

Svet Dopravy

01/2024



www.svetdopravy.sk

Redakčná rada

slovenská:

- prof. Ing. Alica Kalašová, PhD. Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov
- prof. Ing. Jozef Gnap, PhD. Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov
- prof. Ing. Jozef Majerčák, PhD. Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov
- prof. Ing. Miloš Poliak, PhD. Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov
- doc. Ing. Vladimír Konečný, PhD. Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov
- Dr. h. c. prof. Ing. Tatiana Čorejová, PhD. Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov
- Mgr. Ján Popadák, MOTION RECORD INTELLIGENCE, s.r.o

zahraničná:

- doc. Dr. Ing. Jerzy Mikulski Silesian University of Technology, fakulty of transport, Poland
- Dr. Ing. Marek Jaškiewicz, Kielce University of Technology
- prof. Ing. Dr. Mirek Svitek, Intelligent Transport systems&Services, Sdružení pro dopravní telematiku – ITS&S Czech Republic
- Prof. dr hab. Elzbieta Zaloga, Faculty for Management and Services Economics, Szczecin University. Poland
- Ing. Roman Srp, Intelligent Transport systems&Services Sdružení pro dopravní telematiku – ITS&S. Czech Republic
- doc. Ing. Pavel Hruběš, PhD. České vysoké učení technické, fakulta dopravní, Praha,
- Ing. Zuzana Bělinová, PhD. České vysoké učení technické, fakulta dopravní, Praha

výkonný redaktor

- Ing. Ľubomír Černický, PhD.

Vydavateľ

**Asociácia Poskytovateľov Monitorovacích Satelitných Technológií a Inteligentných
Dopravných systémov ASATECH**



Obsah

UDRŽATEĽNOSŤ DOPRAVY A UHLÍKOVÁ STOPA	4
Modernizácia vytyčovania plavebnej dráhy na vnútrozemských vodných cestách	12
IDENTIFIKÁCIA NÁKLADOV PRI RIADENÍ DOPRAVNEJ LOGISTIKY	20
PRESNOSŤ SMARTFÓNU PRI MERANÍ BRZDNÉHO SPOMALENIA KONKRÉTNÉHO VOZIDLA.....	25
MOŽNOSTI VYUŽITIA DIGITÁLNYCH FOTOAPARÁTOV PRE PRIESKUMY STATICKEJ DOPRAVY	35

UDRŽATEĽNOSŤ DOPRAVY A UHLÍKOVÁ STOPA

Autori:

Martin ZUZANIAK ¹

Tituly a pôsobisko autorov:

¹ Ing. Martin Zuzaniak, Katedra cestnej a mestskej dopravy, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Žilinská univerzita v Žiline, E-mail: zuzaniak@stud.uniza.sk

Abstrakt: Zvyšujúce sa požiadavky na mobilitu osôb a nákladu, najmä v mestských oblastiach, sú spojené s rastúcim objemom dopravy na uspokojenie týchto požiadaviek a tieto aktivity viedli k zvýšeniu motorizácie a preťaženia dopravných sietí. V dôsledku týchto faktorov sa odvetvie dopravy čoraz viac spája s negatívnymi vplyvmi na životné prostredie. Medzi najdôležitejšie dôsledky patrí zmena klímy, kvality ovzdušia, hluk, kongescie a nehody. Emisie uhlíka v dodávateľskom reťazci vznikajú pri rôznych procesoch, od spracovania surovín až po expedíciu hotových výrobkov. Doprava je jedným z kľúčových faktorov, ktoré najviac zaťažujú uhlíkovú stopu v dodávateľských reťazcoch a to používaním fosílnych palív, prepravou ťažkých bremien na dlhé trasy, používaním starých vozidiel a nedostatočným plánovaním a riadením dopravy. Viac ako tretina najväčších spoločností podľa trhovej kapitalizácie neoznamuje emisie podľa rozsahu 3. Keď sa však pozrieme na údaje o emisiách v rozsahu 3, tieto emisie sa podieľajú 40 % - 97 %. To je obrovské číslo, ktoré dáva podnet na zamyslenie sa nad mnohými emisiami, ktoré spoločnosti stále nevykazujú a toto vykazovanie emisií rozsahu 3 pomôže organizácii zosúladiť sa s jej cieľmi v oblasti udržateľnosti.

Kľúčové slová: udržateľnosť, uhlíková stopa, dodávateľský reťazec, emisie rozsahu 3

JEL: L91

TRANSPORT SUSTAINABILITY AND CARBON FOOTPRINT

Abstract: Increasing mobility demands for people and freight, particularly in urban areas, are associated with increasing traffic volumes to meet these demands, and these activities have led to an increase in motorisation and congestion on transport networks. As a result of these factors, the transport sector is strongly associated with negative environmental impacts. The most important effects include climate change, air quality, noise, congestion and accidents. Carbon emissions in the supply chain arise from a variety of processes, from the processing of raw materials to the dispatch of finished products. Transport is one of the key drivers of the carbon footprint in supply chains, with the use of fossil fuels, the transport of heavy loads over long distances, the use of old vehicles and poor transport planning and management. More than a third of the largest companies by market capitalisation do not report Scope 3 emissions. However, when we look at Scope 3 emissions data, these emissions account for 40%-97%. This is a huge number that gives suggestions about the many emissions that companies are still not reporting, and this reporting of Scope 3 emissions will help an organisation align with its sustainability goals.

Keywords: sustainability, carbon footprint, supply chain, Scope 3 emissions

1 Úvod

Narastajúce požiadavky na mobilitu osôb a nákladu, najmä v mestských oblastiach, sú spojené s rastúcim objemom dopravy na uspokojenie týchto požiadaviek a tieto aktivity viedli k zvýšeniu motorizácie a preťaženia dopravných sietí. V dôsledku týchto faktorov sa odvetvie dopravy čoraz viac spája s negatívnymi vplyvmi na životné prostredie. Medzi najdôležitejšie dôsledky patrí zmena klímy, kvality ovzdušia, hluk, kongescie a nehody.

Udržateľnosť sa najčastejšie premieta do dvoch oblastí:

- Environmentálne štandardy, ktoré reagujú na zhoršovanie životného prostredia, odlesňovanie, emisie skleníkových plynov alebo znečisťovanie vody.
- Sociálne štandardy, ktoré zahŕňajú férové pracovné podmienky alebo zdravie a bezpečnosť [1].

Niektoré z odporúčaní pre spoločnosti, ako zabezpečiť udržateľnosť sú:

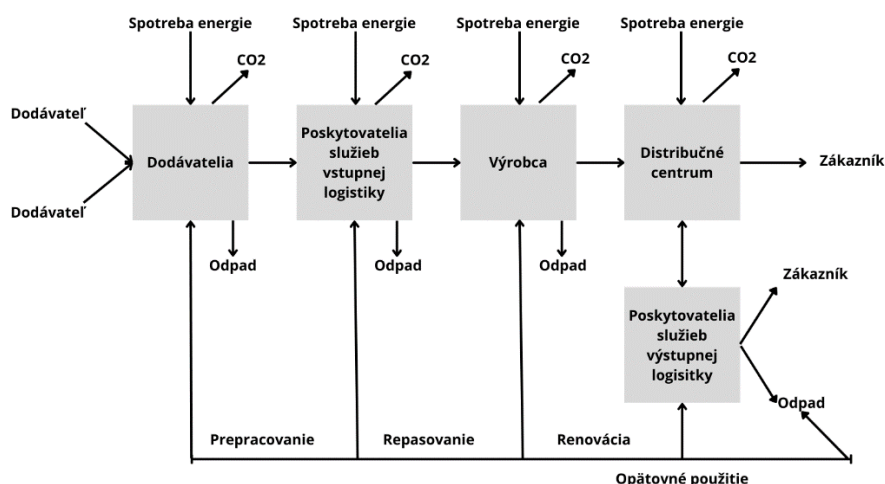
1. Preprava tovaru s nízkou uhlíkovou stopou – dôležitá je práca s optimalizáciou trasy.
2. Zníženie množstva odpadu a kontrola spotreby energie - princípy cirkulárnej ekonomiky.
3. Venovanie pozornosti zdraviu a pohodliu svojich zamestnancov - bezpečnosť na pracovisku, prestávky na oddych, zlepšenie podmienok práce a reakcia na ich pripomienky.
4. Práca so zodpovednými dodávateľmi – nákup od lokálnych dodávateľov a skrátenie dodávateľského reťazca.
5. Zostavenie politiky spoločensky zodpovedného podnikania (CSR) - sformulovanie stratégie pre udržateľný rozvoj a princípy CSR [1].

2 Uhlíková stopa

Uhlíkovú stopu môžeme rozdeliť na priamu a nepriamu:

- Priama (primárna) – množstvo skleníkových plynov vypustených priamo pri aktivitách (spaľovanie pohonných hmôt, spotreba elektriny, tepla ...)
- Nepriama (sekundárna) – množstvo skleníkových plynov vypustených počas celého životného cyklu výrobkov a služieb (od výroby až po likvidáciu) [2].

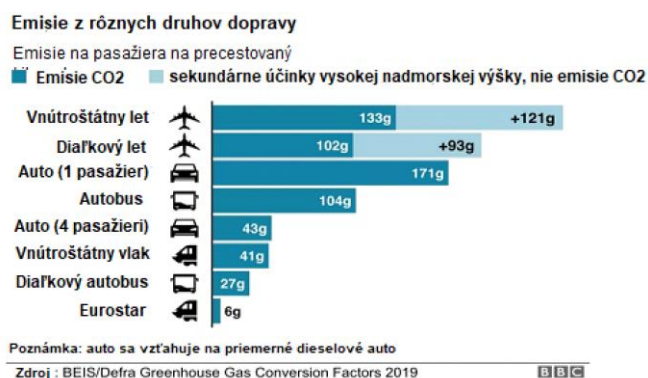
Emisie uhlíka v dodávateľskom reťazci vznikajú pri rôznych procesoch, od spracovania surovín až po expedíciu hotových výrobkov ako ukazuje obrázok 1. Vo fáze dodávateľa sa pri spracovaní surovín a príprave polotovarov emitujú uhľovodíky, oxidy síry (SOx) a odpady vo forme plyných a kyslých zlúčenín. Vo fáze poskytovateľa logistických služieb úroveň a typy emisií uhlíka závisia od spôsobu dopravy, výberu použitého paliva a prejdenej vzdialenosti. Vozidlá s dieselovým motorom, ako sú ťažké nákladné vozidlá, emitujú oxid uhličitý (CO₂), oxid dusný (N₂O), pevné častice a prchavé organické zlúčeniny [3].



Zdroj: Spracované autorom na základe [4]

Obr. 1 Fázy uzavretého dodávateľského reťazca

Celkové emisie uhlíka vo fáze výrobcu možno merať z priamych a nepriamych emisií rôznych výrobných procesov, ako je spracovanie surovín, ich čistenie, úprava, tvarovanie a spracovanie až po konečnú montáž výrobu. Napokon, celkové emisie uhlíka vo fáze distribučného centra závisia od typu použitých obalov, obchodnej politiky, hustoty spotrebiteľov a úrovne opätovného použitia [4]. Doprava je jedným z kľúčových faktorov, ktoré najviac zaťažujú uhlíkovú stopu v dodávateľských reťazcoch. Na nasledujúcom obrázku 2 sa nachádzajú emisie skleníkových plynov podľa typu dopravy, z čoho vyplýva najväčšia produkcia leteckou dopravou a najmenšia vlakovou.



Zdroj: [5]

Obr. 2 Emisie skleníkových plynov podľa druhu dopravy

Nasledujúce prvky dopravy majú najväčší vplyv na uhlíkovú stopu:

1. Použitie fosílnych palív: Spaľovanie fosílnych palív, ako sú benzín alebo nafta s vysokým obsahom uhlíka produkuje skleníkové plyny a prispieva k celkovej klimatickej zmene.
2. Dĺžka trasy: Doprava na dlhé vzdialenosti zvyčajne produkuje viac emisií skleníkových plynov ako krátke cesty.
3. Preprava ťažkých bremien: Preprava ťažkých bremien vyžaduje viac energie a paliva, čo vedie k vyššej produkcii skleníkových plynov.
4. Použitie starých vozidiel: Staré vozidlá zvyčajne produkujú viac emisií skleníkových plynov, pretože ich technológia nie je tak účinná ako moderné vozidlá.
5. Nedostatočné plánovanie a riadenie dopravy: Neefektívne plánovanie a riadenie dopravy môže viesť k nadmernému využívaniu cestnej alebo inej dopravy, čo zvyšuje emisie skleníkových plynov a negatívne ovplyvňuje uhlíkovú stopu [6].

2.1 Kalkulácia uhlíkovej stopy

Kalkulačka uhlíkovej stopy Ministerstva životného prostredia počíta objem vyprodukovaných emisií jednotlivca za obdobie ostatného roka. Kalkulačka okrem priamej uhlíkovej stopy počíta aj nepriamu stopu celého životného cyklu. Hoci na internete existuje množstvo rôznych kalkulačiek uhlíkovej stopy, vybraná kalkulačka je zameraná špecificky na obyvateľov Slovenska a používa lokálne emisné faktory. Kalkulačka vychádza z oficiálnych údajov či už Slovenského hydrometeorologického ústavu alebo iných organizácií. Výpočet emisií z automobilovej dopravy je založený na informáciách o počte najazdených kilometrov, reálnej spotrebe paliva, type paliva a priemernom počte osôb v aute. Následne na základe vybraného typu paliva kalkulačka priradí prislúchajúci emisný faktor (Tab. 1). Pri výpočte v tejto časti sú zahrnuté len emisie vyplývajúce zo samotného používania automobilu, emisie vznikajúce pri výrobe sú započítané v časti Spotreba. Prednastavené hodnoty sú určené na základe priemerného počtu najazdených kilometrov jedného vozidla, a to 11888 km [2].

Tab. 1 Koeficient na základe výberu frekvencie prepravy

Frekvencia	Koeficient
Jediný spôsob dopravy	2
Každý deň	1,5
Niekoľkokrát týždenne	1
Niekoľkokrát mesačne	0,25
Niekoľkokrát ročne	0,05
Vôbec	0

Zdroj: [2]

Spaľovanie jedného litra paliva vyprodukuje vždy rovnaké množstvo emisií uhlíka bez ohľadu na technológiu spaľovania. Platí to aj pre vozidlá na stlačený zemný plyn (CNG) alebo skvapalnený ropný plyn (LPG). Preto pre presný výpočet stačí informácia o reálnej spotrebe. Použitá technológia, na rozdiel od emisií oxidov dusíka, nedokáže dodatočnými filtračnými systémami znížiť množstvo emisií. Pri automobiloch poháňaných elektrinou je emisný faktor nastavený podľa slovenského energetického mixu a to 169g ekvivalentu oxidu uhličitého (CO₂e) na kilowatthodinu (kWh). Hodnota je uvedená v tabuľke 2 [7].

Tab. 2 Emisné faktory palív automobilov

Palivo	Hodnota	Jednotka
Benzín	2,39	kg CO ₂ e / liter
Nafta	2,64	kg CO ₂ e / liter
LPG	1,665	kg CO ₂ e / liter
CNG	2,666	kg CO ₂ e / kg
Biodiesel	0,1658	kg CO ₂ e / liter
Bioetanol	0,0084	kg CO ₂ e / liter
Elektrina	0,169	kg CO ₂ e / kWh
Cudzie auto	0,1332	kg CO ₂ e / km

Zdroj: [2]

V celosvetovom meradle je päť hlavných zdrojov emisií podľa Centra pre klimatické a energetické riešenia nasledovných:

- Elektrická energia a teplo (31 %)
- Doprava (15 %)
- Výroba (12 %)
- Poľnohospodárstvo (11 %)
- Lesné hospodárstvo (6 %) [6].

Znižovanie emisií z dopravy je náročné z dôvodu hodnoty, ktorú ľudia pripisujú doprave, a dominantného postavenia jediného zdroja paliva - ropy. Dopyt po doprave je oveľa menej citlivý na zmeny cien ako dopyt po elektrickej energii a ľudia majú len málo nákladovo efektívnych alternatív k motorovým palivám [8]. Napriek tomu by organizácie mali brať do úvahy vplyv dopravy na celkovú uhlíkovú stopu a snažiť sa minimalizovať jej dopad prostredníctvom lepšieho riadenia dopravy, používania alternatívnych palív a prechodu na udržateľné spôsoby dopravy. Redukcia emisií skleníkových plynov v doprave môže byť dosiahnutá napríklad zlepšením energetickej účinnosti vozidiel, použitím alternatívnych palív ako elektrická

energia, vodík alebo biopalivá, znížením miery autonómie, podporou verejnej dopravy, cyklistiky a chôdze alebo aj prostredníctvom efektívnejšieho riadenia dopravy a logistiky [6].

2.2 Dodávateľský reťazec

Dodávateľské reťazce sú príliš zložité na to, aby sa dali zovšeobecniť, a každý podnik má iné požiadavky na dodávateľský reťazec. Pre mnohé podniky je nákladná doprava najväčším zdrojom emisií v ich dodávateľských reťazcoch. V prípade iných ich výrobné postupy prevažujú nad nákladmi na prepravu. Dodávateľské reťazce ale majú najväčší priestor na zlepšenie, aby splnili ciele udržateľnosti. Podľa spoločnosti McKinsey vytvára dodávateľský reťazec typickej spotrebiteľskej spoločnosti oveľa väčšie sociálne a environmentálne náklady ako jej vlastné prevádzky. Vplyvy dodávateľského reťazca predstavuje viac ako 80 % emisií skleníkových plynov a viac ako 90 % vplyvu na ovzdušie, pôdu, vodu, biodiverzitu a geologické zdroje. Neefektívnosť dodávateľského reťazca ovplyvňuje viac než len emisie, vplyvy na životné prostredie a planétu [8].

Dodávatelia sa zameriavajú predovšetkým na hodnotenie vplyvu svojich operácií a nie na nepriame vplyvy ich vlastného dodávateľského reťazca. Spoločnosti musia smerovať opatrenia smerom nadol v dodávateľskom reťazci a do bežného podnikania, aby urýchlili a zvýšili rýchlosť transformácie. Existuje tiež rastúci trend kupujúcich, ktorí chcú pochopiť vplyv rozsahu 3 na úrovni produktu počas procesu obstarávania, ale dodávatelia majú problémy s poskytovaním týchto informácií [6].

