušný obdĺžnik výkresu. Zväčšené územie je uložené vo formáte PDF (Oddelenie útvar hlavného architekta mesta Košice, 2019).

Mapa bezbariérovosti je statická a neumožňuje filtrovať jednotlivé vrstvy zobrazovaných údajov podľa potreby. Mapa sa aktualizuje podľa potreby mesta alebo v prípadoch významných rekonštrukčných prác či zmien infraštruktúry. Ako bolo uvedené vyššie, mapa má v súčasnosti statickú podobu a zachytáva stav bariérovosti vo forme bodov – piktogramov. Jednotlivé nebezpečné miesta sú identifikované na základe fyzickej obhliadky a môžu tak predstavovať zjavné jednoznačne identifikovateľné prekážky na cestnej sieti (zlé umiestnenie stožiaru, odvodňovacieho žľabu, kanalizácie a podobne). Skryté bariéry alebo prekážky, ako aj nebezpečné miesta vznikajúce z dôvodu neprehľadnosti alebo vyplývajúce zo vzájomného pôsobenia viacerých faktorov (neprehľadný roh so zužujúcou sa vozovkou, komunikácie umožňujúce vysokú rýchlosť jazdy s pomerne vysokým počtom chodcov, zmena kvality povrchu vozovky a pod.), takýto spôsob identifikácie nemusí zachytiť.

Aktualizácia a mapovanie bezbariérovosti neprebíha kontinuálne a mapa tak vyjadruje stav aktuálny pri jej tvorbe. Z tohto dôvodu mesto Košice hľadalo spôsob, ako udržiavať túto mapu aktualizovanú a umožňujúcu mapovanie aktuálneho stavu. Dočasným riešením bolo nasadenie zamestnanca mesta, ktorý jednotlivé prechody monitoroval manuálne a zmeny zapisoval do GIS.



Obrázok 1 Mapa bezbariérovosti mesta Košice

Vytvorenie a udržiavanie manuálne vytvorenej mapy bezbariérovosti predstavuje výzvu z hľadiska nákladov a komplexnosti. S cieľom zjednodušiť a zefektívniť tento proces sa v tomto článku navrhuje využitie existujúcej služby zdieľaných kolobežiek. Implementácia Internetu vecí (IOT), dronov a geografických informačných systémov (GIS) môže byť nákladná, preto je dôležité hľadať inovatívne prístupy k automatickej aktualizácii a kontrole stavu chodníkov v reálnom čase.

V meste sa v posledných rokoch vo významnej miere rozšírila zdieľaná mobilita v rôznych formách. Zo začiatku ju predstavovali zdieľané bicykle spoločnosti ANTIK, ku ktorým sa pridali elektrické skútre a motorky. V súčasnosti sa v meste nachádzajú dvaja poskytovatelia služieb zdieľaných elektrických kolobežiek: spomínaný ANTIK a spoločnosť TIER. Využitie údajov generovaných z kolobežiek by mohlo poskytnúť efektívny spôsob sledovania, kde sú prípadné prekážky alebo problémy s prístupnosťou. Týmto spôsobom by sa mohla vytvoriť dynamická a aktuálna mapa bezbariérovosti bez vysokých nákladov spojených so zavedením nových technológií.

Pilotný test získavania a analýzy takýchto údajov sa uskutočnil v Košiciach v mesiacoch august až október 2023 v spolupráci so spoločnosťou ANTIK ako poskytovateľom služby zdieľaných kolobežiek. Zo získaných údajov bolo možné identifikovať zmeny v akcelerometri na troch osiach, časovú pečiatku záznamu a údaj o polohe kolobežky. Na základe týchto údajov bolo možné identifikovať významné zmeny v rýchlosti pri prejazdoch rôznych typov prechodov. Podobne aj údaj z akcelerometra dával dodatočnú informáciu o zaznamenaní

vibrácii v príslušnej osi pohybu. Práve akcelerometer predstavuje jeden zo základných zdrojov pri získavaní dynamických dát o stave vozovky (Astarita et al., 2012; Shtayat, Moridpour, Best, Shroff, & Raol, 2020; Souza, 2018). Väčšina takýchto štúdií využíva dáta zo smartfónu, čo však vyžaduje spoluprácu užívateľa. Automatické zdieľanie dát z kolobežiek však umožňuje plošnejšie sledovanie stavu chodníkov.

Cieľom tohto článku je informovať o uskutočnení experimentu na potvrdenie fungovania navrhovanej metodiky a procesu pre automatizovaný zber údajov potrebných pre analýzu bariérovosti mesta Košice, v rozsahu a štruktúre umožňujúcej časovú analýzu mobility občanov mesta s cieľom riadenia a monitorovania dopravy v meste.

