

Vplyv pravidelných technických kontrol vozidiel na dopravné nehody v Slovenskej republike

Juraj Hudec^{1,2}, Branislav Šarkan²

¹Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky, Bratislava, Slovenská republika

²Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Žilinská univerzita v Žiline, Slovenská republika

Abstrakt – Článok hľadá súvislosti medzi periodickými technickými kontrolami vozidiel a dopravnými nehodami z dôvodu technických chýb vozidiel v SR. Na základe týchto väzieb sa snaží posúdiť opodstatnenosť pravidelných technických kontrol z hľadiska bezpečnosti cestnej premávky. Na tento účel boli skúmané štatistické údaje o dopravných nehodách, zapríčinených technickými chybami vozidiel, ako aj údaje o vykonaných technických kontrolách. Prvým zistením bolo, že s blížiacim sa koncom platnosti technickej kontroly sa u vozidiel zvyšuje pravdepodobnosť dopravných nehôd v dôsledku technických chýb. Druhým zistením bolo, že so zvyšujúcim sa počtom vozidiel hodnotených na staniciach technickej kontroly ako dočasne spôsobilé a nespôsobilé na premávku na pozemných komunikáciách klesá počet dopravných nehôd spôsobených technickými chybami vozidiel. Výsledky formulované v tomto príspevku ukazujú, že technické kontroly majú merateľný vplyv na dopravnú nehodovosť spôsobenú technickými chybami vozidla, čím pozitívne ovplyvňujú bezpečnosť cestnej premávky a majú teda preukázateľné opodstatnenie.

Kľúčové slová – stanica technickej kontroly, pravidelné technické kontroly, hodnotenie technického stavu vozidiel, technický stav vozidiel, technická chyba vozidiel, bezpečnosť cestnej premávky, dopravná nehoda

1. Úvod

Rozvoj automobilového priemyslu v dôsledku rastúceho dopytu po vozidlách na súkromné či pracovné účely prispieva aj k potrebe kontroly technického stavu týchto vozidiel, ktorá prispieva k bezpečnej prevádzke dopravných prostriedkov. Vozidlá v dobrom technickom stave sú potom predpokladom toho, že si vykonajú svoju prepravnú úlohu.

Jednou z funkcií štátu je ochrana života a majetku občanov. Každý civilizovaný štát má teda záujem na tom, aby vozidlá v premávke neohrozovali bezpečnosť cestnej premávky a životné prostredie. Preto boli stanovené minimálne technické požiadavky, ktoré musí spĺňať každé vozidlo v cestnej premávke a s tým súvisí aj zavedenie pravidelných kontrol technického stavu vozidiel a pravidelné meranie emisií.

Aj keď sa v niektorých štátoch sa stále vedú rôzne diskusie na túto tému (najmä v USA a v Austrálii), väčšina štátov sveta zaviedla do svojej jurisdikcie povinné technické kontroly vozidiel. V štátoch EÚ je toto povinnosťou a technické kontroly vozidiel evidovaných v členských štátoch EÚ sa vykonávajú v pravidelných intervaloch harmonizovaným spôsobom. [1]

Jednou z príčin dopravných nehôd je aj technický stav vozidiel. Podiel takýchto dopravných nehôd na celkových príčinách dopravných nehôd sa však podľa štatistík jednotlivých štátov výrazne líšia a udávajú sa od niekoľko desiatín percenta, po dvojciferné čísla. Napriek rôznym štatistikám existuje spoločný názor, že systém pravidelných technických kontrol vozidiel a technické chyby na vozidlách ovplyvňujú bezpečnosť cestnej premávky a počet dopravných nehôd. Proti tomuto však stoja názory, že systémy pravidelných technických kontrol vozidiel sú pre prevádzkovateľov vozidiel nákladné a poskytujú pre spoločnosť zanedbateľné výhody. Tieto názory sú často odôvodňované tým, že vývoj automobilovej technológie značne postupuje a využívajú sa zložitejšie systémy pasívnej a aktívnej bezpečnosti. Tak isto aj výroba sofistikovanejších automobilov sa stretáva s čoraz prísnejšími požiadavkami na typové schválenie.

Efektivita systémov pravidelných technických kontrol vozidiel v jednotlivých štátoch sa však na prvý pohľad javí ako ťažko merateľná a vstupné údaje závisia od zdrojov a metodiky ich zberu a môžu sa navzájom líšiť. Na túto tému sa už napísalo niekoľko rôznych štúdií za použitia rôznych metód skúmania, niekedy aj s protichodnými závermi. Je totiž veľmi obtiažne stanoviť priamu kauzálnu súvislosť medzi vykonávaním pravidelných technických kontrol vozidiel a znížením počtu dopravných nehôd.

Tento článok sa preto snaží originálnym spôsobom skúmať vplyv pravidelných technických kontrol na výskyt dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel, konkrétne v prostredí Slovenskej republiky a tým aj vplyv na bezpečnosť cestnej premávky. Na základe uvedeného posudzuje aj efektívnosť pravidelných technických kontrol vozidiel v tomto štáte.

2. Prehľad literatúry

Komisia vo svojej Bielej knihe z 28. marca 2011 s názvom „Plán jednotného európskeho dopravného priestoru – Vytvorenie konkurencieschopného dopravného systému efektívne využívajúceho zdroje“ stanovila cieľ „nulovej vízie“, v rámci ktorého by Európska únia mala do roku 2050 znížiť počet smrteľných nehôd v cestnej doprave takmer na nulu. S ohľadom na dosiahnutie tohto cieľa sa očakáva, že technológia vozidiel vo veľkej miere prispeje k zvýšeniu bezpečnosti v cestnej doprave.

Politika EÚ vo vzťahu k bezpečnosti cestnej dopravy a vozidiel poníma kontrolu technického stavu vozidiel ako súčasť širšieho systému, ktorého cieľom je zabezpečiť, aby sa vozidlá počas používania udržiavali v bezpečnom a environmentálne prijateľnom stave. Každý členský štát mal teda povinnosť zaviesť do svojho právneho poriadku pravidelné kontroly technického stavu vozidiel a cestné technické kontroly vozidiel používaných na obchodné činnosti v cestnej doprave, ako aj ustanoviť postup evidencie vozidiel s cieľom umožniť zrušenie povolenia na používanie vozidla v cestnej premávke, ak vozidlo predstavuje bezprostredné ohrozenie bezpečnosti cestnej dopravy. Pravidelná kontrola je považovaná za hlavný nástroj na zabezpečenie dobrého technického stavu. Cestné technické kontroly úžitkových vozidiel sú považované len za doplnenie pravidelných technických kontrol. [1, 2, 9]

V tejto súvislosti bolo v rámci EÚ prijatých niekoľko technických noriem a smerníc v súvislosti s bezpečnosťou vozidiel a ich environmentálnymi charakteristikami. Taktiež každý členský štát EÚ bol povinný okrem iného implementovať do svojho právneho systému Smernicu Európskeho parlamentu a Rady 2014/45/EÚ z 3. apríla 2014 o pravidelnej kontrole technického stavu motorových vozidiel a ich prípojných vozidiel a o zrušení smernice 2009/40/ES, a teda na základe nej je v každom členskom štáte zabezpečovaný systém technických kontrol podľa rovnakých pravidiel vrátane klasifikácie chýb a výsledného hodnotenia spôsobilosti vozidiel na cestnú premávku.

Mimo štátov EÚ, väčšina svetových štátov má tiež zavedený systém vykonávania technických kontrol vozidiel. Spôsob, rozsah, obsah a frekvenciu kontrol si už každý štát mimo EÚ určuje sám. Väčšina technických kontrol však býva pravidelných, teda prevádzkovatelia vozidiel sú zo zákona povinní podrobovať vozidlá technickým kontrolám v pravidelných intervaloch, ale sú aj technické kontroly, ktoré sa vykonávajú len pri zmene majiteľa vozidla. Naopak v niektorých štátoch sveta vykonávanie technických kontrol nie je stále povinné, alebo sa zrušilo z dôvodu ich údajnej nepotrebnosti alebo neefektívnosti.

Dôvodom na zavedenie povinnosti podrobovať vozidlá pravidelným technickým kontrolám je predpoklad o eliminovaní vozidiel z cestnej premávky s vážnymi a nebezpečnými chybami, ktoré by potenciálne mohli mať za následok vznik dopravnej nehody a tým ohrozovať zdravie, životy a majetok ľudí. Základnou otázkou však je, do akej miery ovplyvňuje a môže ovplyvniť zlý technický stav vozidiel nehodovosť a aké sú jeho následky. Či je vlastne nevyhnutné prijímať z úrovne štátov opatrenia aj na elimináciu následkov z dopravných nehôd, ktoré vznikajú v príčinnej súvislosti s technickými chybami vozidiel, a teda či snaha a pozornosť vynakladané na systémy pravidelných technických kontrol vozidiel majú merateľný vplyv na bezpečnosť cestnej premávky. Na túto tému sa vedú diskusie či už na úrovni vedcov, alebo vlád niektorých štátov.

Táto časť príspevku sa teda zaoberá dostupnou svetovou literatúrou, článkami a štúdiami, ktoré sa zaoberajú problematikou technických chýb vozidiel ako príčiny dopravných nehôd a vplyvu pravidelných technických kontrol na znižovanie dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel, ktoré zároveň hľadajú aj odpovede na otázky týkajúce sa opodstatnenosti systémov pravidelných technických kontrol.

2.1 Vplyv technických chýb vozidiel na príčiny dopravných nehôd v kontexte výsledkov rôznych štúdií a výskumov

Nasledovná časť sa zameriava na problematiku technických chýb vozidiel, ako príčinu dopravných nehôd. V rámci toho boli zhrnuté výsledky štúdií vychádzajúce zo relevantnej svetovej odbornej literatúry, ktorá sa zaoberala dopravnými nehodami zapríčinenými technickými chybami vozidiel, ako aj ďalšie súvislosti.

Postupom času bolo v rôznych štátoch vykonaných niekoľko štúdií, či výskumov so zameraním na vplyv technických chýb vozidiel na vznik dopravnej nehody. Pre účely tohto príspevku bolo preskúmaných 28 z nich. V prípade publikácií, v ktorých boli explicitne kvantifikované ich výsledky, boli z dôvodu zjednodušenia ich interpretácie súhrnne zaznamenané do nasledovných dvoch tabuliek prostredníctvom percentuálnych podielov vozidiel s technickými chybami, ktoré priamo zapríčinili dopravnú nehodu a podielov vozidiel, ktorých technické chyby len prispeli k vzniku dopravnej nehody.