Kľúčovým aspektom zabezpečenia toho, aby nákladná doprava a logistika zostali ekonomicky a environmentálne udržateľné, je neustále zavádzanie "zelených" technológií a postupov, ako:

1. Zníženie prepravnej vzdialenosti - možno dosiahnuť optimalizáciou trás, využívaním intermodálnej prepravy a konsolidáciou zásielok.
2. Používanie vozidiel s nízkymi emisiami - elektrické vozidlá sú vhodné najmä pre mestské oblasti, kde je kvalita ovzdušia významným problémom.
3. Zlepšenie účinnosti vozidiel - logistické spoločnosti môžu zlepšiť účinnosť svojich vozidiel používaním úsporných motorov, skrátením času nečinnosti a údržbou vozidlového parku.
4. Zavedenie udržateľných a inteligentných balení - používanie udržateľných obalových materiálov, ako sú biologicky rozložiteľné alebo recyklovateľné materiály, môže pomôcť znížiť množstvo odpadu a znížiť náklady v dlhodobom horizonte.
5. Zvýšenie využívania obnoviteľných zdrojov energie – potreba zvýšiť využívanie obnoviteľných zdrojov energie, ako je napríklad solárna alebo veterná energia.
6. Využívanie analýzy údajov - analýzou údajov o prepravných trasách, spotrebe paliva a účinnosti vozidiel môžu logistické spoločnosti identifikovať oblasti, ktoré je potrebné zlepšiť, a zaviesť stratégie na zníženie emisií.
7. Spolupráca s dodávateľmi a zákazníkmi - spoločnosti môžu spolupracovať v oblasti dopravy a logistiky s cieľom znížiť prepravnú vzdialenosť a emisie.
8. Zavedenie reverznej logistiky [9].

Tým, že AI pomáha vytvárať robustné dátové štruktúry, umožňujú tvorcom rozhodnutí vytvárať správy a lepšie vyhodnocovať, ktoré trasy sú najefektívnejšie, inteligentne rozmiestňovať svoje vozidlá a dokonca upravovať kapacitu. Napríklad dobre navrhnuté trasy pre nákladné vozidlá s vopred dohodnutými zastávkami a úpravami v reálnom čase sú základom na zabezpečenie toho, aby sa neplytvalo palivom. Riadenie dodávateľského reťazca je notoricky známe svojou neprehľadnosťou - umelá inteligencia umožňuje spoločnostiam identifikovať ich slabé miesta (najmä pokiaľ ide o emisie oxidu uhličitého) a zároveň pomáha tieto slabé miesta čo najlepšie riešiť. Umelá inteligencia môže byť transformačnou silou, najmä ak sa využíva so sesterskými technológiami vrátane internetu vecí (IoT) a telematiky, a to od jednotlivých nákladných vozidiel až po celý vozidlový park. Riešenia na sledovanie a monitorovanie v reálnom čase umožňujú prevádzkovateľom kontrolovať voľnobež, prekračovanie rýchlosti a iné neefektívne jazdné správanie, čím sa predchádza produkcii nadmerných emisií CO₂ [10].

3 Emisie rozsahu 3

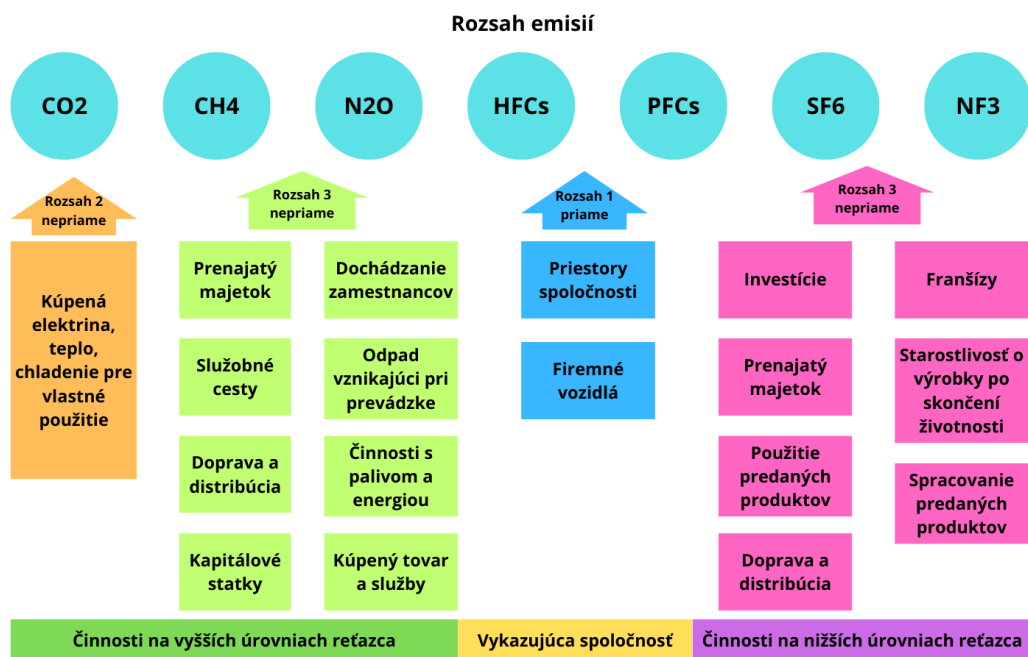
Ak hovoríme o emisiách CO₂, ktoré vznikajú pri nákladnej doprave, tieto emisie zvyčajne nie sú vo vlastníctve podnikov, keďže podniky si tieto služby len kupujú od dopravcov.. Z technického hľadiska by preto spoločnosť nemala tieto emisie uvádzať vo svojej správe o udržiateľnosti a zverejňovať tieto informácie pre investorov a verejnosť. Emisie vznikajúce pri prevádzke podniku sa považujú za emisie rozsahu 3. Nižšie je uvedená rekapitulácia rozsahu emisií a ich rozlíšenie podľa Protokolu o skleníkových plynoch:

Rozsah 1: Priame emisie z vlastných alebo kontrolovaných zdrojov.

Rozsah 2: Nepriame emisie z výroby nakúpenej elektrickej energie, tepla a pary.

Rozsah 3: Všetky nepriame emisie (nezahrnuté v rozsahu 2), ktoré vznikajú v hodnotovom reťazci vykazujúcej krajiny, vrátane emisií v predchádzajúcom aj následnom reťazci [11].

Emisie rozsahu 3 sú všetky nepriame emisie, ktoré vznikajú v hodnotovom reťazci spoločnosti a sú zobrazené na obrázku 3. Patrí sem CO₂, metán (CH₄), oxid dusný (N₂O), fluórované uhľovodíky (HFCs), perfluórované zlúčeniny (PFCs), hexafluorid sírový (SF₆) a fluorid dusitý (NF₃). Emisie rozsahu 3 zahŕňajú činnosti, ktoré prispievajú k vytvoreniu výrobku, a to v predchádzajúcom aj následnom reťazci, ktoré nevykonáva samotná vykazujúca spoločnosť. Spoločnosti môžu znížiť svoje emisie rozsahu 3 výberom materiálov alebo dodávateľov, na ktorých sa spoliehajú, informovaným rozhodovaním o preprave alebo povzbudzovaním svojich dodávateľov, aby znížili svoje vlastné emisie [12].



Zdroj: Spracované autorom na základe [11]

Obr. 3 Rozsah emisií

Viac ako tretina najväčších spoločností podľa trhovej kapitalizácie neoznamuje emisie podľa rozsahu 3. Emisie rozsahu 3 sa však podieľajú 40 % - 97 % (v závislosti od odvetvia) na celkových emisiách pochádzajúcich z činnosti spoločnosti. To je obrovské číslo, ktoré dáva podnet na zamyslenie sa nad mnohými emisiami, ktoré spoločnosti stále nevykazujú. Keďže spoločnosti na celom svete prechádzajú na udržiateľnejšie obchodné operácie vrátane udržiateľných postupov dopravcov, vykazovanie emisií rozsahu 3

pomôže organizácii zosúladiť sa s jej cieľmi v oblasti udržateľnosti, merať emisie mimo jej pohľadu a rozlišovať dopravcov podľa vyprodukovaných emisií [11].

Kvantifikáciu emisií v rozsahu 3 možno rozdeliť do troch krokov:

Krok 1: Určenie príslušných kategórií rozsahu 3 - posúdenie relevantnosti s cieľom určiť, ktoré z 15 kategórií sú pre vykazujúcu organizáciu relevantné.

Krok 2: Odhad emisií skleníkových plynov - odhady pre kategórie rozsahu 3 sa môžu líšiť v presnosti v závislosti od dostupných údajov a cieľa organizácie v oblasti kvantifikácie.

Krok 3: Zlepšenie a rozšírenie odhadu emisií v priebehu času - mnohé organizácie časom zlepšia presnosť odhadov emisií v rozsahu 3 a rozšíria ich o ďalšie kategórie, keď budú k dispozícii primerané údaje [13].

Prínosy vykazovania a znižovania emisií rozsahu 3:

- Lepšie fungujúce zásoby: Výskum ukazuje, že akcie spoločností s nízkymi emisiami v rozsahu 3 dosahujú lepšiu výkonnosť
- Zníženie nákladov a spotreby energie: Hoci emisie rozsahu 3 nezahŕňajú energiu spotrebovanú priamo vykazujúcou spoločnosťou, zahŕňajú spotrebu energie v jej dodávateľskom reťazci.
- Výrobky so zvýšenou energetickou účinnosťou: Keď spoločnosti znížia svoje emisie v rozsahu 3 vytvorením energeticky účinnejších výrobkov, zákazníci môžu s väčšou pravdepodobnosťou kupovať ich výrobky [12].

4 Záver

Zvyšujúce sa nároky na mobilitu osôb a nákladu sú spojené s rastúcim objemom dopravy na uspokojenie týchto požiadaviek a tieto aktivity viedli k negatívnym vplyvom na životné prostredie. Niektoré z riešení externých vplyvov dopravy sú mýtny systém, obchvaty, protihlukové bariéry, spoplatnenie parkovania a vjazdu alebo emisné normy. Akékoľvek opatrenia na zníženie negatívnych externalít by nemali viesť k možnému zníženiu hospodárskeho rastu, ktorý sám o sebe môže byť zdrojom pozitívnych externalít a môže zabrániť vzniku negatívnych. Efektívne riadenie dodávateľského reťazca sa stalo potenciálne cenným spôsobom zabezpečenia konkurenčnej výhody a zlepšenia výkonnosti organizácie. Trvalo udržateľný dodávateľský reťazec plne integruje etické a environmentálne zodpovedné postupy do konkurencieschopného a úspešného modelu. Znižovanie emisií z dopravy je náročné z dôvodu hodnoty, ktorú ľudia pripisujú doprave, a dominantného postavenia jediného zdroja paliva - ropy. Napriek tomu by organizácie mali brať do úvahy vplyv dopravy na celkovú uhlíkovú stopu a snažiť sa minimalizovať jej dopad.

Kľúčovým aspektom zabezpečenia toho, aby nákladná doprava a logistika zostali ekonomicky a environmentálne udržateľné, je zníženie prepravnej vzdialenosti, používanie vozidiel s nízkymi emisiami, zlepšenie účinnosti vozidiel, zvýšenie využívania obnoviteľných zdrojov energie, využívanie analýzy údajov a zavedenie reverznej logistiky. Keďže spoločnosti na celom svete prechádzajú na udržateľnejšie obchodné operácie vrátane udržateľných postupov dopravcov, vykazovanie emisií rozsahu 3 pomáha organizáciám zosúladiť sa s jej cieľmi v oblasti udržateľnosti, merať emisie mimo jej pohľadu a rozlišovať dopravcov podľa vyprodukovaných emisií. Práve presnosť vykazovania emisií rozsahu 3 bude jedným z kľúčových faktorov pre budúce smerovanie udržateľnosti sektora. Je to však náročným procesom, najmä v oblasti získavania dát od všetkých strán naprieč dodávateľským reťazcom, a na túto oblasť tak môže smerovať nadväzujúci výskum, zameraný na metódy získavania a spracovania dát o emisiách a možnosti zjednotenia postupov.

5 Literatúra

- [1] PLATKO, O. *Životné prostredie a ľudia na prvom mieste. Čo je udržateľný dodávateľský reťazec?*. (online). 2003, Dostupné na internete: <https://www.manutan.sk/magazin/zivotne-prostredie-a-ludia-na-prvom-mieste-co-je-udrzatelny-dodavatel-sky-retazec/> [cit. 2024- 06- 17].
- [2] MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SR. *Metodika pre IEP kalkulačku osobnej uhlíkovej stopy*. 2020.(online). Dostupné na internete: https://www.minzp.sk/files/iep/metodika_uhlikova_stopa.pdf [cit. 2024- 06- 17].
- [3] GNAF, J. - ŠARKAN, B. - KONEČNÝ, V. - SKRÚCANÝ, T. The Impact of Road Transport on the Environment. Ecology in Transport: Problems and Solutions. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2020, vol 124. Springer, Cham. [cit. 2024- 06- 17]. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42323-0_5
- [4] SUNDARAKANI, B. - DE SOUZA, R. - GOH, M. - WAGNER, S.M. - MANIKANDAN, S. Modeling carbon footprints across the supply chain, *International Journal of Production Economics*, Elsevier, 2010, vol. 128(1), pages 43-50, November, [cit. 2024- 06- 17]. DOI: 10.1016/j.ijpe.2010.01.018.
- [5] BBC. 2019. (online), Dostupné na internete: <https://www.bbc.com/news/science-environment-49349566> [cit. 2024- 06- 18]
- [6] MAJERČÁK, J. Uhlíková stopa v dodávateľských reťazcoch a ako ju sledovať a vyhodnocovať v kontexte hodnotenia rizika v reťazcoch z pohľadu dopravy. *Logistický monitor*. 2023, (online). Dostupné na internete: <https://www.logistickymonitor.sk/images/prispevky/Autorske-prispevky/marec-2023-3.pdf> [cit. 2024- 06- 18]
- [7] Kalkulačka uhlíkovej stopy. (online). Dostupné na internete: <https://iep.sk/Kalkulacka> [cit. 2024- 06- 18]
- [8] Ako znížiť kARBónovú stopu dodávateľského reťazca. (online). Dostupné na internete: <https://www.billerud.com/managed-packaging/knowledge-center/articles/supply-chain-carbon-footprint> [cit. 2024- 06- 18]
- [9] 7 spôsobov ako znížiť emisie uhlíka v nákladnej doprave a logistike. (online). Dostupné na internete: <https://www.atechlogistics.com/7-ways-to-lower-your-carbon-emissions-in-trucking-logistics/> [cit. 2024- 06- 19]
- [10] Logistická udržateľnosť. (2022). (online). Dostupné na internete: <https://www.transmetrics.ai/blog/logistics-sustainability/> [cit. 2024- 06- 19]
- [11] OCHAKOVSKA, M. - WARCHOL, J. *Scope 3 Emissions in Sustainable Supply Chains*. (online). Dostupné na internete: <https://lingarogroup.com/blog/the-role-of-transportation-scope-3-emissions-in-sustainable-supply-chains> [cit. 2024- 06- 20]
- [12] Ako znížiť emisie rozsahu 3. (online). Dostupné na internete: <https://carbonvaluechain.com/scope-3-emissions-what-they-are-and-how-companies-can-address-them/> [cit. 2024- 06- 20]
- [13] Usmernenie k inventarizácii rozsahu 3. 2023. (online). Dostupné na internete: <https://www.epa.gov/climateleadership/scope-3-inventory-guidance> [cit. 2024- 06- 20]

MODERNIZÁCIA VYTYČOVANIA PLAVEBNEJ DRÁHY NA VNÚTROZEMSKÝCH VODNÝCH CESTÁCH

Autori:

Alena Molnárová Baracková ¹

Martin Jurkovič ²

Tituly a pôsobisko autorov:

¹ Ing. Alena Molnárová Baracková, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra vodnej dopravy, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovenská republika, e-mail: alena.barackova@gmail.com

² doc. Ing. Martin Jurkovič, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra vodnej dopravy, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovenská republika, e-mail: martin.jurkovic@uniza.sk

Abstrakt: Automatický identifikačný systém (AIS) umožňuje prenos informácií medzi plavidlami, plavebnými znakmi a bójami. Vďaka pozemnej infraštruktúre AIS vysielačov sú vysielané a prijímané informácie o polohe plavidiel, o ich dĺžke, šírke, ponore, smere plavby a pod. V súvislosti s rozvojom a modernizáciou vnútrozemských vodných ciest je postupne technológia AIS zavádzaná do jednotlivých navigačných pomôcok, ktoré sú využívané na vytyčovanie plavebnej dráhy a vďaka tomu systému sú plavidlá, ktoré sú vybavené AIS transpondérmi schopné s týmito modernými systémami komunikovať.

Kľúčové slová: automatický identifikačný systém, bezpečnosť, efektívnosť, plavebná dráha

JEL: R41

MODernization OF NAVIGATION Marking ON INLAND WATERWAYS

Abstract: The automatic identification system AIS enables the transfer of information between vessels, navigational signs and buoys. Thanks to the ground infrastructure of AIS transmitters, information about the position of vessels, their length, width, draft, sailing direction, etc. is transmitted and received. In connection with the development and modernization of inland waterways, AIS technology is gradually being introduced into individual navigational aids, which are used to mark out the waterway, and thanks to this, vessels equipped with AIS transponders are able to communicate with these modern systems.

Keywords: automatic identification system, safety, efficiency, fairway

1 Úvod

Rieka Dunaj bola na Slovensku využívaná už v dávnej minulosti a predstavovala významnú spojnicu medzi vzdialenými krajinami a morom. Bola mimoriadne významná z hospodárskeho a vojenského hľadiska, avšak časté vysychanie rieky plavbu znemožňovalo a z tohto dôvodu nebola plavba viac dní v roku možná.

Už v minulosti sa kládol veľký dôraz na udržiavanie splavnosti rieky a vytyčovanie plavebnej dráhy, vhodnej na bezpečnú plavbu. V súčasnosti je plavba a splavnosť rieky na slovenskom úseku Dunaja zabezpečená celoročne, najmä vďaka dobudovaniu Vodného diela Gabčíkovo a stupňa Čuňovo v roku 1992, ktoré zabrahujú vysychaniu rieky [1]. Jednou zo základných priorít pre zabezpečenie bezpečnej a plynulej plavby je udržiavanie a vytyčovanie plavebnej dráhy a neustála modernizácia techniky, ktorá je na tieto účely využívaná. Modernizácia plavebnej dráhy prebieha pozdĺž celého splavného úseku Dunaja v súlade s medzinárodnými predpismi a odporúčaniami, dvojstrannými dohodami medzi podunajskými štátmi, najnovšími hydrologickými prieskumami, dlhodobými skúsenosťami a dostupnými údajmi o stave plavebnej dráhy, kritických úsekoch a kolísania hladiny vody, ako aj na základe pripomienok plavebných spoločností, prístavných a štátnych orgánov [2].