2 Metodika

Pri analýze možností automatizácie zberu údajov potrebných pre analýzu bezbariérovosti cestnej a chodníkovej siete v meste Košice boli zvažované nasledujúce faktory:

- Existencia technológie – technologické riešenie pre zber dát muselo byť k dispozícii, či už hardvérové alebo softvérové.
- Jednoduchosť zberu – tento faktor zahŕňal posúdenie miery zložitosti zberu dát, nutnosť pracovníka, nového zariadenia IoT, potrebu inštalácie dodatočného softvéru, použitie mobilného telefónu, jeho umiestnenie, odosielanie údajov a ich zber do databázy a podobne.
- Kvalita dát (frekvencia, detail, spoľahlivosť) – zaznamenávanie dát s použiteľnou frekvenciou, dostatočným detailom (typy a počet premenných), kontinuálnosť prevádzky (bezporuchovosť).

Hlavné alternatívy pre nasadenie do praxe predstavovali IOT zariadenia a využívanie mobilných aplikácií, ktoré by občania dobrovoľne zapínali počas svojich ciest mestom. Najvyššiu váhu pri rozhodovaní mala existencia infraštruktúry, ktorá by si všímala významné zmeny na účely zberu dát. Tu je potrebné poznamenať, že pokus o využitie aplikácie na manuálne nahlasovanie defektov ciest už v meste Košice bol a jeho efekt bol na istú dobu zaujímavý, no nakoľko chýbala spätná väzba zadávateľovi chybového miesta, systém upadol a prestal sa využívať. Na základe publikovaných skúseností (Cafiso, Di Graziano, Marchetta, & Pappalardo, 2022; Seraj, Van Der Zwaag, Dilo, Luarasi, & Havinga, 2016) do úvahy prichádzala aj možnosť využívania mobilného telefónu s aktivovanou aplikáciou upevneného v stojane dopravného prostriedku. Toto riešenie predstavuje pre užívateľa pomerne nenáročný spôsob zdieľania údajov, no aj tento pokus trpel problémom nízkeho počtu zapojených obyvateľov (Cafiso et al., 2022).

Alternatívne štúdie (napr. Bruno, Loprencipe, & Marchetti, 2023; Meocci, Branzi, & Sangiovanni, 2021) navrhovali zavedenie vlastných meracích zariadení, ktoré by využívali na

zber dát z ciest a chodníkov. Takýto prístup ale vyžaduje, aby celá infraštruktúra mesta bola zmapovaná účelovo. Vzhľadom na pomerne rozvinutú infraštruktúru prostriedkov zdieľanej dopravy v meste bolo využitie tejto už existujúcej infraštruktúry kľúčové. Dopravné prostriedky, či už vo forme zdieľaných bicyklov, elektrických kolobežiek alebo skútrov, svojou prevádzkou pokrývali významnú časť dopravnej siete Košíc. Na základe komunikácie so spoločnosťou ANTIK bolo potvrdené, že elektrické kolobežky v rámci služieb zdieľanej mobility majú v sebe aktívny triaxiálny akcelerometer a GPS modul, ako aj GSM modul prostredníctvom ktorého dáta zo zariadení odosielaajú do centrálnej databázy. Pri existencii dvoch modulov na získavanie dát s odlišnými technológiami umožňuje ich kombinácia dosiahnutie presnejších výsledkov, ako uvádza Lekshmiathy et al. (2021). V rámci tohto článku predpokladáme, že získaním dát o trase a pohodlnosti jazdy (Kumar, 2020) zistíme detaily o prekážkach a stave vozovky chodníkov, prípadne aj ciest, čo následne umožní vyhodnocovať ich stav a zároveň bezbariérovosť.

Na základe existencie údajov, ako je poloha kolobežky v stanovenom čase na základe GPS koordinátu, a údajov z troch osí akcelerometra, bola predbežne stanovená metodika na overenie použiteľnosti tejto technológie v praxi a overenie použiteľnosti takto získaných údajov na aktualizáciu mapy bezbariérovosti mesta Košice. Základnou myšlienkou tohto postupu bol fakt, že elektrické kolobežky sú veľmi rozšíreným spôsobom dopravy občanov v meste a svojimi opakovanými cestami sú občania schopní pokryť veľkú časť územia. Ďalším faktorom je opakovateľnosť meraní, keďže príslušným úsekom/prechodom prejde na kolobežkách v priebehu sezóny množstvo používateľov. Na základe správania sa týchto používateľov pri prechode rôznych typov prechodov je možné s určitou mierou pravdepodobnosti identifikovať vzory opakujúceho správania sa pri príslušnom prechode, ktoré je zachytené v odoslaných údajoch zo všetkých prejazdov daného úseku.