Tabuľka 1. Percentuálny podiel vozidiel s technickými chybami, ktoré priamo zapríčinili dopravnú nehodu [3,4, 13, 15, 21, 23, 25, 35]

Štúdia	Podiel
James Fazzalero (2007), USA	1 %
Asander (1992) lit. review	23 % (priamo spôsobilo vzrast škôd a zranení) (Fínsko) 7-9 % (podstatný vplyv, súvisiaci vplyv, alebo vzrast súvislostí s dopravnými nehodami) (Dánsko)
RACQ (1990) lit. review	5 %
Rompe & Seul (1985) lit. review	3-24 % 1,3 % (Japonsko)
Grandel (1985) lit. review	2-10 %
McLean et al. (1979), Austrália	1,5 % motocyklov 2,9 % osobných vozidiel
Treat (1977), USA	4,5 % osobných vozidiel

Tabuľka 2. Percentuálny podiel vozidiel s technickými chybami, ktoré prispeli k príčine dopravnej nehody [3, 4, 11, 15, 16, 17, 25, 35]

Štúdia	Podiel
Haworth et al. (1997) (motorcycle crashes), Austrália	12 % celkovo 28 % nehôd jednotlivých vozidiel 7 % nehôd viacerých vozidiel
Haworth et al. (1997) (single vehicle crashes), Austrália	3 %
Asander (1993) lit. review	23 % (priamo spôsobilo vzrast škôd a zranení) (Fínsko) 7-9 % (podstatný vplyv, súvisiaci vplyv, alebo vzrast súvislostí s dopravnými nehodami) (Dánsko)
Case et al. (1991)	5,8 %
Rompe & Seul (1985) lit. review	4 – 19 % (prípadne až 33 %)
Grandel (1985), Nemecko	6,5 % dopravných nehôd osobných vozidiel 5 % dopravných nehôd dvojkoľesových vozidiel
CCRAM (1978) Melbourne (od Foresta a Youngmana)	5,8 % [0,6 – 1,8 % z týchto chýb môžu byť zistené technickou kontrolou]
Treat (1977), USA	12,6 % vozidiel

Z tabuľky 1 je zrejmé, že 1,3% až 24% vozidiel zúčastnených na dopravnej nehode malo technickú chybu, ktorá túto dopravnú nehodu zapríčinila. Na základe štúdií, v ktorých boli vykonané hĺbkové vyšetrovanie nehôd [21, 25], technické chyby boli príčinou pri 2,9% až 4,5% dopravných nehôd.

Ďalej z tabuľky 2 je zrejmé, že 3 až 19% vozidiel zúčastnených na dopravnej nehode malo technické chyby, ktoré nepriamo prispeli k príčinám dopravných nehôd. Azda najkomplexnejšie štúdie na túto tému uvádzajú, že technické chyby vozidla prispievajú k 6,5% až 12,6% dopravných nehôd. Pri motocykloch je to 5% až 12% dopravných nehôd. [15, 25]

Z výskumov teda vyplýva, že pomer dopravných nehôd, ktoré vznikli v priamej alebo nepriamej súvislosti s technickými chybami vozidiel voči všetkým dopravným nehodám je síce relatívne nízky, ale nie zanedbateľný. V absolútnom vyjadrení a hlavne vo vzťahu k možnej fatalite následkov môže byť dokonca vnímaný ako významný.

2.2 Vplyv zavedenia systémov pravidelných technických kontrol na zníženie počtu dopravných nehôd v kontexte výsledkov rôznych štúdií a výskumov

Jednou z metód posúdenia efektivity a teda aj opodstatnenosti zavedenia systémov pravidelných technických kontrol vozidiel, ako opatrenia na znižovanie počtu dopravných nehôd v dôsledku technických chýb vozidiel, je preskúmanie ich vplyvu na tieto nehody. Cieľ týchto systémov totiž spočíva v preventívnom odstraňovaní chýb z vozidlového parku pravidelnou technickou kontrolou všetkých vozidiel na povinnej báze a opravou všetkých zistených chýb skôr, ako bude vozidlu umožnená prevádzka na verejných pozemných komunikáciách. Predpokladá sa, že ak sa pravidelnými technickými kontrolami znižuje počet technických chýb vo vozidlovom parku daného štátu, potom toto bude mať za následok aj zníženie počtu nehôd z dôvodu technických chýb na vozidlách.

V tejto časti sú zhrnuté informácie o relevantnej odbornej literatúre a publikáciách o účinkoch systémov technických kontrol vozidiel na nehodovosť, ako aj ich ďalšie súvisiace následky. Zahraničné štúdie, či výskumy boli zamerané na:

- porovnanie štátov s povinnosťou pravidelnej technickej kontroly vozidiel so štátmi bez takejto povinnosti,
- porovnanie štátov pred zavedením povinnosti pravidelnej technickej kontroly vozidiel a po zavedení takejto povinnosti,
- porovnanie štátov po zrušení povinnosti pravidelnej technickej kontroly vozidiel,
- porovnanie miery nehôd vozidiel, ktoré boli podrobované pravidelným technickým kontrolám s vozidlami, ktoré týmto kontrolám podrobované neboli v rámci jurisdikcie toho istého štátu,
- analýza nehodovosti vozidiel podroboujúcich sa pravidelným technickým kontrolám, v čase medzi týmito kontrolami.

Pre účely tohto príspevku bolo preskúmaných 18 publikácií. Ich výsledky väčšinou potvrdzujú pozitívny efekt pravidelných technických kontrol, no v niektorých prípadoch vykazujú určité rozdiely. Jeden z dôvodov môže byť ten, že výsledky sú ovplyvnené metodologickými a štatistickými nedostatkami. Toto je konštatované aj recenzentmi [8, 22] ako aj autormi samotných článkov [7, 20, 24].

Ďalším dôvodom rozdielov vo výsledkoch môžu byť aj iné faktory, ktoré ich ovplyvňujú, ako napríklad rozdielna úroveň a druh opatrení bezpečnosti cestnej premávky, rôzna intenzita dopravy v daných štátoch, úroveň pozemných komunikácií, alebo prevádzkovanie vozidiel v rôznych klimatických podmienkach, zber údajov založených len na registroch vedených políciou, rozdielna metodika zberu týchto údajov a hodnotenia príčin dopravných nehôd, metodické nedostatky a vek týchto štúdií. Tieto skutočnosti neboli zohľadnené pri analýzach rôznych štúdií. Rozdiely vo vozidlovom

parku alebo vrakoch vozidiel, ktoré boli k dispozícii na štúdium, mohli mať taktiež vplyv na údaje, ktoré boli získané pre konkrétnu jurisdikciu [4]. Tak isto môže sťažiť porovnania štúdií aj rozdielna úroveň kvality systémov pravidelných technických kontrol skúmaných štátov.

Ďalší závažný problém pri určovaní vplyvu systémov technických kontrol vozidiel na zníženie počtu dopravných nehôd spočíva v tom, že súvisiace štúdie sa priamo nezaoberali touto otázkou. Len štúdie [6, 24] majú k tomuto najbližšie. Podľa citovaných štúdií za predpokladu, že stanice technickej kontroly zistia na vozidle chyby, ktoré sa následne musia odstrániť, týmto sa eliminuje vznik aspoň časti nehôd, ktoré sú spôsobené technickými chybami vozidiel. Tiež to naznačuje, že pravidelné technické kontroly vozidiel riešia iba časť tohto problému.

Nasledujúce tabuľky poskytujú súhrn zmien v nehodovosti v dôsledku pravidelných technických kontrol vozidiel a vplyv pravidelných technických kontrol vozidiel na chyby vozidla, vyplývajúce z výsledkov súvisiacich publikácií.

Tabuľka 3 Vplyv systému pravidelných technických kontrol na zníženie dopravných nehôd [3, 4, 5, 6, 10, 12, 14, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 35]

Štúdia	Percentuálne zníženie dopravných nehôd
Schulz & Franck (2021)	zníženie smrteľných dopravných nehôd a dopravných nehôd bez uvedenia hodnôt v Pandžábe (Pakistan)
European Commission (2019)	5 % (dopravných nehôd mopedov v Španielsku) 18 % (usmrtených v Španielsku)
Schulz & Scheler (2019)	40 % (dopravných nehôd v Kostarike)
Hoagland et al. (2018)	0 % po zrušení povinných technických kontrol v štáte New Jersey
Schulz & Scheler (2016)	10 % (dopravných nehôd v Turecku)
Keall & Newstead (2013), Nový Zéland	8 % (pri prechode z ročnej na polročnú frekvenciu technických kontrol)
Rune Elvik (2001), Nórsko	5 – 10 % (pri zvýšení frekvencie technických kontrol o 100%)
Fosser (1992), Nórsko	0 % (Nórsko má významné náhodné cestné technické kontroly)
Asander (1992), Švédsko	16 % (dopravných nehôd s vážnym zranením)
NHTSA (1989), USA	10 % (dopravných nehôd) 0 % (smrteľných dopravných nehôd)
White (1986), Nový Zéland	10 – 15 % (dopravných nehôd)
Rompe & Seul (1985) lit. review	50 % (dopravných nehôd)
Loeb & Gilad (1984), USA	zníženie smrteľných dopravných nehôd a dopravných nehôd bez uvedenia hodnôt
Berg et al. (1984), Švédsko	14 % (políciou dokumentovaných dopravných nehôd) 15 % (dopravných nehôd s vážnym zranením)
Crain (1981), USA	zníženie dopravných nehôd bez uvedenia hodnôt
Schroer & Peyton (1979), USA	9,1 % (dopravných nehôd, po technickej kontrole, porovnané s vozidlami bez technickej kontroly) 21 % (dopravných nehôd, po pravidelnej technickej kontrole, v porovnaní s vozidlami bez technickej kontroly) 5,3 % (dopravných nehôd pre vozidlá s technickou kontrolou v porovnaní s dopravnými nehodami vozidiel pred technickou kontrolou)
Little (1971), USA	5 % (smrteľných nehôd)

Tabuľka 4 Vplyv systému pravidelných technických kontrol na výskyt chýb na vozidlách [3, 22, 35]

Štúdia	Hodnoty
Asander (1992) lit. review	7-8 % vozidiel s vážnymi chybami bolo vymenených za nové vozidlá
NHTSA (1989), USA	0,25-2,5 % vyšší podiel technických chýb na havarovaných vozidlách v štátoch bez systému pravidelných technických kontrol v porovnaní so štátmi so systémom pravidelných technických kontrol. 2,5 % vyššia chybovosť pneumatík v štátoch bez systému pravidelných technických kontrol

Tabuľka 3 preukazuje, že vplyv systému technických kontrol na nehodovosť sa pohyboval od žiadneho účinku, až po zníženie nehodovosti o 16%, a pri pravidelných technických kontrolách až o 21%. Štúdia [4] s odvolaním sa na americké štúdie naznačuje, že systém pravidelných technických kontrol vozidiel by mohol znížiť počet nehôd spôsobených chybami vozidla asi o 50%.

