

Svet Dopravy

02/2024



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 Popaďák, 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 Hrubeš, 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

MODERNÉ TECHNOLOGIE V RIADENÍ DODÁVATEĽSKÉHO REŤAZCA	4
ROZLOŽENIE ZAŤAŽENIA NÁPRAV PRI PREPRAVE VÁPENNOCEMENTOVEJ OMIETKY: PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA.....	14
ZMENA RÝCHLOSTI AUTOMOBILU PRI NÁRAZE DO ZRANITELNÉHO ÚČASTNÍKA CESTNEJ PREMÁVKY	25
EFEKTÍVNE RIADENIE PLAVEBNEJ PREVÁDZKY PROSTREDNÍCTVOM SYSTÉMU CEERIS	34
OPTIMALIZÁCIA VYBRANÝCH PREVÁDZKOVÝCH NÁKLADOV V CESTNEJ NÁKLADNEJ DOPRAVE VYUŽITÍM TELEMATICKÝCH TECHNOLOGÍI.....	42

MODERNÉ TECHNOLOGIE V RIADENÍ DODÁVATEĽSKÉHO REŤAZCA

Autori:

Dominik BENČO¹, Iveta KUBASÁKOVÁ²

Tituly a pôsobisko autorov:

¹Ing. Dominik Benčo, 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: dominik.benco@stud.uniza.sk

²doc. Ing. Iveta Kubasáková, 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: iveta.kubasakova@fpedas.uniza.sk

Abstrakt: Tento príspevok sa zameriava na moderné technologické prístupy v riadení dodávateľských reťazcov, ktoré umožňujú lepšiu integráciu a efektívnosť procesov. S rozvojom digitalizácie a automatizácie sa riadenie dodávateľského reťazca stáva kľúčovým prvkom pre optimalizáciu logistických operácií a zvýšenie transparentnosti medzi obchodnými partnermi. Príspevok analyzuje rôzne softvérové nástroje, ako sú systémy riadenia dopravy, skladové systémy, nástroje na predikciu dopytu a systémy riadenia vzťahov so zákazníkmi, ktoré spoločnostiam umožňujú lepšie riadenie zásob, zlepšenie plánovania a efektívnejšie reakcie na meniace sa požiadavky zákazníkov. Zistenia tejto práce naznačujú, že využitie moderných technológií v rámci dodávateľských reťazcov môže podporiť konkurenčné výhody a prispieť k udržateľnejšiemu rozvoju logistických operácií. Navyše, technológie umožňujú spoločnostiam optimalizovať zdroje a minimalizovať prevádzkové náklady, čo posilňuje ich finančnú stabilitu.

Kľúčové slová: riadenie dodávateľského reťazca, softvérové nástroje v logistike, digitalizácia

JEL: L91

MODERN TECHNOLOGIES IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Abstract: This paper focuses on modern technological approaches in supply chain management that enable better integration and process efficiency. With the development of digitalization and automation, supply chain management is becoming a key element for optimizing logistics operations and increasing transparency among trading partners. The paper analyses various software tools such as transport management systems, warehouse systems, demand forecasting tools and customer relationship management systems that enable companies to better manage inventory, improve planning and respond more effectively to changing customer demands. The findings of this thesis suggest that the use of modern technologies within supply chains can promote competitive advantage and contribute to more sustainable logistics operations. Moreover, technology enables companies to optimise resources and minimise operational costs, which in turn strengthens their financial stability.

Keywords: supply chain management, software tools in logistics, digitalization

1 Úvod

Riadenie dodávateľského reťazca sa zaoberá spôsobmi riadenia materiálových procesov v rámci spoločnosti a externých materiálových tokov. V tejto súvislosti možno rozlíšiť medzi odchádzajúcim a prichádzajúcim materiálovým tokom. Odchádzajúci materiálový tok sa týka distribúcie hotových výrobkov zákazníkom, čo sa často označuje ako fyzická distribúcia. Prichádzajúci materiálový tok zahŕňa všetky činnosti potrebné na optimalizáciu presunu tovaru od dodávateľov do miest spotreby v rámci spoločnosti. V mnohých prípadoch rozsah riadenia dodávateľského reťazca siaha ešte ďalej a zahŕňa optimalizáciu materiálových tokov od dodávateľov do podniku. Ako bude neskôr uvedené, pokročilé informačné systémy významne prispeli k zrelosti riadenia dodávateľského reťazca, keďže umožňujú detailné sledovanie a riadenie komplexných materiálových tokov [1].

Jedným z najdôležitejších prínosov riadenie dodávateľského reťazca je zlepšenie efektivity a produktivity. Optimalizácia procesov v dodávateľskom reťazci umožňuje spoločnostiam eliminovať zbytočné kroky, čím sa znižuje plytvanie a zvyšuje sa celková efektivita operácií. Automatizácia a digitalizácia procesov, podporovaná modernými technológiami znižuje potrebu manuálnej práce a minimalizuje chyby. To vedie k výraznému zlepšeniu produktivity a umožňuje podnikom dosahovať lepšie výsledky s menšími zdrojmi [2].

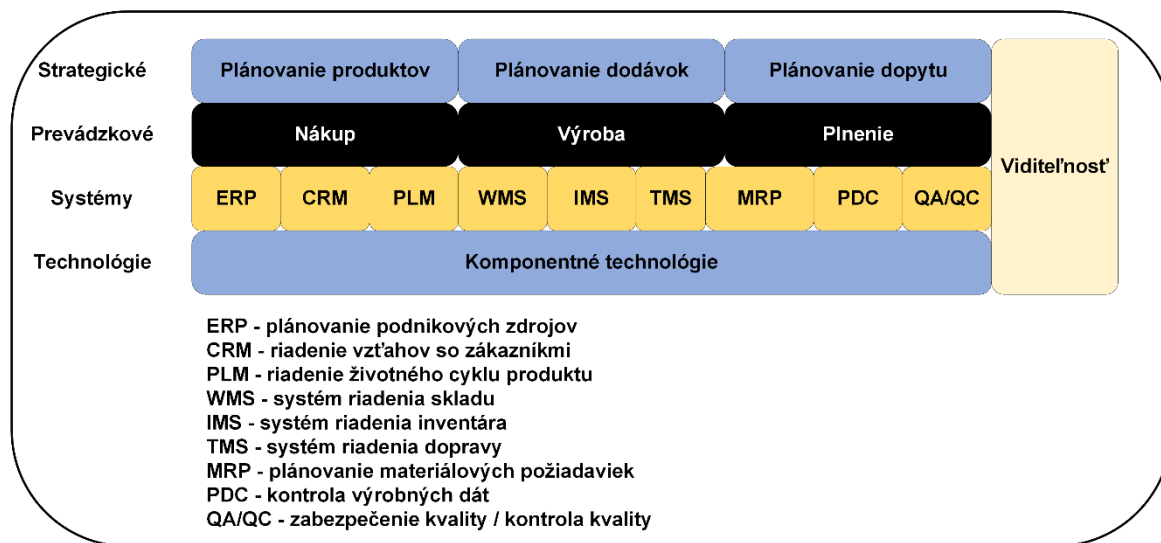
Druhým kľúčovým prínosom je zníženie nákladov. Optimalizácia dodávok umožňuje presnejšie plánovanie a riadenie zásob, čím sa minimalizujú náklady na skladovanie a riziko znehodnotenia výrobkov. Okrem toho efektívne riadenie logistiky a optimalizácia prepravných trás pomáhajú znižovať náklady na dopravu. Používanie pokročilých analytických nástrojov a simulácií umožňuje identifikovať najefektívnejšie spôsoby prepravy, čím sa ďalej znižujú náklady [3]. Zvýšenie spokojnosti zákazníkov je ďalším významným prínosom. Presné plánovanie a koordinácia dodávok zabezpečujú, že produkty sú dodávané včas a v požadovanej kvalite, čo vedie k vyššej spokojnosti zákazníkov. Flexibilita a schopnosť rýchlo reagovať na meniace sa požiadavky zákazníkov a trhové podmienky sú tiež dôležité aspekty, ktoré umožňujú podnikom poskytovať lepšie služby a udržať si lojalitu zákazníkov [4]. Budovanie dlhodobých a vzájomne výhodných vzťahov s dodávateľmi a obchodnými partnermi môže viesť k lepším obchodným podmienkam a spoločnému úsiliu o inovácie. Využívanie technológií na zdieľanie informácií v reálnom čase zlepšuje transparentnosť a koordináciu medzi všetkými zúčastnenými stranami v dodávateľskom reťazci, čo zvyšuje celkovú efektivitu a spoľahlivosť reťazca [5].

Implementácia riadenia dodávateľských reťazcov je komplexný a zdĺhavý proces, ktorý vyžaduje nielen rozsiahlu reštrukturalizáciu interných organizačných procesov, ale aj dôkladné prehodnotenie vzťahov spoločnosti s dodávateľmi, distribútormi a ďalšími kľúčovými aktérmi podieľajúcimi sa na procese tvorby hodnoty. Základným predpokladom úspešného zavedenia je hlboké pochopenie konceptu dodávateľského reťazca, jeho východiskových princípov, základných myšlienkových prístupov a jednotlivých komponentov, z ktorých sa tento reťazec skladá [6].

2 Technológie v oblasti dodávateľského reťazca

Dodávateľské reťazce sa dnes stávajú zásadným nástrojom podpory obchodných stratégií spoločností. Väčšina organizácií si uvedomuje, že dodávateľský reťazec predstavuje kľúčový obchodný proces a nie len nákladové centrum, ako tomu bolo v minulosti. Distribučné siete prechádzajú vývojom od centralizovaných modelov k distribuovaným, pričom mnohé spoločnosti uplatňujú hybridné prístupy na zvýšenie flexibility a efektivity. Navyše, čoraz viac spoločností volí model priamej distribúcie tovaru konečným zákazníkom, čo dopĺňa tradičné distribučné kanály. Tieto trendy so sebou prinášajú aj zvýšenú mieru rizika v oblasti riadenia dodávateľských reťazcov, ktoré sa prejavuje väčšou náchylnosťou k narušeniam spôsobeným nepredvídateľnými udalosťami. Tento nárast rizík zdôrazňuje potrebu robustných stratégií riadenia rizík, ktoré dokážu efektívne zvládať zložitú a dynamiku moderných dodávateľských reťazcov [7].

Tieto trendy prinášajú so sebou množstvo výziev, medzi ktoré patrí potreba zefektívnenia komunikácie s dodávateľmi, zabezpečenie alternatívnych dodávateľských zdrojov, vykonávanie dôkladných auditov bezpečnostných zásob, zdokonalenie techník plánovania rizík a diverzifikácia ponuky i zákaznickej základne. Okrem toho rastie dôraz na sociálnu a environmentálnu zodpovednosť, čo môže prispieť k zlepšeniu imidžu značky, dôslednejšiemu dodržiavaniu predpisov, efektívnejšiemu využívaniu energetických zdrojov a zníženiu materiálovej náročnosti. V tomto kontexte zohrávajú technológie významnú úlohu, keďže spoločnostiam umožňujú efektívne riešiť uvedené výzvy [2]. Spoločnosti celkovo integrujú nové technológie do svojich dodávateľských reťazcov (obrázok č.1) a logistických operácií z mnohých dôvodov.



Zdroj: Spracované autormi na základe [8]

Obr. 1 Vzťahy v dodávateľskom reťazci a logistike.

Medzi tieto dôvody patria:

- zlepšenie návratnosti investícií používaním technológií, ktoré lepšie využívajú kapitálové výdavky na ľudí a zariadenia,
- vytvorenie prevádzkovej efektívnosti s cieľom znížiť zásoby a zlepšiť časy cyklov,
- zlepšenie schopnosti reagovať na požiadavky zákazníkov skrátením dodacích lehôt, zlepšením dostupnosti výrobkov, znížením počtu výpadkov zásob a poskytnutím flexibility pri meniacich sa požiadavkách zákazníkov [1].

Všetky uvedené faktory v konečnom dôsledku vedú k vytvoreniu vyššej hodnoty pre zákazníkov, čo následne prispieva k vyššej ziskovosti. Spoločnosti preto usilujú o zabezpečenie komplexnejšej viditeľnosti dodávateľského reťazca, logistických operácií, procesov a systémov. Viditeľnosť poskytuje „riadený prístup a transparentnosť k presným, včasným a úplným udalostiam a údajom (transakciám, obsahu a relevantným informáciám o dodávateľskom reťazci) v rámci organizácií i medzi nimi, s cieľom podporiť efektívne plánovanie a realizáciu operácií dodávateľského reťazca“ [1].

3 Softvérové systémy pre riadenie dodávateľského reťazca

Informačné technológie sa stali nevyhnutnou súčasťou riadenia dodávateľského reťazca, pretože prakticky každý proces v dodávateľskom reťazci zahŕňa zadávanie, spracovanie, zdieľanie a vyhľadávanie údajov. Automatizácia úloh pre daný proces môže zvýšiť efektivitu, avšak výber najlepšieho spôsobu automatizácie úlohy môže byť komplikovaný. Keďže v dodávateľskom reťazci existuje toľko procesov,

existuje aj veľa kategórií softvéru, ktoré je potrebné spravovať. V každej kategórii softvéru nájdete niekoľko spoločností, ktoré predávajú softvérové balíky s rôznymi funkciami, možnosťami a cenami.

3.1 Používanie systémov na riadenie dopravy

Systém riadenia dopravy (Transportation Management System - TMS) sleduje zásielky a dopravcov. Môže zahŕňať funkcie, ako je sprievodca smerovaním, ktorý určuje optimálny spôsob dopravy a výber konkrétneho dopravcu pre danú zásielku na základe definovaných kritérií, ako sú náklady, čas doručenia či spoľahlivosť služby. Systém riadenia dopravy môže pomôcť analyzovať históriu prepravy a sledovať množstvo nákladu prepravovaného na jednotlivých trasách. Túto históriu možno použiť ako základ pre prognózu nákladu, teda odhad, koľko nákladu sa plánuje prepraviť na jednotlivých trasách v budúcnosti. Prognóza nákladu pomáha získať ponuky od dopravcov, ktorí majú záujem o prepravu nákladu. Keď je ponuka na prepravu hotová a zmluvy sú uzavreté pre jednotlivé trasy, tieto informácie sa načítajú do sprievodcu smerovaním v systéme riadenia dopravy [10].

Tab.1 Dodávateľa TMS

Dodávateľ	Webové sídlo
SAP	https://www.sap.com/products/scm/transportation-logistics.html
Oracle	https://www.oracle.com/scm/logistics/transportation-management/
Kuebix	https://www.kuebix.com/kuebix-tms/
MercuryGate	https://mercurygate.com/tms-solutions/transportation-management-system/
Uber Freight	https://www.uberfreight.com/logistics-applications/tms/

Zdroj:[autori]

Podľa analýzy platformy SelectHub sú medzi poprednými poskytovateľmi systémov riadenia dopravy (TMS) v roku 2024 nasledujúce spoločnosti:

- SAP Transportation Management tento systém poskytuje komplexné riešenia pre riadenie dopravy, vrátane plánovania, realizácie a monitorovania prepravných procesov. Je známy svojimi funkciami pre dokové plánovanie a správu dvorov, ako aj pre obstarávanie a nákup dopravy,
- ORACLE ponúka TMS riešenie, ktoré integruje rôzne aspekty riadenia dopravy, vrátane dodržiavania predpisov a správy mobilných zariadení. Je navrhnuté tak, aby zlepšilo efektivitu a znížilo náklady na dopravu prostredníctvom automatizácie a optimalizácie procesov,
- KUEBIX ponúka cloudové TMS riešenie zamerané na optimalizáciu dodávateľských reťazcov a distribučných procesov prostredníctvom zvýšenej viditeľnosti a analytických nástrojov. Je vhodné pre spoločnosti rôznych veľkostí a poskytuje funkcie ako hodnotenie prepravy, multimodálnu dopravu a pokročilé reportovanie a dashboards,
- MERCURYGATE je komplexné TMS riešenie, ktoré podporuje rôzne druhy dopravy a je vhodné pre rôzne typy používateľov, vrátane dopravcov, logistických poskytovateľov a sprostredkovateľov. Je obzvlášť vhodné pre správu reklamácií a poskytuje pokročilé funkcie pre optimalizáciu prepravy,
- Uber Freight poskytuje moderné TMS riešenie, ktoré využíva technológie na zjednodušenie prepravných procesov. Je známe svojou užívateľsky prívetivou platformou a schopnosťou rýchlo prispôsobiť sa meniacim sa potrebám trhu [12].

3.2 Používanie systémov na riadenie skladu

Sledovanie všetkého tovaru, ktorý je uložený v sklade alebo distribučnom centre, je veľká a zložitá práca. Nástroj, ktorý túto prácu vykonáva, sa nazýva systém riadenia skladu (Warehouse Management System - WMS). Často sa prepája s automatizovaným zberom údajov a systémami plánovania podnikových zdrojov. Teda je dôležitou náhradou za predtým používaný manuálny systém riadenia. Automatizácia umožňuje lepšiu kontrolu pohybu a skladovania tovaru, ako aj celkovo lepšiu manipuláciu. Zníženie počtu ľudských chýb umožňuje, aby bol systém WMS spoľahlivejší a efektívnejší. Hlavnými výzvami, ktoré sa vyskytujú počas implementácie WMS v podniku, je zvyčajne požiadavka na bezproblémovú integráciu požadovaného WMS s už existujúcimi informačnými systémami podniku, synchronizácia WMS s rôznymi procesmi v podniku, ako aj všetky špecifiká potrebné na inštaláciu WMS v sklade pred začatím používania [10].

Tab.2 Dodávateľa WMS

Dodávateľ	Webové sídlo
SAP	https://www.sap.com/products/scm/extended-warehouse-management/what-is-a-wms.html
Oracle	https://www.oracle.com/scm/logistics/warehouse-management/
Dynamics 365 SCM	https://www.microsoft.com/en-us/dynamics-365/products/supply-chain-management
SOLOCHAIN WMS	https://www.generixgroup.com/en/supply-chain-operations/warehouse-management-solochain
Logiwa	https://www.logiwa.com/

Zdroj:[autori]

Podľa analýzy platformy SelectHub sú v roku 2024 medzi vedúcimi poskytovateľmi softvérových riešení pre riadenie skladov (WMS) nasledujúce spoločnosti:

- SAP je komplexný systém navrhnutý pre rozsiahle skladové operácie, ktorý zahŕňa funkcie ako správa zásob, optimalizácia procesov v sklade a podpora automatizovaných skladových technológií. Hodí sa predovšetkým pre veľké organizácie s vysokými nárokmi na logistiku,
- ORACLE tento systém ponúka komplexné riešenia pre riadenie skladových operácií, vrátane pokročilých funkcií pre sledovanie zásob, optimalizáciu priestoru a integráciu s inými podnikovými systémami. Je vhodný pre veľké podniky, ktoré vyžadujú rozšíriteľné a prispôsobiteľné riešenia,
- DYNAMICS 365 riešenie od spoločnosti Microsoft poskytuje integrované nástroje pre riadenie dodávateľského reťazca, vrátane skladových operácií, výroby a logistiky. Vyznačuje sa užívateľsky prívetivým rozhraním a silnou integráciou s ostatnými produktmi Microsoftu,
- SOLOCHAIN ponúka prispôsobivé riešenia na správu skladov a výrobných procesov, s dôrazom na sledovanie zásob a zefektívnenie pracovných postupov. Je ideálny pre stredne veľké podniky, ktoré potrebujú flexibilné a účinné WMS riešenie,
- LOGIWA je cloudové WMS riešenie určené pre e-commerce a predajcov využívajúcich viacero predajných kanálov. Ponúka nástroje na správu zásob, objednávok a realizáciu objednávok, čo ho robí ideálnym riešením pre menšie a stredne veľké podniky, ktoré potrebujú rýchlu implementáciu a možnosť škálovania v súlade s rastom firmy [13].

3.3 Používanie systémov na plánovanie dopytu

Určenie množstva tovaru, ktoré si zákazníci pravdepodobne kúpia, je jednou z najväčších výziev v každom dodávateľskom reťazci. Tento proces sa nazýva plánovanie dopytu. Tento odhad budúcnosti môže byť založený na mnohých vstupoch, napríklad na tom, koľko sa predalo v minulosti, aká silná bude v budúcnosti ekonomika alebo akú účinnosť očakáva marketing. Je mnoho spôsobov, ako predpovedať dopyt, ale často si to vyžaduje kombináciu matematiky a úsudku. Príprava týchto prognóz opakovane pre celý rad výrobkov si vyžaduje špeciálny druh softvéru nazývaný systém plánovania dopytu (Demand Planning System - DPS).

Systém plánovania dopytu zvyčajne poskytuje mnoho metód na predpovedanie dopytu a umožňuje pridávať informácie alebo upravovať prognózu. Pomáha sa pozrieť na prognózy na rôznych úrovniach, od prognózy na úrovni jednotlivých skladových jednotiek až po hlavný plán dopytu. Systém plánovania dopytu sa môže nakonfigurovať tak, aby sa používali rôzne metódy prognózovania pre výrobky na základe toho, či je ich dopyt stabilný alebo nestály. Výrobky, ktoré sa viac predávajú v zime a menej v lete, je potrebné aby predpoveď zohľadňovala sezónnosť. Systém plánovania dopytu bežne spolupracuje s históriou objednávok zákazníkov, aby mohol do prognózy zahrnúť informácie o minulých predajoch [10].