2.1 Príprava experimentu

Cieľom experimentu bolo overiť možnosť využitia údajov zo zdieľaných elektrických kolobežiek pre stanovenie typu bariérovosti prechodov v meste Košice.

Ako čiastkové ciele boli identifikované:

- Zozbierať relevantnú vzorku údajov z reálneho prostredia, ktorá by pomohla identifikovať vzory správania sa používateľov pri prechodoch jednotlivých úsekov cestnej komunikácie.
- Identifikovať vhodnú metodiku pre analýzu a na vyhodnotenie údajov.
- Analyzovať údaje prostredníctvom zvolenej metodiky a vyhodnotiť jej použiteľnosť.

Spoločnosť ANTIK bola po predstavení experimentu otvorená spolupráci a zapožičala 3 kolobežky na jeho uskutočnenie. Tieto kolobežky pred experimentom prešli zmenami –

úpravou softvéru, aby kolobežka dala o svojej polohe a údajoch z akcelerometra odosiela s 1-sekundovou frekvenciou.

2.2 Príprava trasy experimentu

- Druhým krokom bola identifikácia a plánovanie reálnych prechodov v meste Košice, ktoré spĺňali vopred stanovené kritériá. Na účely experimentu neboli zvažované prechody so svetelnou signalizáciou, resp. s vysokou frekvenciou automobilovej dopravy. Bariéry, ktoré boli predmetom záujmu, predstavovali fyzické prekážky neumožňujúce plynulý prechod, resp. sťažujúce plynulý prechod úsekom kolesovými prostriedkami, akými sú vozíčky zdravotne znevýhodnených občanov, kočiare, bicykle, kolobežky a podobne. Na účely overovacieho experimentu boli vybrané tri typy prechodov znázornené na Obrázok 2 Typy prechodov v experimente

- :
- Bezbariérový – umožňujúci plynulý prechod bez významných obmedzení. Prejazd prechodom sa nelíšil od prejazdu štandardným úsekom cestnej komunikácie (chodníka).
- Čiastočne bezbariérový – umožňujúci prechod s miernym obmedzením, akým je spomalenie, prípadne krátka zmena trasy. Napríklad jedna strana prechodu je bezbariérová a druhá má malý obrubník, prípadne obrubníky s nájazdom a pod.
- Bariérový – umožňujúci prechod s významnejším obmedzením, akým je výrazné spomalenie alebo zastavenie, obchádzka alebo úprava trasy. Do tejto kategórie spadá aj situácia, kedy je dopravný prostriedok nesený, prekladaný, ťahaný cez prekážku.



Obrázok 2 Typy prechodov v experimente

Tretím krokom bolo definovanie jazdného štýlu „testovacích kolobežkárov“. Vzhľadom na tri dostupné kolobežky boli zvolení traja kolobežkári s rôznou úrovňou skúseností s jazdou na kolobežkách (skúseného, bežného používateľa a opatrného používateľa). Tieto tri skupiny kolobežkárov môžu aproximovať rôzne skupiny používateľov. Dôvodom rozlíšenia štýlu jazdy

je úprava a filtrácia dát pre ich lepšie pochopenie. Napríklad skúsený nespomalí tam, kde opatrný zastaví, a podobne.

2.3 Realizácia experimentu

Experiment bol realizovaný v mesiacoch september až november 2022, v dňoch a časoch vyhovujúcich jednotlivým kolobežkárom. Experiment neprebíhal v čase zníženej viditeľnosti alebo v nočných hodinách. Kolobežkár si pri každej sérii svojich jász zaznamenával začiatkové a konečné časy svojich prejazdov pre lepšiu identifikáciu ciest. Každý prejazd uskutočnil v priemere 8-krát pre získanie dát opakovaných meraní. Údaje z experimentu boli zaslané počas experimentu aj po experimente v jednoduchom formáte. Dáta boli anonymné, štruktúrované podľa konkrétnej kolobežky. Príklad záznamu z experimentu je uvedený na obrázku nižšie.