Vplyv systému pravidelných technických kontrol vozidiel na výskyt chýb na vozidlách je uvedený v tabuľke 4. Tu je možné vidieť, že systém pravidelných technických kontrol vozidiel znižuje výskyt chýb vo vozidlovom parku až o 2,5%.

[22] Vo Švédsku sa zistilo, že 7 - 8% vozidiel s vážnymi chybami bolo nahradených novými vozidlami po zavedení systému pravidelných technických kontrol vozidiel. [3]

Z väčšiny výskumov a štatistík teda vyplýva, že systémy technických kontrol vozidiel prostredníctvom znižovania technických chýb vo vozidlovom parku majú vplyv na zníženie nehodovosti vozidiel, ktoré by mohli nastať z dôvodu technických chýb na vozidlách a preto majú opodstatnenie. Číselné vyjadrenie tohto vplyvu však výskumy uvádzajú rôzne a nie je vždy možné toto exaktne kvantifikovať. Ani jedna z publikácií však priamo neskúmala výskyt dopravných nehôd v období od vykonania technických kontrol do konca ich platnosti a súvislosť výsledkov pravidelných technických kontrol vozidiel daných dočasnou spôsobilosťou a nespôsobilosťou vozidiel na počet dopravných nehôd, čo bolo skúmané v tomto článku.

3. Materiál a metódy

V tomto článku bola vykonaná analýza údajov o dopravných nehodách z dôvodu technickej chyby vozidiel v Slovenskej republike, bol vykonaný výskum výskytu dopravných nehôd v období od vykonania technických kontrol do konca ich platnosti a bol skúmaný vplyv výsledkov pravidelných technických kontrol vozidiel daných dočasnou spôsobilosťou a nespôsobilosťou vozidiel na počet dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby.

Základné podklady a zdroje pre analýzu a výskum tvorili:

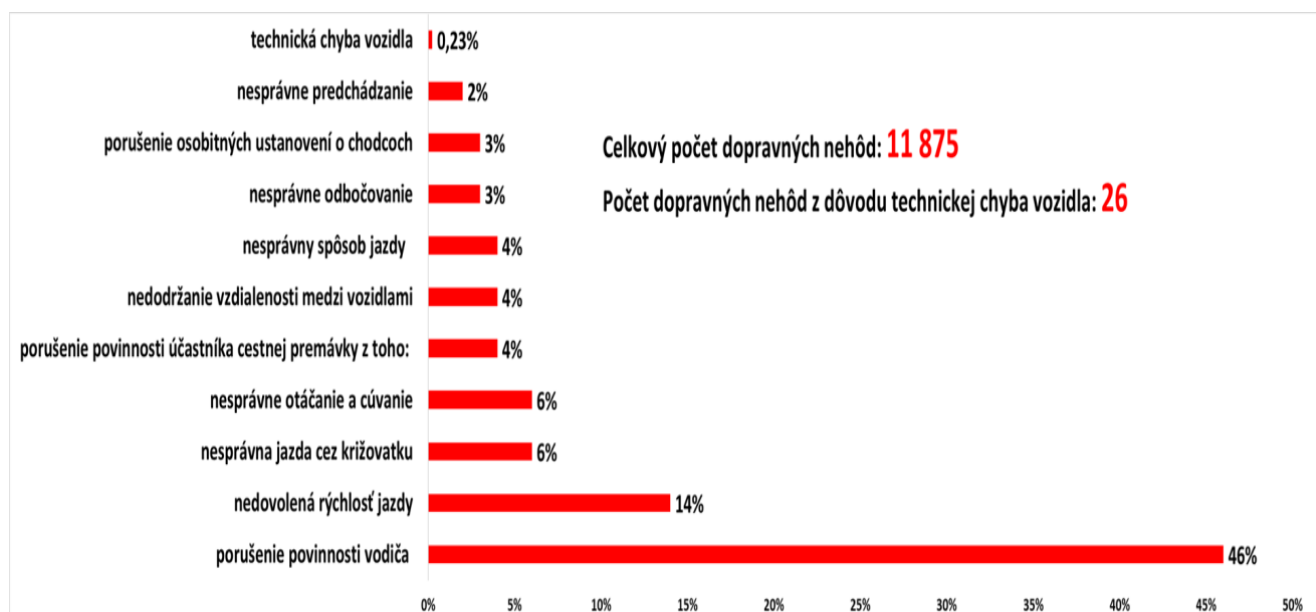
- štatistické údaje o všetkých dopravných nehodách za obdobie rokov 2012 - 2020, poskytnuté Policajným zborom Slovenskej republiky,
- podrobné údaje o dopravných nehodách za obdobie rokov 2016-2020, kde bola hlavná príčina technická chyba vozidiel, poskytnuté z informačného systému dopravných nehôd Policajného zboru Slovenskej republiky,
- údaje zo slovenského celoštátneho informačného systému pre technické kontroly, v ktorom sú uložené všetky údaje o technických kontrolách vozidiel za obdobie rokov 2016-2020,
- aktuálne štatistické údaje o výsledkoch hodnotenia vozidiel stanicami technickej kontroly a technikmi,
- aktuálne štatistické údaje o dopravných nehodách z dôvodu technickej chyby, poskytnuté zahraničnými orgánmi vybraných štátov, ktoré majú v pôsobnosti uvedenú problematiku.

Na grafické spracovanie údajov a na korelačnú a regresnú analýzu bol použitý program MS Excel a nástroj Data Analysis.

Spracovávané podklady neobsahovali údaje o škodových udalostiach, teda o dopravných nehodách z dôvodu technických chýb vozidiel, ktoré neboli nahlásené Policajnému zboru, ale len poisťovniam.

4. Technické chyby vozidiel ako hlavná príčina dopravných nehôd

Najčastejšie hlavné príčiny dopravných nehôd v Slovenskej republike bývajú porušenie povinnosti vodiča, nedovolená rýchlosť jazdy, nesprávna jazda cez križovatku a podobne. Ich presný pomer, ako aj pomer príčin dopravných nehôd pri ktorých boli usmrtené osoby v roku 2020 je uvedený v nasledovných grafoch.



Obrázok 1 Najčastejšie hlavné príčiny vzniku dopravných nehôd v SR v roku 2020



Obrázok 2 Najčastejšie hlavné príčiny vzniku dopravných nehôd v SR, pri ktorých bola usmrtená osoba v roku 2020

Z uvedených grafov je zrejmé, že technické chyby vozidiel, ako hlavná príčina dopravných nehôd (aj tých smrteľných) je v Slovenskej republike uvádzaná na posledných miestach. To isté platí aj o iných štátoch. Ich miera sa však v jednotlivých štátoch výrazne líši.

V nasledovnej tabuľke je zaznamenaný podiel nehôd spôsobených technickými chybami vozidla vo vybraných štátoch a obdobiach.

Tabuľka 5 Percentuálny podiel nehôd spôsobených technickými chybami vozidla vo vybraných štátoch a obdobiach

Štát (rok)	podiel nehôd spôsobených technickými chybami vozidla [%]
Slovenská republika (2020)	0,23
Česko (2020)	0,4
Rakúsko (2020)	1,1 (len so zraneniami)
Nemecko (2020)	1,2 (len so zraneniami)
Veľká Británia (2020)	3,84
USA (priemer všetkých štátov bez povinnosti pravidelnej TK) (2017)	0,83
USA (priemer všetkých štátov s povinnosťou pravidelnej TK) (2017)	0,61