Tab. 3 Dodávateľa DPS

Dodávateľ	Webové sídlo
SAP	https://www.sap.com/products/scm/integrated-business-planning.html
Oracle	https://www.oracle.com/
Dynamics 365 SCM	https://www.microsoft.com/en-us/dynamics-365/products/supply-chain-management
BlueYonder	https://blueyonder.com/
Logility	https://www.logility.com/

Zdroj:[autori]

Na základe analýzy platformy SelectHub sú v roku 2024 medzi poprednými poskytovateľmi softvéru na plánovanie dopytu tieto spoločnosti:

- Blue Yonder softvér využíva umelú inteligenciu a strojové učenie na presné predpovedanie dopytu, optimalizáciu zásob a zlepšenie plánovania dodávateľského reťazca. Je vhodný pre podniky rôznych veľkostí a odvetví, ktoré hľadajú pokročilé riešenia pre riadenie dopytu,
- Oracle ponúka komplexné riešenie pre riadenie dodávateľského reťazca, ktoré zahŕňa nástroje na plánovanie dopytu, správu zásob a logistiku. Je ideálne pre veľké podniky, ktoré potrebujú integrované a rozšíriteľné riešenia,
- SAP poskytuje nástroje na plánovanie dopytu, zásob a dodávok v reálnom čase. Je vhodný pre veľké organizácie, ktoré vyžadujú komplexné a prispôsobiteľné riešenia pre riadenie dodávateľského reťazca.
- Logility ponúka riešenia pre plánovanie dopytu, optimalizáciu zásob a spoluprácu v dodávateľskom reťazci. Je vhodný pre stredne veľké a veľké podniky, ktoré hľadajú flexibilné a efektívne nástroje na riadenie dopytu,
- Dynamics 365 poskytuje integrované riešenie pre riadenie dodávateľského reťazca, ktoré zahŕňa nástroje na plánovanie dopytu, správu zásob a logistiku [14].

3.4 Používanie systémov na riadenia vzťahov so zákazníkmi

Sledovanie zákazníkov je pre každú firmu nevyhnutné a softvérové aplikácie, ktoré toto sledovanie vykonávajú, sa nazývajú systémy na riadenie vzťahov so zákazníkmi (Customer Relationship Management - CRM). Systém na správu vzťahov so zákazníkmi dokáže sledovať, kto sú vaši zákazníci, akí sú ich zamestnanci v rôznych divíziách a aké produkty alebo služby si od vás zakúpili v minulosti. Tento systém umožňuje lepšie pochopiť aktuálne rozpracované obchodné príležitosti, čo prispieva k presnejšej predpovedi budúceho predaja. Umožňuje tiež správu pohľadávok prostredníctvom sledovania zmlúv, platieb a úverov pre každý zákaznícky účet. Okrem toho môže podporiť rast príjmov identifikáciou zákazníkov, ktorí by mohli mať záujem o nové produkty a služby, a cieľením ponúk či správ na základe ich špecifických preferencií. Ak je systém CRM integrovaný so systémom TMS, zákazníci môžu sledovať svoje vlastné zásielky. Systém CRM v podstate spája organizáciu so zákazníkmi a spája zákazníkov s organizáciou, čo z neho robí dôležitý článok dodávateľského reťazca [11].

Tab. 4 Dodávatelia CRM

Dodávateľ	Webové sídlo
Pipeliner	https://www.pipelinersales.com/
Zoho	https://www.zoho.com/crm/what-is-zoho-crm.html
Salesforce sales	https://www.salesforce.com/ca/crm/
HubSpot	https://www.hubspot.com/products/crm
Oracle	https://www.oracle.com/cx/what-is-crm/

Zdroj:[autori]

Podľa analýzy platformy SelectHub patria medzi popredných poskytovateľov CRM softvéru v roku 2024 nasledujúce spoločnosti:

- Pipeliner je komplexné riešenie zamerané na zlepšenie predajného výkonu a tímovej spolupráce. Ponúka intuitívne vizuálne rozhranie, ktoré umožňuje efektívne riadenie predajných procesov a lepšiu komunikáciu v rámci tímu. Je vhodný pre podniky všetkých veľkostí, ktoré hľadajú nástroj na zlepšenie predajných výsledkov,
- Zoho poskytuje robustné funkcie pre správu kontaktov a účtov, vrátane automatizácie predajných procesov a analytických nástrojov. Je známy svojou flexibilitou a možnosťou prispôsobenia, čo ho robí ideálnym pre podniky, ktoré potrebujú prispôsobiteľné CRM riešenie,
- Salesforce sales cloud riešenie s rozsiahlym súborom funkcií, zahŕňajúcich správu obchodných príležitostí, prognózovanie predaja a integráciu s ďalšími systémami. Ideálne pre veľké podniky, ktoré potrebujú komplexné a rozšíriteľné CRM riešenie.
- HubSpot Sales je známy svojou schopnosťou integrácie a rozšíriteľnosti, čo umožňuje podnikom prispôbiť si CRM podľa svojich potrieb. Ponúka funkcie ako správa dokumentov a podpora používateľov, čo ho robí vhodným pre podniky, ktoré hľadajú flexibilné CRM riešenie,
- Oracle poskytuje pokročilé funkcie pre správu vzťahov s partnermi a integráciu s inými podnikovými systémami. Je ideálny pre podniky, ktoré potrebujú robustné CRM riešenie s dôrazom na partnerstvá a spoluprácu [15].

3.5 Používanie softvéru na modelovanie dodávateľského reťazca

Zistiť, ako vyzerá dodávateľský reťazec, môže byť veľkou výzvou. S dodávateľmi, zákazníkmi, distribučnými centrami a závodmi rozmiestnenými po celom svete môže byť ťažké vybrať najlepšiu konfiguráciu dodávateľského reťazca. Softvér na modelovanie dodávateľského reťazca môže pomôcť tým, že poskytuje dva prístupy k analýze siete dodávateľského reťazca:

- **simulácia** zahŕňa vytvorenie počítačového modelu existujúceho alebo plánovaného dodávateľského reťazca. Tento model umožňuje simulovať fungovanie dodávateľského reťazca. Počas simulácie sa sleduje, čo sa deje, keď zákazníci nakupujú výrobky, aby sa identifikovali činnosti, ktoré tento nákup vyvolá v ostatných častiach dodávateľského reťazca. Simulácia ukáže, či je dodávateľský reťazec schopný uspokojiť očakávaný dopyt a aký vplyv má tento dopyt na úroveň zásob a náklady na dopravu. Rôzne konfigurácie dodávateľského reťazca môžu byť simulované na zistenie, ako sa jednotlivé konfigurácie správajú v praxi. Tento proces je oveľa rýchlejší a lacnejší ako vytvorenie skutočného dodávateľského reťazca a čakanie na výsledky. Simulácia tak poskytuje cenné informácie a umožňuje robiť lepšie rozhodnutia pri optimalizácii dodávateľského reťazca,
- **optimalizačný softvér** umožňuje používateľom určiť požiadavky a ciele ich dodávateľského reťazca. Následne softvér poskytne odporúčania, ako najlepšie nakonfigurovať výrobné závody a distribučné centrá na dosiahnutie týchto cieľov. Tento softvér identifikuje a odstraňuje úzke miesta a nadmerné kapacity v rámci celého dodávateľského reťazca, čím zvyšuje jeho efektívnosť [10].

Softvér na modelovanie dodávateľského reťazca však používa zložitú matematiku a vykonáva komplexné výpočty na predpovedanie správania skutočných dodávateľských reťazcov. Modelovanie dodávateľského reťazca môže byť založené na jednom z dvoch matematických prístupov:

- **deterministický model** v tomto type modelu sa presne odhaduje, ako bude určitý proces alebo systém fungovať. Napríklad, môže urobiť deterministický odhad, že dopyt po produkte bude 500 kusov,
- **stochastický model** modeluje pravdepodobnosti a variabilitu v systéme. Tento typ modelu umožňuje odhadovať rôzne scenáre na základe pravdepodobnostných rozdelení. Napríklad, stochastický model môže odhadovať, že dopyt po produkte bude v rozmedzí 400 až 600 kusov.

Softvér na modelovanie dodávateľského reťazca sa používa na úsporu času a peňazí pri zlepšovaní dodávateľského reťazca. Pomáha dosiahnuť väčší cieľ tým, že poskytuje nástroje na optimalizáciu a analýzu [10].

Tab. 4 Dodávatelia na simuláciu dodávateľského reťazca

Dodávateľ	Webové sídlo
Anylogistix	https://www.anylogistix.com/
Coupa	https://www.coupa.com/products/supply-chain-design

Zdroj:[autori]

4 Záver

Riadenie dodávateľského reťazca je zložitý a neustále sa vyvíjajúci proces, ktorý zahŕňa koordináciu a optimalizáciu rôznych funkcií v rámci organizácie a medzi jej partnermi. Medzi kľúčové zásady riadenia dodávateľského reťazca patrí systémové myslenie, dvojúrovňové inovácie, spolupráca, flexibilita, využívanie moderných technológií, globálna perspektíva, riadenie rizík, viditeľnosť a tvorba hodnoty. Synchronizácia funkcií dodávateľského reťazca je tiež rozhodujúca pre dosiahnutie celkovej efektívnosti a výkonnosti.

Jedným z najdôležitejších prínosov využívania moderných technológií v dodávateľských reťazcoch je zvýšená schopnosť firiem adaptovať sa na dynamické zmeny a nepredvídateľné faktory. Digitalizácia umožňuje prechod od tradičných metód riadenia zásob a prepravy k sofistikovaným systémom, ktoré dokážu predvídať dopyt na základe historických údajov a súčasných trendov, čím sa znižuje riziko prebytkov alebo nedostatkov tovaru. Tieto softvérové nástroje prispievajú k optimalizácii cyklov objednávok, čo vedie k zlepšeniu spokojnosti zákazníkov a k posilneniu dôvery v dodávateľský reťazec. Automatizácia a digitalizácia prinášajú ďalšie výhody v oblasti znižovania ľudských chýb, ktoré sú často spôsobené manuálnymi procesmi. Automatizované systémy umožňujú presnú evidenciu zásob a efektívne riadenie skladových operácií, čo znižuje náklady na správu zásob a minimalizuje riziko znehodnotenia tovaru. Významným prínosom sú aj úspory v nákladoch na prepravu, ktoré dosahujú firmy prostredníctvom optimalizácie prepravných trás a efektívneho využívania kapacít dopravných prostriedkov. Vďaka pokročilým analytickým nástrojom môžu podniky identifikovať najefektívnejšie spôsoby prepravy a tým prispieť k celkovému znižovaniu nákladov.

Napriek výhodám, ktoré digitalizácia a automatizácia prinášajú, čelí implementácia týchto technológií určitým výzvam. Medzi hlavné prekážky patrí vysoká počítočná investícia do nákupu a zavádzania softvérových riešení, ako aj potreba prepojenia nových technológií s existujúcimi systémami. Zavádzanie týchto systémov si vyžaduje dôkladnú prípravu, školenie zamestnancov a adaptáciu firemných procesov, aby sa dosiahla požadovaná efektivita. Ďalším dôležitým aspektom je bezpečnosť dát, keďže digitalizácia prináša zvýšené riziko kybernetických útokov, čo si vyžaduje zavedenie robustných bezpečnostných opatrení a pravidelnú aktualizáciu ochrany dát.

Zistenia tohto príspevku ukazujú, že napriek spomenutým výzvam je využívanie moderných technológií v dodávateľských reťazcoch trendom, ktorý významne prispieva k udržateľnejšiemu rozvoju logistických operácií a k posilneniu konkurenčnej výhody firiem na trhu. Vďaka lepšej viditeľnosti a optimalizácii procesov môžu spoločnosti dosahovať vyššiu úroveň flexibility a lepšie sa prispôbovať zmenám a neočakávaným situáciám, čím získavajú strategickú výhodu v dnešnom konkurenčnom prostredí.

5 Literatúra

- [1] Burgess, K.; Koroglu, R.; Singh, P. Supply Chain Management: A Structured Literature Review and Implications for Future Research. *Int. J. Oper. Prod. Manag.* **2006**, *26*, 703–729. <https://doi.org/10.1108/01443570610672202>.
- [2] Habib, M.M. Supply Chain Management (SCM): Its Future Implications. *Open J. Soc. Sci.* **2014**, *2*, 238–246. <https://doi.org/10.4236/jss.2014.29040>.
- [3] Ross, D. *Introduction to Supply Chain Management*; Springer: 2015. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7578-2_1.
- [4] Badru, A. Key Trends in Supply Chain Management and Their Implications. *ResearchGate* **2023**. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28644.04486>.
- [5] Pagano, A.M.; Liotine, M. *Technology in Supply Chain Management and Logistics: Current Practice and Future Applications*; Elsevier Science Publishers B.V.: 2019; ISBN 0128159561.

- [6] Apoorva, A., Vali, D., & Rakesh K. R. (2020). Review on Drowsiness Detection. EAI Endorsed Transactions on Smart Cities, 07 2020 – 08 2020, Volume 4, Issue 12, e7, number of pages: 6. DOI: 10.4108/eai.13-7-2018.165517.
- [7] Krajewski, L.J.; Malhotra, M.K.; Ritzman, L.P. *Operations Management: Processes and Supply Chains*; Pearson: 2020.
- [8] Supply Chain As The Backbone Of Any Business. [cit. 22.6. 2024]. Dostupné na internete: <https://ruralhandmade.com/blog/supply-chain-as-the-backbone-of-any-business>
- [9] Transportation Management System: Meaning, Importance, and Benefits [cit. 22.6.2024]. Dostupné na internete: <https://www.inboundlogistics.com/articles/transportation-management-system/>
- [10] Stanton, D. *Supply Chain Management For Dummies*, 2nd ed.; John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA, 2020.
- [11] Wareewanich, T.; Sukpasjaroen, K.; Chankoson, T.; Ruaengmaneeya, N.; Raviyan, N. Customer Relationship Management (CRM) and Logistic Customer Satisfaction. *Int. J. Supply Chain Manag.* **2019**, 8, 211–221.
- [12] Best TMS Software Of 2024. Dostupné na internete: <https://www.selecthub.com/c/tms-software/>
- [13] Best Warehouse Management System Software Of 2024. Dostupné na internete: <https://www.selecthub.com/c/warehouse-management-software/>
- [14] The Best Demand Planning Tools Of 2024. Dostupné na internete: <https://www.selecthub.com/supply-chain-management/demand-planning-tools/>
- [15] Best CRM Software Of 2024. Dostupné na internete: <https://www.selecthub.com/c/crm-software/>

ROZLOŽENIE ZAŤAŽENIA NÁPRAV PRI PREPRAVE VÁPENNOCEMENTOVEJ OMIETKY: PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA

Autori:

Arnold JANČÁR¹, Jakub CSENKEY¹

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

²Bc. Jakub Csenkey, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, SLOVENSKO, E-mail: csenkey@stud.uniza.sk

Abstrakt: Táto štúdia skúma rozloženie zaťaženia náprav v návесе prepravujúcom paletovaný tovar. Vo výskume sa využívajú dve metódy merania: palubné indikátory zaťaženia náprav a prenosné váhy, pričom výsledky sa overujú pomocou softvéru Truck-Stow na modelovanie a analýzu zaťaženia. Cieľom štúdie bolo vyhodnotiť rozloženie zaťaženia náprav v statických podmienkach, zabezpečiť súlad so zákonnými bezpečnostnými predpismi. Návес bol naložený 16 paletovými jednotkami vápennocementovej omietky s celkovou hmotnosťou 22 400 kg a doplnený prázdny paletami s cieľom optimalizovať rozloženie zaťaženia. Merania ukázali, že všetky zaťaženia náprav zostali v rámci povolených limitov, čím sa zachovala stabilita vozidla a dodržiavanie právnych predpisov. Softvér Truck-Stow preukázal vysokú presnosť pri modelovaní rozloženia nákladu a poskytol podrobnú analýzu ťažiska nákladu. Zistenia zdôrazňujú význam presného posúdenia a rozloženia zaťaženia pre bezpečnosť a efektívnosť cestnej dopravy. Kombinácia metód priameho merania s pokročilými modelovacími nástrojmi zabezpečuje spoľahlivé výsledky a súlad s bezpečnostnými normami.

Kľúčové slová: rozloženie nákladu, modelovanie zaťaženia, paletizovaný tovar

JEL: L91

LOAD DISTRIBUTION OF THE AXLES IN THE TRANSPORTATION OF LIME-CEMENT PLASTER: A CASE STUDY

Abstract: This study investigates the axle load distribution in a semi-trailer carrying palletised goods. Two measurement methods are used in the research: on-board axle load indicators and portable scales, and the results are validated using Truck-Stow load modelling and analysis software. The aim of the study was to evaluate the distribution of axle loads under static conditions, to ensure compliance with legal safety regulations. The semi-trailer was loaded with 16 pallet units of lime-cement plaster with a total weight of 22,400 kg and supplemented with empty pallets in order to optimise the load distribution. Measurements showed that all axle loads remained within the permissible limits, thus maintaining the stability of the vehicle and compliance with the legislation. The Truck-Stow software demonstrated high accuracy in modelling the load distribution and provided a detailed analysis of the load centre of gravity. The findings highlight the importance of accurate assessment and load distribution for road transport safety and efficiency. The combination of direct measurement methods with advanced modelling tools ensures reliable results and compliance with safety standards.

Keywords: load distribution, load modelling, palletised goods

1 Úvod

Počas prepravy tovaru predstavuje poškodenie a zničenie prepravovaného nákladu veľmi veľkú a nákladnú časť škôd, ktoré vznikajú v logistickom reťazci. Najčastejšou priamou príčinou týchto škôd je nesprávne usporiadanie a nedostatočné upevnenie prepravovaného nákladu, ktoré môže viesť k pohybu, prevráteniu alebo dokonca pádu nákladu počas prepravy. [1]

Pre dodržanie zákonných predpisov pri nakladaní a skladovaní tovaru vo vozidlách je nevyhnutné dodržiavať maximálne povolené rozmery a hmotnosti uvedené vo vyhláške Ministerstva dopravy a výstavby SR č. 134/2018 Z. z. Podľa tejto vyhlášky [2], vozidlá kategórií M2, M3, N a O nesmú presiahnuť šírku 2,55 metra. V prípade jazdných súprav ťahača s prívesom je maximálna povolená dĺžka 16,50 metra. Okrem toho je povolená výška týchto jazdných súprav (kategórie N3 a O4) 4,00 metra plus ďalšie 2 % z tejto výšky. Vzdialenosť od osi čapu návesu k jeho zadnej časti je obmedzená na 12,00 metra. Vyhláška tiež stanovuje maximálnu povolenú hmotnosť pre všetky jazdné súpravy na 40,00 ton. Pre jednotlivé hnacie nápravy vybavené dvojítmymi pneumatikami a vzduchovým odpružením - alebo odpružením uznaným ako ekvivalentné v rámci Európskej únie - je hmotnostný limit 11,50 tony pre všetky kategórie vozidiel. Zabezpečenie minimálneho zaťaženia náprav je nevyhnutné pre stabilitu vozidla, riadenie a brzdenie. Výrobcovia poskytujú tabuľky, ktoré uvádzajú maximálne užitočné zaťaženie na základe ťažiska nákladu, ktoré sa dá aj vypočítať. Dodržiavanie diagramu rozloženia zaťaženia vozidla pomáha predchádzať prekročeniu limitov zaťaženia náprav. Ak diagramy rozloženia zaťaženia nie sú k dispozícii od výrobcu, možno ich vypočítať pomocou softvéru, ktorý zohľadňuje geometriu vozidla a maximálne zaťaženie náprav. Správne dodržiavanie týchto diagramov zabezpečuje súlad s predpismi o zaťažení náprav [3]. Štúdia [4] sa zaoberala rovnomerným rozložením nákladu kontajnerov v termináloch a na cestách, pričom poskytuje analýzy a diagramy pre rôzne kontajnery a podvozky.