Plne bariérový priechod: Strojársená (Fresh)



smer: Hviezdoslavova → Komenského	
bariérová → mierne bariérová časť	
23.9.2022	18:03:19 – 18:03:39
	18:04:53 – 18:05:07
	18:05:44 – 18:06:11
	18:07:03 – 18:07:22
	18:08:05 – 18:08:32
	18:09:26 – 18:09:43
	18:10:22 – 18:10:44
	18:12:12 – 18:12:36
	18:13:19 – 18:13:32
	18:15:54 – 18:16:11
	18:17:09 – 18:17:25
	13:06:08

smer: Komenského → Hviezdoslavova	
mierne bariérová → bariérová časť	
23.9.2022	18:04:03 – 18:04:21
	18:05:24 – 18:05:40
	18:06:27 – 18:06:44
	18:07:43 – 18:07:59
	18:08:54 – 18:09:12
	18:09:58 – 18:10:17
	18:13:47 – 18:14:04
	18:15:30 – 18:15:57
	18:16:37 – 18:16:56
	18:17:37 – 18:17:53
	13:07:18
	13:08:22

Obrázok 3 Záznamový hárok z realizácie experimentu

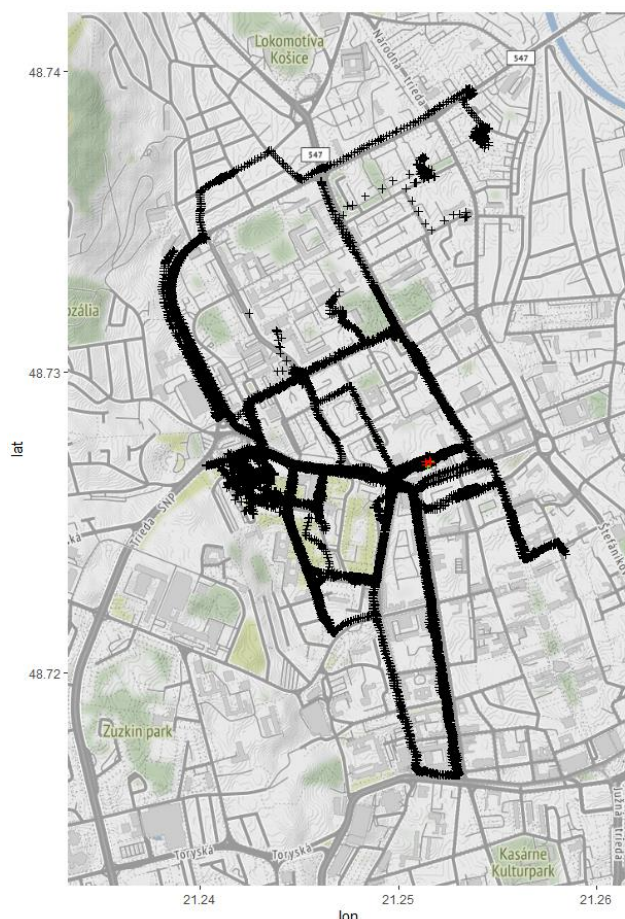
Po ukončení realizácie experimentu boli spoločnosti ANTIK vrátené kolobežky a získané zaznamenané údaje. Údaje okrem GPS súradníc a časopečiatky obsahovali aj údaje z akcelerometra. Tieto údaje akcelerometra predstavovali aktuálnu hodnotu v okamihu merania, čo znamená frekvenciu 1hz.

Tabuľka 1 Ukážka záznamu dát z experimentu

last_seen_at	name	gps_longitude	gps_latitude	acc_x	acc_y	acc_z
2022-09-07 09:47:43.000	348	21.242773	48.726562	0.180	0.180	0.899
2022-09-07 09:47:55.000	348	21.242773	48.726562	0.180	0.180	0.899
2022-09-07 09:47:56.000	348	21.242773	48.726562	0.119	0.180	0.959
2022-09-07 09:48:07.000	348	21.242773	48.726562	0.239	0.000	0.899
2022-09-07 09:48:08.000	348	21.242773	48.726562	0.239	0.000	0.899
2022-09-07 09:48:50.000	348	21.242773	48.726562	0.239	0.000	0.899
2022-09-07 09:49:02.000	348	21.242773	48.726562	0.239	0.000	0.899
2022-09-07 09:49:11.000	348	21.242773	48.726562	0.239	0.180	0.959