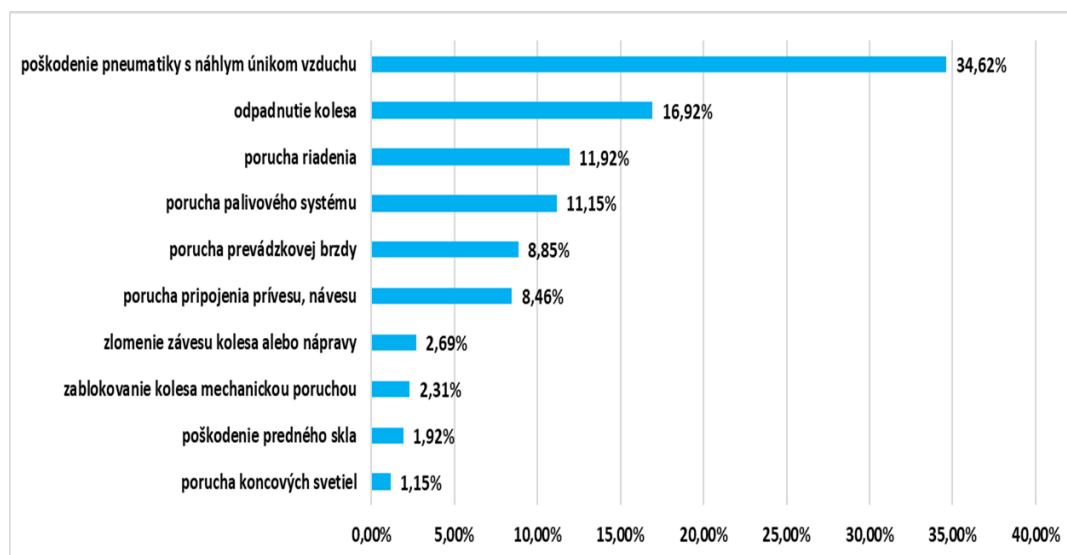
Z uvedenej tabuľky vyplýva, že miera dopravných nehôd spôsobených technickými chybami vozidla, uvádzaná jednotlivými štátmi je rôzna, ako aj rozdiely medzi jednotlivými štátmi. Napríklad v Rakúsku a Nemecku je vykazovaná miera tejto nehodovosti tri krát vyššia ako v Slovenskej republike a to sú v nej na rozdiel od Slovenskej republiky zarátané len také dopravné nehody, ktoré majú za následok zranenia. Rovnako aj vek vozidlového parku je odlišný. Dôvodom tohto javu je to, že každý štát pri určovaní príčiny dopravnej nehody používa inú metodiku hodnotenia technických chýb vozidiel a inak tieto príčiny aj posudzuje. Napríklad pri dopravnej nehode v Slovenskej republike v prípade podozrenia na technickú chybu vozidla je k prešetrovaniu príčiny dopravnej nehody privolaný súdny znalec z odboru cestnej dopravy. V prípade, že znalec určí ako hlavnú príčinu dopravnej nehody technickú chybu vozidla, ktorá sa však na vozidle prejavovala už dlhšie a vodič vozidla ju mohol a mal odstrániť, v konečnom dôsledku orgán policajného zboru toto vyhodnotí ako porušenie povinností vodiča, ktorý použil na jazdu vozidlo, ktoré nemožno prevádzkovať v cestnej premávke. To isté platí aj o pneumatikách. Ak sa v Slovenskej republike stane dopravná nehoda z dôvodu straty adhézie pneumatík vozidla na cestnom povrchu v príčinnej súvislosti s nedostatočným alebo nevhodným dezénom pneumatík, či iným opotrebením, alebo s vozidlom vybaveným kolesami s nesprávnym rozmerom pneumatík, takáto dopravná nehoda sa klasifikuje ako neprispôsobenie jazdy stavu a povahe vozovky a teda porušenie povinností vodiča. Naopak v Nemecku, Veľkej Británii, USA a i. sa za príčinu dopravných nehôd, ktoré sa stali v dôsledku opotrebovaných pneumatík s nedostatočným dezénom a pod. považuje technická chyba vozidla. V Slovenskej republike sa za príčinu dopravnej nehody spôsobenú technickou chybou vozidla považuje len také technické zlyhanie vozidla, ktoré nastalo náhle a bez možnosti ovplyvnenia vodičom, napríklad údržbou vozidla. V tomto prípade nie je vinníkom dopravnej nehody uznaný vodič takéhoto vozidla, ktorému za to nie je uložená sankcia. Do úvahy sa neberie ani prípadná neplatnosť technickej kontroly a s tým súvisiaca nespôsobilosť na prevádzku v cestnej premávke. Ďalej v Slovenskej republike sa do štatistických údajov o dopravných nehodách z dôvodu technickej chyby nezahŕňajú tzv. škodové udalosti, t.j. dopravné nehody, ktoré sa za určitých podmienok nemusia hlásiť Polícii, ale len poisťovniam (ak nebola usmrtená alebo zranená osoba, nebola poškodená cesta alebo všeobecne prospešné zariadenie, neunikli nebezpečné veci alebo na niektorom zo zúčastnených vozidiel vrátane prepravovaných vecí alebo na inom majetku vznikla hmotná škoda neprevyšujúca jedenapolnásobok väčšej škody podľa Trestného zákona Slovenskej republiky (v roku 2021 to bolo 3.990

eur)). Z dôvodu takéhoto postupu sa potom podiel technických chýb vozidiel na príčinách dopravných nehôd v Slovenskej republike nevyhnutne v štatistikách prejaví nízkym percentom. Predpokladá sa však, že takýchto dopravných nehôd vznikne ďaleko viac, len nie sú pre účely štatistik takto klasifikované.

Pre objektivnosť je v tejto súvislosti ešte potrebné spomenúť aj to, že väčšina údajov uvedených v tabuľke 5 pochádza zo štátov, kde je zavedený systém vykonávania pravidelných technických kontrol, čo môže mať tiež vplyv na deklarované nízke percentá nehodovosti. Čo sa týka USA, tak tabuľka 5 obsahuje dva údaje týkajúce sa štátov USA. Jedným z nich je podiel nehôd spôsobených technickými chybami vozidiel reprezentovaný priemernou percentuálnou hodnotou za všetky štáty USA, kde nie je zavedený systém pravidelných technických kontrol a druhým údajom je tento podiel za všetky štáty USA s povinnosťou technickej kontroly. Z uvedených údajov vyplýva, že v štátoch USA, v ktorých jurisdikcii je zavedená povinnosť technických kontrol, bola v roku 2017 zaznamenaná priemerná ročná miera dopravných nehôd spôsobených technickými chybami vozidiel o 36 % nižšia, ako v štátoch USA, kde táto povinnosť nie je. Rozdiel medzi týmito dvomi skupinami údajov je štatisticky významný.

5. Analýza údajov o dopravných nehodách z dôvodu technickej chyby vozidiel

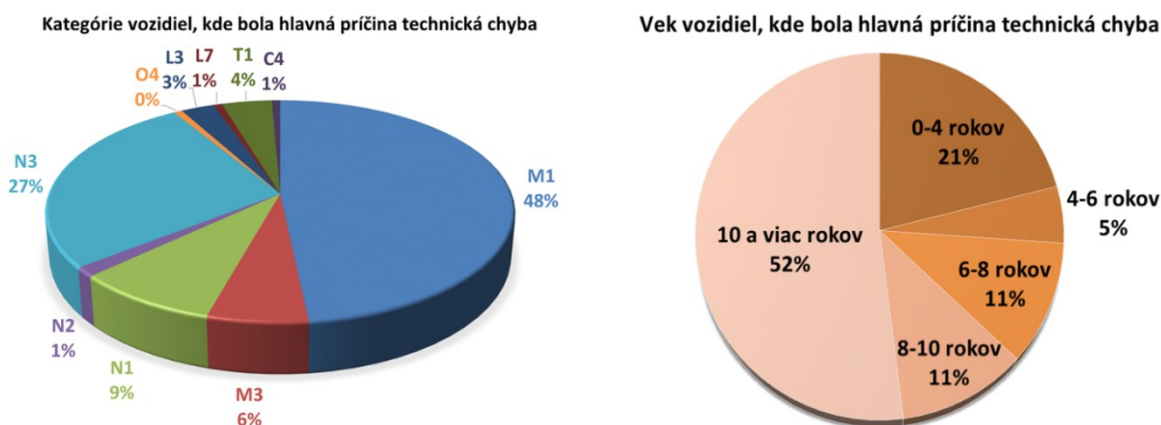
Na základe údajov poskytnutých Policajným zborom Slovenskej republiky o vozidlách a dopravných nehodách, ktoré boli zapríčinené technickými chybami vozidiel v období rokov 2016-2020, ako aj ďalších súvisiacich podkladov od poisťovní bola vykonaná ich podrobná analýza. Z uvedenej analýzy vyplynulo, že v sledovanom období bolo u 183 vozidiel, ktoré boli účastné na dopravnej nehode zistených 260 technických chýb, ktoré priamo spôsobili tieto dopravné nehody. Konkrétne technické chyby, ktoré boli určené na vozidlách ako hlavná príčina dopravných nehôd je možné rozdeliť podľa nasledovného grafu.



Obrazok 3 Technické chyby vozidiel, ktoré priamo spôsobili dopravné nehody v období rokov 2016-2020

Z uvedeného grafu je zrejmé, že najčastejšia technická chyba vozidiel, ktorá spôsobila dopravné nehody v Slovenskej republike za obdobie piatich rokov bolo poškodenie pneumatiky s náhlým únikom vzduchu (90 prípadov). Za ňou nasleduje odpadnutie kolesa (44 prípadov) a porucha riadenia (31 prípadov). Najmenej technických chýb, ktoré spôsobili dopravnú nehodu bola porucha koncových svetiel (3 prípady) za ňou nasleduje poškodenie predného skla (5 prípadov) a zablokovanie kolesa mechanickou poruchou (6 prípadov). Čo sa týka poruchy prevádzkovej brzdy, ktorá je jedným z najpodstatnejších prvkov aktívnej bezpečnosti a smerovej stability vozidiel a na činnosť technikov staníc technickej kontroly sa v tejto súvislosti kladie veľký dôraz, tak ako príčina dopravných nehôd sa umiestnila na siedmom mieste z dvanástich so svojimi 23 prípadmi. Pre porovnanie so zahraničím je potrebné uviesť, že najčastejšia technická chyba vozidiel, ktorá zapríčinila v roku 2020 dopravnú nehodu v Nemecku, boli pneumatiky a brzdy, vo Veľkej Británii to boli brzdy, pneumatiky, preťaženie vozidiel a svetelná sústava a v USA to boli pneumatiky, tzv. iné príčiny, svetlá (hlavné, brzdomé), riadenie, brzdy a smerové svetlá. V porovnaní s výsledkami staníc technickej kontroly, tak v Slovenskej republike boli najčastejšie zisťované chyby na vozidlách v kategórii brzdových zariadení (takmer polovica zo všetkých zistených chýb), osvetlení a odrazových elektrických zariadeniach a podvozku a jeho príslušenstve. Chyby na nápravách, kolesách, pneumatikách a zavesení náprav zisťovali stanice technickej kontroly v Slovenskej republike až na piatom mieste (len 5 % zo všetkých zisťovaných chýb). [34]

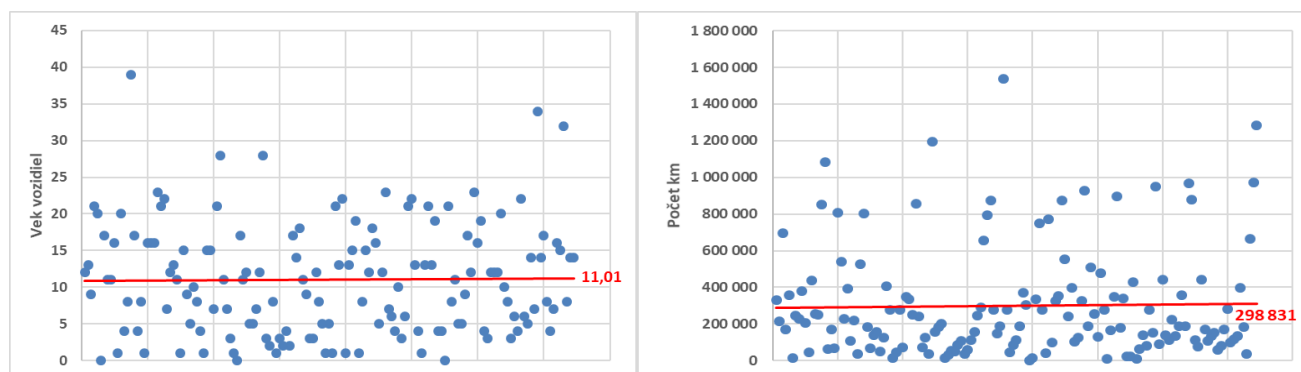
Čo sa týka kategórií vozidiel, ktoré boli účastné na dopravných nehodách z dôvodu technickej chyby, ich rozdelenie obsahuje nasledovný graf.