Nedávny výskum priniesol dôležité poznatky o vzťahu medzi rozložením nákladu, účinnosťou brzdzenia a celkovou bezpečnosťou vozidla v doprave. Štúdia [5] preukázala, že rovnomerné rozloženie nákladu na nápravy zlepšuje účinnosť brzdzenia nákladných vozidiel, pričom najlepšie výsledky pri spomaľovaní vykazujú zaťaženie zadnej nápravy. Podobne štúdia [6] zdôraznila, že v ľahkých úžitkových vozidlách správne umiestnenie nákladu v blízkosti zadnej nápravy výrazne zvyšuje spomalenie pri brzdení a skrúcaje brzdnú dráhu. Štúdia [7] skúmala riziká posunu nákladu počas núdzového brzdzenia, pričom odhalili, že posun nákladu dopredu pri intenzívnom brzdení môže preťažiť prednú nápravu a ohroziť stabilitu vozidla. Ďalšie štúdie, napríklad štúdia [8] identifikovala optimálne konfigurácie prívesov na prepravu nadrozmerných nákladov, zatiaľ čo štúdia [9] ukázala, ako zvýšená hmotnosť nákladu vozidla ovplyvňuje brzdzenie, čím sa predlžuje čas a dráha zastavenia. Štúdia [10] skúmala vplyv podmienok zaťaženia nákladného vozidla na účinnosť brzdzenia počas kontrol, pričom naznačili, že rozdelenie zaťaženia počas skúšok môže ovplyvniť hodnotenie brzdzenia. Štúdia [11] skúmala, ako variabilita nákladu dreva ovplyvňuje rozloženie zaťaženia nákladných vozidiel, a odporučili zvýšenie limitov zaťaženia pri preprave dreva. Ďalšia štúdia [12] sa zaoberala problémami nakladania kontajnerov v rámci obmedzení hmotnosti na nápravu a navrhli optimalizačné techniky na maximalizáciu kapacity nákladu pri dodržaní zákonných požiadaviek.

2 Metodika

2.1 Ťahač a náves

Predmetom merania bolo nákladné vozidlo Volvo FH, modelový rok 2017. Vozidlo je vybavené motorom so zdvihovým objemom 12 777 cm³ a maximálnym výkonom 375 kW (500 konských síl). Z environmentálneho hľadiska spĺňa prísne emisné normy EURO VI. Vozidlo má na zadnej náprave použité vzduchové odpruženie, ktoré poskytuje optimálne tlmenie nárazov a stabilitu pri rôznom zaťažení. Predná náprava využíva listové pruženie, ktoré je známe svojou spoľahlivosťou. Pokročilý indikátor zaťaženia náprav poskytuje vodičovi presné informácie o rozložení hmotnosti nákladu. Avšak pri prednej náprave, kvôli

absencii vzduchového odpruženia, nie sú dostupné kompletne údaje, keďže tento systém pracuje na princípe sledovania tlaku vzduchu v pneumatickom systéme.

Vozidlo je vybavené dvoma veľkokapacitnými palivovými nádržami s celkovým objemom približne 1 000 litrov. Väčšia, 600-litrová nádrž je umiestnená na ľavej strane vozidla, zatiaľ čo menšia, 400-litrová nádrž je umiestnená na pravej strane. V súlade s emisnými normami EURO VI je vozidlo vybavené aj nádržou na AdBlue s kapacitou približne 100 litrov. Maximálna technicky prípustná celková hmotnosť vozidla je 18 000 kg. Prevádzková hmotnosť vozidla, ktorá zahŕňa jeho vlastnú hmotnosť spolu s kvapalinami a štandardným vybavením, dosahuje 8 218 kg. Vozidlo je dvojnápravové, predná náprava má maximálnu nosnosť 7 500 kg a zadná náprava až 11 500 kg.



Zdroj: Autor

Obr. 1 Jazdná návesová súprava

Náves je značky Schwarzmüller a má plachtovú konštrukciu. Najväčšia technicky prípustná celková hmotnosť návesu je 35 000 kg. Zaťaženie na jednotlivé nápravy trojnápravy je 8 000 kg, zatiaľ čo zaťaženie na točnicu je stanovené na 11 000 kg. Náves má dĺžku 13 880 mm a šírku 2 550 mm. Rozmer „b“, ktorý sa používa na určenie vzdialenosti čapu od konca návesu je 12 000 mm.

2.2 Charakteristika nákladu

Náklad pozostával z vriec vápenno-cementovej omietky, pričom bolo naložených celkovo 16 paletových jednotiek. Na jednej euro palete s rozmermi 1 200 x 800 x 144 mm bolo umiestnených 35 vriec. Každé vreco malo hmotnosť 40 kg, čo znamená, že náklad na jednej palete mal celkovú hmotnosť 1 400 kg. Rozmery naloženého nákladu na jednej palete boli 1 200 x 900 x 1000 mm, čo naznačuje, že náklad presahoval štandardné rozmery palety. Celková hmotnosť nákladu na všetkých paletách dosahovala 22 400 kg. Okrem tohto nákladu sa na návese nachádzali aj prázdne palety, ktoré boli uložené s cieľom zlepšiť rozloženie zaťaženia a efektívne vyplniť ložný priestor. Prvých 6 paletových jednotiek bolo uložených v jednom rade, zatiaľ čo zostávajúcich 10 paletových jednotiek bolo uložených do dvoch radov tesne vedľa seba. Celková dĺžka nákladu, vrátane prázdnych palet umiestnených za predným čelom návesu, bola zameraná na 10 700 mm. Ak počítame len naložené paletové jednotky, dĺžka nákladu dosahovala 9 900 mm.

2.3 Program TRUCK-STOW

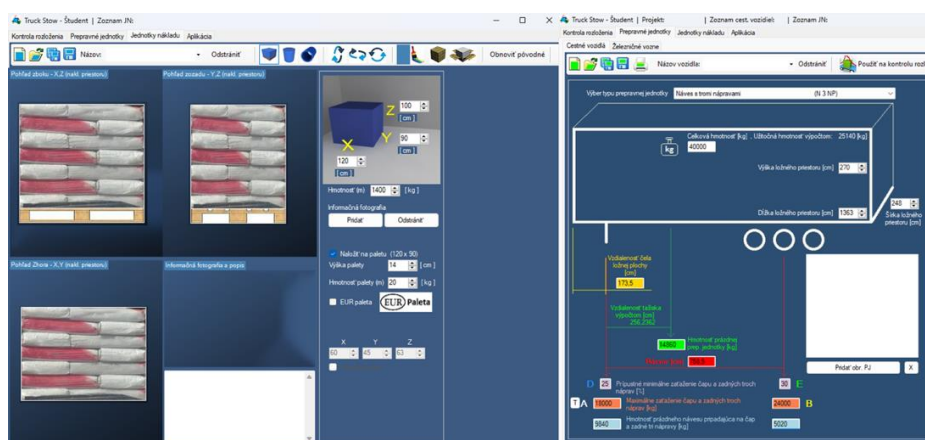
Truck Stow je špecializovaný softvérový nástroj, ktorý sa používa na optimalizáciu rozloženia nákladu vo vozidlách. Zohľadňuje hmotnosť a rozmery každého nákladu a určuje najvhodnejšiu polohu pre každú nákladovú jednotku. To pomáha znížiť pravdepodobnosť preťaženia náprav a zabezpečuje bezpečnú

a efektívnu prepravu tovaru. Softvér Truck Stow podporuje aj vytváranie diagramov nakladania nákladových jednotiek a vozidiel, ktoré sú prispôbené zadaným parametrom. Táto funkcia umožňuje presnejšie plánovanie prepravy a minimalizuje riziko prekročenia hmotnostných limitov vozidiel. Celkovo softvér zlepšuje správu a organizáciu nákladu v nákladnom priestore, čím zabezpečuje plynulejšiu a bezpečnejšiu manipuláciu s tovarom počas prepravy. [13]

Vytvorenie jednotiek nákladu a prepravnej jednotky v Truck-Stow

Na vytvorenie nákladných jednotiek v programe Truck-Stow boli zadané namerané reálne rozmery nákladu a hmotnosti, ktoré boli získané z nákladného listu a informácií poskytnutých výrobcami. Jednou z výziev bolo prečnievanie nákladu nad rámec štandardných rozmerov europalet (120x80 cm), čo sťažovalo zadávanie dát do programu Truck-Stow, ten totiž neumožňoval súčasné zadanie europalety ako základu a nadštandardných rozmerov tovaru presahujúceho jej hranice. V dôsledku toho sa namiesto použitia predvolených štandardných rozmerov europalety sa do programu zadali namerané rozmery celého nákladu, vrátane prečnievajúcich častí. Napríklad, v našom prípade bol náklad o približne 10 centimetrov širší ako štandardná europaleta. Tento prístup nám umožnil, aby softvér pracoval s presnými rozmermi skutočného nákladu, čím sme vytvorili realistickejší a presnejší plán nakladania.

Po vytvorení nákladných jednotiek nasledovalo vytvorenie prepravnej jednotky. Prvým krokom bolo zvoliť typ prepravnej jednotky a to trojnápravový náves. Po výbere prepravnej jednotky nasledovalo zadávanie podrobných technických údajov o konkrétnom návese. Dôležité bolo tiež zadanie celkovej hmotnosti vozidla a maximálnych zaťažení jednotlivých častí návesu. Konkrétne bolo potrebné uviesť maximálne zaťaženie čapu a zaťaženie trojnápravy. Nakoniec boli zadané údaje o hmotnostiach nenaloženého návesu, pričom bol zohľadnený podiel hmotnosti pripadajúcej na čap a zadné nápravy.



Zdroj: Autor

Obr. 2 Nákladná a prepravná jednotka

2.4 Postup merania

Na začiatku výskumného procesu bola pozornosť zameraná na dôkladné meranie všetkých potrebných rozmerov návesovej súpravy. Získané údaje boli považované za kľúčové, keďže mali byť následne využité v softvéri Truck-Stow pre ďalšiu analýzu. Na zabezpečenie presnosti merania bolo použité 20-metrové meracie pásmo YATO YT-71580. Pri meraní bola zvolená metodika, pri ktorej boli všetky merania uskutočnené od konca návesu, čo zabezpečilo spoľahlivý referenčný bod pre všetky zaznamenané rozmery. V ďalšej fáze výskumu bola pozornosť sústredená na meranie hmotnosti prázdneho a naloženého vozidla, čo predstavuje kľúčový krok pre získanie presných údajov o zaťažení vozidla ako celku, ako aj jeho jednotlivých náprav. Tento postup je nevyhnutný pre analýzu distribúcie zaťaženia. Pre zabezpečenie maximálnej presnosti a spoľahlivosti údajov boli aplikované dve rôzne, no vzájomne sa dopĺňajúce metódy

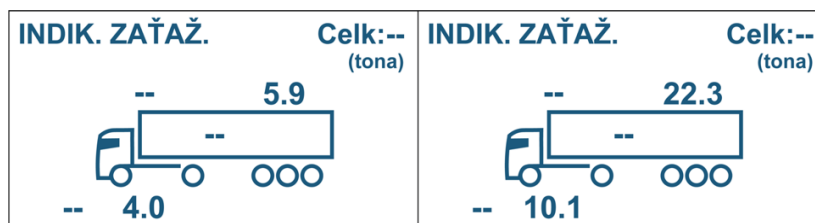
merania. Prvou použitou metódou bol indikátor zaťaženia náprav, ktorý pracuje na základe integrácie palubného softvéru vozidla s jeho vzduchovým odpružením. Tento systém kontinuálne monitoruje a vyhodnocuje aktuálne zaťaženie jednotlivých náprav v reálnom čase, pričom výsledné údaje sú zobrazované na digitálnom displeji. Tento systém poskytuje okamžitý prístup informáciám o hmotnosti. Vzhľadom na to, že indikátor zaťaženia náprav neposkytoval kompletne údaje pre prednú nápravu v dôsledku absencie vzduchového odpruženia, bolo nevyhnutné implementovať alternatívnu metódu merania. Pre tento účel boli zvolené vysoko presné prenosné váhy typu PW-10, ktoré sa stali primárnym nástrojom na meranie hmotnosti. Tieto špecializované váhy umožnili statické meranie mimo vozidla na rovnom povrchu, čo zabezpečilo maximálnu presnosť získaných údajov. Kombináciou indikátora zaťaženia náprav a prenosných váh boli získané presné a spoľahlivé údaje o celkovej hmotnosti a distribúcii zaťaženia celej návesovej súpravy.

Merací proces bol realizovaný na vyhradenej odstavnej ploche pre nákladné vozidlá, nachádzajúcej sa v bezprostrednej blízkosti miesta naložky. Výber lokality umožnilo efektívne vykonanie všetkých meraní bez nutnosti zbytočných presunov vozidla, čím sa optimalizoval celý proces. Meranie začalo dôkladným zvážením vozidla v prázdnom stave, so zameraním na celkovú hmotnosť kompletnej jazdnej súpravy. Následne bolo vykonané odpojenie návesu, čo umožnilo samostatné určenie hmotnosti ťahača. Tento krok bol kľúčový pre presné stanovenie zaťaženia prednej a zadnej nápravy ťahača, ako aj pre výpočet prevádzkovej hmotnosti samotného návesu. Po ukončení meraní prázdneho vozidla nasledovala fáza naložky nákladu, realizovaná s využitím vysokozdvížneho vozíka. Vzhľadom na homogenitu hmotnosti paliet nebolo potrebné individuálne váženie každej z nich. Hmotnosť paliet bola určená na základe oficiálnych údajov poskytnutých výrobcom a výpočtom z celkovej hmotnosti uvedenej v nákladnom liste. Taktiež rozmery paliet boli identické, čo umožnilo zjednodušenie procesu merania odmeraním jedinej reprezentatívnej palety. Záverečnou fázou meracieho procesu bolo opätovné váženie vozidla v plne naloženom stave, pričom náves zostal pripojený k ťahaču.

3 MEASUREMENT RESULTS

3.1 Analýza rozloženia hmotnosti vozidla

V prázdnom stave, bez akéhokoľvek nákladu, indikátor zaťaženia náprav vyhodnotil distribúciu hmotnosti medzi jednotlivé nápravy vozidla nasledovne. Zadná náprava ťahača je zaťažená hmotnosťou 4 000 kg a zaťaženie trojnápravy návesu dosahuje hodnotu 5 900 kg. V naloženom stave je zadná náprava ťahača je zaťažená hmotnosťou 10 100 kg a zaťaženie trojnápravy návesu dosahuje hodnotu 22 300 kg. Na obrázku 3 sú zobrazené namerané hmotnosti z indikátora zaťaženia náprav.



Zdroj: Autor

Obr. 3 Indikátor zaťaženia náprav v prázdnom a naloženom stave

Pomocou prenosných váh sa získali presné údaje o hmotnostiach pôsobiach na prednú nápravu vozidla. Tieto namerané hodnoty sú prehľadne uvedené v nasledujúcej tabuľke 1. Okrem priamych meraní sme vykonali aj výpočty, ktoré nám umožnili určiť presné hodnoty zaťaženia spôsobené návesom. Výpočty

sa zamerali na dve kľúčové oblasti: zaťaženie prednej nápravy ťahača, spôsobené hmotnosťou návesu, a zaťaženie zadnej nápravy ťahača návesom.

Tab. 1 Namerané hodnoty v prázdnom a naloženom stave

Prázdny stav						
Náprava	1. náprava	2. náprava	3. náprava	4. náprava	5. náprava	Spolu
Jazdná súprava	6 180 kg	3 660 kg	1 640 kg	1 680 kg	1 700 kg	14 860 kg
Ťahač	5 820 kg	2 640 kg	-	-	-	8 460 kg
Náves	360 kg	1 020 kg	1 640 kg	1 680 kg	1 700 kg	6 400 kg

Naložený stav						
Náprava	1. náprava	2. náprava	3. náprava	4. náprava	5. náprava	Spolu
Jazdná súprava	7 360 kg	10 540 kg	6 460 kg	6 460 kg	6 440 kg	37 260 kg
Ťahač	5 820 kg	2 640 kg	-	-	-	8 460 kg
Náves	1 540 kg	7 900 kg	6 460 kg	6 460 kg	6 440 kg	28 800 kg

Zdroj: Autor

Pre lepšiu ilustráciu a pochopenie rozloženia nákladu je pod tabuľkou umiestnený názorný obrázok 4, ktorý znázorňuje reálne umiestnenie naloženého tovaru na vozidle.



Zdroj: Autor

Obr. 4 Naložená jazdná návesová súprava

3.2 Výpočty ohľadom hmotnosti naloženej návesovej súpravy

Na základe rozmerových údajov získaných z merania vozidla, hmotností prázdnej návesovej súpravy a naloženého nákladu, ako aj vzdialenosti čelnej steny od ťažiska, sme mohli vypočítať zaťaženie jednotlivých náprav nákladného vozidla a zaťaženie na točnicu. Pre zistenie polohy ťažiska bol použitý softvér Truck-Stow, ktorý umožnil namodelovanie nákladu na vozidle a poskytol dôležité informácie pre ďalšiu analýzu.

Na výpočet zaťaženia jednotlivých náprav a točnice boli použité nasledujúce vzorce:

$$R_{1N+P} = \frac{R_{4N+P} \times a_F}{a_R} + R_{1P} \quad (1)$$

$$R_{1N+P} = \frac{9\,700 \times 506}{3\,800} + 5\,820 = 7\,112 \text{ kg}$$

$$R_{2N+P} = \frac{R_{4N+P} \times (a_R - a_F)}{a_R} + R_{2P} \quad (2)$$

$$R_{2N+P} = \frac{9\,700 \times (3\,800 - 506)}{3\,800} + 2\,640 = 11\,048 \text{ kg}$$

$$R_{3N+P} = \frac{m_N \times (x_{TN} - b_F)}{b_R} + R_{3P} \quad (3)$$

$$R_{3N+P} = \frac{22\,400 \times (6\,502,429 - 1\,734)}{7\,586} + 5\,020 = 19\,100 \text{ kg}$$

$$R_{4N+P} = \frac{m_N \times (b_F + b_R - x_{TN})}{b_R} + R_{4P} \quad (4)$$

$$R_{4N+P} = \frac{22\,400 \times (1\,734 + 7\,586 - 6\,502,429)}{7\,586} + 1\,380 = 9\,700 \text{ kg}$$

Kde:

- R_{1P+N} zaťaženie prednej/riadiacej nápravy ťahač + náklad [kg],
- R_{2P+N} zaťaženie zadnej/hnacej nápravy ťahač + náklad [kg],
- R_{3P+N} zaťaženie trojnápravy návesu náves + náklad [kg],
- R_{4P+N} zaťaženie na čap návesu náves + náklad [kg],
- R_{1P} zaťaženie prednej/riadiacej nápravy prázdneho vozidla [kg],
- R_{2P} zaťaženie zadnej/hnacej nápravy prázdneho vozidla [kg],
- R_{3P} zaťaženie trojnápravy návesu bez nákladu [kg],
- R_{4P} zaťaženie na čap návesu bez nákladu [kg],
- m_N hmotnosť nákladu [kg],
- a_F vzdialenosť točnice od zadnej nápravy [mm],
- a_R rázvor náprav [mm],
- b_F vzdialenosť od predného čela po čap návesu [mm],
- b_R vzdialenosť od čapu návesu po stred trojnápravy [mm],
- x_{TN} vzdialenosť ťažiska nákladu od čela ložnej plochy [mm]. [14]

3.3 Zhrnutie výsledkov

Porovnania údajov získaných prostredníctvom meraní a výsledkov dosiahnutých výpočtami bola vytvorená prehľadná tabuľka 2.

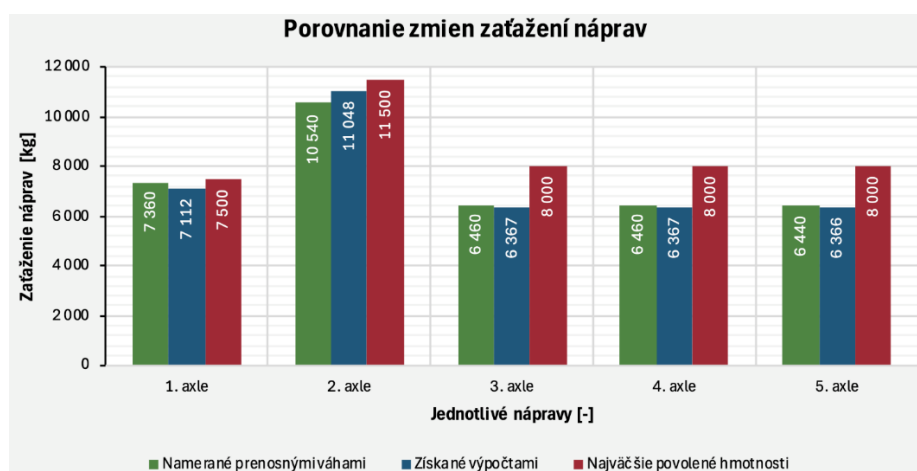
Tab. 2 Porovnanie nameraných hodnôt

Náprava	1. náprava	2. náprava	3. náprava	4. náprava	5. náprava
Prenosné váhy	7 360 kg	10 540 kg	6 460 kg	6 460 kg	6 440 kg
Výpočet	7 112 kg	11 048 kg	6 367 kg	6 367 kg	6 366 kg
Maximálne povolené	7 500 kg	11 500 kg	8 000 kg	8 000 kg	8 000 kg

Zdroj: Autor

Analýza získaných údajov odhalila niekoľko zásadných zistení týkajúcich sa zaťaženia vozidla. V prvom rade bolo zistené, že maximálne povolené zaťaženia náprav neboli prekročené. Hmotnosť jazdnej súpravy tiež zostala v rámci stanovených limitov. Osobitná pozornosť bola venovaná zaťaženiu hnacej nápravy, ktoré dosiahlo 28,3 % celkovej hmotnosti súpravy. Toto zaťaženie je v súlade s predpismi, ktoré stanovujú, že zaťaženie hnacej nápravy musí byť minimálne 25 %. Dostatočné zaťaženie hnacej nápravy je kľúčové pre zabezpečenie trakcie a stability vozidla, najmä pri náročných jazdných podmienkach, ako sú mokré alebo klzké cesty. Ďalším dôležitým aspektom analýzy bolo vyhodnotenie zaťaženia točnice (čapu návesu) v dvoch rôznych prevádzkových stavoch – pri prázdnom a plne naloženom vozidle. Pri prázdnom vozidle bolo zaťaženie točnice 1 380 kg, zatiaľ čo pri plne naloženom vozidle toto zaťaženie stúplo na 9 440 kg.