3 Výsledky

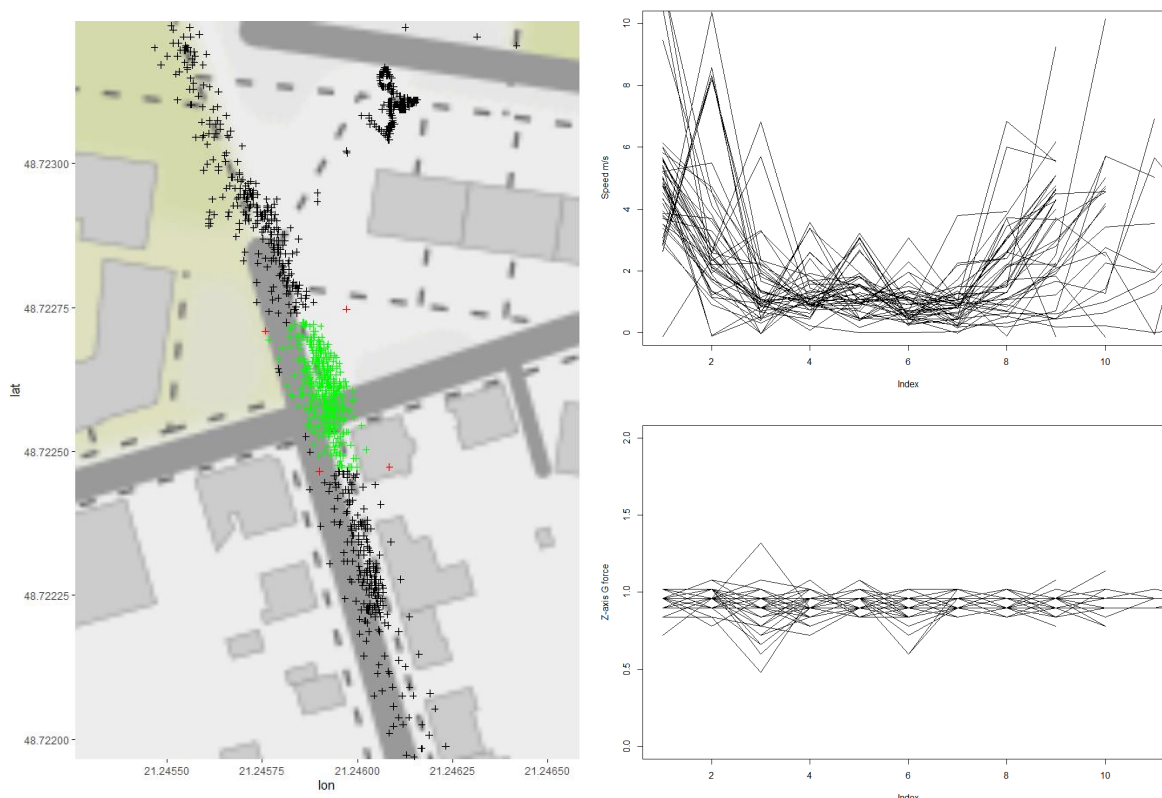
Pri prvotnej analýze údajov sa vyhodnocovala ich kvalita a dostatočnosť z hľadiska frekvencie. Keďže boli údaje zaznamenávané v sekundových intervaloch, bolo možné ich využiť na ďalšie prepočty bez významnej transformácie. Frekvencia 1s bola dodržaná približne v 95% údajov, ktoré boli zaznamenané. Pri realizácii experimentu sa však vyskytli technické problémy, ktoré proces komplikovali. Pri grafickej analýze údajov boli zistené odchýlky v zaznamenávaných hodnotách zemepisnej šírky a dĺžky a mapovým podkladom, ktoré na účely experimentu nepredstavovali problém. Počas experimentu sa pohybovali kolobežky v kontrolovanom okruhu s cieľom udržať homogenitu dát.



Obrázok 4: Záznam ciest kolobežiek počas experimentu

Z údajov GPS bolo možné dopočítať rýchlosť jazdy kolobežkára v danom úseku, ktorá bola kľúčovým údajom pre analýzu bariérovosti. Údaje z akcelerometra boli sekundárnym zdrojom informácií na posudzovanie bariérovosti prechodu. Pri analýze sa izoloval polygón, ktorý vymedzil všetky jazdy (zaznamenané údaje) v rámci jeho hraníc ako tie, ktoré museli bezprostredne daným prechodom prechádzať. Nasledujúce obrázky a grafy zachytávajú jeden z analyzovaných bariérových prechodov.

Ako príklad výstupu experimentu je analýza jedného z bariérových prechodov. Pracovná hypotéza, ktorú mal experiment overiť bola, či je možné na základe zmeny v rýchlosti jazdy identifikovať rozdiely medzi bariérovým a bezbariérovým prechodom. Na porovnanie je možné využiť rôzne metriky, ako napr. miera variácie v dátach a priemerné hodnoty pri prejazdoch. Z nižšie uvedených grafov je viditeľný pokles rýchlosti pri každej uskutočnenej trase, čo nasvedčuje existencii prekážky pri prechode. Predpokladal sa rovnaký efekt pri analýze údajov z akcelerometra, pretože prejazdy vertikálnou prekážkou, akou sú napr. obrubníky, by sa mali premietnuť do zmien v údajoch osi Z akcelerometra.