Obrázok 4 Pomer kategórií vozidiel a veku vozidiel, ktoré boli účastné na dopravných nehodách z dôvodu technickej chyby vozidiel

Z prvého obrázku je zrejmé, že najviac dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel spôsobili vozidlá kategórie M1, N3 a N1. Najmenej kategórie O4, C4 a L7. Uvedené rozloženie v prevažnej miere kopíruje aj rozloženie počtu evidovaných vozidiel v Slovenskej republike a teda aj miera výskytu predmetných kategórií vozidiel v cestnej premávke. Z hľadiska veku vozidiel, na ktorých nastala dopravná nehoda z dôvodu technických chýb z druhého obrázku je zrejmé, že najviac takýchto dopravných nehôd nastal u vozidiel starších ako 10 rokov (52 %). Druhou najpočetnejšou vekovou kategóriou vozidiel, pri ktorej nastávali dopravné nehody bola prekvapivo kategória 0 až 4 roky, t. j. nové vozidlá (21 %).

Distribúcia veku a stavu odometra vozidiel, ktoré boli účastné na dopravných nehodách z dôvodu technickej chyby je ilustrované na nasledovných grafoch.



Obrázok 5 Distribúcia veku a stavu odometra vozidiel, ktoré boli účastné na dopravných nehodách z dôvodu technickej chyby

Priemerný vek všetkých vozidiel, ktoré spôsobili dopravnú nehodu z dôvodu technickej chyby bol 11,01 rokov (10,5 rokov pri kategórii vozidiel M1 a N1), čo je menej ako priemerný vek vozidlového parku v Slovenskej republike (13,03 rokov). Z grafu je však tak isto vidieť aj to, že aj na nových vozidlách sa vyskytla technická chyba, ktorá bola hlavnou príčinou dopravnej nehody u týchto vozidiel.

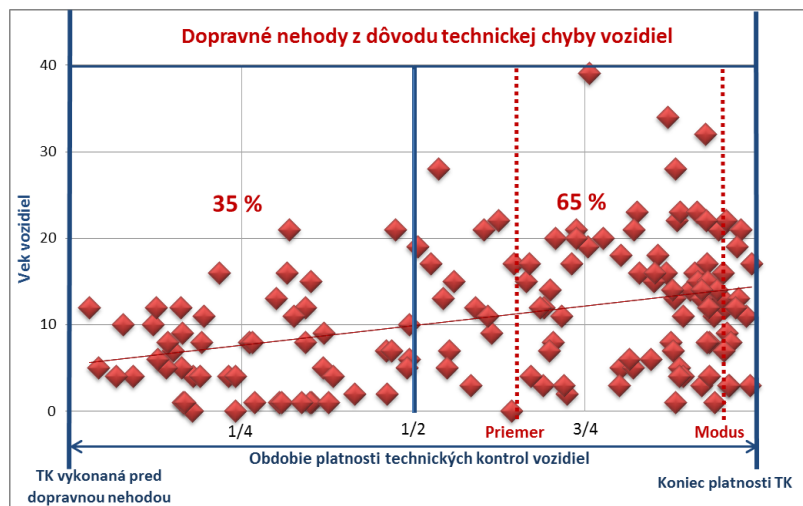
Z hľadiska stavu odometra vozidiel, u ktorých bola hlavná príčina dopravnej nehody technická chyba je z grafu zrejmé, že priemerný počet kilometrov, ktoré mali všetky tieto vozidlá najazdené v čase dopravnej nehody bol 298 831 (171 343 km pri kategórii vozidiel M1 a N1). Aj tu je však možné z grafu vidieť, že aj u vozidiel s nízkym počtom kilometrov sa vo veľa prípadoch vyskytovali technické chyby, ktoré spôsobili dopravnú nehodu.

Z hľadiska následkov dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel zo štatistík za roky 2016-2020 vyplynulo, že pri týchto dopravných nehodách bolo ľahko zranených 73 osôb, ťažko zranených 10 osôb, usmrtené boli 3 osoby a celkovo pri týchto dopravných nehodách bola vyčíslená škoda vo výške 2 529 690 eur.

6. Skúmanie dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel z hľadiska ich časovej distribúcie v období platnosti technickej kontroly a veku vozidiel

Na základe údajov o presnom dátume dopravnej nehody z dôvodu technickej chyby skúmaných vozidiel v období rokov 2016-2020 bolo zisťované, kedy pred dátumom dopravnej nehody boli vozidlá naposledy podrobené pravidelnej technickej kontrole a kedy bola vyznačená platnosť tejto kontroly. V prípade, že sa jednalo o nové vozidlá,

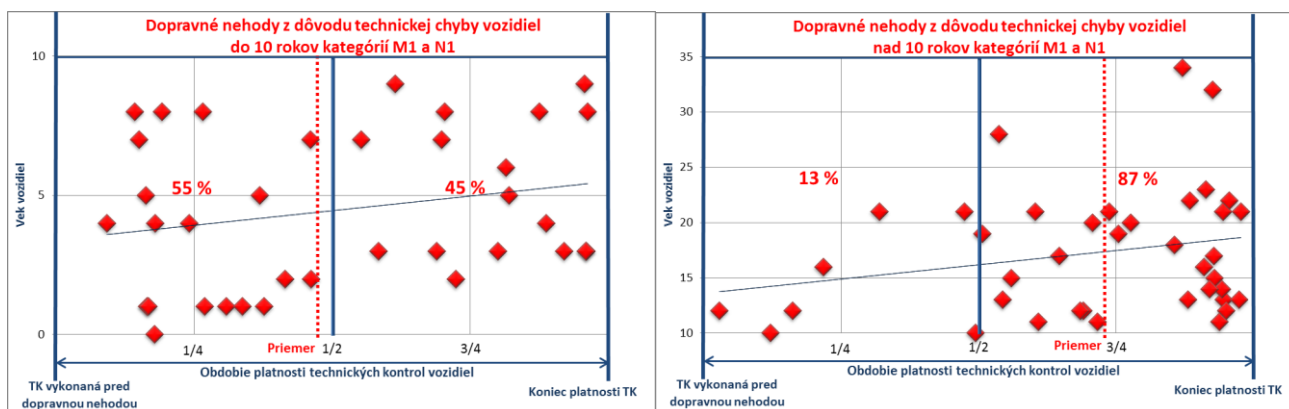
ktoré podľa právnych predpisov Slovenskej republiky ešte nepodliehali pravidelnej technickej kontrole, bol za dátum vykonania technickej kontroly pred dopravnou nehodou považovaný dátum prvej evidencie. Na základe ustálenia obdobia platnosti technických kontrol skúmaných vozidiel v čase vzniku dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby týchto vozidiel bol následne vytvorený nasledovný bodový graf, do ktorého boli prenesené údaje o tom, v akom presne čase v období od vykonania poslednej technickej kontroly pred dopravnou nehodou po jej platnosť došlo u všetkých skúmaných vozidiel k dopravnej nehode z dôvodu technickej chyby.



Obrázok 6 Časová distribúcia všetkých dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel v období od vykonania technickej kontroly pred dopravnou nehodou do konca jej platnosti

Z vizuálneho zobrazenia údajov v grafe vyplynulo, že dopravné nehody vozidiel z dôvodu technickej chyby vznikali v celom období platnosti ich technických kontrol, no najväčšie zhľady sa vytvorili pred koncom platnosti technických kontrol. Vypočítaný modus dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel sa nachádza približne mesiac pred koncom platnosti technických kontrol. V danom období teda nastalo početne najviac dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel. V priemere však dopravné nehody z dôvodu technických chýb vozidiel vznikali na konci druhej tretiny obdobia platnosti technickej kontroly. Zo všetkých dopravných nehôd, ktoré boli zapríčinené technickou chybou vozidiel, tak 35 % z nich sa stalo v prvej polovici obdobia platnosti technickej kontroly a 65 % z nich sa stalo v druhej polovici.

Následne bolo to isté vypracované osobitne len pre kategórie vozidiel M1 a N1. Pri kategórii vozidiel M1 bolo totiž zaznamenaných najviac dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel oproti iným kategóriám a teda predstavuje najväčšie riziko z hľadiska bezpečnosti cestnej premávky. Navyše kategória vozidiel N1 je podobná kategórii M1. Preto takýmto vozidlám bolo potrebné venovať osobitnú pozornosť. Uvedené kategórie vozidiel boli teda osobitne rozdelené do dvoch skupín. Prvú skupinu tvorili všetky dopravné nehody vozidiel kategórie M1 a N1, ktoré v čase dopravnej nehody boli mladšie ako 10 rokov. Druhú skupinu zase tvorili všetky dopravné nehody vozidiel kategórie M1 a N1, ktoré v čase dopravnej nehody boli staršie ako 10 rokov. Pre uvedené dve skupiny boli vypracované nasledovné dva grafy, ktoré vyobrazovali časovú distribúciu dopravných nehôd v období od vykonania technickej kontroly pred dopravnou nehodou po koniec jej platnosti.



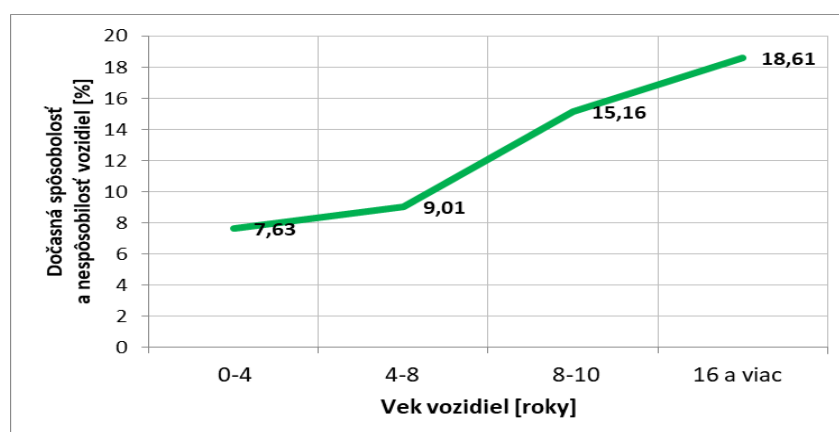
Obrázok 7 Časová distribúcia dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel kategórie M1 a N1 s vekom do 10 rokov a nad 10 rokov v období od vykonania technickej kontroly pred dopravnou nehodou do konca jej platnosti

Z vizuálneho zobrazenia údajov v grafoch vyplynulo, že dopravné nehody z dôvodu technickej chyby vozidiel kategórií M1 a N1 s vekom menej ako 10 rokov vznikali spravidla proporcionálne v celom období platnosti ich technických kontrol, s miernou prevahou v prvej polovici platnosti pravidelnej technickej kontroly. Tu vzniklo 55 % dopravných nehôd, v druhej polovici ich vzniklo 45 %. Z časového hľadiska v období platnosti pravidelnej technickej kontroly a vekového rozloženia nevznikali pri dopravných nehodách žiadne anomálie, či zhluky. Z uvedeného by sa teda dalo odvodiť, že pri novších vozidlách ešte nevznikali dopravné nehody z dôvodu technických chýb, ktoré by boli ovplyvnené technickou kontrolou, resp. blížiacim sa termínom konca jej platnosti a s tým súvisiacim zhoršovaním sa technického stavu vozidiel. Tak isto tu nie je možné pozorovať jednoznačnú závislosť výskytu chýb na vozidle od veku. Iba miernu, keďže v druhej polovici platnosti pravidelnej technickej kontrol dochádza k miernemu nárastu dopravných nehôd u starších vozidiel. Dopravné nehody z dôvodu technickej chyby vozidiel kategórií M1 a N1 s vekom nižším ako je 10 rokov teda vznikali zrejme z iných dôvodov, najmä výrobné chyby určitých komponentov vozidiel.