V článku sú predstavené najnovšie poznatky z oblasti tzv. inteligentných systémov AtoN (Aids to Navigation – pomôcky pre plavbu), ktoré sú určené na skvalitnenie a modernizáciu vytyčovania plavebnej dráhy, ako aj na zvyšovanie bezpečnosti plavby, jej efektívne a ekonomické monitorovanie a údržbu. Inteligentné pomôcky pre plavbu AtoN využívajú systém automatickej identifikácie (AIS), ktorý umožňuje lodiam vidieť a identifikovať iné plavidlo v okolí, ako aj bóje alebo iné signálne znaky. AIS predstavuje lodný a pobrežný systém vysielania údajov a výmenu informácií, vrátane polohy, smeru a rýchlosti plavidla. AIS systém je v súčasnosti nenahraditeľný v rôznych oblastiach od leteckých staníc, rôznych záchranných zložiek, regulácie dopravy až po námornú a vnútrozemskú plavbu. V praxi poznáme navigačné pomôcky AIS AtoN (inteligentné bóje), ktoré slúžia na vytyčovanie plavebnej dráhy a pomáhajú pri bezpečnej navigácii na vnútrozemských vodných cestách. Aplikácia AIS do AtoN-ov úplne zmenila metódy navigácie pomocou papierovej mapy, vizuálneho a radarového pozorovania a poskytla nový spôsob navigácie [3]. Moderný systém dohľadu, včasného varovania a riadenie systému značenia plavebnej dráhy umožňuje centralizovaný dohľad, rýchlejšie a efektívnejšie rozhodovanie, lepšie plánovanie a navyše umožňuje okamžité elektronické značenie plavebnej dráhy, ktoré je viditeľné pre priamych účastníkov plavby, použitím príslušných zariadení. Pomocou týchto inteligentných systémov budú účastníci plavby vždy a včas informovaní o polohe plavebnej dráhy, bez ohľadu na aktuálne plavebné podmienky (hmla, noc, poškodenie existujúcich bójí a pod.) a za podmienok, kedy nie je možné fyzicky označiť plavebnú dráhu alebo tam, kde si takého označenie vyžaduje čas [4].

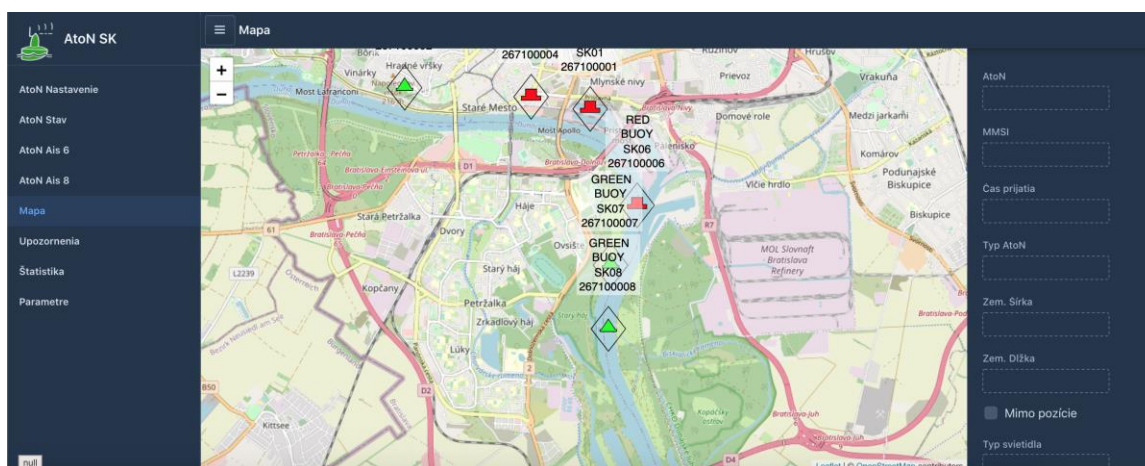
Diskusia o tom, do akej miery môžu inteligentné AtoN navigačné pomôcky ovplyvniť tradičné navigačné pomôcky, sa vedú už dlhé roky. Vznikajú rôzne odborné štúdie, ktoré prinášajú rôzne výsledky výskumu, odporúčania a výhody využívania systémov, ale aj výskumy dopadov aplikácie AIS na efektívnosť a správu systému AtoN. Takéto štúdie, zaoberajúce sa rozvojom a modernizáciou vytyčovania plavebnej dráhy, vznikajú aj v rámci podunajských štátov, na celom splavnom úseku rieky Dunaj. Mnohé z týchto štúdií boli aj realizované a využívané priamo v praxi, avšak je potrebné zdôrazniť, že nie každá takáto štúdia bola aj fyzicky realizovaná alebo bola ukončená v skúšobnej prevádzke ako nevyhovujúca. Pre porovnanie môžeme uviesť ako príklad štúdie realizovateľnosti Maďarska a Slovenska. V roku 2023 Maďarská republika úspešne spustila do užívania inteligentné bóje AIS AtoN, na základe technickej špecifikácie „Intelligens úszójelek“ (inteligentné plávajúce znaky), vypracovala presné merania a návrhy AIS AtoN-ov, ktoré vyhovujú danému úseku vodnej cesty. Na maďarskom úseku rieky, nie je rieka takmer nikde regulovaná umelými stavbami a väčšinu svojej cesty tečie v prirodzenom stave. Preto je v Maďarsku veľmi dôležité neustále monitorovanie plavebnej dráhy a jej značenie. Ešte v roku 2020 vznikla štúdia uskutočniteľnosti aj na Slovensku tzv. „Modernizácia vytyčovacej techniky a plavebného značenia na vodnej ceste medzinárodného významu“. V rámci tejto štúdie bola spustená pilotná prevádzka AIS AtoN bójí, na referenčnom úseku Dunaja (od rkm 1871 po rkm 1862), avšak po 5 mesačnej prevádzke, boli bóje AIS AtoN, z dôvodu nevhodnosti pre daný úsek Dunaja, z prevádzky stiahnuté.

2 Vytyčovanie plavebnej dráhy pomocou inteligentných bóji (AIS AtoN)

Navigačné pomôcky AIS AtoN predstavujú účinnú metódu zabezpečenia navigácie. S objavom a vývojom systému AIS sa bezpečnosť na vodných cestách začala rozvíjať modernými a pokročilejšími metódami a na základe toho, vstúpili AtoN-y do novej éry elektronickej navigácie. AIS AtoN sú navigačné pomôcky, ktoré slúžia k vytyčovaniu plavebnej dráhy a pomáhajú pri navigácii lodí vo vnútrozemskej plavbe. AIS AtoN sú viditeľné na elektronických plavebných mapách ECDIS (Electronic Chart Display and Information System), ktorými sú vybavené plavidlá a poskytujú údaje o plavbe, ako je poloha, aktuálny stav a taktiež znižujú riziko kolízie aj pri zníženej viditeľnosti [5]. Plavidlá, ktoré sú vybavené AIS systémom, môžu vidieť pozície iných lodí do vzdialenosti cca 20km, aj v prípade, ak sú plavidlá alebo prekážky na vodnej ceste umiestnené za ostrovmi, zákrutami alebo inými plavebnými prekážkami [6].

Podľa noriem a predpisov, je AIS AtoN zobrazovaný na elektronickej mape ECDIS ako čierny kosoštvorcový tvar. V praxi môžeme pozorovať tri druhy tohto symbolu AIS AtoN:

- čierny kosoštvorcový tvar predstavu normálnu polohu AtoN,
- červený kosoštvorec informuje, že AIS AtoN bol presunutý na inú polohu,
- čierny kosoštvorec, ktorý pokrýva tzv. "vydlička", informuje, že AIS AtoN nemá signál.



Obr. 1. Príklad zobrazenia stavu AIS AtoN na mape.[5]

2.1 Fyzický AIS AtoN

Fyzický AIS AtoN sa využíva na vysielanie AIS správ o polohe. Systém AIS komunikuje súborom presne definovaných správ a informácie o polohe, ktoré sú obsiahnuté v správe sú totožné s fyzickou polohou vysielачa. Znamená to, že AtoN je viditeľný na elektronických plavebných mapách ECDIS, ako štandardný symbol v tvare kosoštvorca. Správa, okrem základných informácií o AtoN-e (Maritime Mobile Service Identity (MMSI) – identifikačné číslo, typ, meno, súradnice, rozmery), môže obsahovať aj informáciu o stave svetidla, ktoré je neoddeliteľnou súčasťou AtoN-u [2]. Existuje široká škála LED svetiel vybavených solárnymi panelmi, ktoré poskytujú vynikajúcu viditeľnosť, vyžadujú minimálnu alebo žiadnu údržbu a majú životnosť až 12 rokov.

Z AtoN-u sa následne údaje a informácie prenášajú pod konkrétnym identifikačným číslom MMSI na základňovú stanicu. Pre ovládanie a monitorovanie sa údaje posielajú opačne, čiže zo základňovej stanice na konkrétne MMSI číslo AtoN-u.



Obr. 2. Fyzický AIS AtoN a jeho súčasti – LED svetidlo, napájanie 12V/60Ah batéria, hmotnosť 40 kg. [7]

Výhody používania fyzických AIS AtoN-ov

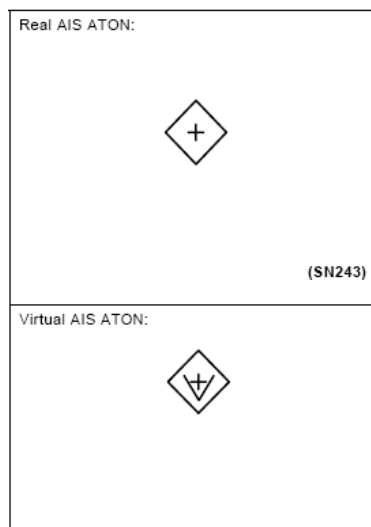
- AIS AtoN je reprezentovaný s aktuálnymi súradnicami. Plavidlá sú informované o aktuálnej pozícii AtoN-u,
- v prípade ak dôjde k zlyhaniu jedného zariadenia, toto zlyhanie neovplyvní celý systém,
- plavidlá, ktoré sú v dosahu AtoN-u, získavajú pravidelné a aktuálne informácie,
- nevyžaduje sa k systému žiadne prídavné alebo pomocné zariadenie,
- možnosť ovládať a monitorovať zariadenie, ktoré je nainštalované priamo na AtoN-e,
- plavidlá, ktoré nedisponujú systémom AIS, sú schopné vidieť iba fyzické označenie lokality (bója),
- monitorovanie informácií o stave vodnej cesty, ako sú hĺbke, teplota vody a pod.

Nevýhody používania fyzických AIS AtoN

- vyžaduje vyššie náklady na obstaranie a údržbu, v prípade poškodenia,
- vyššia energetická náročnosť,
- potrebné dátové VHF spojenie.

2.2 Virtuálny AIS AtoN

Virtuálny AIS AtoN je definovaný ako vysielanie základňovej stanice AIS o pozícii AtoN-u, tzn., že virtuálny AIS AtoN je integrovanou aplikáciou výpočtovej techniky, satelitnej navigácie a technológie určovania polohy, sieťovej technológie a technológie AIS v navigačných pomôckach. V praxi to znamená, že fyzicky AtoN (bója) neexistuje, ale cieľ je viditeľný na ECDIS mape ako štandardný symbol kosoštvorca, ktorý má v strede umiestnený symbol „V“, aby bolo pre plavidlá jednoznačne jasné, že sa nejedná o fyzický objekt.



Obr. 3. Zobrazenie fyzického a virtuálneho AIS AtoN-u na mape ECDIS [8]

Výhody používania virtuálnych AIS AtoN

- nie je potrebné inštalovať žiadne vybavenie na pozíciu AtoN-u,
- rýchle nasadenie, napríklad v prípade plavebnej prekážky,
- centrálna správa z pobrežnej infraštruktúry,
- vhodný na miesta, kde nie je možné umiestniť fyzický AtoN.

Nevýhody používania virtuálnych AIS AtoN

- sú viditeľné iba na mapách ECDIS,
- malé plavidlá bez vybavenia AIS ich nevidia,
- možné centrálné zlyhanie systému.

3 Implementácia a riziká prevádzky

Cieľom implementácie a nasadenia AIS AtoN do prevádzky je poskytnutie a vytvorenie systému, ktorý celkovo zlepší plavebné podmienky na vnútrozemských vodných cestách v súlade s predpismi jednotlivých krajín. Rozvoj a modernizácia týchto zariadení je implementovaná do prevádzky s ohľadom na zabezpečenie rýchlej, bezpečnej, spoľahlivej a ekologickej dopravy a najmä plynulé zabezpečenie prepravy nákladu po vnútrozemských vodných cestách. Pred samotným nasadením AIS AtoN do prevádzky je veľmi dôležité poznať súčasný stav vodnej cesty a jej vytyčovanie a v záujme zabezpečenia bezpečnej plavby následné navrhnutie a vypracovanie stratégie s využitím moderných technológií a s prihliadnutím na efektívnosť a prevádzkyschopnosť samotného systému.

Implementácia a vývoj AIS AtoN v súčasnosti predstavuje neustály proces modernizácie a možnosti zlepšovania a inovácie. Existuje veľa rôznych modelov používaných na vytyčovanie vnútrozemských vodných ciest, ktoré sú neustále modernizované a predstavujú do budúcnosti ideálne systémy na zabezpečenie plavby. Ideálny systém by však znamenal, že neexistujú v danom procese žiadne riziká, ktoré by mohli ovplyvniť prevádzku AIS AtoN a systém by dokázal redukovať jednotlivé nevýhody.

Niektoré nevýhody je však možné optimalizovať a eliminovať rôznymi úpravami (napr. zmenou dizajnu, softvéru a pod.).

Výhody používania AIS AtoN

- zlepšenie navigácie, poskytnutie presných informácií o hĺbke vody, prúde, teplote vody a iné,
- zvýšenie bezpečnosti, najmä pomocou svetelnej signalizácie umiestnenej na inteligentných bójach, ktorá je ich neoddeliteľnou súčasťou. Poskytujú výbornú viditeľnosť a vyžadujú minimálnu údržbu. Ako zdroj využívajú vysokoúčinné solárne panely alebo menšie a ľahšie batérie. Umožňujú umiestnenie AIS systému a vybavené sú LED svetelnými zdrojmi,
- monitorovanie životného prostredia, ide najmä o sledovanie kvality vody a rôznych environmentálnych parametrov, ktoré sú dôležité pre ochranu vodných ekosystémov,
- efektívna komunikácia, ktorá umožňuje rýchlu výmenu informácií medzi plavidla a riadiacim centrom, čo prispieva k lepšej koordinácii na vodných cestách,
- optimalizácia dopravy, poskytuje dáta o aktuálnej situácii, čo pomáha optimalizovať trasy a plánovanie prepravy tovarov, čím sa znižujú náklady a čas potrebný na prepravu,
- integrácia s modernými technológiami, napr. s GPS, RIS a iné technológie, ktoré umožňujú efektívne monitorovanie a riadenie vnútrozemskej vodnej dopravy.

Nevýhody používania AIS AtoN

- vyššie obstarávacie a prevádzkové náklady,
- nie sú viditeľné pre plavidlá bez AIS systému,
- interferencia s inými signálnymi systémami, čo môže ovplyvniť ich spoľahlivosť a účinnosť,
- dostupnosť v odľahlých oblastiach, kde je obmedzený dosah signálu alebo infraštruktúra môže spôsobiť problematické spojenie s AIS AtoN. Tento jav môže viesť k zobrazovaniu neaktuálnych informácií o bójach,
- potreba údržby. AIS AtoN vyžaduje pravidelnú údržbu a aktualizáciu softvéru, aby sa zabezpečila jeho spoľahlivosť a schopnosť poskytovať presné informácie. Nedostatočná údržba môže viesť k chybám v poskytovaných dátach,
- zraniteľnosť voči poruchám. Ak dôjde k poruche v samotnom AIS AtoN zariadení, môže to mať vplyv na dostupnosť a spoľahlivosť navigačných informácií, čo predstavuje riziko pre plavebnú bezpečnosť,
- závislosť od energie, ktorá je potrebná pre správne fungovanie. V prípade výpadku alebo technických problémoch s napájaním môže dôjsť k výpadkom a nedostupnosti systému.

Kybernetická bezpečnosť

Veľmi dôležitým ale aj kritickým aspektom pri používaní AIS AtoN je kybernetická bezpečnosť. Nakoľko tieto zariadenia sú súčasťou plavebnej infraštruktúry, môžu byť cieľom rôznych kybernetických hrozieb. Preto je potrebné aby pri používaní systému boli zachované niektoré opatrenia, ako napr.:

- autentifikácia a autorizácia, ktoré predstavujú zabezpečenie prístupu k AIS AtoN, iba pre oprávnených užívateľov,
- šifrovanie komunikácie, minimalizovanie neoprávneného prístupu k dátam,
- aktualizácia softvéru, predstavuje pravidelnú aktualizáciu, aby sa odstránili potenciálne bezpečnostné chyby a zraniteľnosti,

- monitorovanie a detekcia hrozieb. Implementácia systému monitorovania, ktorý sleduje prevádzku AIS AtoN a deteguje nezvyčajné aktivity alebo potencionálne kybernetické hrozby,
- fyzická bezpečnosť, na minimalizovanie rizika neoprávneného prístupu a manipulácie,
- odborný audit bezpečnosti. Vykonávanie odborných auditov bezpečnosti, aby sa identifikovali a adresovali prípadné zraniteľnosti a riziká,
- zálohovanie dát, pre prípad obnovy v prípade kybernetického útoku alebo technickej poruchy.

Zabezpečenie kybernetickej bezpečnosti pri využívaní AIS AtoN je nevyhnutným opatrením na zaručenie bezpečnosti plavby. Dôsledné monitorovanie a správna konfigurácia zariadení AIS AtoN sú rovnako dôležité pre udržanie integrity a spoľahlivosti informácií v digitálnom prostredí vnútrozemskej plavby.

4 Záver

V posledných desaťročiach sa profil vnútrozemskej vodnej dopravy výrazne zmenil, čo súviselo najmä s modernizáciou plavidiel, znížením počtu posádok, vznikom rôznych technologických inovácií v navigačných a informačných zariadeniach a modernizáciou navigačných pomôcok.