Obrázok 5: Výsledky experimentu - prejazd bariérový

V prípade akcelerometra zmeny neboli natoľko výrazné, ako to bolo pri zmenách rýchlosti. Na grafe vyššie sú zachytené údaje akcelerometra z uskutočnených prejazdov. Výrazné výkyvy sú v 3. sekunde prejazdu, čo môže zachytávať okamih prejazdu elektrickej kolobežky obrubníkom. Pri prejazdoch bezbariérových prechodov výrazné vzory v zmene rýchlosti prejazdu zaznamenané neboli, čo potvrdzuje stanovenú hypotézu. Zároveň výber trás môže odhaliť problémy aj väčšieho rozsahu, ako chýbajúce prepojenie medzi časťami mesta.

Aby sieť dopravných prostriedkov zdieľanej mobility mohla predstavovať relevantný zdroj údajov pre analýzy, je nutné zabezpečiť jej spoľahlivosť po technologickej stránke. Počas experimentu dochádzalo k zahlcovaniu softvéru, ktorý spôsoboval problém pri odosielaní dát a museli byť postupne podľa výskytu odstraňované spoločnosťou ANTIK. Tento problém by mohol byť odstránený napr. dávkovým zasielaním údajov. Zároveň boli značné odchýlky GPS koordinátov medzi jednotlivými cestami, čo je možné pripísať okrem technickej stránky zariadenia aj poveternostným vplyvom. Na účely tejto analýzy bola presnosť dostávajúca, no v prípade väčších miest so širšími komunikáciami a zložitejšími križovatkami môžu vysoké odchýlky predstavovať problém pri identifikácii problémového miesta prostredníctvom nástrojov strojového učenia. Takýmto spôsobom si aj spoločnosť ANTIK mala možnosť overiť schopnosti svojich elektrických kolobežiek.

Údaje z experimentu boli analyzované s časovým oneskorením, preto je použitie výstupov z nich skôr strategické než operatívne. V prípade potreby operatívneho riadenia zdieľanej dopravy by musela byť analýza uskutočňovaná v reálnom čase (napr. potenciálna zrážka, pád, havária a pod.). Ich analýza by mohla prebiehať pomocou štatistických metód, strojového učenia, alebo aj s využitím AI (Meocci et al., 2021; Shtayat et al., 2020).AD 3) Environmentálna udržateľnosť a ochrana životného prostredia

Z výsledkov rozhovorov s účastníkmi možno povedať, že všetci naši účastníci tejto štúdie si uvedomujú, že zelené produkty existujú. Prevažná väčšina si tieto produkty všíma a považuje ich za trend, ktorý nemožno prehliadnuť a najčastejšie si ich všimneme v potravinárskom, odevnom a kozmetickom priemysle; účastníci uviedli aj príklady zo sektora služieb. Za zelené produkty sú ochotní aj priplatiť. Účastník P2 (muž) hovorí: „... najradšej nakupujem výrobky, ktoré sú vyrobené z recyklovateľného materiálu. Snažím sa obmedziť nákup produktov v plastových obaloch. Čo sa týka drogerie, dávam si pozor aj na produkty s ekoznačkou.“ Okrem toho sa účastníčka P8 (žena) vyjadrila: „Všímam si výrobky v zelených farbách a snažím sa kupovať viac vecí, ktoré sú šetrné k životnému prostrediu. Napríklad zeleninu nedávam do igelitových vrecúšok. Oblečenie nakupujem aj v second handoch, aby som nepodporoval rast módy...“ Ďalšia účastníčka (P9, žena) si uvedomila: „Ani ja nie som presvedčená, že niečo s eko-konotáciou je skutočne ekologické. Typickým príkladom je ekobavlna. Mám pocit, že veľa spoločností robí PR len pod označením „eko“. Ale áno, registrujem vizuál ekologického označenia...“