Pri veku vozidiel kategórií M1 a N1 vyšším ako je 10 rokov bola situácia diametrálne odlišná. V tejto skupine sa totiž stávali dopravné nehody z dôvodu technickej chyby vozidiel v neporovnateľne väčšej miere až v druhej polovici obdobia platnosti ich technickej kontroly. Podľa právnych predpisov Slovenskej republiky kategórie vozidiel M1 a N1 sa podrobujú prvýkrát pravidelným technickým kontrolám štyri roky po prvom prihlásení do evidencie a potom v dvoj - ročných intervaloch. Po pretransformovaní obdobia platnosti technických kontrol vozidiel s vekom nad 10 rokov na dvoj ročné obdobia vyplynulo, že v období prvého roka od vykonania pravidelných technických kontrol vzniklo na týchto vozidlách len 13 % dopravných nehôd a v druhom roku platnosti technickej kontroly vzniklo až 87 % dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby na citovaných vozidlách.

Na základe uvedených vizuálnych zobrazení časových distribúcií dopravných nehôd z dôvodu technických chýb vozidiel by sa dalo vyvodiť zistenie, že pravidelné technické kontroly vozidiel majú preukázateľné opodstatnenie. S blížiacim sa termínom konca platnosti pravidelnej technickej kontroly totiž rapídne stúpa aj výskyt dopravných nehôd z dôvodu technických chýb vozidiel a teda aj pravdepodobnosť ich vzniku. Navyše, keďže podľa obrázku 4 najviac dopravných nehôd z dôvodu technických chýb vozidiel sa vyskytlo na vozidlách kategórie M1 a zároveň priemerný vek vozidiel kategórii M1 a N1, ktoré mali dopravnú nehodu z dôvodu technickej chyby bol 10,5 rokov, dalo by sa odvodiť, že skrátením lehôt pravidelných technických kontrol vozidiel kategórie M1 aj N1 s vekom nad 10 rokov o polovicu, t.j. na jednoročné intervaly, mohol by klesnúť aj počet dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby týchto vozidiel minimálne o polovicu.

V tejto súvislosti je potrebné uviesť, že vek vozidiel je veľmi silný faktor, ktorý ovplyvňuje výskyt chýb na vozidlách. Uvedené sa dá empiricky preukázať. Z celoštátneho informačného systému technických kontrol Slovenskej republiky boli vybrané údaje za obdobie rokov 2019 - 2021 týkajúce sa výsledkov hodnotenia technického stavu vozidiel na staniciach technickej kontroly Slovenskej republiky, a to konkrétne súčet percent dočasnej spôsobilosti a nespôsobilosti vozidiel na cestnú premávku (t.j. podiel vozidiel, na ktorých bola zistená aspoň jedna vážna alebo nebezpečná chyba) podľa vekových pásiem. Uvedené bolo vybrané z počtu všetkých 3 554 432 pravidelných technických kontrol a súvisiace údaje sú zaznamenané v nasledovnom grafe.



Obrázok 8 Závislosť výskytu chýb na vozidle od veku vozidla v SR za obdobie rokov 2019 - 2021

Z grafického priebehu dočasnej spôsobilosti a nespôsobilosti vozidiel, ktorú v priemere hodnotili stanice technickej kontroly v Slovenskej republike je vizuálne zřejmé, že so stúpajúcim vekom vozidiel stúpa aj počet vážnych a nebezpečných chýb zistených na týchto vozidlách pri technickej kontrole. U vozidiel s vekom 4 roky a menej bolo zisťovaných 7,63 % vážnych a nebezpečných chýb a u vozidiel s vekom viac ako 16 rokov bolo zistených až 18,61 % vážnych a nebezpečných chýb.

Uvedené sa dá overiť aj prostredníctvom korelačnej analýzy. Hodnota Personovho korelačného koeficientu $r(X, Y)$ dvoch premenných X, Y , ktorý je definovaný, ako podiel kovariancie S_{XY} a súčinu ich smerodajných odchýliek $S_X S_Y$ sa vypočíta podľa nasledovného vzťahu:

$$r(X, Y) = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Korelačný koeficient závislosti výskytu chýb na vozidle (závislá premenná) od veku vozidla (nezávislá premenná) v Slovenskej republike bol vypočítaný ako $r(X, Y) = 0,98$, čo sa interpretuje ako veľmi silná korelácia. Významnosť tohto koeficientu korelácie bola overená testom prostredníctvom p-hodnoty. Štatistická P-hodnota = $0,020346 < \alpha (0,05)$, čiže zamietajú sa nulová hypotéza H_0 a prijíma sa alternatívna hypotéza H_1 , že medzi y a x (medzi vekom vozidiel a ich technickým stavom) je štatisticky významný lineárny vzťah na hladine významnosti $\alpha = 0,05$.

Tento jav preukazujú aj ďalšie výskumy vykonané s podobným zameraním aj v iných štátoch EÚ. Napríklad vo Fínsku za obdobie rokov 2011-2015 bol na vzorke 13 miliónov vozidiel, ktoré sa vo Fínsku podrobili technickým kontrolám, vykonaný výskum týkajúci sa závislosti počtu vážnych a nebezpečných chýb nájdených technickými kontrolami na vozidlách na ich veku. Z uvedeného tak isto vyplývalo, že so stúpajúcim vekom vozidiel stúpa aj počet vážnych a nebezpečných chýb zistených na vozidlách pri technickej kontrole a to dosť výrazne. Tak isto aj v Nemecku bol v roku 2004 vykonaný prieskum so zameraním vplyvu veku vozidla na chybovosť vozidla na vzorke 3 mil. vozidiel pri technických kontrolách a bolo preukázané, že u vozidiel s vekom okolo 4 roky bolo nájdených 10 % vážnych chýb. U vozidiel starších ako 9 rokov sa chybovosť vozidiel zvýšila na viac ako 31 %. [33] Uvedený jav však nie je náhodný a netýka sa len jedného roka či jedného štátu. Preukazujú to aj výskumy zo Švédska a Veľkej Británie. [33] Osobné vozidlá vo Švédsku a tzv. ťažké vozidlá z Veľkej Británie ukazujú veľmi podobné trendy.

Z uvedeného teda jednoznačne vyplýva, že faktor, ktorý najviac ovplyvňuje výskyt a množstvo technických chýb zisťovaných na vozidlách v rámci výkonu technických kontrol je vek vozidiel a preto skrátenie intervalu pravidelných technických kontrol u starších vozidiel a kategórií, u ktorých sa najviac vyskytli dopravné nehody z dôvodu technickej chyby vozidiel by malo veľké opodstatnenie. Stanice technickej kontroly totiž vylučujú z premávky množstvo starých vozidiel s vážnymi a nebezpečnými chybami, ktoré predstavujú hrozbu pre bezpečnosť cestnej premávky. Uvedené jednorôčné lehoty pravidelných technických kontrol vozidiel kategórie M1 a N1 sa uplatňujú aj v iných štátoch EÚ, napríklad vo Fínsku, Lotyšsku, Holandsku, Španielsku, Estónsku, Belgicku, Bulharsku, Rakúsku atď.

7. Korelácia výsledkov technických kontrol vozidiel s dopravnými nehodami z dôvodu technickej chyby vozidiel

Účelom vykonávania pravidelných technických kontrol vozidiel je identifikácia chýb na vozidlách, jeho súčiastkach, systémoch, komponentoch, či samostatných technických jednotkách za účelom vyčleňovania z cestnej premávky technicky nespôsobilé vozidlá, ktoré predstavujú riziko z hľadiska ohrozenia zdravia, životov, majetku a životného prostredia. Z toho teda vyplýva hypotéza, že činnosť staníc technickej kontroly preventívne predchádza vzniku dopravných nehôd a teda pozitívne vplyva na bezpečnosť cestnej premávky. Uvedený predpoklad však nie je možné jednoznačne kvantifikovať. Je totiž veľmi ťažké identifikovať a merať priamu príčinnú súvislosť medzi činnosťou staníc technickej kontroly a počtom dopravných nehôd, ktoré boli zapríčinené technickou chybou vozidiel. Obzvlášť, keď na území Slovenskej republiky sa technické kontroly vozidiel vykonávajú viac ako sedemdesiat rokov a teda nie je možné porovnať stav nehodovosti pred zavedením týchto pravidelných technických kontrol, a po ich zavedení. Tak isto ani štatistiky o dopravných nehodách z dôvodu technickej chyby vozidiel nevytvárajú objektívny obraz o realite.

Z uvedeného dôvodu teda na identifikovanie a meranie vplyvu pravidelných technických kontrol vozidiel na nehodovosť z dôvodu technickej chyby vozidiel bola použitá jednoduchá párová korelačná a regresná analýza. V rámci tohto bola skúmaná korelácia výsledkov technických kontrol vozidiel s počtom dopravných nehôd, ktoré boli zapríčinené technickou chybou vozidiel za obdobie rokov 2012-2020. Výsledky technických kontrol vozidiel sú reprezentované počtom aj percentuálnou mierou dočasnej spôsobilosti a nespôsobilosti vozidiel, ktoré v priemere hodnotili stanice technickej kontroly v jednotlivých rokoch sledovaného obdobia. Vzhľadom na to, že v Slovenskej republike sa v skúmanom období nezmenila metodika posudzovania dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel a teda skúmané údaje neboli ovplyvňované neznámymi premennými. Sledované údaje sú zaznamenané v nasledovnej tabuľke.