Pre lepšiu interpretáciu a prehľadnosť údajov bol vytvorený komplexný graf, ktorý vizuálne znázorňuje zmeny zaťaženia na jednotlivé nápravy vozidla. Obrázok 5 obsahuje tri kľúčové údaje pre každú nápravu: maximálne povolené zaťaženie podľa technických predpisov, skutočné zaťaženie pri prázdnom vozidle a skutočné zaťaženie pri plne naloženom vozidle.



Zdroj: Autor

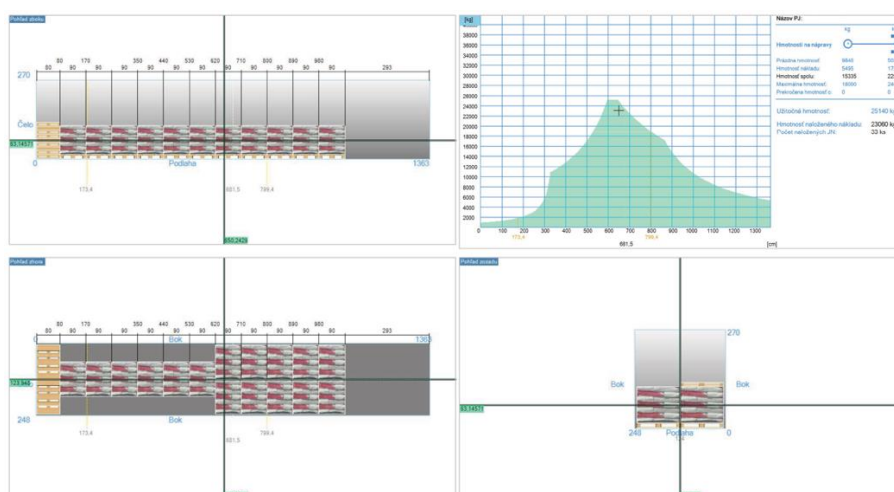
Obr. 5 Porovnávací graf

3.4 POSÚDENIE ROZLOŽENIA NÁKLADU

Po vytvorení nákladných jednotiek a prepravnej jednotky bola vykonaná dôkladná kontrola rozloženia paletových jednotiek. Tento krok bol zásadný pre zabezpečenie presnosti pri virtuálnom modelovaní v softvéri Truck-Stow, aby zodpovedalo skutočnému stavu počas naložky. Kontrola umožnila presné uloženie všetkých 16 paletových jednotiek, pričom sme zohľadnili reálne naloženie nákladu do vozidla. Pred uložením nákladu sme za čelo ložného priestoru umiestnili 17 prázdnych paliet, ktoré boli starostlivo nastohované do dvoch radov. Na ľavej strane sa umiestnilo 8 paliet a na pravej 9 paliet. Tieto

prázdne palety boli umiestnené kvôli posunutiu ťažiska nákladu smerom dozadu, aby sa predišlo preťaženiu prednej alebo zadnej nápravy ťahača. Hmotnosť samotného nákladu predstavovala presne 22 400 kg, avšak v programe Truck-Stow bola zaznamenaná celková hmotnosť 23 060 kg, keďže zahŕňala aj hmotnosť prázdnych palet. Tento rozdiel je dôležitý pre presné výpočty zaťaženia vozidla, pretože ovplyvňuje celkovú hmotnostnú rovnováhu a správne rozloženie nákladu.

Softvér Truck-Stow v dôsledku započítania prázdnych palet nezobrazoval 16 paletových jednotiek, ale 33 jednotiek nákladu, ktoré zahŕňali 16 paletových jednotiek spolu so 17 prázdnyimi paletami umiestnenými v prednej časti ložného priestoru. Rozloženia nákladu a jeho vplyv na vozidlo je znázornené v diagrame na obrázku 6. V pravom hornom rohu obrázku je zobrazený záťažový diagram, ktorý poskytuje informácie o rozložení hmotnosti a zaťažení jednotlivých častí vozidla. Pohľad z boku, umiestnený naľavo od diagramu, zobrazuje vertikálne rozloženie nákladu. Pre ešte lepší prehľad o rozložení nákladu boli zahrnuté aj ďalšie perspektívy. V ľavom dolnom rohu je umiestnený pohľad zhora, ktorý zobrazuje horizontálne rozloženie nákladu a využitie ložnej plochy. Pohľad zozadu, umiestnený v pravom dolnom rohu, poskytuje prehľad o symetrii nákladu. Tieto rôzne pohľady spolu poskytujú ucelený obraz o rozložení nákladu.



Zdroj: Autor

Obr. 6 Rozloženie nákladu v programe Truck Stow

Po analýze ťažiska sa zistilo, že výška ťažiska je 631,4571 mm a vzdialenosť ťažiska od čela ložného priestoru je 6 502,439 mm. Z diagramu sa zase zistilo, že pri takomto konkrétnom rozložení nákladu je hmotnosť nákladu pripadajúca na točnicu 5 495 kg a hmotnosť pripadajúca na trojnápravu 17 565 kg. Po sčítaní hmotností nákladu s hmotnosťami prázdneho vozidla sa získala celková hmotnosť pripadajúca na točnicu a celkovú hmotnosť pripadajúcu na 3 zadné nápravy. Na točnicu Truck Stow ukázal hodnotu 15 335 kg a na trojnápravu ukázal hodnotu 22 585 kg. Podľa dostupných údajov získaných zo softvéru Truck Stow môžeme usúdiť, že neboli prekročené prípustné limity hmotností. Z toho vyplýva, že rozloženie nákladných jednotiek je vyhovujúce.

4 Záver

Hlavným cieľom tejto štúdie bolo posúdiť zaťaženie náprav návesového vozidla pomocou dvoch metód merania - palubných indikátorov zaťaženia náprav a prenosných váh - a overiť tieto výsledky pomocou softvéru Truck-Stow. Obe metódy poskytli spoľahlivé údaje o rozložení hmotnosti na nápravy vozidla, čo bolo dôležité na zabezpečenie bezpečnej a efektívnej prevádzky vozidla. Výsledky potvrdili, že rozloženie zaťaženia na všetky nápravy zostalo v rámci povolených limitov, čím sa dodržali zákonné požiadavky a zabezpečila stabilita vozidla. Porovnaním nameraných údajov s výstupmi z programu Truck-

Stow sme mohli overiť, že softvér presne modeluje rozloženie zaťaženia v reálnom svete a poskytuje cenné poznatky na optimalizáciu umiestnenia nákladu. Štúdia zdôrazňuje význam používania viacerých metód na posúdenie zaťaženia náprav, pretože tento prístup zvyšuje spoľahlivosť výsledkov a pomáha predchádzať problémom súvisiacim s preťažením alebo nesprávnym rozložením zaťaženia. Používanie pokročilých nástrojov, ako je Truck-Stow, ďalej zvyšuje presnosť analýzy zaťaženia a zabezpečuje súlad s bezpečnostnými normami.

Tento výskum posilňuje potrebu správnych techník posudzovania a rozloženia zaťaženia na zachovanie bezpečnosti a efektívnosti v cestnej doprave. V budúcnosti by sa mohli preskúmať ďalšie premenné, napríklad vplyv dynamických podmienok počas prepravy, aby sa získalo hlbšie pochopenie toho, ako sa náklad správa pri rôznych prevádzkových scenároch.

5 Literatúra

- [1] E. Macioszek, "Essential techniques for fastening loads in road transport", SJSUT.ST, roč. 110, s. 97–104, mar. 2021, doi: 10.20858/sjsutst.2021.110.8.
- [2] Slov-lex, "134/2018 Z.z. - Vyhláška Ministerstva dopravy a výs...", Slov-lex. Cit: 31. júl 2023. [Online]. Available at: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2018/134/20230201>
- [3] J. Jagelčák, Loading and securing of cargo in road transport. EDIS. Publishing center of the University of Zilina, Zilina, 2015.
- [4] J. Jagelčák a I. Kubasáková, "Load Distribution in General Purpose Maritime Container and the Analysis of Load Distribution on Extendable Semitrailer Container Chassis Carrying Different Types of Containers", NAŠE MORE : znanstveni časopis za more i pomorstvo, roč. 61, č. 5–6, s. 106–116, dec. 2014, Cit: 07. august 2023. [Online]. Available at: <https://hrcak.srce.hr/clanak/192576>
- [5] T. Skručaný, J. Vrabel, M. Kendra, a P. Kažimír, "Impact of Cargo Distribution on the Vehicle Flatback on Braking Distance in Road Freight Transport", MATEC Web Conf., roč. 134, s. 00054, 2017, doi: 10.1051/mateconf/201713400054.
- [6] T. Skrucany, J. Vrabel, a P. Kazimir, "The influence of the cargo weight and its position on the braking characteristics of light commercial vehicles", Open Engineering, roč. 10, č. 1, s. 154–165, feb. 2020, doi: 10.1515/eng-2020-0024.
- [7] J. Vrabel, J. Jagelcak, J. Zamecnik, a J. Caban, "Influence of Emergency Braking on Changes of the Axle Load of Vehicles Transporting Solid Bulk Substrates", Procedia Engineering, roč. 187, s. 89–99, jan. 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.04.354.
- [8] T. Figlus a L. Kuczynski, "Selection of a semi-trailer for the haulage of long oversize loads, taking into account an analysis of operational damage", 2018 XI International Science-Technical Conference Automotive Safety, s. 1–5, apr. 2018, doi: 10.1109/AUTOSAFE.2018.8373342.
- [9] D. Berjoza, I. Dukulis, V. Pirs, a I. Jurgena, "TESTING AUTOMOBILE BRAKING PARAMETERS BY VARYING THE LOAD WEIGHT", 2019. Cit: 10. október 2024. [Online]. Available at: https://www.semanticscholar.org/paper/TESTING-AUTOMOBILE-BRAKING-PARAMETERS-BY-VARYING-Berjoza-Dukulis/8b2556a9f92236329e2f44d2e9536c1f6bb62328?utm_source=direct_link
- [10] B. Šarkan, M. Jaškiewicz, a M. Kiktová, "The impact of the truck loads on the braking efficiency assessment", Open Engineering, roč. 10, č. 1, s. 105–112, mar. 2020, doi: 10.1515/eng-2020-0014.
- [11] G. Trzciński, T. Moskalik, a R. Wojtan, "Total Weight and Axle Loads of Truck Units in the Transport of Timber Depending on the Timber Cargo", Forests, roč. 9, č. 4, s. 164, mar. 2018, doi: 10.3390/f9040164.

- [12] A. Lim, H. Ma, C. Qiu, a W. Zhu, "The single container loading problem with axle weight constraints", *International Journal of Production Economics*, roč. 144, č. 1, s. 358–369, júl. 2013, doi: 10.1016/j.ijpe.2013.03.001.
- [13] "Truck Stow". [Online]. Available at: <https://fpedas.uniza.sk/~truckstow/obsah.html>
- [14] Jagelčák, J., 2015. *Nakladanie a upevňovanie nákladu v cestnej doprave 2. prepracované a rozšírené vydanie.*, Žilina: EDIS - vydavateľstvo ŽU. ISBN 978-80-554-1083-8

ZMENA RÝCHLOSTI AUTOMOBILU PRI NÁRAZE DO ZRANITEL'NÉHO ÚČASTNÍKA CESTNEJ PREMÁVKY

Autori:

Eduard KOLLA¹, Lukáš SZABO², Patrik SZABO³

Tituly a pôsobisko autorov:

¹ doc. Ing. Eduard Kolla, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Ústav znaleckého výskumu a vzdelávania, Univerzitná 8215/1, Žilina, 010 26, E-mail: kolla@uniza.sk

² Ing. Lukáš Szabo, Školská 26/39, Nemčice, 955 01, E-mail: lukas.szabo9702@gmail.com

³ Bc. Patrik Szabo, Školská 361/41, Nemčice, 955 01, E-mail: patrik.szabo259@gmail.com

Abstrakt: Predložený článok prezentuje výsledky experimentálnych nárazových skúšok s figurínami zraniteľných účastníkov cestnej premávky. Zmena rýchlosti vozidla v rámci dopravných nehôd s takými účastníkmi cestnej premávky predstavuje jeden z dôležitých parametrov rekonštrukcie a analýzy týchto nehôd. Prostredníctvom vyhodnotenia objektívne nameraných hodnôt rýchlostí vozidiel bola určená reálna hodnota zmeny rýchlosti vozidla. Tieto hodnoty boli následne porovnané s teoretickými hodnotami určenými prostredníctvom používaných znaleckých postupov. Výskum indikuje odchýlky reálnych hodnôt zmeny rýchlosti vozidla od teoretických hodnôt.

Kľúčové slová: súdne inžinierstvo, nárazová skúška, delta v, chodec, dopravná nehoda

JEL: L62

CAR SPEED CHANGE DUE IMPACT TO VULNERABLE ROAD USER

Abstract: This paper presents the results of experimental crash tests with dummies of vulnerable road users. The change of vehicle speed in accidents with such road users represents one of the important parameters for the reconstruction and analysis of these accidents. Through the evaluation of objectively measured values of vehicle speeds, the real value of the change in vehicle speed was determined. These values were then compared with the theoretical values determined through the expert procedures used. The research indicates deviations of the real values of vehicle speed change from the theoretical values.

Keywords: forensic engineering, crash test, delta v, pedestrian, traffic accident

1 Úvod

V rámci forenznej rekonštrukcie dopravnej nehody s chodcom je vždy nutné zohľadniť vplyv nárazu cestného vozidla do tela chodca na zmenu rýchlosti vozidla z dôvodu tohto nárazu. Jednou z metód vyjadrenia vzťahu medzi nárazovou rýchlosťou do chodca a rýchlosťou vozidla tesne po náraze je použitie zákona zachovania hybnosti [1]:

$$v_n = \frac{(m_v + m_{ch})v_1 - m_{ch}v_{ch} \cos \alpha}{m_v} \quad (1)$$

kde:

v_n - nárazová rýchlosť vozidla do tela chodca (m/s)

v_1 - rýchlosť vozidla tesne po náraze s chodcom (m/s)

v_{ch} - rýchlosť chodca pred zrážkou (m/s)

m_v - hmotnosť vozidla (kg)

m_{ch} - hmotnosť chodca (kg)

α - uhol medzi vektormi rýchlostí vozidla a chodca ($^\circ$)

Zmenu rýchlosti vozidla z dôvodu nárazu do chodca je potom možné následne vyjadriť:

$$\Delta v = v_n - v_1 \quad (2)$$

Správne určenie zmeny rýchlosti vozidla z dôvodu nárazu potom následne umožňuje v ďalších krokoch analýzy správne určenie rýchlosti vozidla na počiatku nehodového deja.

Vyššie uvedený kinematický výpočet predstavuje idealizáciu komplexnej silovej interakcie medzi telom chodca a vozidlom, pričom skutočná zmena rýchlosti vozidla závisí od viacerých faktorov: prekrytia vozidla a tela chodca, tvaru prednej časti vozidla, výšky chodca a nárazovej rýchlosti vozidla a z toho vyplývajúcej po nárazovej kinematiky tela chodca. Z tohto dôvodu je v praxi zmena rýchlosti vozidla korigovaná korekčným koeficientom k , ktorý vyjadruje pomer skutočnej zmeny rýchlosti vozidla a teoretickej zmeny rýchlosti vozidla [2]:

$$k = \frac{\Delta v_{skut}}{\Delta v_{teor}} \quad (3)$$

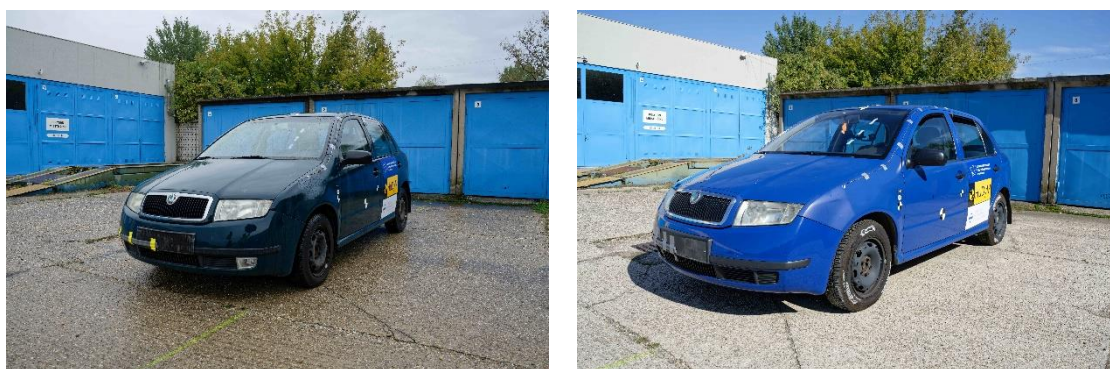
Určenie korekčného koeficientu bolo vykonané v [1] pre osobný automobil s trapézovým tvarom karosérie simulačným spôsobom v programe PC-Crash s využitím základného viactelesového modelu ľudského tela v polohe chodca, pričom tento spôsob môže byť obmedzený limitmi použitých simulačných modelov.

Rovnako doposiaľ nebolo preskúmané určenie zmeny rýchlosti vozidla do kolobežkára. Je však predpoklad, že napriek tomu, že sa jedná o vodiča jednostopého vozidla, charakter vzájomnej silovej interakcie medzi vozidlom a kolobežkárom sa bude blížiť skôr charakteru nárazu do chodca ako charakteru nárazu do cyklistu a to z dôvodu celkového postoja tela kolobežkára pri jazde.

Cieľom predkladaného príspevku je preskúmanie skutočnej zmeny rýchlosti osobného automobilu pri náraze do figuríny zraniteľného účastníka cestnej premávky experimentálnym spôsobom prostredníctvom nárazových skúšok.

2 Metodika a použité prístroje

Ako testovacie vozidlá boli použité osobné automobily Škoda Fabia, 1. gen (Obrázok 1). Základné údaje o vozidlách sú uvedené v tabuľke 1. Vozidlá boli pri skúškach obsadené vodičom a meracou a záznamovou technikou, ich okamžitá hmotnosť bola získaná vážením (nájazdové váhy Haenni WL108).



Zdroj: Autori

Obr. 1 Testovacie vozidlá Škoda Fabia ; vľavo – vozidlo A, vpravo – vozidlo B

Tabuľka 1: Základné údaje o testovacích vozidlách

	Vozidlo A	Vozidlo B
Výrobca	Škoda	Škoda
Typ	Fabia, 1. gen.	Fabia, 1. gen.
VIN	TMBPB16Y313193949	TMBPB16Y623328942
Pneumatiky	Matador Nordica 185/60 R14 82T	Barum Quartaris 5 165/70 R14 T
Dĺžka (mm)		3960
Šírka (mm)		1646
Výška (mm)		1451
Predný previs (mm)		827
Svetlá výška (mm)		120
Rázvor (mm)		2462
Predný rozchod (mm)		1435
Zadný rozchod (mm)		1424
Okamžitá hmotnosť (kg)	1150	1250
Zaťaženie prednej nápravy (kg)	700	700
Zaťaženie zadnej nápravy (kg)	450	550

Zdroj: Autori

Dynamické parametre vozidiel pri nárazových skúškach boli merané prostredníctvom primárneho meracieho systému a sekundárnych meracích zariadení.

Primárny merací systém pozostával z CAN bus dátového záznamníka CANedge3 (CSS Electronics), CAN bus modulu CANmod.input (CSS Electronics) a z meracej jednotky xProGPS_nano25 (Suchy Data Systems, GmbH). Časový priebeh rýchlosti vozidiel počas testov bol získaný prostredníctvom meracej jednotky xProGPS_nano25 s využitím senzorickej fúzie údajov z GNSS senzora (obnovovacia frekvencia 25 Hz), trojosého akcelerometra s nastaveným meracím rozsahom ± 16 g (vzorkovacia frekvencia 100 Hz) a trojosého gyroskopu s nastaveným meracím rozsahom ± 250 °/s (vzorkovacia frekvencia 100 Hz). Tieto dáta boli uložené do dátového záznamníka CANedge3. Detekcia okamihu prvého nárazu vozidla do skúšobnej figuríny bola zabezpečená prostredníctvom tenzometrického páskového spínača Ribbon Switch 131-A (Tapeswitch) zapojeného ako digitálny vstup CAN bus modulu CANmod.input, ktorý slúžil ako prevodník digitálnych údajov na CAN dáta, ktoré boli následne uložené v záznamníku CANedge3.