V porovnaní s ostatnými druhmi dopravy sa vnútrozemská vodná doprava vyznačuje svojou spoľahlivosťou, energetickou účinnosťou a veľkou prepravnou kapacitou. Z tohto dôvodu je vnútrozemská vodná doprava dôležitým komponentom globálnej logistiky, umožňujúc prepravu veľkého množstva tovaru s nižšími dopadmi na životné prostredie. V súvislosti s nárastom počtu plavidiel a prepravovaného tovaru, je kladený veľký dôraz na bezpečnosť a efektívnosť na vodných cestách. Jedným z najdôležitejších prvkov zabezpečenia bezpečnej plavebnej prevádzky je vytyčovanie plavebnej dráhy a navigácia plavidiel. V súčasnosti sa do popredia dostávajú moderné zariadenia a technológie slúžiace na vytyčovanie plavebnej dráhy tzv. AtoN-y, ktoré využívajú systém AIS. Tieto technológie poskytujú plavidlám lepšiu identifikáciu a sledovanie navigačných bodov, čo výrazne znižuje riziko rôznych nehôd a kolízií na vnútrozemských vodných cestách. Výraznou zmenou oproti starším navigačným pomôckam je možnosť efektívnejšej a rýchlejšej komunikácie a spoľahlivejši prenos informácií medzi plavidlami a navigačnými bodmi. Pomocou využitia AIS technológie je oveľa jednoduchšie sledovanie pohybu lodí a tým sa uľahčuje riadenie plavebnej prevádzky na vodných cestách a optimalizácia trasy plavidiel, vďaka ktorej sa znižuje riziko stretu medzi plavidlami. V porovnaní so staršími kovovými bójami, ktoré sa ešte aj v dnešnej dobe stále využívajú, prispievajú AIS AtoN bóje jednoznačne k zvýšeniu bezpečnosti, efektívnosti a udržateľnosti na vnútrozemských vodných cestách, prostredníctvom využívania pokročilých, moderných, informačných a komunikačných technológií.

5 Literatúra

- [1] LAJOS, Z.: Náš Dunaj, naše povodie, naša práca. 1. vyd. Bratislava: Slovenský vodohospodársky podnik, š.p., Odštepny závod Bratislava, 2017, ISBN 978-80-972721-1-1
- [2] ZBORNÍK, XXXI. PLAVEBNÉ DNI, Bratislava: Spektrum STU Bratislava, 2023, ISBN 978-80-227-5328-9
- [3] Study on the impacts of AIS application on aids to navigation system in Zhanjiang Port , Dostupné na: https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=1209&context=msem_dissertations
- [4] Development and installation of the navigation monitoring and electronic fairway marking system on the Danube River (AtoNs). Dostupné na: <https://navigation.danube-region.eu/development-and-installation-of-the-navigation-monitoring-and-electronic-fairway-marking-system-on-the-danube-river-atons/>

- [5] Štúdia uskutočniteľnosti pre projekt, „Modernizácia vytyčovacej techniky a plavebného značenie na vodnej ceste medzinárodného významu Dunaj“, 2020
- [6] Portrayal of AIS Aids to Navigation, Chart and ECDIS symbols showing aids with an AIS broadcast. Dostupné na: <https://nauticalcharts.noaa.gov/publications/portrayal-of-ais-aids-to-navigation.html>
- [7] Štúdia uskutočniteľnosti pre projekt, „Modernizácia vytyčovacej techniky a plavebného značenie na vodnej ceste medzinárodného významu Dunaj“, 2020
- [8] ZBORNÍK, XXXI. PLAVEBNÉ DNI, Bratislava: Spektrum STU Bratislava, 2023, ISBN 978-80-227-5328-9
- [9] Záverečná správa z rozmiestnenia bójí a ich prevádzky na Dunaji, Pilotná prevádzka komponentov AIS AtoNs v rámci RIS COMEX, 2021
- [10] Jens K. Jensen, Experience with AIS AtoN (Aids to Navigation), 2009, dostupné na: <https://images.app.goo.gl/mttSHD2Q6yabmQTr8>

IDENTIFIKÁCIA NÁKLADOV PRI RIADENÍ DOPRAVNEJ LOGISTIKY

Autor:

Vladimír Klapita ¹

Tituly a pôsobisko autorov:

¹doc. Ing. Vladimír Klapita, CSc., Žilinská univerzita v Žiline, fakulta PEDAS, katedra železničnej dopravy, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, E-mail: vladimir.klapita@uniza.sk

Abstrakt: *Príspevok je zameraný na zdôvodnenie a objasnenie významu správnej identifikácie a hodnotenia logistických nákladov v riadení dopravnej logistiky v špecifických podmienkach. Príspevok ďalej opisuje základné metódy kalkulácie logistických nákladov a špecifikuje rozbor logistických procesov ovplyvňujúcich logistické náklady.*

Kľúčové slová: Logistické náklady, dopravná logistika, manažment železničnej dopravy.

JEL: O33

IDENTIFICATION OF COSTS IN TRANSPORT LOGISTICS MANAGEMENT

Abstract: *The article is oriented on the value of correct identification and revaluation of logistics costs within the transport logistics management in the specific conditions. The article moreover describes basic methods of calculation the logistics costs and specifies the analysis of logistics processes which influence the logistics costs.*

Keywords: Logistics cost, transport logistics, management of transport logistics.

1 ÚVOD

Náklady tvoria významný prvok ekonomiky podniku a sú tak jedným z faktorov jeho obchodného úspechu. Hospodársky vývoj podniku je do značnej miery ovplyvnený kvalitnými logistickými službami. V takzvaných štandardných podmienkach organizácie logistického reťazca, pri štandardne ponúkaných logistických službách sa logistické náklady stanovujú na základe logistických výkonov. V špecifických podmienkach organizácie logistického reťazca sa však kritéria tvorby logistických nákladov môžu meniť, resp. modifikovať [1].

Úlohou každého manažéra železničného dopravného podniku je i príprava na možné špecifické situácie a tiež prevencia brániaca vzniku takýchto situácií. Železničné podniky sa môžu stretnúť s celou radou takýchto situácií, ktorých vznik možno len ťažko predvídať alebo ovplyvniť. Medzi takéto špecifické situácie patria napr. živelné pohromy, náhle politické alebo legislatívne zmeny, ale i rôzne zmeny na prepravnom trhu. Medzi interné neovplyvniteľné situácie patria napr. výkyvy v dodávkach, náhla zmena požiadaviek zákazníka týkajúca sa rozsahu prepravy, alebo zmeny prepravnej cesty, nedodanie zásielky v stanovenom čase, informačné problémy a pod.

Pri riešení takýchto špecifických situácií zohráva veľkú úlohu správne riadenie logistických reťazcov. Pri riadení a organizovaní dopravnej logistiky v špecifických situáciách zohráva dôležitú úlohu identifikácia logistických nákladov, ktorá môže odhaliť kritické miesta organizácie a cenotvorby takéhoto špecifického logistického reťazca.

2 LOGISTICKÉ NÁKLADY A PROCESY

Logistické náklady sú ovplyvňované logistickými procesmi a naopak úroveň realizácie logistických procesov je determinovaná výškou vynaložených logistických nákladov.

Logistické náklady predstavujú náklady všetkých článkov logistického reťazca. Ich sledovanie a vyčíslenie je pre každú situáciu špecifické a v každej situácii ich treba vedieť správne koordinovať [2].

Zvyšovať efektívnosť logistických nákladov v logistických reťazcoch možno viacerými spôsobmi:

1. zvýšením výnosov z vyššej úrovne logistických služieb pri udržaní rovnakých logistických nákladov,
2. znížením celkových logistických nákladov pri udržaní jestvujúcej úrovne logistických služieb,
3. kombinovaným spôsobom, t.j. súčasným zvýšením úrovne logistických služieb a znížením celkových logistických nákladov.

Výber spôsobu zvyšovania efektívnosti logistických nákladov dopravného podniku závisí na celkových logistických cieľoch a logistickej stratégii podniku. Ciele a stratégie by mali byť diferencované podľa typov ponúkaných produktov a typov zákazníkov.

- Spôsob 1. - je typický pre tzv. stratégiu diferenciácie, ktorá je orientovaná na zákazníka.
- Spôsob 2. - je odrazom stratégie nízkych nákladov, ktorá sa volí pri zákazníkoch so štandardnými požiadavkami.
- Spôsob 3. - je najnáročnejší a typický pre tzv. hybridnú stratégiu, kde je snaha sa na trhu výrazne presadiť aj špičkovými logistickými službami, aj nízkymi nákladmi.

Systémový prístup uplatňovaný v logistike hovorí, že sa vždy hľadajú také riešenia, ktoré vedú k celkovo nižším nákladom, a to i za cenu, že náklady niektorých článkov logistického reťazca vzrastú. Potom je však treba zabezpečiť, aby celkovo vzniknutý prospech pozitívne pocítil aj ten článok reťazca, ktorému náklady vzrástli. V logistickom rozhodovaní je často potrebné uskutočňovať tzv. vyvažovanie a hľadať riešenie, ktoré prinesie najväčší celkový efekt všetkým zúčastneným článkom. Posudzujú sa teda všetky podstatné náklady a prínosy vo všetkých logistických článkoch, ktoré vstúpu z prijatia a realizácie určitého rozhodnutia [2].

Logistické procesy z ktorých pozostáva logistický reťazec vytvárajú logistické náklady. Logistické procesy, ktoré majú ťažiskový vplyv na tvorbu logistických nákladov sú [2]:

- tvorba a riadenia logistického systému,
- informačný a komunikačný systém.
- obstarávacía logistika,
- skladové hospodárstvo vrátane zásob,
- podniková a verejná doprava,
- obalové hospodárstvo,
- distribúcia,
- odpadové hospodárstvo,
- systém riadenia a vybavovania objednávok,
- obslužné a servisné činnosti,
- spotreba palív a energii.

3 KALKULAČNE METÓDY

Pre potreby riadenia a rozhodovania treba rozlišovať rozdiel medzi kalkuláciami úplných nákladov a kalkuláciou neúplných nákladov. Kalkulácia neúplných nákladov sa tiež nazýva kalkuláciou priamych, alebo presnejšie kalkuláciou variabilných nákladov. Variabilné náklady zahŕňajú priame náklady a variabilnú časť režijných nákladov (napr. spotreba elektrickej energie). Zostávajúca fixná časť režijných nákladov sa do nákladov na výrobky nepremieta. Z toho vyplýva, že sa u jednotlivých druhov výrobkov nezisťuje zisk na jednotku, ale sa na zisk pozerá ako na výsledok činnosti podniku ako celku. Za prispievanie k tvorbe hospodárskeho výsledku podniku sa považuje príspevok na úhradu fixných nákladov a tvorby zisku, ktorý je

rozdielom medzi predajnou cenou výrobku a jeho variabilnými nákladmi. Príspevok na úhradu na jeden výrobok má lepšiu vypovedaciu schopnosť než zisk, lebo sa nemení s objemom produkcie.

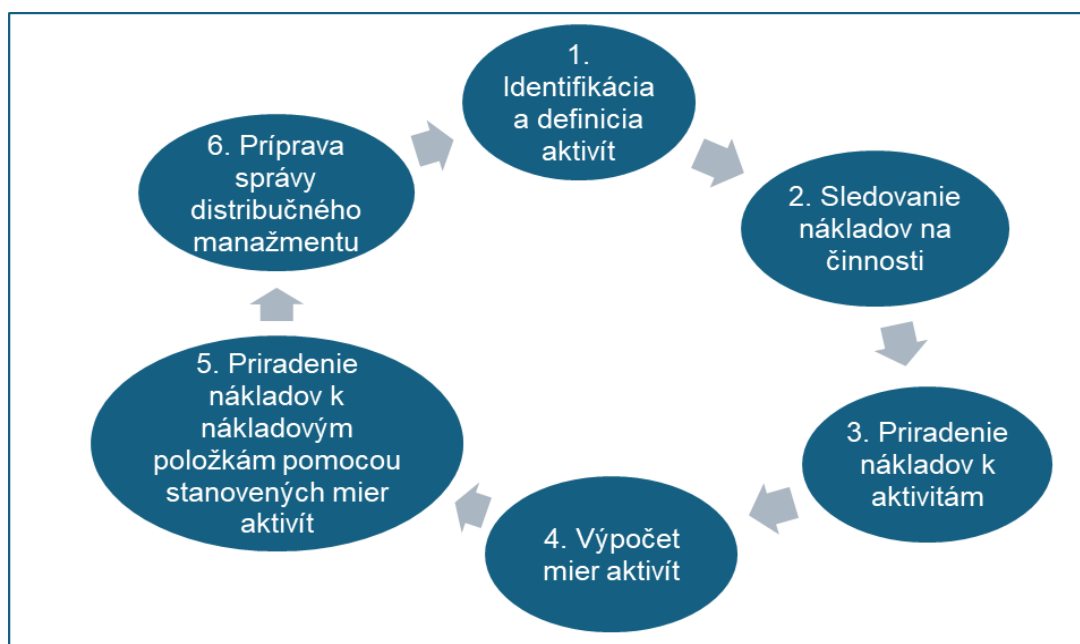
Pre potreby identifikácie nákladov pri riadení dopravnej logistiky sa obvykle používa jeden z dvoch modelov:

- metóda Activity Based Costing (Metóda ABC), alebo
- metóda Direct Product Profitability (Metóda DPP).

3.1 Metóda ABC

Metóda Activity Based Costing (ABC) priradzuje náklady jednotlivým procesom podľa skutočných faktorov, ktoré ho ovplyvnili. Týmto ovplyvňujúcim faktorom sa hovorí „cost drivers“, alebo tiež riadiace faktory nákladov. Metóda vyhovuje potrebám logistického riadenia, lebo umožňuje sledovať relevantné náklady spojené s konkrétnymi procesmi a s konkrétnymi zákazníkymi požiadavkami.

Na rozdiel od tradičných prístupov, kedy sú režijné náklady primárne zachytené na útvary, priradzuje metóda Activity Based Costing náklady na jednotlivé aktivity a procesy, konkrétne výrobky a zákazníkov. Implementácia metódy ABC zvyčajne pozostáva zo šiestich na seba nadväzujúcich krokov, tieto postupné kroky sú znázornené na obrázku 1.



Obr. 1. Šesť krokov implementácie metódy ABC. (Zdroj: autor podľa [3])

Metóda je nielen nástrojom pre meranie nákladov, ale slúži aj pre analýzu ich príčin a hľadania priestoru pre zlepšenie. Aplikácia metódy ABC by sa mala stať nedeliteľnou súčasťou logistického riadenia [3].

Metódu ABC je vhodné použiť vtedy, ak:

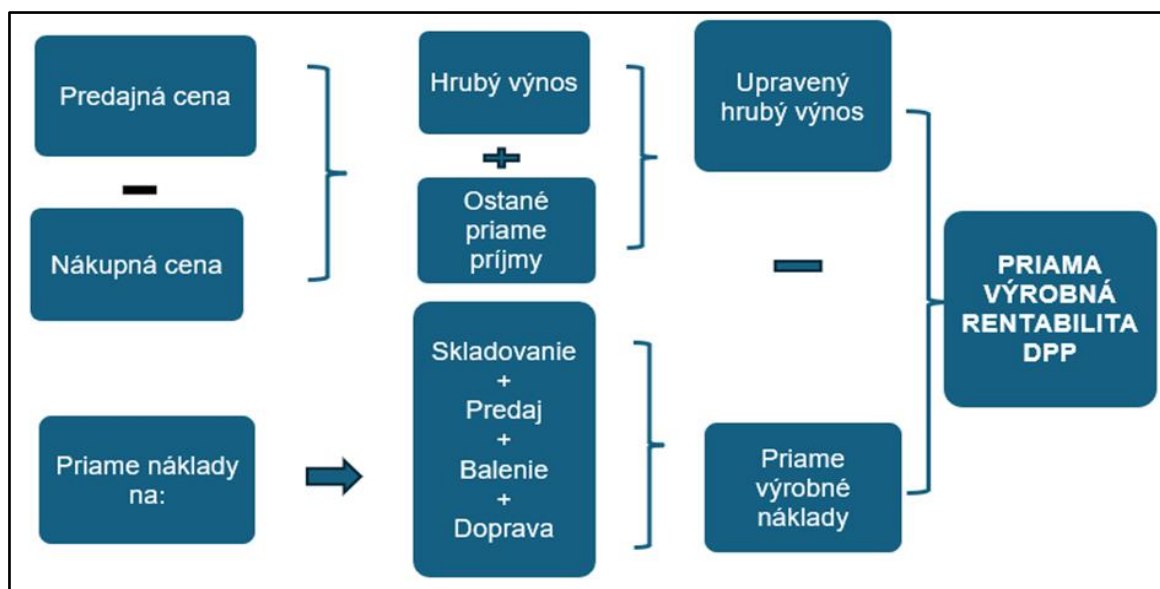
- režijné náklady firmy sú vysoké – (napr. vysoké nájomné a mzdy),
- produkty sú diferencované,
- náklady na chyby a vady sú vysoké,
- na trhu je silná konkurencia.

Metóda ABC je veľmi silným nástrojom na vylepšenie produktov, služieb, procesov a trhových stratégií. ABC metóda umožňuje manažmentu firmy porozumieť, čo spôsobuje náklady a ako je možné ich riadiť. Firma môže podľa tohto systému získať pohľad na to, ako efektívne premieňa zdroje firmy na hodnoty.

3.2 Metóda DPP

Metóda Direct Product Profitability (DPP), teda metóda priamej výrobnéj rentability sleduje tovar od jeho vstupu do oblasti obchodu až po jeho predaj zákazníkovi. Cieľom metódy je zistiť, aké veľké náklady bolo treba vynaložiť na predaj určitého druhu tovaru. Sledujú sa tzv. priame náklady na skladovanie, dopravu, balenie a ďalšie procesy v rámci logistického reťazca. Tieto náklady sa potom porovnávajú s hrubými výnosmi, ktoré sú rozdielom medzi predajnou cenou a nákupnou cenou tovaru. Informácie, ktoré poskytne ukazovateľ priamej výrobnéj rentability, sú podkladom pre rad rozhodnutí týkajúcich sa napríklad umiestnenia tovaru v predajni, racionalizácie, balenia výrobkov a manipulácie, zrušenia skladovania u menej rentabilných položiek a ich náhrady častejšími dodávkami priamo do regálov.

Implementácia analýzy nákladov si vyžaduje také riešenie, pomocou ktorého možno rýchlo spracovať veľké množstvo údajov. Systematika konštrukcie priamej výrobnéj rentability je znázornená na obrázku 2.