Tbuka 6 Hodnotenie technického stavu vozidiel na staniciach technickej kontroly ako dočasne spôsobilé a nespôsobilé a počet dopravných nehôd spôsobených technickými chybami vozidiel v jednotlivých rokoch 2012-2020

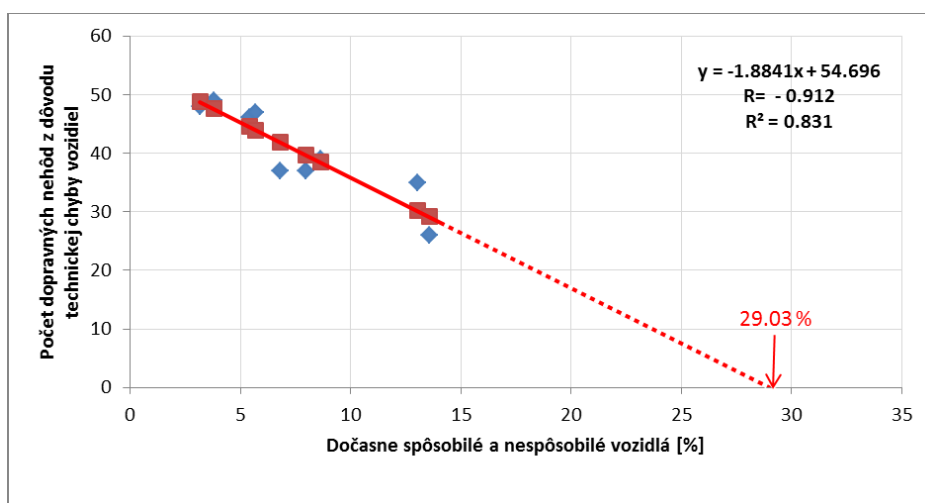
Rok		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Dočasne spôsobilé a nespôsobilé vozidlá	Počet	30757	40835	58130	98689	97114	70627	84711	162836	165629
	%	3.16	3.79	5.42	8.64	7.96	5.7	6.8	13.03	13.58
Nehody z dôvodu technickej chyby		Počet	48	49	46	39	37	47	37	26

Prostredníctvom Personovho korelačného koeficientu bola vypočítaná miera korelácie medzi dočasne spôsobilými a nespôsobilými vozidlami (nezavislá premenná X) a počtom dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel (závislá premenná Y). Z dôvodu eliminácie pochybností o údajoch nezávislej premennej, boli vypočítané dva koeficienty korelácie. Prvý z nich vychádzal z počtu dočasne spôsobilých a nespôsobilých vozidiel a druhý z percentuálnej miery dočasne spôsobilých a nespôsobilých vozidiel.

Prvý korelačný koeficient bol vypočítaný ako $r(X, Y) = -0,91$, keď nezávislú premennú tvoril počet dočasne spôsobilých a nespôsobilých vozidiel a druhý korelačný koeficient bol vypočítaný ako $r(X, Y) = -0,912$, keď nezávislú premennú tvorila percentuálna miera dočasne spôsobilých a nespôsobilých vozidiel. Uvedené sa v oboch prípadoch interpretuje ako veľmi silná negatívna korelácia. Významnosť týchto koeficientov korelácie bola overená testom prostredníctvom p-hodnoty. Štatistická p-hodnota = $0,000641 < \alpha (0,05)$ v prípade, keď nezávislú premennú tvoril počet dočasne spôsobilých a nespôsobilých vozidiel a p-hodnota = $0,000614 < \alpha (0,05)$ v prípade, keď nezávislú premennú tvorila percentuálna miera dočasne spôsobilých a nespôsobilých vozidiel. V oboch prípadoch sa teda zamietla nulová hypotéza H_0 a prijala sa alternatívna hypotéza H_1 , teda že medzi X a Y (medzi počtom dočasne spôsobilých a nespôsobilých vozidiel a počtom dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel) je štatisticky významný lineárny vzťah na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Znamená to, že so zvyšujúcim sa množstvom vozidiel hodnotených na staniciach technickej kontroly ako dočasne spôsobilé a nespôsobilé, klesá počet dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel. Vzhľadom na takmer rovnaké hodnoty vypočítaných korelačných koeficientov, z dôvodu jednoduchšej interpretácie výsledkov bol pre ďalšie matematické modelovanie použitý len koeficient korelácie vypočítaný z percentuálnej miery dočasnej spôsobilosti a nespôsobilosti vozidiel.

Keďže bola preukázaná veľmi vysoká miera korelácie medzi výsledkami technických kontrol daných percentuálnou mierou dočasnej spôsobilosti a nespôsobilosti vozidiel a počtom dopravných nehôd z dôvodu technických chýb vozidiel so štatisticky významným lineárnym vzťahom, bolo možné stanoviť regresnú funkciu.

Lineárna regresná funkcia je reprezentovaná vyrovnávajúcou priamkou, ktorá popisuje lineárnu závislosť medzi závislou premennou Y a nezávislou premennou X . Regresný model tejto priamky sa odhaduje metódou najmenších štvorcov, ktorý minimalizuje sumu štvorcov reziduálnych odchýlok. Priamka odhadnutá metódou najmenších štvorcov je ku všetkým skutočným hodnotám najbližšie, ako sa dá. Výsledok je graficky zaznamenaný na nasledovnom obrázku.



Obrázok 9 Regresná priamka a funkcia

Regresná funkcia bola stanovená v tvare $y = -1,8841x + 54,696$. Hodnota R^2 (R Square) je hodnota koeficientu determinácie a v danom prípade má hodnotu 0,831. Táto hodnota po prenásobení 100 informuje o tom, že zvolená regresná funkcia vysvetľuje variabilitu počtu dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel na približne 83,1 %. Ostatná časť predstavuje nevysvetlenú variabilitu, vplyv náhodných činiteľov a iných nešpecifikovaných vplyvov.

V rámci ANOVA bola testovaná nulová hypotéza H_0 , ktorá tvrdí, že regresný model, ktorý bol zvolený na vysvetlenie závislosti (v tomto prípade lineárna regresná priamka) nie je vhodný. Alternatívna hypotéza H_1 tvrdí opak. Na vyhodnotenie tohto tvrdenia bol použitý F test. Signifikance $F = 0,000614 < 0,05$ (α - hladina významnosti), t.j. H_0 sa zamietla a vyberá sa H_1 , čo znamená, že regresný model bol zvolený správne.

Na základe regresnej funkcie bolo následne vyrátané, akou mierou dočasnej spôsobilosti a nespôsobilosti vozidiel by museli stanice technickej kontroly v Slovenskej republike hodnotiť v priemere vozidlá, aby počet dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby klesol na nulu. Hodnota tejto lokujúcej konštanty je 29,03 %. V grafe je toto vyjadrené predĺžením regresnej priamky zobrazenej prerušovanou čiarou po priesečník s osou X . Hodnota druhej lokujúcej konštanty je 54,696 (počet dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby pri nulovej miere dočasnej spôsobilosti a nespôsobilosti vozidiel).

8. Závěry a diskusia

V rámci spracovania danej témy bol vykonaný rešerš svetovej literatúry, pozostávajúcej z článkov a štúdií, ktoré sa zaoberali problematikou technických chýb vozidiel ako príčiny dopravných nehôd a vplyvu pravidelných technických kontrol na znižovanie dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel. Niektoré z týchto štúdií zároveň hľadali aj odpovede na otázky týkajúce sa opodstatnenosti systémov pravidelných technických kontrol. Zo súvisiacich publikácií vyplynulo, že pomer dopravných nehôd, ktoré vznikli v priamej príčinnej súvislosti s technickými chybami vozidiel voči všetkým dopravným nehodám bol v rozmedzí od 1% do 24% a v nepriamej súvislosti bol tento pomer od 0,6 % do 28 %. Ďalej zo štúdií skúmajúcich vplyv pravidelných technických kontrol na dopravné nehody vyplynulo, že vplyv systému technických kontrol na nehodovosť sa pohyboval od žiadneho účinku, až po zníženie nehodovosti od 16 % do 21 %, prípadne až o 50 %, a teda pravidelné technické kontroly majú svoje opodstatnenie. Niektoré štúdie však tvrdili pravý opak.

Problémom publikácií zaoberajúcich sa problematikou technických chýb vozidiel bol ten, že pokrývali dlhé obdobie od roku 1967 do 2021 a obdobie v ktorých vznikli tie staršie štúdie, ktorých bolo najviac, vychádzali z dobových podmienok (úroveň vozidlového parku, pozemných komunikácií, technických kontrol a podobne), ktoré boli rozdielne s tými súčasnými. Uvedené publikácie preto nie sú úplne aktuálne, pokiaľ ide o ich empirický charakter údajov a ich priame použitie, ale za povšimnutie rozhodne stoja. Ďalším problémom bol ten, že čisto uvedenou témou sa zaoberá málo štúdií, zdroje použitých údajov v publikáciách trpeli heterogenitou a boli metodicky rôzne spracované. Ani jedna z publikácií však neskúmala výskyt dopravných nehôd v období od vykonania technických kontrol do konca ich platnosti a súvislosť výsledkov pravidelných technických kontrol vozidiel daných dočasnou spôsobilosťou a nespôsobilosťou vozidiel na počet dopravných nehôd, čo bolo skúmané v tomto článku.

V súvislosti s publikáciami je potrebné ešte spomenúť, že najmä novodobé štúdie USA sa výrazne líšia od tých európskych v tom, že vo zvýšenej miere spochybňujú systém povinných pravidelných technických kontrol vozidiel a v jednotlivých štátoch USA ich poostupne rušia. Tento jav odráža nastavenie spoločnosti v USA, kde sa dlhodobo vedie polemika o tom, či je pravidelná kontrola motorových vozidiel nákladovo efektívnym spôsobom na zvýšenie bezpečnosti cestnej premávky [26]. Najmä analýza zmien v postupoch technických kontrol (v USA nazývané bezpečnostné inšpekcie), vykonaná v USA v roku 2017, viedla k opätovným pochybnostiam o účinnosti týchto kontrol. Podľa uvedenej analýzy počet smrteľných dopravných nehôd v dôsledku technických chýb vozidiel za posledné dve desaťročia ustavične klesal, a to aj v dôsledku bezpečnejšej techniky novších vozidiel [26]. Úlohu však v tomto zohráva najmä ekonomická rovina, pretože pravidelné technické kontroly a následné opravy vozidiel predstavujú pre obyvateľov daných štátov finančné náklady, a teda ich zrušenie, resp. nezavedenie je politicky obľúbenou témou.