Tenzometrický páskový spínač bol zároveň zapojený aj do na to určeného synchronizačného zariadenia, ktoré následne pri náraze uviedlo do činnosti 4 LED svetelné zdroje (3 umiestnené na exteriéry vozidla, 1 umiestnená v interiéri vozidla) a ktoré sa nachádzali v zornom poli kamier snímajúcich predmetné testy. Týmto spôsobom bolo možné časovo synchronizovane merať údaje o dynamických parametroch vozidla počas nárazu (napr. nárazová rýchlosť a ponárazová rýchlosť vozidla s frekvenciou 100 Hz určená ako výstup senzorickej fúzie), určiť okamih nárazu do skúšobnej figuríny a vyhotoviť video záznamy (pre identifikáciu okamihu nárazu a konca fázy hlavnej silovej interakcie). Primárny merací systém bol umiestnený nad stredovým tunelom medzi sedadlami vodiča a spolujazdca na kovovej platforme pevne spojenej s vozidlom (Obrázok 2). GNSS anténa systému bola upevnená magneticky na streche vozidla.



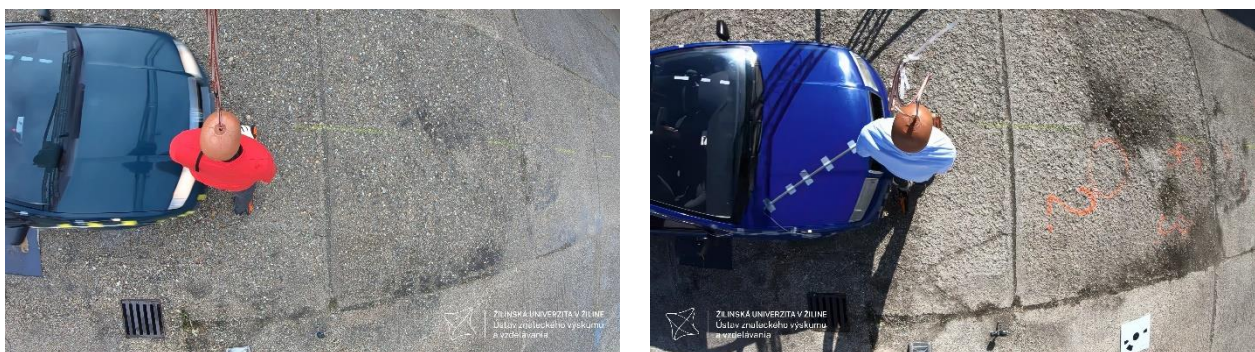
Zdroj: Autori

Obr. 2 Primárny merací systém v testovacom vozidle

Sekundárne meracie zariadenia pozostávali zo svetelnej závery Minitimer HL440 (Tag Heuer), ktorá slúžila na verifikáciu prednárazovej rýchlosti vozidla cca 2 m pred nárazom a merací prístroj PicDAQ5 (DSD), ktorý slúžil na meranie spomalenia vozidiel s vysokou vzorkovacou frekvenciou 2 kHz pre dodatočnú analýzu špecifik predmetných testov (táto analýza nie je predmetom tohto príspevku). Testy boli dokumentované videotechnikou, fototechnikou a 3D snímkovacími metódami.

Metodika testov spočívala v uvedení vozidla vodičom do pohybu vlastným pohonom na rýchlosť cca 60 km/h, stlačení spojkového pedálu tesne pred nárazom a následného nárazu do skúšobnej figuríny pri stlačení pedáli spojky a bez brzdovania prevádzkovou brzdou. K začiatku brzdovania vozidla došlo vždy až po skončení kontaktnej fázy testu, t.j. po strate fyzického kontaktu medzi figurínou, kolobežkou a vozidlom. Takýmto spôsobom bolo zabezpečené, že vozidlo bolo počas nárazu **nebrzdené**, a nebolo spomaľované ani brzdením motorom, ale k zmene rýchlosti vozidla došlo najmä z dôsledku nárazu a vo veľmi malej miere valivým odporom kolies vozidla (pneumatiky boli nahustené na tlak predpísaný výrobcom vozidla) a v zanedbateľnej miere odporom vzduchu.

Pri teste 1 (Obrázok 3 vľavo) bol simulovaný náraz vozidla do chodca tlačiaceho kolobežku - vozidlo A narazilo svoju pravou prednou časťou s plným prekrytím do figuríny chodca (1,75 m; 78 kg) s kolobežkou umiestnenou napravo od figuríny. Pri teste 2 (Obrázok 3 vpravo) bol simulovaný náraz do kolobežkára - vozidlo B narazilo svoju pravou prednou časťou s plným prekrytím do figuríny kolobežkára (1,70 m; 60 kg), t.j. do figuríny stojacej ľavým chodidlom na platforme kolobežky. Pri testoch boli použité 2 kusy rovnakých typov kolobežky (Nils Extreme HM0106) s hmotnosťou 3,8 kg. Skúšobné figuríny boli tesne pred testom uvoľnené z pomocného rámu tak aby pri náraze spočívala hmotnosť figuríny na jej chodidlách.



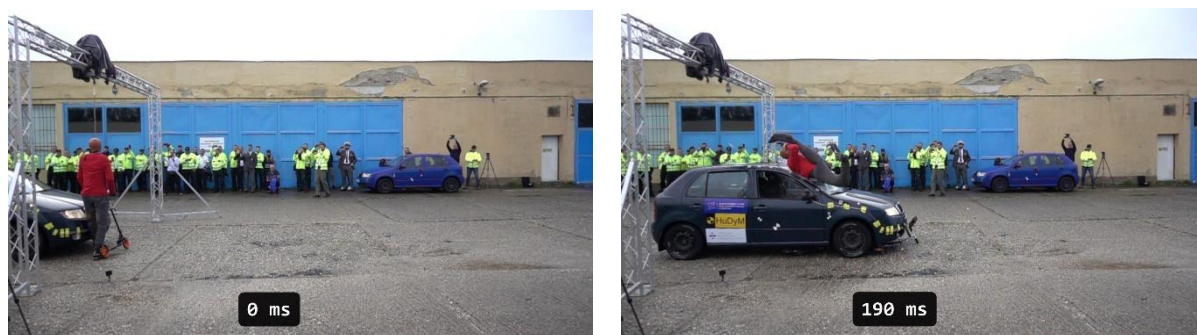
Zdroj: Autori

Obr. 3 Vzájomná poloha vozidlo/figurína: vľavo – test 1, vpravo – test 2

3 Výsledky

Na obrázku 4 sú znázornené polohy vozidiel a skúšobných figurín v rámci testu 1 v okamihu nárazu (vľavo) a po ukončení fázy hlavnej silovej interakcie medzi vozidlom a figurínou (vpravo). Fáza hlavnej silovej interakcie trvala v rámci testu 1 **cca 0,19 s**.

Na obrázku 5 sú znázornené polohy vozidiel a skúšobných figurín v rámci testu 2 v okamihu nárazu (vľavo) a po ukončení fázy hlavnej silovej interakcie medzi vozidlom a figurínou (vpravo). Fáza hlavnej silovej interakcie trvala v rámci testu 2 **cca 0,23 s**.



Zdroj: Autori

Obr. 4 Test 1: vľavo – okamih nárazu, vpravo – koniec hlavnej silovej interakcie



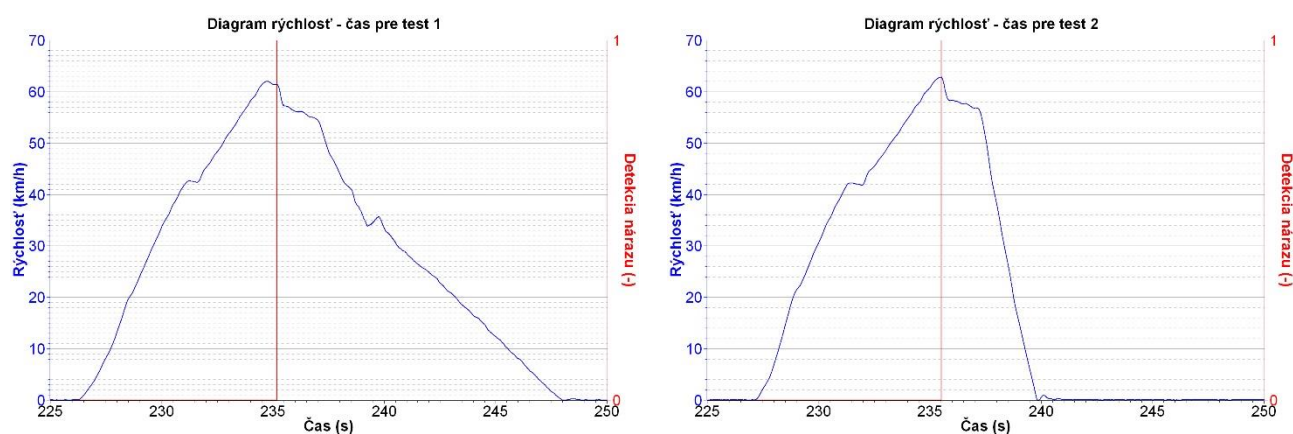
Zdroj: Autori

Obr. 5 Test 2: vľavo – okamih nárazu, vpravo – koniec hlavnej silovej interakcie

Na obrázku 6 sú znázornené časové priebehy rýchlosti testovacích vozidiel rámci testu 1 (vľavo) a v rámci testu 2 (vpravo). Na obrázku 7 sú znázornené detaily časových priebehov rýchlostí testovacích vozidiel v rámci testu 1 (vľavo) a v rámci testu 2 (vpravo).

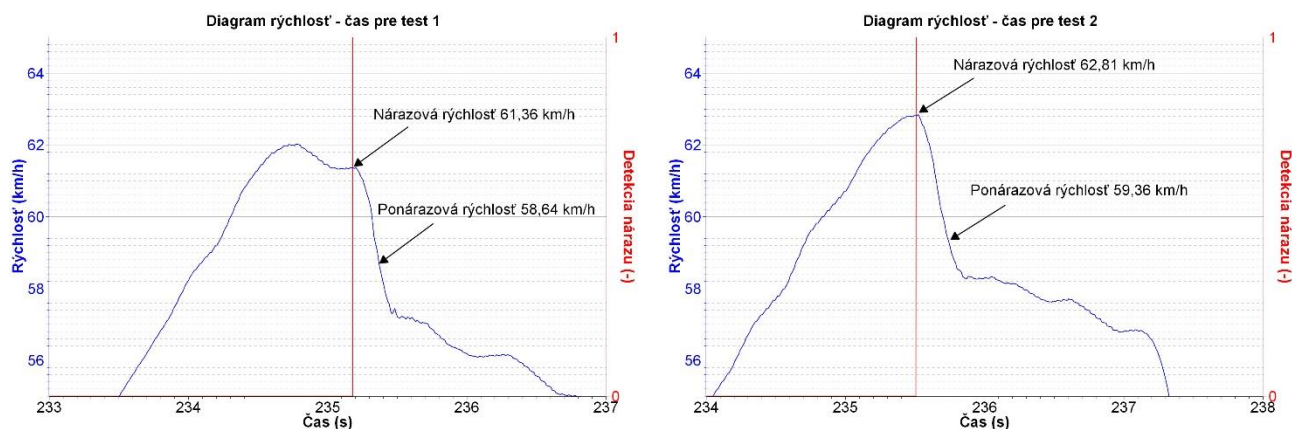
Nárazová rýchlosť vozidla A pri teste 1 bola 61,36 km/h a rýchlosť tohto vozidla po ukončení hlavnej kontaktnej fázy bola 58,64 km/h. **Zmena rýchlosti vozidla A pri teste 1 bola teda 2,72 km/h.**

Nárazová rýchlosť vozidla B pri teste 2 bola 62,81 km/h a rýchlosť tohto vozidla po ukončení hlavnej kontaktnej fázy bola 59,36 km/h. **Zmena rýchlosti vozidla A pri teste 2 bola teda 3,45 km/h.**



Zdroj: Autori

Obr. 6 Časový priebeh rýchlosti: vľavo – test 1, vpravo – test 2



Zdroj: Autori

Obr. 7 Detail časového priebehu rýchlosti: vľavo – test 1, vpravo – test 2

4 Diskusia a záver

Teoretická zmena rýchlosti vozidla získaná výpočtom zo vzťahov (1) a (2) je pre test 1 pre danú nárazovú rýchlosť 61,36 km/h **cca 4,07 km/h**. Vzhľadom na hodnotu **skutočnej zmeny rýchlosti** vozidla **2,72 km/h** je potom **korekčný koeficient 0,668**.

Teoretická zmena rýchlosti vozidla získaná výpočtom zo vzťahov (1) a (2) je pre test 2 pre danú nárazovú rýchlosť 62,81 km/h **cca 3,05 km/h**. Vzhľadom na hodnotu **skutočnej zmeny rýchlosti** vozidla **3,45 km/h** je potom **korekčný koeficient 1,131**.

Autori v [2] na základe simulačných výpočtov v programe PC-Crash uvádzajú, že korekčný koeficient pre trapézový tvar karosérie vozidla a náraz do tela stojaceho chodca s plným prekrytím rýchlosťou **vyššou ako 40 km/h** nadobúda hodnotu v priemere **cca 0,815**, pričom **pre** úroveň nárazovej rýchlosti **60 km/h** sa pre ich zvolené okrajové podmienky výpočtu pohyboval korekčných koeficient v hodnotách **0,745 – 0,826**.

Z vykonaných testov vyplýva, že ani v jednom prípade nebola skutočná zmena rýchlosti vozidla totožná s vypočítanou teoretickou zmenou rýchlosti. Rovnako z testov vyplýva, že v oboch prípadoch nebola skutočná experimentálne zistená zmena rýchlosti na úrovni hodnôt určených prostredníctvom simulačného výpočtu.

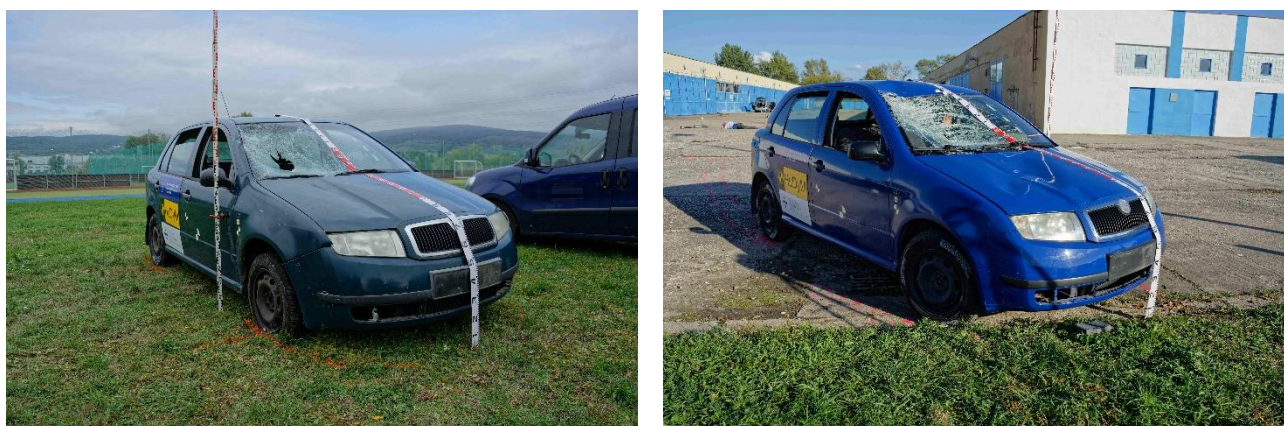
V prípade oboch testov je možné pozorovať nasledovné technické dôvody, u ktorých je predpoklad, že spôsobili rozdielnú hodnotu zmeny rýchlosti vozidla v porovnaní s očakávanou (teoretickou, resp. simulačne určenou) hodnotou:

- Napriek tomu, že v rámci testu 1 v okamihu prvého kontaktu sa pôvodne figurína chodca nachádzala v plnom prekrytí s prednou časťou vozidla, tak počas nárazu došlo k čiastočnému poklzu jej pravej dolnej končatiny po pravom prednom blatníku vozidla z dôvodu zaoblenia pravého predného rohu vozidla. Z videoanalýzy testu 1 ďalej vyplýva, že náraz vozidla do figuríny spôsobil viac priestorovú rotáciu tela figuríny nad strechu vozidla a mierne doprava ako odhodenie smerom dopredu. Rovnako z videoanalýzy vyplýva, že nedošlo k zachyteniu dolných končatín figuríny medzi vozidlo a kolobežku (čo by malo tendenciu spôsobiť „zaháknutie“ dolných končatín figuríny pod prednú časť vozidla). Je teda

zrejme, že náraz nespôsobil ideálne „odovzdanie“ kinetickej energie figuríny v doprednom smere, a teda vzájomná silová interakcia medzi vozidlom a figurínou bola redukovaná, čo spôsobilo aj menšiu zmenu rýchlosti vozidla v porovnaní s ideálnym prípadom.

- V rámci testu 2 bol náraz do figuríny s plným prekrytím, bez tendencie poklzu dolných končatín figuríny po pravom prednom blatníku vozidla. Ďalej bolo možné pozorovať mierne zachytenie dolných končatín figuríny pod prednú časť vozidla a následne rázový kontakt bez klzu medzi plecami figuríny a rozhraním prednej hrany strechy vozidla a čelného skla. Tento fakt je možné pozorovať na deformácie tejto časti vozidla. Z týchto dôvodov došlo k ideálne prenosu rázovej energie na telo figuríny a jej doprednému odhodneniu. Silová interakcia medzi vozidlom a figurínou teda nebola výrazne redukovaná. Zároveň je možné pozorovať určité „spriečenie sa“ kolobežky pod prednou časťou vozidla, čo mohlo spôsobiť dodatočný spomaľovací efekt na vozidlo. Z vyššie uvedených dôvodov zmena rýchlosti vozidla o niečo vyššia ako teoretická hodnota.

Charakter deformácie oboch vozidiel ako dôsledku vzájomnej silovej interakcie s figurínou a kolobežkou v rámci nárazu je možné pozorovať na obrázku 8.



Zdroj: Autori

Obr. 8 Deformácia vozidiel po náraze: vľavo – test 1, vpravo – test 2

Z vykonaných experimentálnych testov vyplýva pre rekonštrukciu a analýzu dopravných nehôd, že teoretické analytické a simulačné postupy je nutné verifikovať cez údaje získané skúškami v reálnom svete a v reálnych podmienkach. Dopravné nehody predstavujú množinu podmienených dejov v cestnej doprave v rámci ktorých je možné pozorovať technicky relevantný vplyv špecifik a detailov daných dopravných nehôd. Nezohľadnenie týchto špecifik môže viesť do analýzy dopravnej nehody nedostatky, ktoré sa následne prenesú do ďalších krokov technického posúdenia danej dopravnej nehody.

5 Literatúra

- [1] KASANICKÝ, G. *Súčasné a perspektívne možnosti analýzy dopravných nehôd*. 2004. Žilinská univerzita v Žiline, ISBN 80-8070-279-9
- [2] KOHÚT, P. - PUPALA, A. *Zmena rýchlosti vozidla počas zrážky s chodcom*. In: Znalectvo - doprava cestná, elektrotechnika, strojárstvo a iné technické odbory. 2003. No. 1-2/2003, s.2-6. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, ISSN 1335-1133.

PodĎakovanie

Tento príspevok bol podporený Agentúrou pre podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-20-0626. Tento príspevok bol vypracovaný v rámci projektu APVV-20-0626: Biomechanicky verná náhrada ľudského tela pre zvýšenie objektivity forenznej analýzy cestných dopravných nehôd.

EFEKTÍVNE RIADENIE PLAVEBNEJ PREVÁDZKY PROSTREDNÍCTVOM SYSTÉMU CEERIS

Autori:

Alena Molnárová Baracková¹

Martin Jurkovič²

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: CEERIS (Central and Eastern European Reporting Informatino System) predstavuje systém, ktorého cieľom je znižovanie administratívnych prekážok a problémov pri nahlasovaní plavidiel v rámci vnútrozemskej vodnej dopravy. Systém CEERIS umožňuje účinné a transparentné postupy nahlasovania plavidiel. Poskytuje prehľad o všetkých požiadavkách na hlásenia pre plánovanú prepravu a trasu na základe úplnej transparentnosti právneho rámca a prijímajúcich úradov, ako aj kontroly nad údajmi. So zvyšujúcim sa dôrazom na efektívnu a udržateľnú dopravu predstavuje CEERIS inovatívnu technologickú platformu, nielen pre vodcov plavidiel, ale aj pre vlastníkov plavidiel, logistické centrá a úrady.

Kľúčové slová: CEERIS, elektronické hlásenia, vnútrozemska vodná doprava, plavebná prevádzka

JEL: R41

Efficient management of shipping through the CEERIS system

Abstrakt: CEERIS is a system aimed at reducing administrative obstacles and problems in the reporting of vessels in inland waterway transport. The CEERIS system enables efficient and transparent vessel reporting procedures. It provides an overview of all reporting requirements for planned transport and route based on full transparency of the legal framework and receiving authorities, as well as data control. With the increasing emphasis on efficient and sustainable transport, CEERIS represents an innovative technology platform, not only for vessel leaders, but also for vessel owners, logistics centers and authorities.