Obr. 2. Konštrukcia metódy DPP. (Zdroj: autor podľa [4])

Čiastočnou nevýhodou metódy DPP sú pomerne vysoké náklady na proces analýzy nákladov. Z toho je zrejmé, že menším podnikom sa nevypláti túto metódu používať. Vzhľadom na to, že ide o statickú metódu, tak sa pri jej aplikácii neberú do úvahy meniace sa náklady na jednotlivé subsystémy logistického reťazca.

4 MANAŽOVANIE LOGISTICKÝCH NÁKLADOV

Evidenciu nákladov v podniku zabezpečuje účtovníctvo. To sa obvykle člení na finančné účtovníctvo, nákladové účtovníctvo a manažérske účtovníctvo. Pre rad manažérskych rozhodnutí neposkytujú účtovné náklady potrebné podklady. Vzniklo preto tzv. manažérske poňatie nákladov. Úlohou manažérskeho účtovníctva je najmä upozorňovať na závažné javy (záporné aj kladné) a poskytovať informácie pre rozhodovanie, zameriavať sa nielen na hospodárnosť, ale i na efektívnosť, orientovať sa na budúcnosť, poskytovať podklady nielen o priamych efektoch chystaného rozhodnutia, ale aj o odvodených, ktoré sa prejaví na rôznych miestach podnikovej činnosti.

Logistické riadenie potrebuje údaje o nákladoch v celom logistickom reťazci, pretože musí zvažovať, aké zmeny v jednom článku ovplyvnia náklady celého reťazca. Medzi hlavné dôvody potreby sledovania logistických nákladov patrí rast podielu logistických nákladov na celkových nákladoch podniku a sledovanie

efektívnosti logistických procesov. Prínosy sledovania nákladov a výkonov tkvejú vo zviditeľnení položiek tzv. „utopených“ v režijných nákladoch a lepšej možnosti riadenia logistických výkonov.

Na základe uvedených skutočností možno odporučiť hlavné zásady, ktoré by sa mali uplatňovať pri zisťovaní logistických nákladov [4]:

1. Zaisťovať nákladovú prehľadnosť a súčasne nevytvárať zbytočne ďalšie rozsiahle evidencie.
2. Špecifikovať tie náklady, ktoré možno ovplyvniť logistickým riadením. V logistických nákladoch by sa preto mali objaviť tie položky, ktoré sú logisticky významné, t.j. tie, ktoré sú ovplyvnené spôsobom organizovania a riadenia materiálového toku.
3. Náklady vzťahovať k materiálovým tokom a príslušným procesom, nielen k útvarom.
4. Podchytiť nákladovo všetky úseky v logistickom reťazci.
5. Rozlíšiť náklady podľa typov zákazníkov, typov ich požiadaviek a spôsobov prechodu požiadaviek logistickým reťazcom. Zachytiť tie vlastnosti materiálového toku, ktoré majú zásadný vplyv na tvorbu nákladov.
6. Rozlišovať, či náklady majú fixný alebo variabilný charakter.
7. Pracovať s flexibilnými rozpočtami nákladov, t.j. diferencovať ich v závislosti na skutočnom objeme produkcie.

5 ZÁVER

Jednotlivé dopravné podniky sledujú a evidujú celkové náklady vrátane nákladov na logistiku pre potreby kontroingu podľa vlastnej úvahy. To ale znamená, že rôzne podniky môžu používať rôzne systémy sledovania nákladov, čo komplikuje porovnávanie a relevantnosť údajov. Základom pre akékoľvek rozhodovanie o logistických nákladoch je prijatie jednotnej koncepcie a stratégie platnej pre každý podnik. Porovnateľná analýza logistických nákladov si však vyžaduje jednotnú databázu údajov. Na základe takejto jednotnej databázy možno následne prijímať správne rozhodnutia týkajúce sa racionalizácie nákladov.

Prostredie na dopravnom trhu je v súčasnosti charakterizované vysokou konkurenciou, kolísavým dopytom a kratším životným cyklom produktov, čo vyvoláva tlak na znižovanie nákladov, flexibilitu a na efektívnosť riadenia v dopravnnej logistike. Rezervy je potrebné hľadať nielen vo vnútri železničných dopravných podnikov, ale aj v efektívnejšom riadení dodávateľsko-odberateľských vzťahov v logistických reťazcoch založených na dôslednom sledovaní a analýze logistických nákladov.

Príspevok vznikol v rámci riešenia grantového projektu VEGA 1/0340/24 "Výskum alternatív dekarbonizácie v železničnej doprave z hľadiska spoločenských nákladov" na Fakulte prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov Žilinskej univerzity v Žiline.

6 Literatúra

- [1] GROS, I. *Velká kniha logistiky*. Vysoká škola chemicko-technologická v Prahe. Praha 2016. ISBN: 978-80-7080-952-5.
- [2] VIESTOVÁ, K. a kol. *Lexikón logistiky*. Edícia Ekonómia – Iura Edition, Bratislava 2007. ISBN: 978-80-8078-160-6.
- [3] MONIOS, J. – BERGQVIST, R. *Intermodal freight transport and logistics*. CRC Press, Taylor and Francis Group, London 2017. ISBN: 978-1-4987-8512-9.
- [4] CHRISTOPHER, M. *Logistics and Supply Chain Management*. Pearson Education Limited 2011, London, UK. ISBN: 978-0-273-73112-2.

PRESNOSŤ SMARTFÓNU PRI MERANÍ BRZDNÉHO SPOMALENIA KONKRÉTNÉHO VOZIDLA

Autori:

Arnold JANČÁR¹

Tituly a pôsobisko autorov:

¹Ing. Arnold Jančár, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, SLOVENSKO, E-mail: arnold.jancar@stud.uniza.sk

Abstrakt: Tento článok predstavuje novú metódu merania brzdného spomalenia vozidiel využitím moderných technológií, konkrétne aplikácií pre smartfóny. Článok sa zameriava na overenie presnosti a spoľahlivosti smartfónu v porovnaní s tradičným zariadením XL Meter pri meraní brzdného spomalenia vozidla na suchom povrchu. Výsledky ukazujú, že napriek určitým rozdielom v meraných hodnotách sú dáta získané pomocou smartfónu dostatočne presné pre praktické použitie. V článku sú uvedené detaily testov vykonaných pri rôznych rýchlostiach a porovnanie získaných údajov. Zistenia naznačujú, že smartfón môže slúžiť ako nákladovo efektívna alternatíva tradičných meracích zariadení, čo otvára nové možnosti v oblasti hodnotenia brzdných spomalení vozidiel. Výsledky tohto článku prispievajú k rozšíreniu poznatkov v oblasti automobilovej bezpečnosti a meracích techník.

Kľúčové slová: brzdné spomalenie, brzdná dráha, technológia merania

JEL: L91

THE ACCURACY OF THE SMARTPHONE IN MEASURING THE BRAKING DECELERATION OF A SPECIFIC VEHICLE

Abstract: This paper presents a new method for measuring vehicle deceleration by using modern technology, specifically smartphone apps. The paper focuses on verifying the accuracy and reliability of a smartphone compared to a traditional XL Meter device in measuring vehicle deceleration on dry surfaces. The results show that, despite some differences in the measured values, the data obtained with the smartphone is accurate enough for practical use. Details of the tests performed at different speeds and a comparison of the data obtained are given in the paper. The findings suggest that the smartphone can serve as a cost-effective alternative to traditional measuring devices, opening up new possibilities in the field of vehicle deceleration assessment. The results of this paper contribute to the advancement of knowledge in the field of automotive safety and measurement techniques.

Keywords: braking deceleration, braking distance, measurement technology

1 Úvod

V čase, keď technologický pokrok zásadne mení automobilový priemysel, sa vývoj a overovanie účinných, spoľahlivých a dostupných metód merania vlastností vozidiel stáva kľúčovým aspektom. Tento článok predstavuje nový prístup meracieho zariadenia (decelerometer XL Meter Pro) s modernými technológiami, ako sú aplikácie pre smartfóny, na hodnotenie brzdných spomalení vozidiel na suchom povrchu. Cieľom tohto článku je overiť presnosť a spoľahlivosť týchto dostupných zariadení pri poskytovaní presných údajov týkajúceho sa brzdného spomalenia vozidla, čím sa otvára nová perspektíva možností merania v oblasti jazdných skúšok. Prispieva tiež k súboru poznatkov potrebných pre prebiehajúci výskum a vývoj v oblasti bezpečnosti automobilov.

Nedávny výskum sa zamerával na zlepšenie brzdových systémov vozidiel a techník merania brzdného spomalenia. Ján Ondruš a Peter Hockicko[1] zistili, že analýza videozáznamov pomocou softvéru SW Tracker je životaschopnou a nákladovo efektívnou alternatívou k tradičným meraniam decelerografom. Peter Kožuch a kol.[2] dospeli k záveru, že hoci stacionárne testy ponúkajú výhody v oblasti rýchlosti a bezpečnosti, dynamické testy presnejšie odrážajú brzdné spomalenie v reálnom svete. Andrii Kashkanov a kol.[3] vyvinuli matematický model na odhad brzdnych dráh, čím zvýšili presnosť autotechnických skúšok pri dopravných nehodách. Nerijus Kudarauskas[4] dokázal, že vozidlá vybavené ABS majú lepšiu rýchlosť spomalenia a kratšiu brzdnu dráhu, najmä pri vyšších rýchlostiach. Eduard Kolla a kol.[5] ukázali, že merania pomocou smartfónov sa presne zhodujú s údajmi z decelografu pre vozidlo Tesla Model S, čo naznačuje, že smartfóny sú životaschopným nástrojom na meranie brzdnych spomalení. Dalibor Viderščak a kol.[6] zistili, že drahšie brzdové doštičky dosahujú lepšie výsledky z hľadiska nižšieho nárastu teploty a kratšej brzdnej dráhy, čo zdôrazňuje význam kvality brzdových doštičiek.

Niektoré štúdie dosiahli významný pokrok v pochopení a zdokonalení brzdových systémov a správania sa vozidiel pri brzdnom spomalení. Peter Marienka a kol.[7] skúmali vplyv príviesov s nájazdovými brzdami a bez nich na brzdny účinok motorového vozidla a zistili, že príviesy s nájazdovými brzdami výrazne zlepšujú účinnosť brzdzenia a vyrovnávajú ju s účinnosťou brzdzenia samostatného vozidla, zatiaľ čo príviesy bez bŕzd predlžujú brzdnu dráhu. Bayu Erfianto a Andrian Rahmatsyah[8] predstavili metódu klasifikácie brzdného správania vozidla pomocou forenzej analýzy údajov zo záznamníkov údajov o udalostiach (EDR), pričom ukázali, že ich model účinne kategorizuje brzdné úkony na komfortné, nepríjemné a nebezpečné úrovne, čo pomáha pri forenznom vyšetrovaní dopravných nehôd. V štúdii zameranej MFDD (Mean Fully Developed Deceleration) sa navrhol prístup na určenie prahových hodnôt MFDD s ohľadom na počiatočnú rýchlosť brzdzenia a kapacitu cestujúcich, ktorý ponúka základ na hodnotenie brzdného spomalenia pri jazde v reálnych podmienkach. Lisardo Prieto González a kol.[9] vyvinuli model hlbokého učenia na odhad uhlov náklonu a bočného sklzu vozidla, ktorý zvyšuje bezpečnosť a výkonnosť autonómnych vozidiel pomocou údajov z palubných snímačov. Akhilesh Kumar Maurya a Prashant Shridhar Bokare[10] analyzovali modely spomaľovania rôznych vozidiel, pričom poukázali na rozdiely medzi jednotlivými typmi vozidiel a na vplyv maximálnych rýchlostí na správanie pri spomaľovaní, čo má zásadný význam pre simuláciu a návrh dopravy. Tomáš Skrúcaný, Ján Vrábel a Patrik Kazimír[11] skúmali vplyv hmotnosti a umiestnenia nákladu na brzdné spomalenie ľahkých úžitkových vozidiel a zistili, že ťažší náklad v blízkosti zadnej nápravy zvyšuje spomalenie pri brzdení, zatiaľ čo náklad v blízkosti prednej nápravy ho znižuje. Ďalšia štúdia[12] zdôrazňuje význam správneho zaťaženia nákladom pre optimálne brzdné spomalenie. Okrem toho štúdia o účinnosti brzdzenia vozidla podľa pravidiel cestnej skúšky GB7258 zdôraznila použitie MFDD ako hodnotiaceho indexu, ktorý zahŕňa rôzne parametre, ako je uhol sklonu a maximálne spomalenie počas činnosti ABS, aby sa zabezpečilo presné monitorovanie a hodnotenie účinnosti brzdzenia.

2 Metodika

Cieľom empirického hodnotenia bolo preskúmať rozdiely v brzdnom spomalení vybraného vozidla pomocou XL Meter a smartfónu s vybranými aplikáciami. To zahŕňalo komparatívnu analýzu na určenie presnosti mobilného zariadenia pri meraní brzdného spomalenia vozidla, čím sa získali poznatky o ich relatívnej presnosti.

2.1 XL Meter

XL Meter je vysoko presné zariadenie určené na meranie rôznych parametrov vozidla, ako je rýchlosť, zrýchlenie/spomalenie, čas a brzdna dráha. Toto zariadenie sa v článku používa na zaznamenávanie údajov o brzdení vozidla. Toto zariadenie sa skladá z hlavnej jednotky, kľbového ramena na správne nastavenie zariadenia a prísavky na pevnú montáž. Na prepojenie s počítačom a následné sťahovanie údajov zo zariadenia sa používa deväťkolíkový konektor RS-232 typu D-USB.



Zdroj: Autor

Obr. 4 Meracie zariadenie XL Meter

2.2 Smartfón Xiaomi 11T

Druhou možnosťou, ako vykonávať merania, bol smartfón. Pre meranie zrýchlenia sa v smartfónoch využívajú dva senzory. Gyroskopický a akcelerometer. Gyroskopický senzor je nutnou súčasťou moderných smartfónov, vyskytuje sa v elektronickej podobe pre potreby rozmerov a presnosti. Vo väčšine smartfónov sa používa gyroskop typu MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) s veľkosťou 1 – 1 000 mikrometrov. Keďže ale nedokáže merať zrýchlenie, ale iba náklon smartfónu, je kombinovaný s akcelerometrom, čo zariadeniu umožňuje merať oveľa presnejšie zmenu polohy zariadenia. Akcelerometer zaznamenáva akceleráciu, vibrácie a náklon smartfónu v trojosom systéme. Smartfón ktorý sa použil bol Xiaomi 11T vyrábaný od okru 2021. Pracuje s operačným softvérom Android 11 a osemjadrovým procesorom s využitím silných cortexov 3.0 GHz a 2.6 GHz.



Zdroj: [13]

Obr. 5 Smartfón Xiaomi 11T

Údaje o zmene rýchlosti (spomalenie/zrýchlenie) sa zaznamenávali pomocou aplikácie "Accelerometer Analyzer", ktorá využíva trojosový akcelerometer v smartfóne. Aplikácia bola nastavená na zaznamenávanie údajov pri najvyššej možnej rýchlosti snímača. Pred začiatkom meraní bol smartfón pevne ukotvený v držiaku na čelnom skle vozidla, aby sa zabezpečila stabilita a presnosť zaznamenaných údajov. Na zafixovanie smartfónu vo vzpriamenej polohe sa použila aplikácia "Best level", ktorá využíva gyroskop zabudovaný v smartfóne na zistenie jeho polohy a náklonu.



Zdroj: Autor

Obr. 6 Aplikácie "Accelerometer Analyzer" (vľavo) a "Best level" (vpravo)

2.3 Popis vozidla

V článku je použité osobné vozidlo, ktorého technické parametre sú uvedené v tabuľke 1. Zahrnuté sú informácie o hmotnosti vozidla, type pohonnej jednotky, stave brzdového systému a typoch pneumatík. Na vykonanie meraní bolo použité vozidlo Audi A6 Avant. Ide o štvrtú generáciu tohto typu vyrobenú v roku 2017. Technické údaje sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 3 Technické údaje vozidla

Parameter	Hodnota
Motor	6-valcový vznetový motor
Objem motora	2 967 cm ³
Výkon	202 kW pri 3 500 ot.min ⁻¹
Točivý moment	580 Nm pri 1 250 ot.min ⁻¹
Pohon	quattro (všetky kolesá)
Pohotovostná hmotnosť	1 895 kg
Brzdy	Kotúčové 320 mm, hrúbka 50 mm
Najazdené km pred meraniami	144 701 km

Zdroj: Autor

Pri testoch bolo vozidlo vybavené letnými pneumatikami Continental Premium Contact 6 s rozmermi 225/50 R18, indexom zaťaženia 90 (690 kg) a indexom rýchlosti W 270 km/h. V čase merania mali pneumatiky najazdených približne 10 000 km a hrúbku dezénu 8 mm.

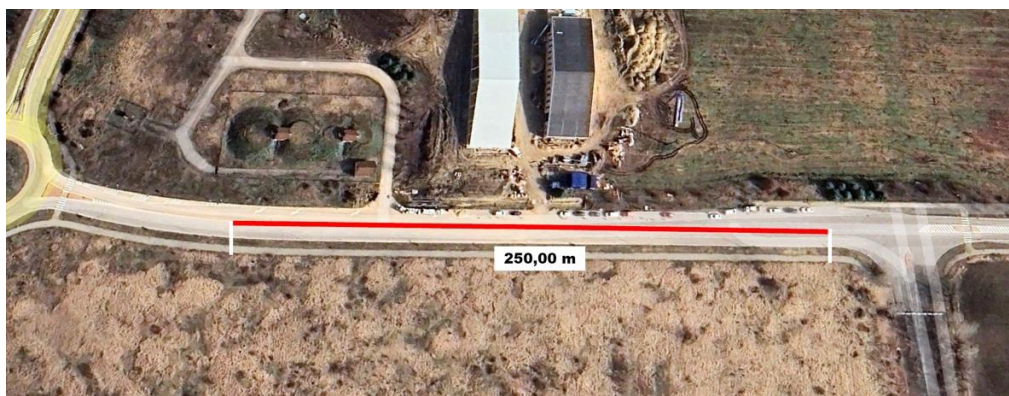


Zdroj: Autor

Obr. 7 Vozidlo a pneumatiky použité pri meraní

2.4 Miesto merania

Merania sa uskutočnili na testovacej trati, ktorá pozostávala z rovnej a suchej cesty. Realizované boli v apríli, pri teplotách vzduchu v rozmedzí od 5 °C do 11 °C. Dĺžka testovacej dráhy bola približne 250 metrov, čo poskytovalo dostatočný priestor na vykonanie brzdných manévrov. Povrch vozovky na celej trase bol asfaltový.