Účastníci najčastejšie spomínali rôzne zelené etikety na produktoch, vizuálne etikety produktov, obalový materiál a vizuály obalov produktov. Toto zistenie podporuje aj výskum Schmuck, Matthes a Naderer (2018,130-133), ktorý zistil, že reklamné stratégie, ktoré hrajú na emócie, ako napríklad používanie príjemných obrázkov prírody, sú schopné ovplyvniť kritický pohľad spotrebiteľov, aj vysoko informovaných. Treba dodať, že niektorí účastníci uviedli, že si uvedomujú, že tieto vizuálne zobrazenia nemusia byť úplne vierohodné, ale je pravda, že si ich všímajú častejšie. Greenwashing tiež bráni spotrebiteľom pochopiť vplyv ich nákupných rozhodnutí, pretože sa snažia rozlíšiť medzi platnými a neplatnými nárokmi. Viaceré štúdie potvrdili (Sheehy a Farneti, 2021; Siltaloppi, Rajala a Hietala, 2021), že keď sú ohrozené hodnoty čestnosti, transparentnosti, otvorenosti a sociálnej zodpovednosti firiem voči životnému prostrediu, t.j. keď firma prezentuje niečo, čo vytvára nesúlad s realitou environmentálneho konania, môžeme konštatovať, že takéto konanie sa stáva neetickým a dlhodobu poškodzuje etické základy podnikania. Nekalé praktiky Greenwashingu majú dopad na globálnu udržateľnosť životného prostredia a ekologickú ochranu na ďalšie obdobie.

Na dosiahnutie integrácie sociálnych a environmentálnych záujmov do obchodných operácií musia byť spoločnosti udržateľné a sociálne zodpovedné nielen ekonomicky. Musia sa zamerať na tri spodné línie: hospodársku, environmentálnu a sociálnu výkonnosť, alebo ľudí, planétu a zisk. Rastúci dopyt „poháňa firmy k rozvoju zelených marketingových stratégií s cieľom ukázať spotrebiteľom ich dobrý firemný imidž a sociálnu zodpovednosť“ (Zhang et al. 2018, s. 740). Spotrebiteľia, kapitálové trhy, produkty, služby a firmy expandujú. Majlath (2017) konštatuje, keďže dochádza k nárastu zelených trhov, nasleduje fenomén greenwashingu a tým spojený zelený skepticizmus.

Záver

Kontrola stavu chodníkov a ciest predstavuje výzvu nielen z hľadiska časovej, ale aj finančnej náročnosti. V tejto štúdii sme sa rozhodli preskúmať nový prístup prostredníctvom využitia dát z kolobežiek od spoločnosti ANTIK na identifikáciu prekážok na chodníkoch. Experiment zahŕňal kombináciu údajov z GPS a akcelerometra, čo umožnilo získanie presnejších informácií o stave chodníkov a súčasne sledovať časový vývoj vzniku problémov. Týmto spôsobom sme sa snažili optimalizovať proces monitorovania stavu verejných priestranstiev prostredníctvom inovatívneho využitia dostupných technológií bez nutnosti budovania a využívania nákladnejších alternatív.

Údaje z experimentu potvrdzujú, že takýto model by bol schopný zabezpečiť údaje, ktorých analýzou by bolo možné identifikovať bariérovosť na cestách a prechodoch. Pri dostupnosti údajov z väčšej siete by bolo možné aplikovať metódy strojového učenia na odhaľovanie bariér alebo problematických miest siete na základe zmien rýchlostí a údajov akcelerometrov. Takto získané údaje by mohli predstavovať zdroj aj pre analýzy správania sa užívateľov zdieľanej mobility, odhaľovať porušenia pravidiel a pomôcť pri riadení či plánovaní zdieľanej dopravy. Zároveň by umožňovali poskytovanie relevantných dát pre rozhodovanie mesta v oblasti budovania a opravy chodníkov a cyklochodníkov.

V súvislosti s budúcnosťou navrhovaného modelu boli stanovené niektoré úlohy, ktoré by mohli rozšíriť jeho efektívnosť a aplikáciu. Patrí sem analýza meraných úsekov na základe polygónu definovaného v mapách bezbariérovosti, vytvorenie matice GPS siete mesta pre automatizované hodnotenie bariér a realizácia zberu údajov v reálnom prevádzkovom prostredí, konkrétne na časti "vozového parku". Tieto úlohy predstavujú kroky smerujúce k ďalšiemu rozvoju modelu a jeho aplikácii v praxi, pričom by mohli prispieť k efektívnemu zlepšeniu bezbariérovosti a plánovaniu zdieľanej mobility v mestských prostrediach.