Keywords: CEERIS, electronic reports, inland water transport, shipping

1 Úvod

S cieľom zvýšenia efektívnosti plavby na vnútrozemských vodných cestách v Európe, bol v 90. rokoch vyvinutý koncept riadenia plavby RIS (riečne informačné služby). RIS predstavuje súbor harmonizovaných informačných služieb, ktoré podporujú procesy plavby a dopravy v rámci vnútrozemskej plavby. Pomocou týchto nástrojov sa zvyšuje bezpečnosť plavby a efektívnosť dopravy [1]. Implementáciou RIS na vnútrozemských vodných cestách sa dosiahla zvýšená bezpečnosť na riekach, optimalizovala sa

výmena informácií medzi plavidlami, plavebnými komorami, mostami, terminálmi a prístavmi. Zlepšila sa efektivita využívania infraštruktúry na vnútrozemských vodných cestách, ako aj ochrana životného prostredia, vďaka poskytovaným informáciám o doprave a plavebných nehodách [2]. V rámci implementácie v projekte RIS COMEX, ktorý bol spolufinancovaný z nástroja CEF, bolo hlavným cieľom poskytnutie harmonizovaných služieb prostredníctvom centralizovanej platformy RIS a zlepšenie riadenia vnútrozemskej plavby [3]. Projekt prebiehal v rokoch 2016 – 2021. Projekt zahŕňal 13 európskych krajín a 14 partnerov, ktorých cieľom bolo zadefinovanie, špecifikácia, implementácia a trvalo udržateľná prevádzka koridorových služieb RIS. Na základe tohto projektu bola vytvorená nová spoločná európska platforma RIS (EuRIS), ktorá umožňuje operatívnu výmenu údajov RIS na európskej úrovni, vo všetkých zúčastnených krajinách. Ďalšou súčasťou implementácie nových služieb RIS je spoločná iniciatíva 8 krajín, Bulharsko, Česká republika, Chorvátsko, Maďarsko, Rakúsko, Rumunsko, Slovensko a Srbsko, ktorá predstavuje novú spoločnú platformu elektronických hlásení CEERIS. Uvedená platforma umožňuje prevádzkovateľom plavidiel plaviacich sa po Dunaji a rieke Labe v Českej republike splniť všetky ohlasovacie povinnosti pre konkrétnu prepravu po vnútrozemskej vodnej ceste v zúčastnených krajinách tým, že vyplnia údaje a podajú hlásenie „len raz“ [4]. Zadanie údajov sa vyžaduje iba raz, podľa požiadaviek pozdĺž príslušnej prepravnej trasy. S cieľom vytvorenia a využívania synergie už existujúcich podporných služieb bol systém CEERIS úzko prepojený so systémom EuRIS. Obidve platformy spoločne zdieľajú správu používateľov. Platforma CEERIS pokrýva široký okruh prijímajúcich úradov vrátane úradov zaoberajúcich sa riadením dopravy, colných orgánov, hraničnej polície, prístavov a je schopná prijímať a spravovať elektronické hlásenia automaticky, spôsobom prispôbeným potrebám jednotlivých úradov. Okrem správy a registrácie užívateľov EuRIS poskytuje pre CEERIS správu plavidiel, výpočet trasy, polohu plavidla a výpočet ETA (estimated time of arrival, tj. predpokladaný čas príchodu) a ATA (actual time of arrival, tj. aktuálny čas príchodu) a vzájomne profitujú v prospech svojich užívateľov. Na to, aby prijímajúce úrady mohli používať CEERIS na prijímanie elektronických hlásení, musia byť zaregistrované v systéme EuRIS[5]. Pomocou CEERIS je možné vytváranie prepravných plánov, ktoré môžu zahŕňať viacero plavieb a ktoré sú definované udalosťami ako je napr. nakládka a vykládka tovaru, prestup cestujúcich, zmena údajov a pod. Taktiež je možné zdieľanie práva nahlasovania údajov za plavidlo so všetkými zúčastnenými stranami ako sú agenti, vlastníci nákladu alebo prevádzkovatelia terminálov. Pri vyplňaní hlásenia je možné využitie prekladov referenčných údajov do viacerých svetových jazykov, čo výrazne urýchľuje celý proces. CEERIS poskytuje prehľad o doručených hláseniach, ich stave aj o všetkých prijatých odpovediach a zaručuje, že podávate hlásenie „len raz“ [6].

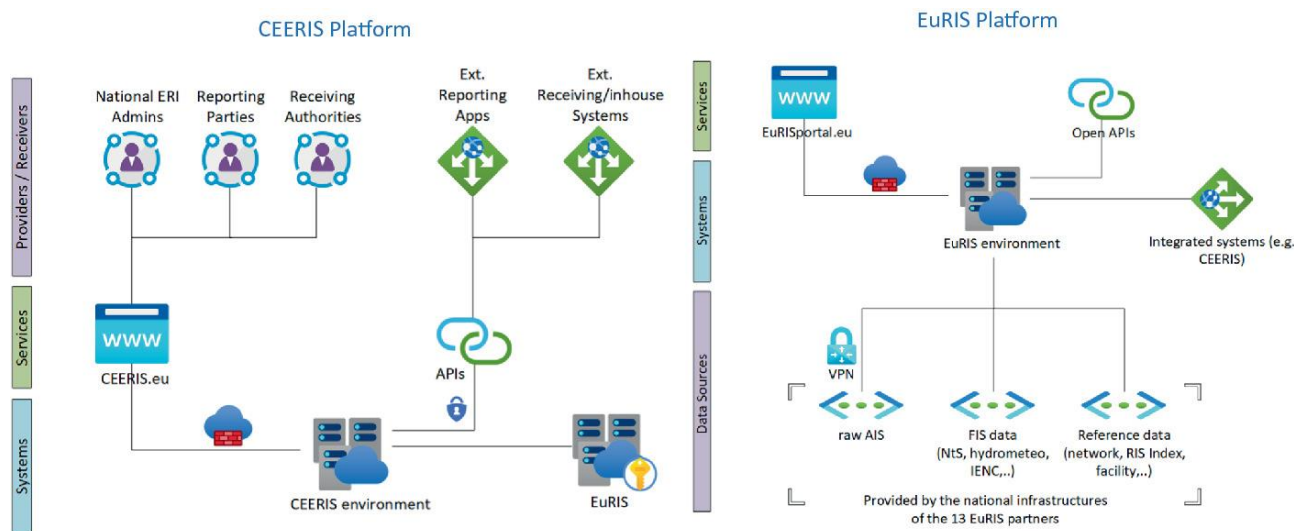
2 Vývoj a implementácia systému CEERIS

Platforma CEERIS je nástroj, ktorý vznikol s cieľom podporiť spoluprácu a výmenu informácií medzi plavidlami a prijímajúcimi úradmi v Európe. Jej vývoj a implementácia predstavovali identifikáciu potrieb a cieľov užívateľov, ktoré zahŕňali presné určenie rozsahu funkcií a služieb, ktoré by mala poskytovať, ako aj jej presné rozhranie a štruktúru. Procesy museli byť rozdelené do viacerých fáz, ktoré zahŕňali návrh, vývoj, testovanie a nakoniec samotnú implementáciu systému. V rámci vývoja bolo veľmi dôležité zabezpečiť aby platforma bola spoľahlivá a jednoduchá pre používanie všetkými užívateľmi. Implementácia systému bola ukončená v decembri 2021, po ktorej nasledovalo 6-mesačné prechodné obdobie, ktorého hlavnou úlohou bolo zapojiť do systému národné prijímacie orgány a úrady a prepojiť samotný CEERIS s finálnym prostredím platformy EuRIS [7].

Prehľad architektúry platformy CEERIS poskytuje obrázok 1, ktorý zahŕňa tri systémové prostredia, vrátane vývoja a testovania. Platforma je umiestnená na cloudovej platforme v Európskej únii. Produkčné prostredie je založené na redundantných serveroch využívajúcich vyrovnanie záťaže. Ide o prostredie, ktoré je určené na prevádzkovanie a poskytovanie služieb reálnym užívateľom a je zamerané na zvýšenie spoľahlivosti a výkonnosti systému. Redundantné servery sú navrhnuté tak, aby poskytovali záložnú

kapacitu, ak by došlo k zlyhaniu jedného z využívaných serverov. Tzn., že ak jeden server zlyhá, ďalší je schopný bez problémov prevziať jeho úlohu, čím sa minimalizuje narušenie funkčnosti samotnej prevádzky systému. Rovnomerným rozložením záťaže medzi viaceré servery v systéme dosiahneme, že žiadny server nebude preťažený a všetky budú schopné efektívne spracovať požiadavky užívateľov. Táto stratégia vyrovnávania záťaže sa využíva na optimalizáciu výkonu a dostupnosti webových aplikácií alebo služieb. CEERIS využíva informácie o používateľskom účte, ktoré sú uložené na serveri identity, ktorý poskytuje EuRIS, na účely autentifikácie a autorizácie. Server identity sa využíva na jednoznačnú identifikáciu a overenie serverov v rámci určitého systému alebo platformy. Každý server má svoju jedinečnú identitu, ktorá mu umožňuje rozpoznanie v rámci siete alebo samotného systému. Identita môže byť reprezentovaná rôznymi spôsobmi ako napr. IP adresa, názov hostiteľa, MAC adresa a iné. Správne overenie servera identity je kľúčové pre zabezpečenie dôveryhodnosti a bezpečnosti komunikácie v sieti a zabraňuje možnými hrozbám alebo útokom v rámci kybernetickej bezpečnosti. Na základe tohto, môžu vodcovia plavidiel alebo ich prevádzkovatelia spracovávať svoje požiadavky na vysokej úrovni ochrany osobných údajov. Prepojením platformy CEERIS s portálom EuRIS je možné poskytovať užívateľom zdieľanie vzájomných informácií a výpočty jednotlivých trás. Informácie o trase sú odvodené z EuRISu, ako polyline prostredníctvom webovej služby plánovača trás, ktoré sú vytvorené na základe dostupných dopravných a prepravných údajov. Polyline môže reprezentovať trasy, cesty alebo hranice na digitálnych mapách, ktoré sú zobrazované v rôznych formátoch napr. súradnice bodov, parametrické rovnice čiar a pod. Miesta, ktoré sú využívané na generovanie hlásení a miesta na ktoré sú tieto hlásenia doručované, sú synchronizované pomocou indexového API (rozhranie aplikácie) RIS a sú poskytované systémom EuRIS [8].

CEERIS prenáša správy ERINOT (systém notifikácie) do EuRIS, aby získal aktualizácie ETA a informácie o plavbe na základe aktuálneho pohybu plavidiel. Informácie o plavbe a súvisiace informácie o doprave môžu využívať aj oprávnené tretie strany, napr. logistický operátori alebo agenti, ktorým boli pridelené prístupové práva. Aktívni užívatelia môžu začať s hlásením plánovanej plavby priamo z plánovača trás cez EuRIS, ktorý je presmerovaný pomocou odkazu na CEERIS.



Obr. 1. Systém architektúry platformy CEERIS a EuRIS [5]

CEERIS ponúka rozšírený a flexibilný súbor údajov pre tri skupiny užívateľov. Patria sem:

- národný administrátori alebo správcovia ERI, ktorí sú zodpovední za konfiguráciu národných požiadaviek na hlásenia v príslušných krajinách,
- ohlasujúce strany napr. vodcovia plavidiel, prevádzkovatelia plavidiel a pod.,
- národné prijímacie úrady, napr. colný úrad, Dopravný úrad, RIS a pod.

2.1 Konfigurácia požiadaviek s národným správcom ERI a prijímajúcimi úradmi

Národný správca ERI (electronic reporting) je zodpovedný za správu a koordináciu informácií a národných požiadaviek na hlásenia v príslušných krajinách, na základe požiadaviek príslušnej medzinárodnej a národnej legislatívy. Zodpovedá za zber a spracovanie jednotlivých požiadaviek, za ich aktualizáciu a poskytovanie prístupu k informáciám. Na základe medzinárodnej spolupráce zodpovedá za výmenu informácií s rôznymi medzinárodnými orgánmi, aby bol zabezpečený súlad s medzinárodnou legislatívou. Konfigurácia požiadaviek na podávanie hlásení a správ zahŕňa niekoľko krokov, kde sú jasne definované pravidlá ich podávania. Ak vystupujeme ako prijímajúci úrad, je potrebné, obrátiť sa priamo na národného správcu ERI v danej oblasti, aby v systéme CEERIS nakonfiguroval úrad ako oficiálneho prijímateľa a priradil ho k príslušným požiadavkám na hlásenie. V tomto prípade je potrebné správcovi ERI poskytnúť identifikačné číslo organizácie, ktoré je viditeľné v URL (Uniform Resource Locator) v časti „môj účet“.



Obr. 2. Zobrazenie organizácie v URL [4]

Národní správcovia ERI sú oprávnení nakonfigurovať povolenia pre svoje národné úrady na základe národných právnych predpisov a súhlasu prijímajúceho úradu. Úrady, ktoré vystupujú ako prijímajúci orgán, musia byť v súlade s národnými právnymi predpismi a musia disponovať niekoľkými povoleniami, na základe ktorých vedú jasne prijať, odoslať, aktualizovať a vydať potrebné hlásenia. Takéto úrady sú povinné preskúmať každé prijaté hlásenie a očakáva sa od nich, že na každé z nich poskytnú relevantnú odpoveď. Prijímajúce úrady majú taktiež možnosť vytvorenia automatickej odpovede, ktorá závisí od vybranej požiadavky na hlásenia. Elektronické hlásenie je tak možné automaticky schvaľovať, na základe ich charakteristík (napr. typ prepravy, preprava nebezpečného nákladu, cestujúcich a pod.) [4]. Oblasť pôsobnosti prijímajúcich úradov zahŕňa aj kontrolu pozície plavidla, ktorá predstavuje geografický rozsah požiadavky na podávanie správ a je určený nakonfigurovanou oblasťou polygónu. Táto oblasť predstavuje oblasť alebo vymedzené územie, ktoré je určené presnými parametrami konfigurácií, tzn., presným nastavením hodnôt pri zadanej požiadavke. Ak prijímajúci úrad disponuje zákonným mandátom a povolením na zobrazenie polohy plavidla a národný správca nakonfiguroval a nahral polygón pre oblasť pôsobnosti v systéme EuRIS, v takom prípade je možné zobraziť polohu plavidla. Pre zobrazenie polohy plavidla na mape systém CEERIS presmeruje užívateľa na portál EuRIS.

Prijímajúce úrady sú schopné prijímať elektronické hlásenia prostredníctvom systému CEERIS, podľa právnych požiadaviek, rôznymi spôsobmi:

- grafické používateľské rozhranie CEERIS,
- príloha PDF alebo XML prijatá e-mailom,
- XML prostredníctvom API,
- oznámenie cez webhook (zasielanie automatickej notifikácie alebo udalosti na iné webové aplikácie v reálnom čase).

Prijímajúce úrady môžu tieto informácie následne ďalej zasielať vodcom plavidiel alebo ich zdieľať s ostatnými prijímajúcimi úradmi.

The screenshot shows the 'Nový prepravný plán' (New transport plan) interface. It includes a map of a river section with a highlighted route and several markers. Below the map, there is a section titled 'Vybrať požiadavky na hlásenia' (Select reporting requirements) with a table of requirements.

Č.	Názov požiadavky na hlásenie	Prijímajúce úrady	Povinnosť	Akcia
<input checked="" type="checkbox"/> 1	SK Komárno Departure - DAVID Arrival & Departure Report	Viacero hodnôt ⓘ	Povinné	Zobraziť
<input checked="" type="checkbox"/> 2	SK Bratislava Arrival - DAVID Arrival & Departure Report	Viacero hodnôt ⓘ	Povinné	Zobraziť
<input checked="" type="checkbox"/> 3	SK Voyage Notification Lock of Gabčíkovo	Dopravný úrad / Transport Authority	Povinné	Zobraziť
<input type="checkbox"/> 4	SK -Additional data required for statistics	HR authority 1	Špeciálny prípad	Zobraziť

Obr. 3. Zobrazenie plavidla na mape v oblasti pôsobnosti a požiadavky na hlásenia pre prijímajúce úrady [6]

2.2 Zdieľanie informácií s prepravnými partnermi

Pre zvýšenie efektivity riadenia prepravy a posilnenia konkurencieschopnosti vo vnútrozemskej vodnej doprave, poskytuje systém CEERIS majiteľom plavidiel, okrem pridelovania práv na nahlasovanie plavidla aj možnosť poskytnutia informácií tretím stranám, ako sú napr. logistický používatelia, charterové spoločnosti, logistický operátori alebo agenti. Informácie môžu byť poskytované na konkrétnu plavbu, na určité časové obdobie alebo dokonca neobmedzene. Zdieľanie takýchto informácií umožňuje logistickým užívateľom sledovať aktuálnu polohu a informácie daného plavidla a nákladu, spolu s aktuálnymi ETA, priamo na portáli EuRIS v závislosti od pridelenej triedy ochrany osobných údajov. Majitelia plavidiel majú možnosť prideliť prístup k svojim plavidlám pomocou niekoľkých tried ochrany osobných údajov, aby nedošlo úniku alebo zneužitiu zdieľaných informácií. Triedy ochrany osobných údajov môžeme rozdeliť na:

- Trieda 1: plne anonymná,
- Trieda 2: základné údaje, ktoré boli dopredu predvolené a netýkajú sa priamo osobných údajov,
- Trieda 3: štandardné informácie z AIS (automatický informačný systém),
- Trieda 4: informácie o budúcej plavbe, ako cieľ plavby a zodpovedajúca ETA,
- Trieda 5: podrobné informácie o budúcej plavbe. K dispozícii sú všetky body na trase a ETA. Plavba je zakreslená do mapy,
- Trieda 6: podrobné informácie o minulej ako aj budúcej plavbe. Všetky informácie o minulej ale aj budúcej plavbe s časmi sú dostupné.

General
Transport
Hulls
Load #1
Administration

VOYAGE

Length	220 m
Width	23 m
Draught	1.90 m
Max. tonnage	1000 tonnes
Clearance	
Number of cones	
Number of persons	0
Number of passengers	2

HULLS

Name	Number	Number Type	Equipment	Length	Width	Draught
Halbe Mele	30000375	3		110 m	11.40 m	2.50 m
Barge 2	123XXXX	3				
Barge1	1234567	3				

LOADS

Name	Name	Weight	Packaging Group
Barge1	Maize (Corn)	0.3 tonnes	-


DEPARTURE

Location name	Zimnicea
Terminal	InterAgro SA - Bio Fuel Terminal
Departure time (ETD)	12/04/2022 12:00

ARRIVAL

Location name	
Terminal	Budapest XXII, lower
Arrival time (ETA)	12/04/2022 13:00

LOCATION



Obr. 4. Informácie o plavbe a trase, zdieľané pre tretie strany, na základe prístupových práv v EuRIS [5]

3 Záver

Vnútrozemská vodná doprava, na medzinárodnej vodnej ceste Dunaj v minulosti opakovane čelila veľkým administratívnym prekážkam, ktoré sa týkali najmä nahlasovania prepravy nákladu a cestujúcich, pri prechode hraníc v jednotlivých krajinách. Dôsledkom týchto administratívnych nedorozumení bol vznik zásadných prekážok, ktoré ovplyvňovali efektívnosť, rýchlosť, riadenie a konkurencieschopnosť pri preprave. Zdlhavé administratívne procesy, ktoré predstavovali nahlasovanie prepravy v každej krajine samostatne a na rôznych papierových formulároch, predstavovali pre plavidlá, agentov, ale aj logistické spoločnosti, zbytočné zdržovanie prepravy a často aj vznik rôznych nedorozumení medzi plavidlom a prijímajúcim úradom. Na základe týchto skutočností bola vyvinutá, v rámci systému RIS, podpora a výhody pre riadenie dopravy, logistických užívateľov, ale aj prijímajúce úrady. Bol implementovaný systém elektronického výkazníctva CEERIS, ktorého architektúra systému predstavuje nové a efektívne výhody pre zúčastnených užívateľov. Hlavným cieľom systému CEERIS je znižovanie administratívnych prekážok a poskytovanie

komplexných a dôkladných informácií pre vnútrozemské plavidlá. CEERIS poskytuje platformu vzájomného prepojenia všetkých zainteresovaných užívateľov a zvyšuje dynamiku a efektivitu samotnej prepravy na vnútrozemských vodných cestách. Systém poskytuje informácie a spracovanie elektronických hlásení automaticky a spôsobom, ktorý je plne prispôsobený potrebám všetkých užívateľov. V budúcnosti je dôležité, aby bolo v tejto platforme zainteresovaných čo najviac prijímajúcich úradov, ako aj užívateľov a vzájomne podporovali funkčnosť, rozvoj a využitie tohto systému.