Zdroj: [13]

Obr. 8 Lokalita miesta merania

2.5 Postup merania

Pri meraní pomocou zariadenia XL Meter je prvým krokom jeho kalibrácia. Tento proces sa vykonáva po zapnutí prístroja, pričom je potrebné ho pripevniť na čelné sklo vozidla v nulovej polohe. Aktuálna poloha prístroja sa zobrazí na displeji ako aktuálne pozdĺžne (ax) a priečne (ay) zrýchlenie. Obe veličiny musia vykazovať nulové hodnoty, čím sa zabezpečí maximálna presnosť merania. Po správnej

kalibrácii je možné začať s meraním. XL Meter je navrhnutý na zber údajov v dvoch osiach, x a y. Vozidlo sa následne zrýchli na požadovanú rýchlosť a zastaví intenzívnym brzdením. Prístroj umožňuje uložiť až 8 meraní do vnútornej pamäte.

Po úspešnom ukončení merania prístroj poskytne hodnoty:

- So - brzdna dráha [m],
- Vo - rýchlosť vozidla na začiatku brzdzenia [km/h],
- Tbr - čas brzdzenia [s],
- MFDD – stredné plné brzdne spomalenie [m/s^2].

3 Výsledky merania

V tejto časti sú uvedené hodnoty získané z merania brzdneho spomalenia vybraného vozidla a sú uvedené v tabuľke 2. Analýza pozostáva z dvoch zariadení, XL Meter a smartfón. Celkovo bolo vykonaných 16 meraní, z toho 4 pre každú rýchlosť - 30, 50, 70, 90 km/h. Potom sa vypočítal priemer pre každú rýchlosť, ako aj rozdiel hodnôt oproti zariadeniu XL Meter.

Hodnota celkového priemerného brzdzenia podľa zariadenia XL Meter je $10,43 \text{ m/s}^2$ a pre smartfón $10,63 \text{ m/s}^2$. Odchýlka je $0,19 \text{ m/s}^2$.

Tab. 4 Spracované údaje o meraní

Meranie	XL Meter					Smartfón	Rozdiel hodnôt voči XL Meter	
	Rýchlosť [km/h]	Čas [s]	Vzdialenosť [m]	b [m.s^{-2}]	b^- [m.s^{-2}]	b^- [m.s^{-2}]	b [m.s^{-2}]	b [%]
1	26,95	0,76	2,81	9,97	10,34	10,66	0,32	3,09
2	25,01	0,62	2,20	10,97				
3	24,76	0,68	2,27	10,42				
4	25,13	0,72	2,44	9,99				
5	44,70	1,20	7,51	10,26	10,28	10,44	0,16	1,56
6	44,14	1,21	7,23	10,40				
7	44,71	1,22	7,51	10,27				
8	45,04	1,24	7,68	10,19				
9	60,49	1,63	13,52	10,44	10,54	10,60	0,06	0,57
10	65,82	1,77	15,94	10,49				
11	63,04	1,68	14,47	10,60				
12	63,58	1,68	14,69	10,62				
13	79,96	2,12	23,55	10,47	10,57	10,80	0,23	2,18
14	79,93	2,10	23,17	10,64				
15	80,73	2,16	23,90	10,52				
16	82,01	2,19	24,36	10,65				
Priemer					10,43	10,63	0,19	

Zdroj: Autor

Výsledky merania úplného brzdného spomalenia sú:

Spočítané hodnoty (XL Meter)

- maximálna hodnota plného brzdného spomalenia: $10,97 \text{ m/s}^2$ (meranie 2),
- minimálna hodnota plného brzdného spomalenia: $9,97 \text{ m/s}^2$ (meranie 1),
- priemerná hodnota plného brzdného spomalenia: $10,43 \text{ m/s}^2$,
- štandardná odchýlka spomalenia pri úplnom brzdení: $0,12 \text{ m/s}^2$.

Spočítané hodnoty (smartfón Xiaomi 11T)

- maximálna hodnota plného brzdného spomalenia: $11,32 \text{ m/s}^2$ (meranie 6),
- minimálna hodnota plného brzdného spomalenia: $10,16 \text{ m/s}^2$ (meranie 4),
- priemerná hodnota plného brzdného spomalenia: $10,63 \text{ m/s}^2$,
- štandardná odchýlka spomalenia pri úplnom brzdení: $0,13 \text{ m/s}^2$.

3.1 Vyhodnotenie meraní

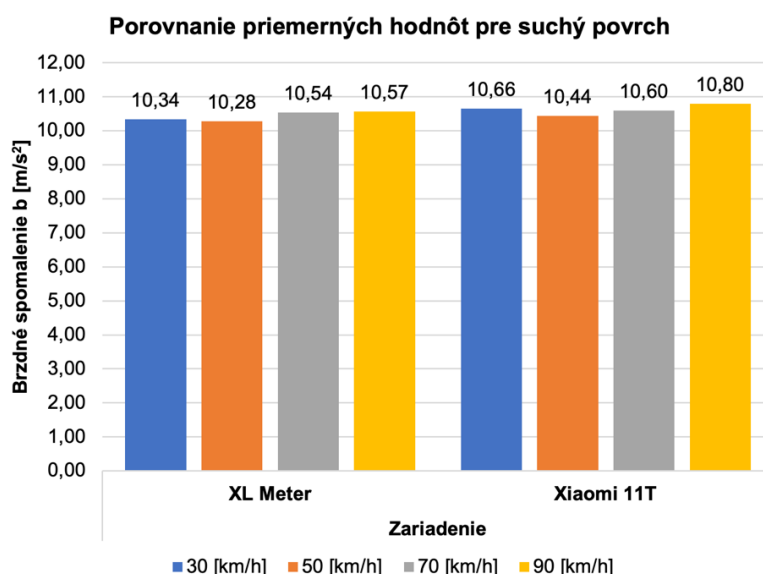
Rozdiely v spomalení pri úplnom brzdení uvedené v tabuľke vyššie sú pre lepší prehľad zhrnuté v tabuľke 3. Rozdiel medzi meračom XL a smartfónom je v absolútnom vyjadrení $0,19 \text{ m/s}^2$, zatiaľ čo v percentuálnom vyjadrení je rozdiel $1,82 \%$.

Tab. 5 Vyhodnotenie rozdielov v meraniach na suchej ceste

Zariadenia	Rýchlosť [km/h]				Priemer	Rozdiel	Rozdiel v %
	30	50	70	90			
XL Meter [m/s^2]	10,34	10,28	10,54	10,57	10,43	-	-
Smartfón [m/s^2]	10,66	10,44	10,60	10,80	10,63	0,19	1,81

Zdroj: Autor

Bol vytvorený aj graf, ktorý zobrazuje porovnanie spomalenia pri brzdení XL Metra a smartfónu pri rôznych rýchlostiach na suchej ceste. Meradlo XL Meter vykazuje postupný nárast brzdného spomalenia z $10,34 \text{ m/s}^2$ pri rýchlosti 30 km/h na $10,57 \text{ m/s}^2$ pri rýchlosti 90 km/h . Smartfón začína s vyššou hodnotou $10,66 \text{ m/s}^2$ pri rýchlosti 30 km/h a dosahuje až $10,80 \text{ m/s}^2$ pri rýchlosti 90 km/h , čo naznačuje vyššie brzdné spomalenie v porovnaní s XL Meter pri všetkých rýchlostiach.



Zdroj: Autor

Obr. 9 Porovnanie priemerných hodnôt pre suchý povrch

3.2 Vyhodnotenie brzdnjej dráhy

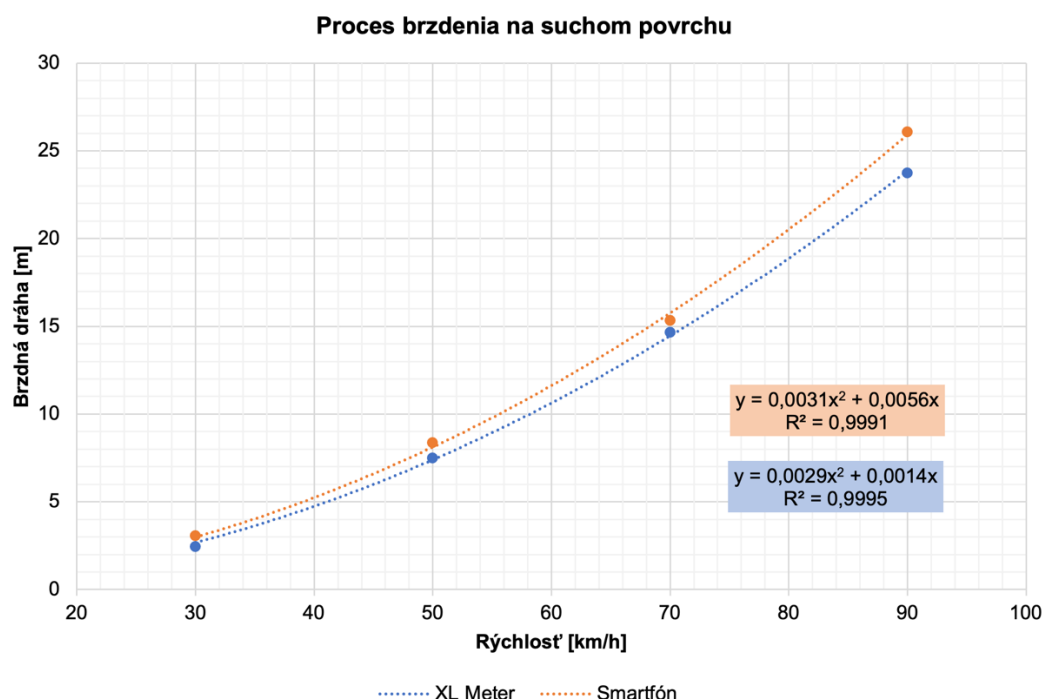
V rámci hodnotenia brzdného spomalenia vozidla je nevyhnutné posúdiť brzdnú dráhu. V tabuľke je uvedené porovnanie brzdnjej dráhy vozidla pri rôznych rýchlostiach pomocou dvoch meracích zariadení. Najväčší rozdiel v hodnotách brzdnjej dráhy smartfónu oproti XL Meter je pri rýchlosti 30 km/h (13,58 %) a najmenší pri rýchlosti 70 km/h (4,66 %).

Tab. 6 Porovnanie brzdnjej dráhy na suchom povrchu

Zariadenia	Rýchlosť [km/h]			
	30	50	70	90
XL Meter	2,43	7,48	14,66	23,75
Smartphone	3,06	8,35	15,34	26,08
Rozdiel [%]	13,58	11,63	4,66	9,83

Zdroj: Autor

Graf na obrázku 7 znázorňuje závislosť brzdnjej dráhy vozidla od počiatočnej rýchlosti na suchom povrchu pre dve rôzne meracie zariadenia: XL Meter a smartfón. Údaje sú prezentované ako bodové grafy s príslušnými trendovými čiarami, ktoré majú podobu kvadratických rovníc. V prípade XL Meter je trend opísaný rovnicou $y = 0,0029x^2 + 0,0014x$, kde y predstavuje brzdnú dráhu a x rýchlosť vozidla v km/h. Pre smartfón je rovnica $y = 0,0031x^2 + 0,0056x$.



Zdroj: Autor

Obr. 10 Proces brzdenia na suchom povrchu

4 Záver

Článok obsahuje 16 meraní brzdných spomalení vozidla Audi A6 Avant na suchom povrchu. Na meranie týchto brzdných spomalení vozidla sa použili meracie zariadenia, ako XL Meter a smartfón Xiaomi 11T s vybranými aplikáciami. Tieto dve zariadenia poskytli súbor údajov, ktoré boli následne spracované a vyhodnotené. Po spracovaní a vyhodnotení údajov sa zistilo, že úplné brzdné spomalenie získané pomocou smartfónu má miernu odchýlku $0,19 \text{ m/s}^2$ od hodnoty získanej pomocou XL metra. To znamená, že celkový rozdiel medzi týmito dvoma zariadeniami je pomerne malý, a to $1,82 \%$. Na základe toho možno konštatovať, že hoci sú rozdiely medzi oboma zariadeniami relatívne malé, stále existujú a je dôležité ich zohľadniť pri hodnotení výsledkov. Výstupné hodnoty brzdných spomalení vozidiel sú pre znalcov užitočné pri riešení rekonštrukcie dopravnej nehody - vozidlo a chodec.

5 Literatúra

- [1] ONDRUŠ, Ján a Peter HOCKICKO. Braking Deceleration Measurement Using the Video Analysis of Motions by Sw Tracker. *Transport and Telecommunication Journal* [online]. 2015, **16**(2), 127–137 [vid. 2024-04-18]. ISSN 1407-6179. Dostupné z: doi:10.1515/tjt-2015-0012
- [2] KOŽUCH, Peter, Ľubomír HUJO, Łukasz MUŚLEWSKI a Marietta MARKIEWICZ-PATALON. Dynamic and Stationary Testing of Vehicle Braking Systems. *Acta Technologica Agriculturae* [online]. 2023, **26**(4), 238–243 [vid. 2024-04-18]. ISSN 1338-5267. Dostupné z: doi:10.2478/ata-2023-0032

- [3] KASHKANOV, Andrii, Andriy SEMENOV, Anastasiia KASHKANOVA, Natalia KRYVINSKA, Oleg PALCHEVSKYI a Serhii BARABAN. Estimating the effectiveness of electric vehicles braking when determining the circumstances of a traffic accident. *Scientific Reports* [online]. 2023, **13**(1), 19916 [vid. 2024-04-18]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-023-47123-7
- [4] KUDARAUSKAS, Nerijus. Analysis of Emergency Braking of a Vehicle. *Transport* [online]. 2007 [vid. 2024-04-18]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-Emergency-Braking-of-a-Vehicle-Kudarauskas/52ccdc9dc4ada264936251a36b313d6a350648b1>
- [5] KOLLA, Eduard, Ján ONDRUŠ, Marian GOGOLA a Željko ŠARIĆ. Braking Characteristics of the Specified Modern Electric Vehicle During Intensive Braking. *Advances in Science and Technology Research Journal* [online]. 2020, **14**, 125–134. Dostupné z: doi:10.12913/22998624/122197
- [6] VIDERŠČAK, Dalibor, Zdravko SCHAUPEL, Krunoslav ORMUŽ, Sanja ŠOLIĆ, Mladen NIKŠIĆ, Diana MILČIĆ a Pavao ORMUŽ. Influence of Brake Pad Properties to Braking Characteristics. *Promet - Traffic&Transportation* [online]. 2022, **34**(1), 91–102 [vid. 2024-04-18]. ISSN 1848-4069, 0353-5320. Dostupné z: doi:10.7307/ptt.v34i1.3846
- [7] MARIENKA, Peter, Marcel FRANČÁK, Juraj JAGELČÁK a František SYNÁK. Comparison of Braking Characteristics of Solo Vehicle and Selected Types of Vehicle Combinations. *Transportation Research Procedia* [online]. 2020, **44**, LOGI 2019 - Horizons of Autonomous Mobility in Europe, 40–46 [vid. 2023-08-07]. ISSN 2352-1465. Dostupné z: doi:10.1016/j.trpro.2020.02.007
- [8] ERFIANTO, Bayu a Andrian RAHMATSYAH. Forensic Analysis of Braking Classification Based on Acceleration, Jerk, and Velocity Data. *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control* [online]. 2021 [vid. 2024-04-18]. ISSN 2503-2267, 2503-2259. Dostupné z: doi:10.22219/kinetik.v6i3.1284
- [9] GONZÁLEZ, Lisardo Prieto, Susana Sanz SÁNCHEZ, Javier GARCIA-GUZMAN, María Jesús L. BOADA a Beatriz L. BOADA. Simultaneous Estimation of Vehicle Roll and Sideslip Angles through a Deep Learning Approach. *Sensors* [online]. 2020, **20**(13), 3679 [vid. 2024-04-18]. ISSN 1424-8220. Dostupné z: doi:10.3390/s20133679
- [10] MAURYA, Akhilesh Kumar a Prashant Shridhar BOKARE. STUDY OF DECELERATION BEHAVIOUR OF DIFFERENT VEHICLE TYPES. *International Journal for Traffic and Transport Engineering* [online]. 2012, **2**(3), 253–270 [vid. 2024-04-18]. ISSN 2217544X, 22175652. Dostupné z: doi:10.7708/ijtte.2012.2(3).07
- [11] SKRUCANY, Tomas, Jan VRABEL a Patrik KAZIMIR. The influence of the cargo weight and its position on the braking characteristics of light commercial vehicles. *Open Engineering* [online]. 2020, **10**(1), 154–165 [vid. 2024-04-18]. ISSN 2391-5439. Dostupné z: doi:10.1515/eng-2020-0024
- [12] LI, Wen Liang, Wei ZHOU a Li GAO. Vehicle Braking Efficiency On-Line Monitoring and Evaluation with MFDD. *Advanced Materials Research* [online]. 2012, **605–607**, 968–971 [vid. 2024-04-18]. ISSN 1662-8985. Dostupné z: doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.605-607.968
- [13] *Xiaomi 11T - Full phone specifications* [online]. [vid. 2024-04-23]. Dostupné z: https://www.gsmarena.com/xiaomi_11t-11099.php

MOŽNOSTI VYUŽITIA DIGITÁLNYCH FOTOAPARÁTOV PRE PRIESKUMY STATICKEJ DOPRAVY

Autori:

Ľubomír ČERNICKÝ¹

Tituly a pôsobisko autorov:

¹ Ing. Ľubomír Černický, PhD., Katedra cestnej a mestskej dopravy, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26, Žilina, Slovensko E-mail: lubomir.cernicky@uniza.sk

Abstrakt: V dnešnej dobe je problematika parkovania a odstavovania vozidiel každodennou témou. Veľkým problémom je najmä parkovanie v centrách miest a na sídliskách, kde súčasné počty parkovacích miest nepostačujú aktuálnemu dopytu. Pre efektívne riešenie statickej dopravy je potrebné kvalitne analyzovať súčasný stav a teda vytvoriť evidenciu parkovacích miest a vykonať prieskum statickej dopravy (prieskum parkovania). Tento článok poukazuje na možnosti efektívneho vykonávania prieskumov statickej dopravy s využitím digitálnych fotoaparátov a kamier a ich spracovanie v GIS. Rovnako článok poukazuje na možnosti vykonávania prieskumov s využitím skenovacích vozidiel a mobilných aplikácií, ktoré čoraz viac slovenských obcí používa pre kontrolu oprávnenosti parkovania na svojom území.