Grantová podpora: Tento článok bol podporený projektom APVV-19-0263.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Astarita, V., Caruso, M. V., Danieli, G., Festa, D. C., Giofrè, V. P., Iuele, T., & Vaiana, R. (2012). A Mobile Application for Road Surface Quality Control: UNIQuALroad. [Mobilná aplikácia pre kontrolu kvality vozovky: UNIQuALroad.]. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 54, 1135–1144. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.828>
- [2] Bruno, S., Loprencipe, G., & Marchetti, V. (2023). Proposal for a low-cost monitoring system to assess the pavement deterioration in urban roads. [Návrh lacného monitorovacieho systému na hodnotenie opotrebenia vozovky na mestských cestách]. *EUROPEAN TRANSPORT/TRASPORTI EUROPEI*, 91, 1–10. <http://dx.doi.org/10.48295/ET.2023.91.10>
- [3] Cafiso, S., Di Graziano, A., Fedele, R., Marchetta, V., & Praticò, F. (2020). Sensor-based pavement diagnostic using acoustic signature for moduli estimation. [Diagnostika vozovky na základe senzorov a využitím akustických signatúr na odhad modulov]. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 13(6), 573–580. <https://doi.org/10.1007/s42947-020-6007-4>
- [4] Cafiso, S., Di Graziano, A., Marchetta, V., & Pappalardo, G. (2022). Urban road pavements monitoring and assessment using bike and e-scooter as probe vehicles. [Monitorovanie a hodnotenie mestských cestných povrchov pomocou bicyklov a elektrických skútrov ako sondovacích vozidiel]. *Case Studies in Construction Materials*, 16, e00889. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00889>
- [5] Caselli, S., & Negri, G. (2018). *Private Equity and Venture Capital in Europe: Markets, Techniques, & Deals*. [Súkromný kapitál a rizikový kapitál v Európe: Trhy, techniky a transakcie]. Londýn: Academic Press.
- [6] Ferreira, M. A. G., & da Penha Sanches, S. (2007). Proposal of a Sidewalk Accessibility Index. [Návrh Indexu dostupnosti chodníkov]. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 1(1), 1–9. <http://dx.doi.org/10.4090/juee.2007.v1n1.001009>
- [7] Hosseini, M., Saugstad, M., Miranda, F., Sevtsuk, A., Silva, C. T., & Froehlich, J. E. (2022, August 18). *Towards Global-Scale Crowd+AI Techniques to Map and Assess Sidewalks for People with Disabilities*. [Smerom k celosvetovým technikám Crowd+AI na mapovanie a hodnotenie chodníkov pre osoby s postihnutím]. <http://dx.doi.org/10.48550/arXiv.2206.13677>
- [8] Kumar, S. (2020). *Bicycle ride comfort evaluation and optimization*. [Hodnotenie a optimalizácia pohodlia pri jazde na bicykli]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26063.64162>
- [9] Lekshmipathy, J., Velayudhan, S., & Mathew, S. (2021). Effect of combining algorithms in smartphone based pothole detection. [Vplyv kombinácie algoritmov pri detekcii

- vytláčok pomocou smartfónov]. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 14(1), 63–72. <https://doi.org/10.1007/s42947-020-0033-0>
- [10] Meocci, M., Branzi, V., & Sangiovanni, A. (2021). An innovative approach for high-performance road pavement monitoring using black box. [Inovatívny prístup k monitorovaniu vysokovýkonného vozovkového povrchu pomocou čiernej skrinky]. *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, 11(2), 485–506. <https://doi.org/10.1007/s13349-020-00463-8>
- [11] Oddelenie útvar hlavného architekta mesta Košice. (2019, July). *Mapa bezbariérovosti mesta Košice*. Dostupné na https://static.kosice.sk/files/manual/uha/up_mbb.htm
- [12] Rajaei, M., Echeverri, B., Zuchowicz, Z., Wiltfang, K., & Lucarelli, J. F. (2021). Socioeconomic and racial disparities of sidewalk quality in a traditional rust belt city. [Socioekonomické a rasové nerovnosti kvality chodníkov v tradičnom meste na pásme hrdze]. *SSM - Population Health*, 16, 100975. <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2021.100975>
- [13] Seraj, F., Van Der Zwaag, B. J., Dilo, A., Luarasi, T., & Havinga, P. (2016). RoADS: A Road Pavement Monitoring System for Anomaly Detection Using Smart Phones. [RoADS: Systém monitorovania vozovky na detekciu anomálií pomocou smartfónov]. In M. Atzmueller, A. Chin, F. Janssen, I. Schweizer, & C. Trattner (Eds.), *Big Data Analytics in the Social and Ubiquitous Context* [Analytika veľkých dát v sociálnom a všadeprítomnom kontexte]. (pp. 128–146). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29009-6_7
- [14] Shtayat, A., Moridpour, S., Best, B., Shroff, A., & Raol, D. (2020). A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads. [Prehľad monitorovacích systémov stavu vozovky na spevnených a nespevnených cestách]. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 7(5), 629–638. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtte.2020.03.004>
- [15] Souza, V. M. A. (2018). Asphalt pavement classification using smartphone accelerometer and Complexity Invariant Distance. [Klasifikácia asfaltového povrchu pomocou akcelerometra smartfónu a Complexity Invariant Distance]. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 74, 198–211. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2018.06.003>