4 Literatúra

- [1] Schilk, G., Seemann, L. Use of ITS Technologies for Multimodal Transport Operations – River Information Services (RIS) Transport Logistics Services, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 48, 2012. Pages 622-631. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1040>.
- [2] ZBORNÍK, XXXI. PLAVEBNÉ DNI, Bratislava: Spektrum STU Bratislava, 2023, ISBN 978-80-227-5328-9
- [3] Projekt RIS COMEX. <https://www.inlandnavigation.eu/projects/riscomex/>
- [4] Zednicek, M., Kaufmann, M., Trogl, J. INTRODUCTION OF RIVER INFORMATION SERVICES ON THE AUSTRIAN DANUBE (DoRIS), *IFAC Proceedings Volumes*, Volume 39, Issue 12, 2006, Pages 171-175. DOI: <https://doi.org/10.3182/20060829-3-NL-2908.00030>.
- [5] PRÍRUČKA PRE PRIJÍMAJÚCE ÚRADY, 19.07.2022, Vaša platforma na prijímanie elektronických hlásení
- [6] PRÍRUČKA PRE UŽÍVATEĽOV, Vaša platforma na nahlasovanie „LEN RAZ“
- [7] PRÍRUČKA PRE PRIJÍMAJÚCE ÚRADY, 19.07.2022, Vaša platforma na prijímanie elektronických hlásení
- [8] CEERIS (Central and Eastern European Reporting Information System) – SMART Electronic Reporting Platform for IWT https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-6138-0_72

OPTIMALIZÁCIA VYBRANÝCH PREVÁDZKOVÝCH NÁKLADOV V CESTNEJ NÁKLADNEJ DOPRAVE VYUŽITÍM TELEMATICKÝCH TECHNOLOGIÍ

Autori:

Karolína UJLACKÁ¹

Tituly a pôsobisko autorov:

¹ Ing. Karolína Ujlacká, Katedra cestnej a mestskej dopravy, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, E-mail: ujlacka@stud.uniza.sk

Abstrakt: V podmienkach silnej konkurencie v sektore cestnej dopravy je nevyhnutné sústrediť sa na znižovanie prevádzkových nákladov, čo umožňuje firmám dlhodobo rásť a úspešne fungovať na trhu. Efektívne riadenie nákladov predstavuje kľúčový prvok, ktorý pomáha dopravným spoločnostiam zvyšovať svoju ziskovosť, zachovávať konkurencieschopnosť a zároveň skvalitňovať poskytované služby. Jedným z významných riešení, ktoré prispievajú k dosahovaniu týchto cieľov, sú telematické systémy. Tieto systémy poskytujú pokročilé nástroje na sledovanie, analýzu a optimalizáciu hlavných prevádzkových parametrov, vrátane štýlu jazdy vodičov. Dopravné spoločnosti môžu vďaka telematickým systémom získať podrobný prehľad o prevádzkových údajoch vozidiel a správaní vodičov v reálnom čase. Analýza jazdných návykov a efektívne riadenie prevádzky vedie nielen k finančným úsporám, ale aj k zlepšeniu bezpečnosti, ekologickej udržateľnosti a celkovej kvality služieb. Implementácia telematiky na optimalizáciu nákladov sa preto stáva nevyhnutnou súčasťou úspešného a konkurencieschopného podnikania v dynamickom prostredí dopravy.

Kľúčové slová: optimalizácia, telematické systémy, efektivita, cestná doprava

JEL: R49

OPTIMIZATION OF SELECTED OPERATING COSTS IN ROAD TRUCK TRANSPORT USING TELEMATICS TECHNOLOGIES

Abstract: In a highly competitive road transport sector, it is essential to focus on reducing operating costs, which enables companies to grow and operate successfully in the market in the long term. Effective cost management is a key element that helps transport companies to increase their profitability, maintain competitiveness and at the same time improve the quality of the services provided. Telematics systems are one of the important solutions that contribute to achieving these objectives. These systems provide advanced tools to monitor, analyze and optimize key operational parameters, including drivers' driving styles. With telematics systems, transport companies can gain a detailed overview of vehicle operating data and driver behavior in real time. The analysis of driving habits and efficient traffic management leads not only to financial savings, but also to improved safety, environmental sustainability and overall quality of service. Implementing telematics to optimize costs is therefore becoming an essential part of a successful and competitive business in a dynamic transport environment.

Keywords: optimization, telematics systems, efficiency, road transport

1 Úvod

Nákladná doprava predstavuje kľúčový prvok dodávateľských reťazcov a logistických systémov, pričom cestná nákladná doprava patrí medzi najbežnejšie formy prepravy tovaru. Vysoká konkurencia v sektore dopravy núti dopravné spoločnosti optimalizovať prevádzkové náklady a súčasne poskytovať vysokú kvalitu služieb. Efektívne riadenie vozidlového parku a znižovanie nákladov ako sú pohonné hmoty, servis či údržba sú preto pre dopravcov prioritou. Jedným z hlavných nástrojov, ktoré umožňujú optimalizáciu prevádzkových nákladov sú telematické systémy. Telematika je pomerne nová technológia navrhnutá na integráciu a správu dátových informácií [1]. Telematické systémy predstavujú kľúčový nástroj v modernom riadení dopravy a logistiky, pričom ich význam neustále rastie s digitalizáciou dodávateľských reťazcov. Informačné technológie vrátane telematiky sú nevyhnutným prvkom pre efektívne riadenie pričom významne prispievajú k zlepšeniu ich účinnosti a efektívnosti [1,2]. Integrácia takýchto technológií medzi rôznymi subjektami v reťazci umožňuje lepšiu komunikáciu, zdieľanie informácií a koordináciu materiálových a informačných tokov. Moderné telematické systémy poskytujú inovatívne riešenia, ktoré umožňujú sledovanie pohybu vozidiel, monitorovanie technického stavu a analýzu jazdných návykov vodičov. Výhodou je, že všetky informácie sú sústredené na jednom mieste [3]. Tieto technológie, využívajúce GPS, mobilné dáta a senzory, podporujú znižovanie nákladov a zvyšovanie efektivity prevádzky. Vďaka tomu sa telematické systémy stali nevyhnutnou súčasťou optimalizácie nákladov a konkurencieschopnosti v oblasti cestnej dopravy [4,5].

1.1 Význam využitia telematických systémov

Telematika predstavuje spojenie dvoch technologických odvetví - telekomunikácií, ktoré sa zaoberá diaľkovým prenosom informácií a informatiky, ktorá študuje výpočtové systémy [6]. Telematika vozidlového parku zhromažďuje množstvo údajov pomocou technológie GPS, senzorov a údajov o vozidle, aby prevádzkovateľom vozidlového parku poskytla dôležité informácie ako sú poloha, rýchlosť vozidla, čas voľnobehu, prudké zrýchlenie alebo brzdenie, spotreba paliva, problémy s vozidlom a ďalšie informácie sú súčasťou telematických údajov. Tieto údaje možno ďalej využiť na identifikáciu oblastí pre optimalizáciu nákladov dopravcu [7,8].

Optimalizácia nákladov podnikov je jedným z kľúčových prvkov podnikania. V súvislosti s prevádzkou dopravných prostriedkov existuje množstvo nákladov, ktoré musia prevádzkovatelia pokrývať. Zmeny v ekonomických podmienkach a tlak konkurencie nútia dopravné spoločnosti výrazne optimalizovať svoje prevádzkové náklady. Je nevyhnutné identifikovať hlavné nákladové položky a hľadať efektívne spôsoby a opatrenia pre ich minimalizáciu [9].

Spotreba pohonných hmôt predstavuje najvýznamnejšiu položku súvisiacu s prevádzkou vozidlového parku dopravnej spoločnosti. Tento aspekt má veľký dopad na variabilné náklady, preto je minimalizácia spotreby paliva pre nákladné vozidlá nevyhnutná a dôležitá pre zabezpečenie efektívneho fungovania podniku. Dopravné spoločnosti môžu dosiahnuť efektívnejšie riadenie vozidlového parku pravidelným a podrobným sledovaním dôležitých údajov o vozidlách a jazdných návykoch vodičov pomocou telematických systémov. Tieto systémy umožňujú generovať rôzne štatistické prehľady, monitorovať vozidlový park priamo z aplikácie, či optimalizovať trasy a zabezpečiť tým zníženie nákladov na pohonné hmoty, opotrebenie vozidla či zníženie počtu najazdených kilometrov a tiež ušetriť množstvo práce administratívnym pracovníkom. Využívanie týchto systémov zabezpečí informácie o každom pohybe vozidla a upozorní na neoprávnené manipulácie s vozidlom či pohonnými látkami. Taktiež pomôže odhaliť dôvody vysokej spotreby pohonných hmôt vozidiel, alebo vysokých nákladov na servis spôsobených nesprávnym jazdným štýlom vodiča [10].

1.2 Druhy údajov zhromažďovaných a generovaných telematickými systémami

Telematické údaje vytvárajú spojenie medzi vozidlami vozidlového parku a riadiacimi pracovníkmi. Telematické údaje prichádzajú v rôznych podobách a pochádzajú z rozličných zdrojov vysokou rýchlosťou ako neustály tok dát, ktoré sa analyzujú a spracovávajú v reálnom čase [6].

Telematické systémy je možné rozdeliť do troch hlavných kategórií v závislosti od získavaných údajov:

Monitorovacie telematické systémy: Zhromažďovanie informácií o pohybe a polohe vozidla zahŕňa zvýšenú efektívnosť prevádzky vozidlového parku, zlepšenú bezpečnosť, lepšiu kontrolu nad vozidlami a zvýšenie celkovej produktivity podniku.

Medzi hlavné prvky monitorovacích telematických systémov patria:

- GPS lokalizácia pre presné určenie polohy vozidla,
- sledovanie rýchlosti vozidla v reálnom čase,
- zber a archivácia údajov o presunoch vozidla,
- geofencing pre umožnenie vytvárania geografických oblastí pre sledovanie dodržiavania stanovených trás prepravy,
- sledovanie vozidla v reálnom čase na digitálnych mapách [11].

Technické a diagnostické telematické systémy: Sústreďujú sa na sledovanie technického stavu vozidla a tiež diagnostiku motora a jeho komponentov. Získané informácie pomáhajú optimalizovať údržbu vozidiel, predchádzať poruchám a zvyšovať celkovú spoľahlivosť vozidlového parku. Poskytujú dôležité nástroje na efektívne riadenie údržby vozidiel, čo vedie k zníženiu nákladov a zvýšeniu spoľahlivosti vozidlového parku.

Ku kľúčovým aspektom diagnostických telematických systémov patria:

- monitoring rôznych parametrov motora, vrátane teploty, tlaku oleja, otáčok motora a ďalších diagnostických údajov,
- monitorovanie spotreby pohonných hmôt pre zlepšenie ekonomickej jazdy a minimalizáciu nákladov na pohonné hmoty,
- monitoring pneumatík,
- automatické výstrahy a upozornenia v prípade zistenia potencionálnych problémov [11].

Bezpečnostné telematické systémy: Sú navrhnuté na sledovanie a analýzu správania vodičov a celkovej bezpečnosti jazdy.

Zahŕňajú prvky zvyšujúce bezpečnosť, medzi ktoré patria:

- monitoring jazdného správania vodiča,
- dodržiavanie predpisov a rýchlostných limitov,
- automatické výstrahy a upozornenia v prípade detekcie potencionálnych nebezpečných situácií,
- údaje o dopravných nehodách,
- integrácia s bezpečnostnými prvkami vozidla.

Celkovým cieľom týchto kategórií telematických údajov je poskytnúť komplexný pohľad na prevádzku vozidla a jeho efektívnosť, čo umožňuje riadiacim pracovníkom dopravnej spoločnosti rozhodovať na základe aktuálnych a presných informácií [11].

2 Metódy merania a získané údaje

V rámci štúdie bola použitá korelačná analýza na identifikáciu štatistickej závislosti medzi dvoma premennými a určenie sily lineárneho vzťahu medzi nimi.

Údaje použité v tejto štúdii pochádzajú z dvoch hlavných zdrojov. Prvým zdrojom sú interné údaje konkrétnej dopravnej spoločnosti, ktoré poskytujú informácie o variabilných nákladoch spojených priamo s vozidlami a ich prevádzkou, ako sú náklady na pohonné hmoty, pneumatiky, opravy a údržbu, mýto a ďalšie. Druhým zdrojom čerpania informácií je spoločnosť Webdispečing, ktorá poskytuje technológie a softvérové riešenia na správu dopravy. Táto spoločnosť ponúka nástroje na sledovanie a optimalizáciu prepravy, ktoré zhromažďujú a analyzujú dáta v reálnom čase. Tieto informácie môžu zahŕňať sledovanie polohy vozidiel, predpokladané časy príchodu, stavy objednávok a ďalšie metriky, ktoré sú dôležité pre efektívne riadenie dodávateľského reťazca.

2.1 Údaje získané z dopravnej spoločnosti

Tabuľka č. 1 zobrazuje ceny jednotlivých druhov variabilných nákladov. Spotreba pohonných hmôt predstavuje najvýznamnejšiu položku súvisiacu s prevádzkou vozidlového parku dopravnej spoločnosti. Preto je minimalizácia spotreby paliva pre nákladné vozidlá nevyhnutná a dôležitá pre zabezpečenie efektívneho fungovania podniku. Ďalšou výraznou položkou je mýto, ktoré je potrebné platiť za určité úseky ciest na Slovensku aj v zahraničí. Mýto je možné ovplyvniť efektívnym plánovaním trás či využívaním ekologických vozidiel. Mýto netvorí nákladovú položku, ktorá by bola ovplyvniteľná štýlom jazdy vodiča. Na úspornú jazdu môže mať vplyv aj výber správnych pneumatík. Je potrebné dbať na to, aby pneumatiky mali vždy správny tlak a neboli podhustené, čo spôsobuje vyššiu spotrebu paliva a rýchlejšie opotrebovanie. Dôležitú časť na nákladoch tvoria tiež náklady na spotrebný materiál, údržbu a opravy.

Tab. 1. Výška variabilných nákladov, zdroj: Spracované autorom na základe interných údajov spoločnosti (2024).

Variabilné náklady	náklady na 1 km (€)	náklady mesačné pri výkone 10 000 km (€)
Pohonné hmoty	0,38276	3 827,6
Mýto	0,14	1 400
Pneumatiky	0,0345	345
AD Blue	0,023	230
Oleje, mazivá	0,0184	184
Opravy a údržba	0,0115	115
Ostatný materiál	0,00115	11,5
Ostatné služby	0,00115	11,5
Spolu	0,61246	6 124,6

Všetky spomínané náklady sa odzrkadľujú následne na výslednej cene za prepravu a vedú k vyššej alebo nižšej konkurencieschopnosti a ovplyvňujú pozíciu dopravcu na trhu.

Interné údaje zobrazené v tabuľkách 2. a 3. použité v štúdiu poskytovali detailný pohľad na správu vozidlového parku a monitorovanie vodičov, pričom sa zameriavali na porovnanie údajov z rovnakého časového obdobia v dvoch rôznych rokoch – konkrétne z rokov 2019 a 2023. Dáta poskytujú komplexný prehľad informácií získaných z telematického systému. Toto porovnanie bolo nevyhnutné na vyhodnotenie vplyvu implementácie telematických systémov na efektívnosť dopravných operácií a celkový výkon vozidlového parku.

V roku 2019 spoločnosť nevyužívala žiadny systém na monitorovanie vodičov, čo znamenalo, že vedenie nemalo k dispozícii žiadne podrobné informácie o správaní vodičov, ich jazdných návykoch alebo efektívnosti jednotlivých trás. V dôsledku toho bolo veľmi náročné odhaliť príčiny zvýšenej spotreby paliva, vyššieho opotrebenia vozidiel, alebo identifikovať bezpečnostné riziká spojené s nevhodnou jazdou.

Naopak, v roku 2023 už spoločnosť využívala moderný telematický systém, ktorý bol schopný poskytovať komplexné informácie o všetkých aspektoch prevádzky vozidiel v reálnom čase. Tento systém zaznamenával podrobné dáta týkajúce sa trasy, ako napríklad presné GPS údaje, čas strávený na jednotlivých úsekoch a prestoje, ako aj techniku vedenia vozidla, vrátane parametrov, ako je frekvencia prudkého brzdenia, zrýchľovania, rýchlosť jazdy na rôznych typoch ciest a dodržiavanie dopravných predpisov. Tieto údaje poskytli komplexný obraz o efektívnosti jednotlivých vodičov, čo umožnilo presne analyzovať, aké zmeny nastali v správaní vodičov po zavedení systému.

Tab. 2. Hodnoty parametrov trasy a techniky vedenia vozidla pred zavedením telematického systému za určité obdobie v roku 2019, zdroj: Spracované autorom na základe interných údajov spoločnosti (2024).

Pred zavedením telematického systému											
		Jednotka	Vodič 1	Vodič 2	Vodič 3	Vodič 4	Vodič 5	Vodič 6	Vodič 7	Vodič 8	Vodič 9
Trasa	Prejdená vzdialenosť	km	9 139	9 321	5 964	6 119	6 631,3	7 884,7	8 376,2	6 771	7 207
	Spotreba	l/100 km	31,7	30,4	28,4	28,7	30,5	28,2	32,2	34,6	31,1
	Hmotnosť nákladu	t	30,9	31,4	33,8	34,5	28,5	35,8	37	40,3	30,3
	Priemerné stúpanie	%	0,51	0,49	0,51	0,48	0,53	0,46	0,48	0,47	0,41
	Počet rozjazdov	-	989	1 268	931	808	1 100	915	852	1 004	556
Technika vedenia vozidla	Priemerná rýchlosť	km/h	64,7	62	66,7	67,5	62,3	67,7	65,3	68,2	70
	Čas jazdy pri rýchlosti > 85 km/h	%	24	15,1	1,25	18,4	14,1	5	0	0	16
	Čas chodu motora bez spotreby + Ecoroll	% z celkového času jazdy	23,1	29,4	31,8	37,7	33,1	35,1	30,6	33,6	22
	Čas jazdy s tempomatom	% z celkového času aktívneho motora	28,2	32,7	68,1	49,4	34	53,5	50,3	53,3	22,8
	Prekročenie otáčok v ťahu	% z celkového času aktívneho motora	1,79	1,27	0,53	0,4	0,6	0,1	1,26	1,86	0,94

Tab. 3. Hodnoty parametrov trasy a techniky vedenia vozidla pred zavedením telematického systému za určité obdobie v roku 2023, zdroj: Spracované autorom na základe interných údajov spoločnosti (2024).

Po zavedení telematického systému											
		Jednotka	Vodič 1	Vodič 2	Vodič 3	Vodič 4	Vodič 5	Vodič 6	Vodič 7	Vodič 8	Vodič 9
Trasa	Prejdená vzdialenosť	km	9 078	9 624	5 905,4	6 006,6	6 337,3	7 802,1	8 424,2	7 040,9	7 253
	Spotreba	l/100 km	26,9	26,4	27,8	25,2	27,6	26,2	28,5	32	29,2
	Hmotnosť nákladu	t	33,8	33,3	34,7	35,3	29,1	35,8	37,3	40,3	30,4
	Priemerné stúpanie	%	0,42	0,42	0,5	0,49	0,51	0,51	0,53	0,46	0,41
	Počet rozjazdov	-	970	1 238	568	575	776,6	699	842	703,6	1 311
Technika vedenia vozidla	Priemerná rýchlosť	km/h	66,1	62,1	65,3	68,5	68,8	69,7	65	63,7	69,8
	Čas jazdy pri rýchlosti > 85 km/h	%	0,2	0,2	0	4,1	0	4,2	0	0,1	3,2
	Čas chodu motora bez spotreby + Ecoroll	% z celkového času jazdy	36,8	37,7	31,6	35,9	36,2	32	33,3	33,7	30,9
	Čas jazdy s tempomatom	% z celkového času aktívneho motora	64,15	74,4	69,37	58,5	70,8	67,5	86,4	63,7	63,9
	Prekročenie otáčok v ťahu	% z celkového času aktívneho motora	0,1	0,1	0,14	0,1	0	0,1	0,15	0,45	0,1

2.2 Korelačná analýza

V rámci štúdie bola aplikovaná korelačná analýza, ktorá slúži na identifikáciu štatistickej závislosti medzi dvoma premennými a na určenie sily lineárneho vzťahu medzi nimi. Táto metóda umožňuje sledovať, ako zmena jednej premennej ovplyvňuje úroveň druhej premennej. V tomto prípade sa analyzovala závislosť medzi rôznymi parametrami jazdy a priemernou spotrebou vozidla [12].

Koeficient korelácie sa vypočíta pomocou vzťahu (1):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

kde: r – hodnota koeficientu korelácie,

x – hodnota prvej premennej,

y – hodnota druhej premennej,

\bar{x} – priemerná hodnota prvej premennej,

\bar{y} – priemerná hodnota druhej premennej,

Koeficient korelácie dosahuje hodnoty z intervalu $\langle -1; +1 \rangle$. V prípade, že ide o nezávislosť medzi hodnotami x a y , koeficient korelácie dosahuje hodnotu 0. Kladné hodnoty koeficienta korelácie hovoria o priamej závislosti a záporné o nepriamej závislosti. Hodnoty koeficientu korelácie môžeme interpretovať nasledovne:

ak $0 \leq |r| < 0,1$; medzi znakmi X a Y je lineárna nezávislosť,

ak $0,1 \leq |r| < 0,4$; medzi znakmi X a Y je slabšia závislosť,

ak $0,4 \leq |r| < 0,7$; medzi znakmi X a Y je stredná závislosť,

ak $0,7 \leq |r| < 1$; medzi znakmi X a Y je silná závislosť [6].