Kľúčové slová: statická doprava, GIS, digitálna fotografia, EXIF

JEL: R41

POSSIBILITIES OF USING DIGITAL CAMERAS FOR SURVEYS OF STATIC TRANSPORT

Abstract: Nowadays, the issue of parking and parking vehicles is a daily topic. Parking in city centres and in housing estates is a major problem, because the current number of parking spaces is not sufficient for current demand. For an effective solution to static traffic, it is necessary to analyse the current situation in a high-quality way, and therefore create a record of parking spaces and carry out a survey of static traffic (parking survey). This article points out the possibilities of effectively conducting surveys of static traffic using digital cameras and their processing in GIS. The article also points out the possibilities of conducting surveys with the help of scanning vehicles and mobile applications, which are more and more used by Slovak municipalities to check the eligibility of parking.

Keywords: parking, GIS, digital photography, EXIF

1 Úvod

Efektívne riešenie statickej dopravy je možné len na základe kvalitnej analýzy súčasného stavu statickej dopravy, čo okrem iného zahŕňa aj vykonanie prieskumu statickej dopravy (prieskum parkovania). Požiadavky na výstupy prieskumov parkovania sa môžu líšiť, zvyčajne sa zisťuje počet vozidiel, ktoré parkujú v určitej oblasti, dĺžka parkovania, obsadenosť parkovacích miest, počet parkujúcich vozidiel a dĺžka parkovania. V mnohých prípadoch mestá chcú zistiť podrobnejšie údaje o statickej doprave akými sú napr. obsadenosť jednotlivých parkovacích stojísk, alebo „obrátkovosť“ jednotlivých parkovacích stojísk (počet vozidiel na 1 stojisko za sledované obdobie), prípadne vyhodnotenie ďalších skupín vozidiel podľa evidenčného čísla vozidla (EČV).

Vzhľadom na požiadavky na výstupy je najjednoduchšou a najpoužívanejšou metódou metóda zápisu EČV parkujúcich vozidiel. Prieskum realizujú sčítači, ktorí prechádzajú pridelený úsek v stanovenom intervale a zaznamenávajú EČV parkujúcich vozidiel do pripraveného formulára, Pre ďalšie spracovanie je potom potrebné formuláre prepísať do elektronickej formy.

V súčasnej dobe sa ručne vykonávané prieskumy v čoraz väčšej miere nahrádzajú automatizovanými prieskumami s využitím detektorov, kamier a spracovaním pomocou špeciálneho softvéru. Takáto forma prieskumov je vhodná najmä na dlhodobé prieskumy a na exponované miesta, kde je potrebné regulovať dopravu (napr. regulácia dĺžky parkovania pred obchodnými centrami), príp. kde je potrebné usmerňovať dopravu na voľné parkovacie miesta a pod. Rovnako automatizovaný systém prieskumu statickej dopravy môže poskytovať výstupy v reálnom čase a preto je možné ho využiť aj napr. pre kontrolu úhrady poplatku za parkovanie a pod.

2 Využitie digitálnych fotoaparátov

2.1 Informácie obsiahnuté v digitálnych fotografiách

Digitálne fotoaparáty sú už bežnou súčasťou nášho každodenného života, pričom nejde len o samostatné zariadenie pre účely vyhotovovania fotografií, ale najmä o mobilné telefóny so zabudovaným digitálnym fotoaparátom. Vo väčšine prípadov sa spolu s vyhotovením fotografie zaznamenávajú aj ďalšie údaje o vyhotovenej fotografii (Exif). Ak je digitálny fotoaparát vybavený GPS modulom pre snímání polohy, táto poloha môže byť tiež zaznamenávaná v údajoch o vyhotovenej fotografii (Exif).

Na obr. 1 sú znázornené vybrané údaje fotografií, ktoré boli snímány 2 rôznymi fotoaparátmi. Prvým fotoaparátom bola digitálna zrkadlovka Canon 850D, ktorá bola napojená na modul pre snímání polohy „GPS Receiver GP-E2. Pre vyhotovenie druhej fotografie bol použitý mobilný telefón iPhone 11 Pro Max. Farebne sú zvýraznené tie údaje, ktoré je možné využiť pre prieskumy statickej dopravy. Týmito údajmi sú:

- GPS poloha miesta vyhotovenia fotografie
- dátum a čas vyhotovenia fotografie
- orientácia – tzn. či bola fotografia vyhotovená „na výšku“ alebo „na šírku“
- smer obrazu – uhol natočenia fotoaparátu vzhľadom na sever

Ako je možné vidieť na obr. 1 napriek tomu, že fotoaparát Canon 850D bol doplnený modulom pre príjem GPS signálu, pri vyhotovení fotografie sa nezaznamenáva smer obrazu – uhol natočenia vzhľadom na sever. Pri vyhotovení fotografie prostredníctvom iPhone 11 Pro Max boli zaznamenané všetky vyššie popísané údaje.

Zdroj: Vlastné spracovanie

Pre účely vykonávania prieskumov statickej dopravy je vhodné použiť fotoaparát so zabudovaným GPS modulom a so schopnosťou zaznamenávať smer obrazu – uhol natočenia fotoaparátu vzhľadom na sever. Prieskum je potrebné vykonávať podľa rovnakých zásad, ktoré sú zhrnuté v nasledujúcich odrážkach:

- SSN 1338-9629

Pred začiatkom vykonávania prieskumu je potrebné tieto kroky definovať a oboznámiť s nimi všetkých sčítačov. Tento krok je dôležitý pre čo najpresnejšie spracovanie výstupov z prieskumu.



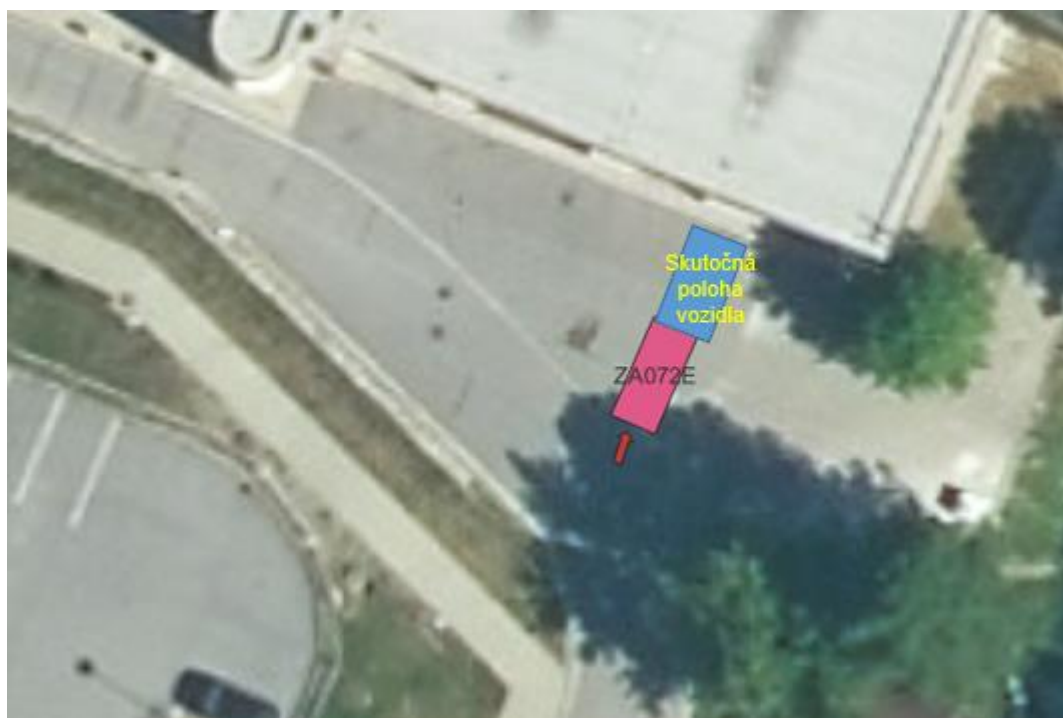
Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 2. Príklad fotografie vozidla

2.3 Spracovanie údajov

Z vyhotovenej fotografie je možné automatizovaným spôsobom prečítať EČV. Tento údaj je dôležitý najmä pre účely zisťovania dĺžky parkovania jednotlivých vozidiel, kedy je potrebné prieskum parkovania vykonať viackrát v rôznych časoch (napr. večer o 21:00, ráno o 5:00 a napr. okolo 10:00). V takomto prípade záznam EČV je jediný spôsob, ako určiť, že ide o to isté vozidlo. Rovnako vďaka EČV je možné vylúčiť duplicitný záznam vozidla v prípade, že pre jedno vozidlo bolo vyhotovených 2 a viac fotografií počas jedného prieskumu.

Z Exif údajov je možné zistiť GPS polohu fotoaparátu pri vyhotovení fotografie (nie vozidla). Ak bol dodržaný postup vykonávania prieskumu definovaný v kapitole 2.2, zo smeru obrazu, vzdialenosti fotoaparátu od vozidla a približných rozmerov vozidla je možné vypočítať odhadovanú polohu zaparkovaného vozidla. Z týchto údajov je potom možné vypočítať výstupy prieskumov statickej dopravy ako napr. počet zaparkovaných vozidiel a dĺžka parkovania. Rovnako je možné údaje zobrazíť pomocou GIS softvéru (napr. QGIS), vid'. obr. 3, 4, 5. Pri rozčlenení územia na menšie časti – sídliská, jednotlivé parkoviská, údaje je možné podľa GPS polohy triediť a tak vytvárať výstupy za konkrétne oblasti. Výhodou záznamu GPS polohy každého zaparkovaného vozidla je aj to, že členenie územia nemusí byť vopred definované a je možné ho prispôsobiť podľa požiadaviek objednávateľa.



Zdroj: Vlastné spracovanie

Obr. 3. Zobrazenie miesta vyhotovenia fotografie a smeru obrazu (červená šípka), skutočnej polohy a vypočítanej polohy zaparkovaného vozidla

Ak sú k dispozícii údaje o parkovacích miestach v GIS, tzn. ak je k dispozícii pasport parkovacích miest spracovaný v GIS, údaje je možné prepočítať priamo na konkrétne parkovacie miesta a tak vypočítať výstupy ako obsadenosť jednotlivých parkovacích stojísk, alebo „obrátkovosť“ jednotlivých parkovacích stojísk (počet vozidiel na 1 stojisko za sledované obdobie), využitie parkovacích miest a pod. (viď kap. 2.6).

2.4 Aplikácia na parkoviskách Žilinskej univerzity

Výhody a nevýhody prieskumov statickej dopravy s využitím digitálnych fotoaparátov boli skúmané v bakalárskej práci „Časová náročnosť prieskumov statickej dopravy. [1]. V rámci tejto bakalárskej práce boli vykonané prieskumy statickej dopravy na parkoviskách Žilinskej univerzity, pričom boli vykonané nasledovné druhy prieskumov:

- Sčítanie počtu parkovacích miest (evidencia parkovacích miest)
- Sčítanie počtu parkujúcich vozidiel (ručné sčítanie)
- Zápis evidenčných čísel vozidiel (ručné sčítanie)
- Prieskum pomocou fotoaparátu s GPS modulom (Canon 850D + GPS Receiver GP E2)
- Prieskum pomocou mobilného telefónu (iPhone 11 Pro Max)

Tieto prieskumy boli vykonané za účelom overenia možnosti vykonávania prieskumov s využitím digitálnych fotoaparátov a získavania výstupov a taktiež pre učenie časovej náročnosti týchto prieskumov.

Na obr. 4 a 5 sa nachádza grafické zobrazenie výstupov prieskumu statickej dopravy s využitím fotoaparátu Canon 850D, na obr. 6 je grafické zobrazenie výstupov prieskumu statickej dopravy s využitím mobilného telefónu. Pri prieskume s pomocou fotoaparátu Canon 850D bol zaznamenávaný aj uhol natočenia obrazu a to pomocou mobilného telefónu so zapnutým kompasom, pričom sa zaznamenávala

obrazovka mobilného telefónu. Párovanie vyhotovenej fotografie s údajom o uhle natočenia obrazu z mobilného telefónu bol vykonaný na základe času. Takýto spôsob získavania informácie o uhle natočenia obrazu sa nakoniec ukázal ako komplikovaný a časovo veľmi náročný.



Zdroj: [1]

Obr. 4. Zobrazenie vozidiel nameraných počas prieskumu statickej dopravy pomocou fotoaparátu s GPS modulom – pohľad na všetky parkoviská



Zdroj: [1]

Obr. 5. Zobrazenie vozidiel nameraných počas prieskumu statickej dopravy pomocou fotoaparátu s GPS modulom – detailnejší pohľad

Žlté body na obrázku č.5 predstavujú miesto, na ktorom bola vyhotovená fotografia, podľa uhla natočenia fotoaparátu bola vypočítaná predpokladaná poloha zaparkovaného vozidla (červený obdĺžnik). Ako je možné sledovať, pokiaľ je vozidlo zaparkované medzi budovami, presnosť vypočítanej polohy zaparkovaného vozidla je nižšia. Týmto faktorom je znížená možnosť priradenia presného parkovacieho miesta konkrétnemu vozidlu, avšak ešte stále je možné presne určiť celkový počet zaparkovaných vozidiel na konkrétnom parkovisku. Nepresnosti vo výpočte predpokladanej polohy vozidla mohli nastať aj z dôvodu nesprávne zaznamenaného uhla natočenia fotoaparátu. Keďže v tomto prípade tento uhol bol priradzovaný ku obrázkom na základe čítania obrazu mobilného telefónu a párovania na základe času (v intervaloch po 1 s), nesprávny uhol natočenia fotoaparátu mohol byť zapríčinený naj nesprávne stanoveným nulovým časom, kde aj odchýlka 0,5s môže spôsobiť veľký rozdiel medzi skutočným a zaznamenaným uhlom natočenia fotoaparátu.



Zdroj: [1]

Obr. 6. Zobrazenie vozidiel nameraných počas prieskumu statickej dopravy pomocou mobilného telefónu – detailnejší pohľad

Pri použití mobilného telefónu bol uhol natočenia fotoaparátu zaznamenaný priamo mobilným telefónom pri snímaní fotografie a je obsiahnutý v Exif informáciách. Analýzou fotografií bolo zistené, že odchýlky vo vypočítanom smere natočenia vozidla viditeľné na obr. 6. sú vždy len dôsledkom nesprávne natočeného fotoaparátu (mobilného telefónu) počas vykonávania prieskumu.

2.5 Časová náročnosť

V rámci bakalárskej práce [1] bola skúmaná časová náročnosť vykonávania prieskumov statickej dopravy, kde bola porovnávaná časová náročnosť prieskumu statickej dopravy so zápisom EČV vykonávaného ručne s časovou náročnosťou prieskumu statickej dopravy so záznamom EČV vykonávaného s využitím digitálnych fotoaparátov.

Zníženie časovej náročnosti môže nastať už pri príprave prieskumu, kde okrem iných vecí je potrebné mať už na začiatku stanovený územný rozsah prieskumu, premyslieť spôsob vykonávania prieskumu tak, aby boli zaznamenané všetky vozidlá a aby na základe zaznamenaných údajov bolo možné spracovať požadované výstupy. V prípade BP študentka územie dobre poznala (išlo o prieskum na parkoviskách Žilinskej univerzity), bolo potrebné len navrhnuť podrobnosť spracovávania údajov. Parkoviská boli zatriedené do „sektorov“ A – E podľa ich polohy. Časová náročnosť takejto prípravy na prieskum je uvedená v tab. 1. Úspora času pri príprave môže nastať najmä z dôvodu, že nie je potrebné definovať spôsob označovania parkovísk a pripravovať formuláre pre sčítačov, sčítačom bude potrebné definovať územie, na ktorom majú vykonať prieskum.

Tab. 1. Príprava prieskumu

Aktivita	Ručné sčítanie	Canon	iPhone
Oboznámenie sa s mapou	0:07:00	0:07:00	0:07:00
Rozdelenie na sektory	0:05:00	0:05:00	0:05:00
Naznačenie sektorov v mape	0:35:00	0:35:00	0:35:00

Zdroj: spracované na základe [1]

Je potrebné pripomenúť, že v prípade vykonávania prieskumu s pomocou digitálneho fotoaparátu so zabudovaným GPS modulom nie je potrebné mať vopred definované členenie územia, dôležité je však mať definovaný rozsah, teda celkové územie, na ktorom má byť vykonaný prieskum. Členenie územia na menšie časti (parkoviská, zóny, sídliska a pod.), za ktoré budú spracovávané štatistické výstupy, je možné definovať dodatočne, prípadne zmeniť podľa požiadaviek objednávateľa.



Zdroj: [1]

Obr. 7. Rozdelenie územia na sektory

V tabuľke 2 sú uvedené časy, ktoré boli namerané počas vykonávania prieskumov statickej dopravy 3 spôsobmi vykonávania prieskumov:

- Zápis evidenčných čísel vozidiel (ručné sčítanie).
- Prieskum pomocou fotoaparátu s GPS modulom (Canon 850D + GPS Receiver GP E2).
- Prieskum pomocou mobilného telefónu (iPhone 11 Pro Max).

Z tabuľky vyplýva, že s využitím digitálnych fotoaparátov je možné znížiť časovú náročnosť vykonávania prieskumov približne o 31-46%. Zníženie sa týka len priamo zaznamenávania zaparkovaných vozidiel, nezahŕňa časy potrebné na presun a pod. Rovnako vo výpočtoch nie sú zahrnuté rôzne náhodné faktory ako napr. technické problémy (nutnosť vymeniť batérie, pamäťovú kartu), prípadne zdržania sčítacza z dôvodu otázok majiteľov automobilov a pod. Niektoré z takýchto zdržaní pravdepodobne nastalo aj pri prieskume na sektore D, kde pri ručnom sčítaní bol nameraný nižší čas doby vykonávania prieskumu ako pri použití fotoaparátu s GPS modulom.

Znížením časovej náročnosti vykonávania prieskumu je možné využiť to, že 1 sčítač dokáže zaznamenať väčší počet vozidiel a tak ušetriť náklady na mzdy apod. Napr. pri ručnom prieskume 1 sčítač za 1 hodinu dokáže zaznamenať približne až 500 vozidiel, pri prieskume s využitím digitálneho fotoaparátu je to viac (približne okolo 700 vozidiel). Je potrebné upozorniť, že je to skôr horná hranica, teda ide o maximálne hodnoty, ktoré dokáže jeden sčítač zaznamenať za 1 hodinu. Tieto údaje boli vypočítané na základe prieskumu, ktorý vykonávala študentka počas vypracovania BP, vo výpočtoch nie sú zahrnuté časy na presun a ani žiadne náhodné faktory. Pri plánovaní prieskumu statickej dopravy je preto potrebné uvažovať s nižšími hodnotami.