3 Porovnanie výkonov a techniky vedenia vozidla pred a po implementácii telematického systému

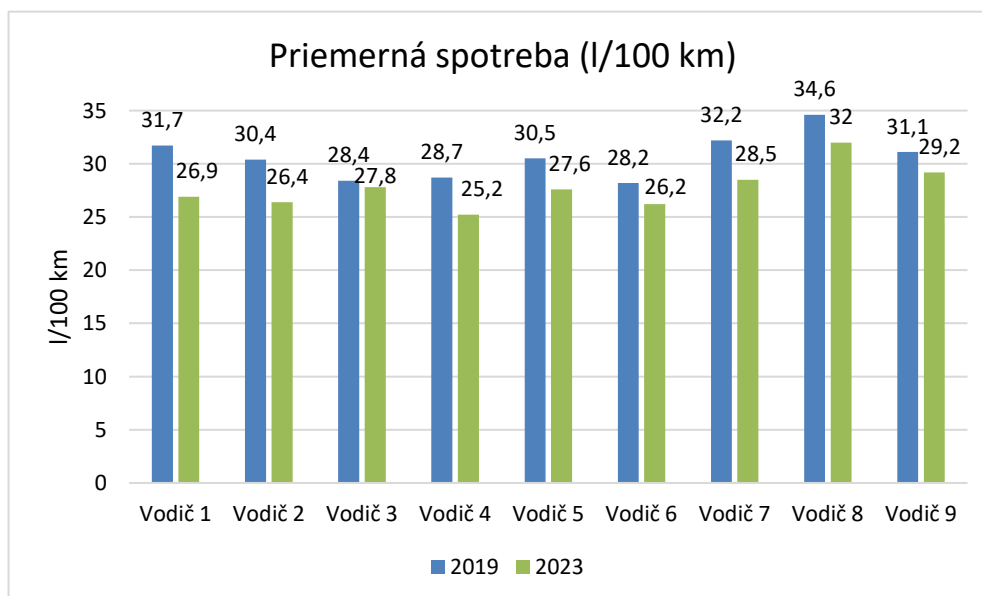
Po zavedení telematického systému došlo k výrazným zlepšeniam v technike jazdy vodičov. Dopravná spoločnosť môže efektívne a prehľadne monitorovať výkon vodičov, pričom takmer v 90 % sledovaných parametrov došlo k zlepšeniu v porovnaní s predchádzajúcim obdobím. Najväčší pokrok je možné vidieť pri parametri čas jazdy s tempomatom, kde vodiči využívali tempomat výrazne viac ako v roku 2019. Výrazné zlepšenia nastali aj v parametroch týkajúcich sa času jazdy pri rýchlosti nad 85 km/h a prekročení otáčok v ťahu.

Tabuľka č. 4 zobrazuje percentuálne zmeny vozidiel, pričom kladné hodnoty zobrazujú zlepšenie a záporné hodnoty poukazujú na zhoršenie parametrov súvisiacich s technikou jazdy vodičov.

Tab. 4 Rozdiely v technike jazdy vodiča 2019 – 2023, zdroj: Spracované autorom na základe interných údajov spoločnosti (2024).

	Jednotka	Vodič 1	Vodič 2	Vodič 3	Vodič 4	Vodič 5	Vodič 6	Vodič 7	Vodič 8	Vodič 9
Čas jazdy pri rýchlosti > 85 km/h	%	-23,8	-14,9	-1,25	-14,3	-14,1	-0,8	0	0,1	-12,8
Čas chodu motora bez spotreby + Ecoroll	% z celkového času jazdy	13,7	8,3	-0,2	-1,8	3,1	-3,1	2,7	0,1	8,9
Čas jazdy s tempomatom	% z celkového času aktívneho motora	35,95	41,7	1,27	9,1	36,8	14	36,1	10,4	41,1
Prekročenie otáčok v ťahu	% z celkového času aktívneho motora	-1,69	-1,17	-0,39	-0,3	-0,6	0	-1,11	-1,41	-0,84

Zlepšenie jazdných návykov vodičov, ako je plynulé zrýchľovanie a brzdenie, dodržiavanie optimálnych rýchlostí a správne využívanie prevodových stupňov, vedie k zníženiu spotreby paliva a nákladov na prevádzku vozidiel. Tieto zlepšenia zároveň prispievajú k nižším emisiám skleníkových plynov a dlhšej životnosti vozidla, čo zvyšuje efektívnosť a udržateľnosť prevádzky nákladných vozidiel [13].



Zdroj: Vlastné spracovanie na základe interných údajov dopravnej spoločnosti

Obr. 1. Rozdiely v spotrebe pohonných hmôt medzi rokmi 2019 - 2023

Korelačná analýza bola aplikovaná s cieľom identifikovať, ktoré parametre týkajúce sa trasy vozidla a techniky jazdy vodiča majú najvýznamnejší súvis so spotrebou paliva. Tento analytický prístup umožňuje

zistiť, aké konkrétne parametre ovplyvňujú efektivitu využitia paliva, a tým poskytuje cenné informácie pre optimalizáciu nákladov na prevádzku.

Zameranie sa na tieto kľúčové parametre môže prevádzkovateľom nákladných vozidiel pomôcť nielen znížiť náklady, ale aj zlepšiť celkovú efektivitu a udržateľnosť ich prevádzky. Týmto spôsobom môžu prispieť k ekologickejšiemu prístupu v oblasti dopravy a zároveň zvýšiť hospodárnosť svojich činností.

Pre rok 2019 najväčšiu priamu závislosť z parametrov týkajúcich sa trasy prepravy mal parameter hmotnosť nákladu uvedený v tonách, koeficient korelácie dosahuje hodnotu 0,34, čo spadá do intervalu $0,1 \leq |r| < 0,4$ a poukazuje na slabšiu priamu závislosť. To znamená, že čím väčšia je hmotnosť vozidla a nákladu, tým viac energie je potrebnej na jeho pohyb, čo vedie k vyššej spotrebe paliva.

Z parametrov zameraných na techniku vedenia vozidla mal najväčšiu priamu závislosť parameter prekročenie otáčok v ťahu uvedený v percentách z celkového času aktívneho motora, koeficient korelácie dosahuje hodnotu 0,88 vypočítaný podľa vzorca (1) čo spadá do intervalu $0,7 \leq |r| < 1$ a poukazuje na silnú priamu závislosť. To znamená, že keď vodič často dosahuje vyššie otáčky motora, napríklad prebytočným zrýchľovaním, alebo neúmerným používaním akceleračného pedála, spotreba paliva sa dramaticky zvyšuje. Preto je dôležité, aby vodiči pri jazde dodržiavali optimálne otáčky motora, ktoré sú udávané výrobcom.

V roku 2023 výsledky korelačnej analýzy poukazujú na podobné výsledky a v oboch prípadoch vyšli s najväčšou závislosťou rovnaké parametre a teda parameter hmotnosť nákladu uvedený v tonách, koeficient korelácie má hodnotu 0,36 čo spadá do intervalu $0,1 \leq |r| < 0,4$ a poukazuje na slabšiu priamu závislosť a parameter prekročenie otáčok v ťahu, koeficient korelácie má hodnotu 0,77 čo spadá do intervalu $0,7 \leq |r| < 1$ a poukazuje na silnú priamu závislosť.

4 Zhodnotenie výsledkov

Porovnanie dát z rokov 2019 a 2023 odhalilo významné rozdiely nielen v efektívite trasovania a plánovania, ale aj v technike vedenia vozidiel. Zavedenie monitorovacieho systému v roku 2023 viedlo k zlepšeniu jazdných návykov vodičov, čo sa prejavilo v znížení spotreby paliva a nižšej miere opotrebenia vozidiel. Napríklad vodiči boli schopní lepšie prispôbiť štýl jazdy aktuálnym dopravným podmienkam, čím sa minimalizovalo prudké brzdenie a zrýchľovanie, ktoré sú bežnými faktormi prispievajúcimi k zvýšenej spotrebe a vyššiemu opotrebovaniu mechanických častí. Ďalej, údaje z roku 2023 poukázali na výrazné zlepšenie v optimalizácii trás, čím sa znížil čas strávený na ceste a zároveň sa eliminovali neproduktívne prestoje. Ušorený čas je možné využiť pre realizáciu ďalších činností.

Všetky tieto údaje získané pomocou telematických systémov predstavujú dôležitý nástroj na zlepšenie nákladovej efektívnosti v rámci prevádzky cestnej dopravy. Zníženie nákladov na jeden kilometer je jedným z hlavných cieľov každej dopravnej spoločnosti, pretože priamo ovplyvňuje jej ziskovosť. Vďaka telematickým systémom sa môžu optimalizovať jazdné návyky vodičov, čo má za následok nižšiu spotrebu paliva, menej časté opotrebenie vozidiel a nižšiu mieru údržby. Keď tieto individuálne úspory zrealizujeme na úrovni celého vozidlového parku, začnú sa prejavovať výrazné zníženia nákladov aj pri celkových mesačných prevádzkových nákladoch.

Tab. 5. Porovnanie spotreby pohonných hmôt a jazdného výkonu podľa vodičov v rokoch 2019 – 2023
zdroj: Spracované autorom.

		Spotreba (l/100km)	Prejdená vzdialenosť (km)	Spotreba (l/1 km)	PHM náklady na 1 km bez DPH (€)	Úspora na 1 km (€)	Celkové náklady na PHM bez DPH (€)	Úspora (€/mesiac)
Vodič 1	2019	31,7	9 139,0	0,3170	0,4333	0,0656	3 960,34	619,25
	2023	26,9	9 078,0	0,2690	0,3677		3 341,08	
Vodič 2	2019	30,4	9 321,0	0,3040	0,4156	0,0547	3 868,47	390,69
	2023	26,4	9 624,0	0,2640	0,3609		3 477,78	
Vodič 3	2019	28,4	5 964,0	0,2840	0,3882	0,0082	2 315,42	73,13
	2023	27,8	5 905,4	0,2780	0,3800		2 242,29	
Vodič 4	2019	28,7	6 119,0	0,2870	0,3923	0,0478	2 400,73	333,27
	2023	25,2	6 006,6	0,2520	0,3445		2 067,45	
Vodič 5	2019	30,5	6 631,3	0,3050	0,4169	0,0396	2 772,41	395,88
	2023	27,6	6 337,3	0,2760	0,3773		2 376,53	
Vodič 6	2019	28,2	7 884,7	0,2820	0,3855	0,0273	3 040,48	246,06
	2023	26,2	7 802,1	0,2620	0,3582		2 794,42	
Vodič 7	2019	32,2	8 376,2	0,3220	0,4402	0,0506	3 686,94	404,63
	2023	28,5	8 424,2	0,2850	0,3896		3 282,30	
Vodič 8	2019	34,6	6 771,0	0,3460	0,4730	0,0355	3 202,61	126,72
	2023	32,0	7 040,9	0,3200	0,4374		3 075,89	
Vodič 9	2019	31,1	7 207,0	0,3110	0,4251	0,0260	3 063,99	170,33
	2023	29,2	7 253,0	0,2920	0,3992		2 893,67	
Úspora spolu						0,3554		2 759,97

Možnosti úspor nákladov sa neobmedzujú len na úsporu na kilometer a mesačné úspory, ale boli vyčíslené aj pre štandardné ročné jazdné výkony 80 000 – 120 000 kilometrov. Tento pohľad ponúka ešte podrobnejší prehľad o potenciálnych úsporách, najmä v prípade vozidiel s vyšším ročným jazdným výkonom.

Možnosti úspor sa líšia od poklesu spotreby dosiahnutej jednotlivými vodičmi medzi rokmi 2019 a 2023. Poukázané je aj strednú hodnotu vyjadrenú formou mediánu. Tento ukazovateľ nám umožňuje lepšie porozumieť tomu, aké úspory možno považovať za realistické a dosiahnuteľné v praxi. Týmto spôsobom je možné identifikovať nie len najlepšie, ale aj priemerné výsledky, čo poskytuje komplexný prehľad o možnostiach optimalizácie nákladov v celom vozidlovom parku.

Tab. 6. Rozdiely v technike jazdy vodiča 2019 – 2023, zdroj: Spracované autorom.

	Úspora pri 80 000 km (€)	Úspora pri 90 000 km (€)	Úspora pri 100 000 km (€)	Úspora pri 110 000 km (€)	Úspora pri 120 000 km (€)
Vodič 1	5 249,28	5 905,44	6 561,60	7 217,76	7 873,92
Vodič 2	4 374,40	4 921,20	5 468,00	6 014,80	6 561,60
Vodič 3	656,16	738,18	820,2	902,22	984,24
Vodič 4	3 827,60	4 306,05	4 784,50	5 262,95	5 741,40
Vodič 5	3 171,44	3 567,87	3 964,30	4 360,73	4 757,16
Vodič 6	2 187,20	2 460,60	2 734,00	3 007,40	3 280,80
Vodič 7	4 046,32	4 552,11	5 057,90	5 563,69	6 069,48
Vodič 8	2 843,36	3 198,78	3 554,20	3 909,62	4 265,04
Vodič 9	2 077,84	2 337,57	2 597,30	2 857,03	3 116,76
Medián	3 171,44	3 567,87	3 964,30	4 360,73	4 757,16

Tieto údaje poskytujú manažmentu dopravnej spoločnosti kľúčové informácie na strategické rozhodovanie a investície na znižovanie prevádzkových nákladov a zlepšenie efektívnosti. Implementácia telematických systémov tiež zlepšila kontrolu nad bezpečnosťou, znížila počet incidentov a rizikových manévrov, čím sa zvýšila bezpečnosť na cestách. Výber správneho telematického systému podľa potrieb zákazníka je kľúčový pre úspešnú optimalizáciu nákladov.

5 Záver

Pre zachovanie konkurencieschopnosti by mali dopravné podniky skúmať a optimalizovať svoje náklady. Jednou z možností, na ktorú poukazuje štúdia je zavedenie telematických systémov. Tieto systémy umožňujú sledovať správanie vodičov a techniku jazdy v reálnom čase, čím pomáhajú identifikovať napríklad oblasti so zvýšenou spotrebou paliva. Štúdia potvrdzuje, že zameranie sa na tieto faktory prináša významné úspory a zvyšuje efektívnosť riadenia dopravy.

Porovnanie dát z rokov 2019 a 2023 odhalilo významné rozdiely nielen v efektívnosti trasovania a plánovania, ale aj v technike vedenia vozidiel. Zavedenie monitorovacieho systému v roku 2023 viedlo k zlepšeniu jazdných návykov vodičov, čo sa prejavilo v znížení spotreby paliva a nižšej miere opotrebenia vozidiel. Napríklad, vodiči boli schopní lepšie prispôbiť štýl jazdy aktuálnym dopravným podmienkam, čím sa minimalizovalo prudké brzdenie a zrýchľovanie, ktoré sú bežnými faktormi prispievajúcimi k zvýšenej spotrebe a vyššiemu opotrebovaniu mechanických častí. Ďalej, údaje z roku 2023 poukázali na výrazné zlepšenie v optimalizácii trás, čím sa znížil čas strávený na ceste a zároveň sa eliminovali neproduktívne prestoje. Usporený čas je možné využiť pre realizáciu ďalších činností.

Všetky tieto údaje získané pomocou telematických systémov predstavujú dôležitý nástroj na zlepšenie nákladovej efektívnosti v rámci prevádzky cestnej dopravy. Zníženie nákladov na jeden kilometer je jedným z hlavných cieľov každej dopravnej spoločnosti, pretože priamo ovplyvňuje jej ziskovosť. Vďaka telematickým systémom sa môžu optimalizovať jazdné návyky vodičov, čo má za následok nižšiu spotrebu paliva, menej časté opotrebenie vozidiel a nižšiu mieru údržby. Keď tieto individuálne úspory zrealizujeme

na úrovni celého vozidlového parku, začnú sa prejavovať výrazné zníženia nákladov aj pri celkových mesačných prevádzkových nákladoch.

Podľa cenovej ponuky od spoločnosti Webdispečink bolo zistené, že jednorazové náklady na jednu vozidlovú telematickú jednotku sú vo výške 680 €. A mesačný poplatok je vo výške 49,95 € pre jedno vozidlo.

Pri nákladoch, ktoré dokáže dopravca znížiť zavedením telematického systému, môže mať podnik veľmi rýchlu návratnosť.

Zavedenie telematických systémov predstavuje významný krok smerom k optimalizácii nákladov a zlepšeniu efektivity v cestnej doprave. Výsledky preukazujú, že tieto systémy dokážu znížiť prevádzkové náklady, zvýšiť produktivitu a podporiť konkurencieschopnosť dopravných podnikov.

Do budúcnosti sa výskum a technologický rozvoj v tejto oblasti môžu zamerať na integráciu umelej inteligencie a pokročilej analytiky na predikciu správania vodičov, výskytov porúch vozidiel a optimalizáciu trás v reálnom čase. Taktiež sa očakáva rozšírenie možností prepojenia telematických systémov s inteligentnými dopravnými infraštruktúrami, čo umožní ešte presnejšie plánovanie a vyššiu bezpečnosť na cestách.

Ďalšou perspektívou je využitie údajov z telematických systémov pre prechod na ekologickejšie palivá a technológie. V kombinácii s analýzou uhlíkovej stopy a nákladov na prevádzku môžu telematické systémy podporiť prechod na alternatívne zdroje energie, ako sú elektrické alebo vodíkové pohony, čím sa zníži environmentálny dopad cestnej dopravy.

Celkové smerovanie výskumu by malo reflektovať rastúci význam udržateľnosti a efektivity v rámci modernej dopravy, pričom telematické systémy zostávajú kľúčovým nástrojom pre dosiahnutie týchto cieľov.

6 Literatúra

[1] ELANDER, James; WEST, Robert; FRENCH, Davina. Behavioral correlates of individual differences in road-traffic crash risk: An examination of methods and findings. *Psychological bulletin*, 1993, 113.2: 279.

[2] MIKULSKI, Jerzy. Using telematics in transport. In: *Transport Systems Telematics: 10th Conference, TST 2010, Katowice–Ustroń, Poland, October 20-23, 2010. Selected Papers 10*. Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 175-182.

[3] PATLINS, Antons; KUNICINA, Nadezhda. Development of Telematic System Solution for Public Transport Sustainability. In: *Telematics in the Transport Environment: 12th International Conference on Transport Systems Telematics, TST 2012, Katowice-Ustroń, Poland, October 10–13, 2012. Selected Papers 12*. Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 229-239.

[4] GHAFARPASAND, Omid, et al. Vehicle telematics for safer, cleaner and more sustainable urban transport: A review. *Sustainability*, 2022, 14.24: 16386.

[5] GPSLIVE, 2024. *Telematika*. (online). Dostupné na: <https://gpslive.sk/telematika-pre-vozidla-urcene-na-podnikanie/>

[6] ALTEXSOFT, 2021. Telematics Systems and Streaming Data in Transportation. *AltexSoft* (online). Dostupné na: <https://www.altexsoft.com/blog/telematics-systems-transportation>

[7] SETHI, 2023. Vehicle telematics: Redefining the transportation industry. *Telematics Wire* (online). Dostupné na: <https://www.telematicswire.net/vehicle-telematics-redefining-the-transportation-industry/>

[8] PATTANAİK, Priyabrata; GOSWAMI, Laxmi. Workings & issues allied with telematics system. *Materials Today: Proceedings*, 2023, 81: 148-151.

- [9] ŁUKASIK, Zbigniew Stanisław, et al. Analysis of revenues and costs of a transport company operating in the European Union. 2017.
- [10] WEBDISPEČINK, 2024. *Čo je to Webdispečink - Webdispečink* (online). Dostupné na: <https://www.webdispecink.sk/sk/ako-usetrite/>
- [11] BASUMALLICK, Chiradeep, 2022. Telematics Meaning, Working, Types, Benefits Applications. *Spiceworks Inc (online)*. Dostupné na: <https://www.spiceworks.com/tech/iot/articles/what-is-telematics/>
- [12] KONEČNÝ, V.; POLIAK, M.; POLIAKOVÁ, A. Ekonomická analýza podniku cestnej dopravy. *Žilinská univerzita v Žiline, EDIS–vydavateľstvo ŽU: Žilina, Slovakia*, 2010.
- [13] OSINSKA, Magdalena; ZALEWSKI, Wojciech. Determinants of using telematics systems in road transport companies. 2020
- [14] UJLACKÁ, K. Optimalizácia vybraných prevádzkových nákladov dopravnej spoločnosti prostredníctvom použitia telematických systémov. Diplomová práca. *Žilinská univerzita v Žiline, Slovakia*. 2024.