Tab. 2. Porovnanie časovej náročnosti 1 sčítača pri jednotlivých spôsoboch vykonávania prieskumov statickej dopravy

Aktivita	Ručné sčítanie	Canon	iPhone
Zápis sektoru A	0:08:40	0:07:33	
Presun	0:02:00	0:02:00	
Zápis sektoru B	0:01:47	0:01:23	
Presun	0:03:00	0:03:00	
Zápis sektoru C	0:12:58	0:09:05	
Presun	0:00:15	0:00:15	
Zápis sektoru D	0:11:19	0:14:06	0:10:48
Presun	0:01:00	0:01:00	
Zápis sektoru E	0:08:27	0:07:10	
Spolu zápis/záznam	0:43:11	0:39:17	0:10:48
Počet zaznamenaných vozidiel	347	459 (182 v sektore D)	163
Spolu zápis/záznam 100 vozidiel	0:12:27	0:08:34	0:06:38
Úspora času počas vykonávania prieskumu		-31%	-46,8%
Počet vozidiel, ktoré je možné zaznamenať za 1 hodinu	482	701	906

Zdroj: spracované na základe [1]

Po vykonaní prieskumu sa údaje spracovávajú, vyhodnocujú, počítajú sa požadované štatistické výstupy a pod. Pokiaľ sa prieskum vykonáva ručne, údaje zapísané na hárku je potrebné prepísať napr. do Excelu, kde sa budú ďalej spracovávať. Pri vykonávaní prieskumov s využitím digitálneho fotoaparátu a čítaním EČV z obrazu prostredníctvom softvéru odpadá potreba údaje prepisovať ručne. V tabuľke 3 je uvedená časová náročnosť vyhodnocovania údajov z jednotlivých prieskumov statickej dopravy z [1].

Prepis 482 vozidiel do Excelu trval 45 min a 5 s, po prepočítaní je to 13 min na 100 vozidiel. Pri použití digitálnych fotoaparátov bolo potrebné fotografie najprv skopírovať do PC a ďalej softvérovo spracovať. V PC už bol pripravený softvér pre čítanie EČV z obrázka, softvér pre ďalšie spracovanie údajov pre zobrazenie v programe QGIS a program QGIS. Časová náročnosť takéhoto spracovania sa môže líšiť v závislosti od použitého softvéru a taktiež v závislosti od technických parametrov PC, na ktorom sa vykonávajú výpočty, v tomto prípade bola úspora času pri spracovávaní údajov približne 8%. Ide o spracovanie údajov z prieskumu s využitím fotoaparátu s GPS modulom (Canon 850D + GPS Receiver GP E2), kde uhol natočenia fotoaparátu bol zaznamenávaný mobilným telefónom so zapnutým kompasom, pričom sa zaznamenávala obrazovka mobilného telefónu a údaje sa párovali na základe času. Tento spôsob získavania údajov o uhle natočenia fotoaparátu sa ukázal ako veľmi neefektívny, keďže spracovanie len týchto údajov trvalo až 46 min a 12 s. V prípade, že pri prieskume bude použité zariadenie, ktoré pri vyhotovení fotografie zaznamenáva aj uhol natočenia fotoaparátu, spracovanie údajov bude kratšie a úspora času pri spracovávaní údajov môže dosiahnuť hodnoty aj okolo 85%.

Tab. 3. Časová náročnosť vyhodnotenia údajov z prieskumu statickej dopravy

Aktivita	Ručné sčítanie	Digitálny fotoaparát	
		bez uhla natočenia	s uhlom natočenia
Prepis EČV do Excelu	0:45:05		
Presun fotografií a videa do PC		0:05:00	
Softvérová analýza EČV z obrázka		0:03:10	
Softvérové spracovanie smeru natočenia		0:46:12	
Softvérové spracovanie údajov a zobrazenie v QGIS	-	0:00:39	
Spracovanie spolu	0:45:05	0:55:01	0:08:49
Spracovanie spolu/100 vozidiel	0:13:00	0:11:59	0:01:55
Úspora času pri spracovaní údajov		-8%	-85%

Zdroj: spracované na základe [1]

3 Možnosti využitia skenovacích vozidiel a mobilných aplikácií pre prieskumy statickej dopravy

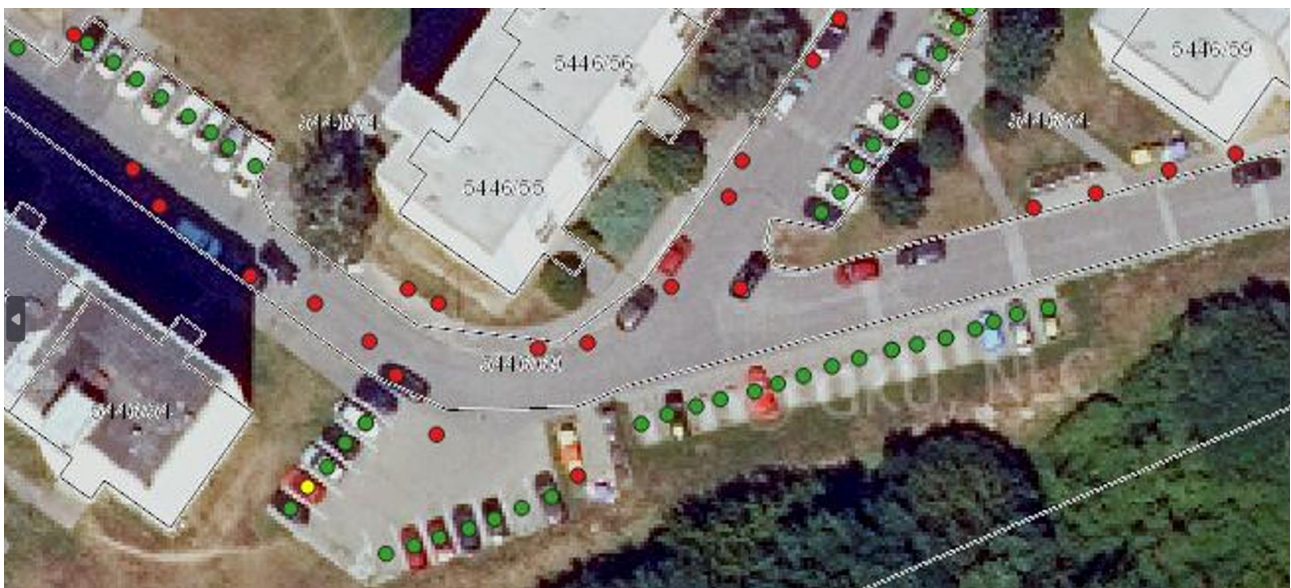
Skenovacie vozidlá a mobilné aplikácie sa v čoraz väčšej miere používajú pre kontrolu úhrady za parkovanie a teda kontrolu oprávnenosti parkovania. V podstate ide o mobilnú technológiu automatického rozpoznávania EČV, ktorá v reálnom čase s využitím kamier zaznamenáva EČV a porovnáva zaznamenané EČV s údajmi v databáze. V prípade, že vozidlo nemá oprávnenie parkovať vo vymedzenej oblasti, systém na to upozorní obsluhu, zvyčajne hliadku mestskej polície.

Čo je ale dôležité, tieto systémy môžu zaznamenávať množstvo údajov potrebných pre prieskumy statickej dopravy – EČV vozidla, dátum a čas záznamu, GPS súradnice zaparkovaného vozidla, prípadne aj druh vozidla a farbu vozidla. Údaje môžu byť zaznamenávané nielen pre vozidlá, ktoré nemajú oprávnenie parkovať vo vymedzenej oblasti, ale môžu byť zaznamenávané pre všetky skenované vozidlá.

Takýmto spôsobom bol vykonávaný napr. prieskum statickej dopravy na sídliskách Juh, Východ a F-ko v meste Topoľčany a v nasledujúcej časti sú popísané výstupy, ktoré bolo možné zo zaznamenaných údajov získať.

Prieskum bol vykonaný pre účely analýzy statickej dopravy na týchto sídliskách v rámci štúdie „Analýza dopravnej situácie v meste Topoľčany“, ktorú vykonávala Žilinská univerzita.[2]. Prieskum vykonali pracovníci mestskej polície s využitím skenovacieho vozidla v 3 časových intervaloch v dňoch 20.6.2023 (od

21:00) a 21.6.2023 (od 5:00 a od 9:00). Spracovateľovi boli poskytnuté údaje v tabuľkovej forme (EČV, GPS, dátum a čas). V čase spracovávaní údajov z prieskumu mesto Topoľčany nemalo vytvorený pasport parkovacích miest (vodorovného dopravného značenia) v elektronickej forme použiteľnej v GIS. Pri spracovávaní údajov preto boli parkovacie miesta (PM) vyznačené vodorovným dopravným značením (VDZ) zaznačované ako body (points) na mapu v programe QGIS (1 bod = 1 PM vyznačené VDZ). Vozidlá zaznamenané pri dopravnom prieskume boli za pomoci algoritmu priradené na jednotlivé parkovacie miesta. Vďaka takémuto spracovaniu bolo možné analyzovať nielen celkovú obsadenosť parkovísk, ale aj jednotlivých PM vyznačených VDZ. Údaje boli následne zobrazované na mapovom podklade v programe QGIS (obr. 8), pričom sa farebne rozlišovalo, či je vozidlo zaparkované na PM vyznačenom VDZ, alebo je vozidlo zaparkované mimo takéhoto PM. Rovnako boli zobrazované aj neobsadené PM vyznačené VDZ.



Zdroj: [2]

Obr. 8. Príklad zobrazenia spracovaných údajov z prieskumu statickej dopravy vykonaného skenovacím vozidlom.

- Vysvetlivky:
- Zelené body – vozidlá zaparkované na PM, ktoré sú vyznačené VDZ.
- Červené body – vozidlá zaparkované mimo PM vyznačených VDZ.
- Žlté body – neobsadené PM vyznačené VDZ.

Z údajov zaznamenaných skenovacím vozidlom je možné získať výstupy ako:

- celkový počet zaparkovaných vozidiel,
- počet rôznych EČV (vozidlo sa môže počas doby vykonávania prieskumu presunúť na iné parkovisko a tak byť zaznamenaná viackrát na rôznych miestach),
- príslušnosť k okresu podľa EČV (v súčasnosti vzhľadom na aktuálne znenie zákona o cestnej premávke je tento výstup čoraz menej presný).

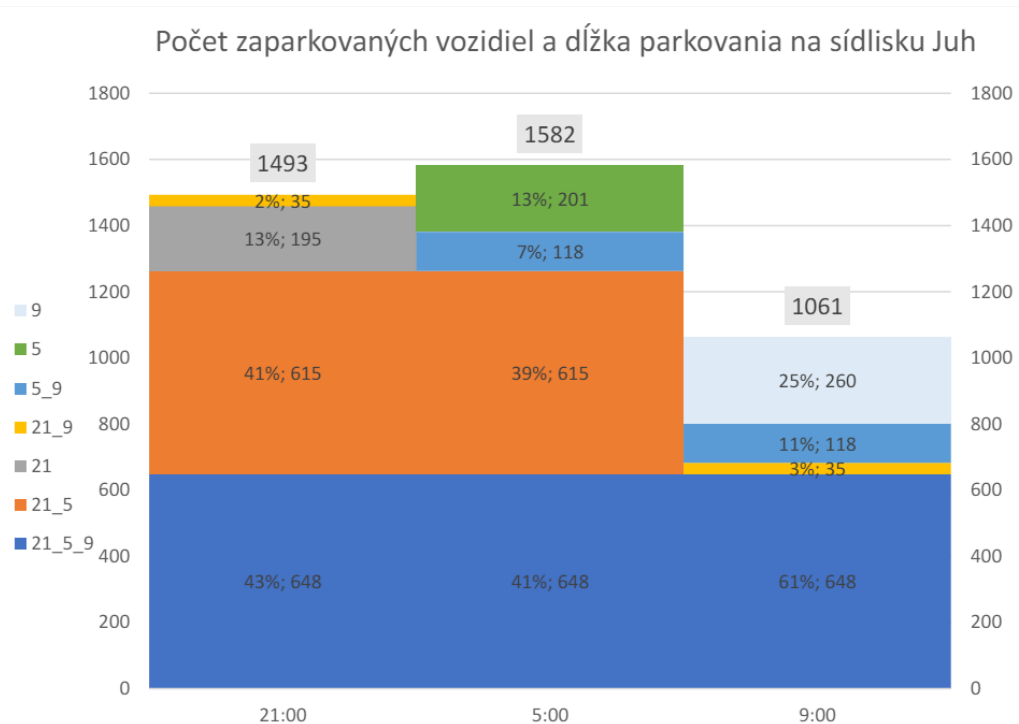
Údaje je možné vypočítať za celú oblasť, alebo za konkrétne parkoviská, zóny a pod. Členenie územia je možné definovať po vykonaní prieskumu. V prípade, že je známy počet PM na jednotlivých

parkoviskách, z údajov je možné vypočítať celkovú obsadenosť parkovísk ako pomer medzi počtom zaparkovaných vozidiel a počtom PM.

Ak sa však údaje spracovávajú v kombinácii s pasportom PM, je možné vypočítať aj údaje:

- počet zaparkovaných vozidiel na vyznačených PM,
- počet zaparkovaných vozidiel mimo vyznačených PM,
- počet voľných vyznačených PM,
- obsadenosť vyznačených PM,
- % vozidiel, ktoré parkujú mimo vyznačených PM.

Ak sa prieskum statickej dopravy vykoná vo viacerých časoch, na základe zaznamenaných EČV je možné vypočítať aj dĺžku doby parkovania jednotlivých vozidiel. Napr. v tomto prípade prieskum bol vykonaný 3 x v časoch 21:00, 5:00 a 9:00, tzn. že bolo možné určiť vozidlá, ktoré boli zaparkované na rovnakom mieste počas všetkých 3 meraniach (21_5_9), alebo napr. vozidlá, ktoré boli zaparkované len pri večernom meraní (21), tzn. vozidlá, ktoré večer/v noci odišli z parkoviska a pod. Tieto údaje je možné zobraziť aj graficky (obr. 9). Na obrázku je možné vidieť, že počas večerného prieskumu bolo zaznamenaných 1493 vozidiel, počas ranného prieskumu 5:00 bolo zaznamenaných 1582 vozidiel a počas prieskumu od 9:00 bolo zaznamenaných 1061 vozidiel. Z týchto zaznamenaných vozidiel bolo 648 takých, ktoré boli zaznamenané na rovnakom mieste počas všetkých 3 meraniach. 615 zaparkovaných vozidiel bolo zaznamenaných večer (od 21:00) a ráno (od 5:00), pri prieskume od 9:00 už neboli zaznamenané. Je možné predpokladať, že tieto vozidlá boli použité na prepravu do práce, škôl a pod.



Zdroj: [2]

Obr. 9. Príklad grafického zobrazenia dĺžky parkovania a celkového počtu zaparkovaných vozidiel.

V tabuľke 4 sa nachádza príklad všetkých vyššie spomenutých údajov, ktoré je možné vypočítať z údajov nameraných skenovacím vozidlom v kombinácii s pasportom PM. Keďže sa pri prieskume statickej dopravy s využitím skenovacieho vozidla posudzuje každé vozidlo samostatne, všetky tieto údaje je možné vypočítať spoločne pre celé územie, alebo pre menšie časti ako sú napr. sídliská, zóny a pod.

Tab. 4. Príklad vypočítaných údajov – sídlisko Juh

	Oblasť Meranie	Juh 21:00	Juh 5:00	Juh 9:00
Základné údaje	Počet PM vyznačených VDZ	1509	1509	1509
	Počet zaparkovaných vozidiel	1493	1582	1061
	- z toho na vyznačených PM	1173	1235	888
	- z toho mimo vyznačených PM	320	347	173
	Počet voľných vyznačených PM	336	274	621
	Počet rôznych EČV	1485	1539	995
	Obsadenosť parkovísk	98,9%	104,8%	70,3%
	Obsadenosť na vyznačených PM	77,7%	81,8%	58,8%
	% vozidiel parkujúcich mimo PM	21,4%	21,9%	16,3%
Príslušnosť k okresu	TO	1290	1354	894
	PE	35	39	32
	BL	39	43	32
	NR	9	12	16
	BN	12	12	12
	PD	6	6	6
	nové EČV	11	9	9
	PN	1	5	3
	LV	5	5	4
	TN	4	4	2
	ostatné	81	93	51
Dĺžka parkovania	Meranie	21:00	5:00	9:00
	21_5_9	648	648	648
	21_5	615	615	
	21	195		
	21_9	35		35
	5_9		118	118
	5		201	
	9			260
Dĺžka parkovania %	21_5_9	43%	41%	61%
	21_5	41%	39%	
	21	13%		
	21_9	2%		3%
	5_9		7%	11%
	5		13%	
	9			25%

Zdroj: [2]

4 Záver

Vykonávanie prieskumov statickej dopravy s využitím digitálneho záznamu zaparkovaných vozidiel s informáciou o polohe vyhotovovania záznamu (o polohe vozidiel) má potenciál znížiť časovú náročnosť vykonávania prieskumov statickej dopravy. Rovnako sa znižuje náročnosť na spracovávanie zaznamenaných údajov, kde je možné jednotlivé úkony automatizovať s pomocou softvéru. Okrem toho, tento spôsob vykonávania prieskumov v kombinácii s pasportom parkovacích miest v GIS umožňuje podrobné vyhodnocovanie nameraných údajov až na úroveň parkovacích miest. Veľmi efektívnym (z pohľadu prvotných investičných nákladov však najnákladnejším) spôsobom vykonávania prieskumov statickej dopravy je prieskum s využitím skenovacieho vozidla, prípadne mobilných aplikácií, ktoré sú primárne určené pre kontrolu oprávnenosti parkovať vozidlá vo vymedzenej oblasti.

5 Literatúra

- [1] ANDREANSKÁ, N. *Časová náročnosť prieskumov statickej dopravy* : bakalárska práca. Žilina : Žilinská univerzita, 2023. 50 s.
- [2] KALAŠOVÁ, A. a kol. *Analýza dopravnej situácie v meste Topoľčany*, [online]. 2023. [cit. 10.6.2024] dostupné na: https://www.topolcany.sk/download_file_f.php?id=1990097

Podakovanie

VEGA- Vedecká grantová agentúra MŠVVaŠ SR a SAV (VEGA)

The Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic.

1/0178/22 | 13 | **Basic research of the sharing economy as a tool for reducing negative externalities**

Základný výskum zdieľanej ekonomiky ako nástroja na znižovanie negatívnych externalít