Čo sa týka dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel v Slovenskej republike zo štatistík je zrejmé, že ich miera je vykazovaná veľmi nízko, ako aj v iných štátoch EÚ. Dôvodom je prísna metodika ich posúdenia, podľa ktorej za technickú chybu, ako hlavnú príčinu dopravnej nehody sa považuje len také technické zlyhanie vozidla, ktoré vzniklo náhle a ktoré nemohol vodič vozidla nijak ovplyvniť. Uvedené musí byť navyše konštatované súdnym znalcom. Hlavným cieľom polície pri prešetrovaní príčiny dopravnej nehody je snaha o prisúdenie zodpovednosti za dopravnú nehodu konkrétnej osobe a nie technickému stavu vozidla, pretože v prípade pripísania viny vozidlu sa sankcia neukladá. V prípade porušenia povinnosti konkrétnej osoby, pokuta sa ukladá tejto osobe. Preto sa predpokladá, že skutočný počet dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel je vyšší ako udávané štatistiky. Navyše každý štát má svoju vlastnú metodiku posudzovania technickej chyby, ako hlavnej príčiny dopravných nehôd. Z uvedeného dôvodu štatistiky o počtoch dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel trpia heterogenitou, nereflektujú realitu a teda nie je možné len na základe ich vykazovanej nízkej miery marginalizovať význam pravidelných technických kontrol.

Napriek uvedeným nízkym počtom údajov boli komplexne spracované dáta o dopravných nehodách z dôvodu technickej chyby vozidiel v Slovenskej republike za obdobie piatich rokov (2016-2020). Z ich analýzy vyplynulo, že viac ako polovicu dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel bolo spôsobených pneumatikami (poškodenie s náhlým únikom vzduchu a odpadnutie kolesa), najmä na starších vozidlách s vysokým počtom kilometrov a u vozidiel kategórie M1. Uvedené korešponduje aj s najčastejšími technickými chybami vozidiel, ktoré zapríčinili dopravné nehody v zahraničí. Naopak podľa štatistických výsledkov hodnotenia technického stavu vozidiel na staniciach technickej kontroly v Slovenskej republike, najčastejšie chyby na vozidlách boli zisťované na brzdových sústavách (takmer polovica zo všetkých zistených chýb), osvetlení a odrazových elektrických zariadeniach a podvozku a jeho príslušenstve. Chyby na nápravách, kolesách, pneumatikách a zavesení náprav zisťovali stanice technickej kontroly v Slovenskej republike až na piatom mieste (len 5 % zo všetkých zisťovaných chýb). [34] Uvedené je spôsobené možno aj tým, že kontrolné úkony, pri ktorých sa kontrolujú na staniciach technických kontrol pneumatiky (kontrolné položky skupiny č. 5 nápravy, kolesá, pneumatiky a zavesenie náprav [1]) nie je možné z úrovne inšpekčných orgánov objektívne skontrolovať. Na staniciach technickej kontroly v Slovenskej republike sú síce pre účely dozoru zo strany kontrolných orgánov inštalované kamery, no prostredníctvom nich je možné skontrolovať najmä podstatné kontrolné úkony, napríklad ako technik stanice technickej kontroly vyhodnocuje brzdové sústavy. To sa značne prejavuje potom aj na činnosti staníc technických kontrol, kde v kontrolných položkách skupiny 1 (brzdové sústavy) technici zisťujú na vozidlách najviac vážnych a nebezpečných chýb.

Ďalej boli v článku skúmané dopravné nehody z dôvodu technických chýb vozidiel z hľadiska ich časovej distribúcie v období platnosti technickej kontroly a veku vozidla. Cieľom uvedeného skúmania bolo hľadanie dôkazu potvrdzujúceho alebo vyvracajúceho opodstatnenosť pravidelných technických kontrol vozidiel. V rámci toho boli zostavené grafy, v ktorých boli údaje o dopravných nehodách z dôvodu technickej chyby vozidiel časovo situované do obdobia platnosti technickej kontroly, ktoré bolo pozdĺž osi X ohraničené dátumom vykonania technickej kontroly pred dopravnou nehodou až do konca jej platnosti. Zároveň boli tieto údaje o dopravných nehodách distribuované aj z hľadiska veku vozidiel pozdĺž osi Y. Tieto grafy boli zostrojené tri. Prvý graf (Figure 6) zahŕňal všetky dopravné nehody a všetky kategórie vozidiel za obdobie rokov 2016-2021, na ostatných dvoch grafoch (Figure 7) boli vyobrazené údaje o dopravných nehodách len kategórií M1 a N1 z dôvodu, že kategória M1 mala najväčší podiel na týchto dopravných nehodách a kategória vozidiel N1 je podobná kategórii M1. Údaje boli rozdelené na dopravné nehody vozidiel do 10 rokov (jeden graf) a nad 10 rokov (druhý graf). Z údajov zobrazených na Fig. 6 zobrazujúceho všetky dopravné nehody, ktoré boli zapríčinené technickou chybou vozidiel, tak 35 % z nich sa stalo v prvej polovici obdobia platnosti technickej kontroly a 65 % z nich sa stalo v druhej polovici. V priemere dopravné nehody z dôvodu technických chýb vozidiel vznikali na konci druhej tretiny obdobia platnosti technickej kontroly. Čo sa týka kategórií vozidiel M1 a N1 s vekom do 10 rokov, tak podľa Figure 7 dopravné nehody vznikali spravidla proporcionálne v celom období platnosti ich technických kontrol, s miernou prevahou v prvej polovici platnosti pravidelnej technickej kontroly. Tu vzniklo 55 % dopravných nehôd, v druhej polovici ich vzniklo 45 %. Pri novších vozidlách teda ešte nevznikali dopravné nehody z dôvodu technických chýb, ktoré by boli ovplyvnené technickou kontrolou, resp. blížiacim sa termínom konca jej platnosti a s tým súvisiacim zhoršovaním sa technického stavu vozidiel, ale z iných dôvodov, ako napríklad výrobné vady jednotlivých komponentov vozidiel. Podiel dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel kategórií M1 a N1 s vekom nad 10 rokov bol podľa Figure 7 v období prvého roka od vykonania pravidelných technických kontrol len 13 % a v druhom roku platnosti technickej kontroly bol tento podiel dopravných nehôd až 87 %. V priemere vznikali dopravné nehody v tejto kategórii najviac pol roka pred koncom platnosti pravidelnej technickej kontroly. Z uvedeného vyplýva, že s blížiacim sa termínom konca platnosti pravidelnej technickej kontroly rapídne stúpal aj výskyt dopravných nehôd z dôvodu technických chýb vozidiel a teda aj pravdepodobnosť ich vzniku. Skrátčením lehôt pravidelných technických kontrol vozidiel kategórie M1 aj N1 s vekom nad 10 rokov o polovicu, t.j. na jednoročné intervaly by teda mohol klesnúť aj počet dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby týchto vozidiel minimálne o polovicu. Diskutabilné v tomto prípade je najmä to, či skutočne výskyt chýb na vozidlách, ktoré spôsobili dopravné nehody najviac v období pred koncom platnosti technickej kontroly bol ovplyvnený končiacou sa platnosťou pravidelnej technickej kontroly, alebo šlo o náhodný jav. Je v však v tomto prípade potrebné podotknúť, že uvedený jav má racionálne opodstatnenie, keďže po úspešnom vykonaní pravidelnej technickej kontroly nie je už majiteľ vozidla do nasledovnej technickej kontroly motivovaný nechávať si kontrolovať vozidlo a opravovať prípadné chyby, keď nemusí. Z uvedeného dôvodu postupom času v období ohraničenom predchádzajúcou a nasledovnou pravidelnou technickou kontrolou sa na vozidle môžu vzniknúť nebezpečné technické chyby (najmä na tých starších), o ktorých majiteľ vozidla nevie a ktoré spôsobujú dopravnú nehodu.

V poslednej časti tohto článku bolo vykonané empirické identifikovanie a meranie vplyvu pravidelných technických kontrol vozidiel na nehodovosť z dôvodu technickej chyby vozidiel, a to prostredníctvom jednoduchej párovej korelačnej a regresnej analýzy. Konkrétne boli skúmané súvislosti medzi výsledkami technických kontrol vozidiel s dopravnými nehodami z dôvodu technickej chyby. Prostredníctvom Personovho korelačného koeficientu bola vypočítaná miera korelácie medzi percentom dočasne spôsobilých a nespôsobilých vozidiel a počtom dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel za obdobie rokov 2012-2020. Uvedený korelačný koeficient bol vypočítaný ako $r(X, Y) = -0,912$. Uvedené sa interpretuje ako veľmi silná negatívna korelácia a jej významnosť bola potvrdená štatistickým testom prostredníctvom p-hodnoty. Z uvedeného teda vyplýva, že so zvyšujúcim sa množstvom vozidiel hodnotených na staniciach technickej kontroly ako dočasne spôsobilé a nespôsobilé, klesá počet dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel. Následne bola stanovená regresná funkcia v tvare $y = -1,8841x + 54,696$ a graficky znázornená spolu s regresnou priamkou (Figure 9). Na základe citovanej funkcie bolo vyrátané, že s 83,1 % - nou pravdepodobnosťou ak sa budú v Slovenskej republike na staniciach technickej kontroly hodnotiť vozidlá v priemere 29,03 % - nou mierou dočasnej spôsobilosti a nespôsobilosti, tak počet dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel klesne na nulu. Otázkou by však v tomto prípade mohlo byť to, či zistená silná korelácia medzi percentom dočasne spôsobilých a nespôsobilých vozidiel a počtom dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel je skutočne výsledkom príčinných súvislostí, alebo len kauzality. Časová súvislosť javov totiž nemusí vždy znamenať, že medzi nimi existuje príčinná súvislosť. Mnohé korelácie sú totiž čisto náhodné a obsahujú ešte ďalšie skryté alebo intervenujúce premenné. V prípade vypočítaného korelačného vzťahu medzi výsledkami hodnotenia vozidiel na staniciach technickej kontroly a počtom dopravných nehôd však existujú logické príčinné súvislosti, ktoré svedčia v neprospech časových zhôd v trendoch.

Z výsledkov formulovaných v tomto príspevku vyplýva, že pravidelné technické kontroly vozidiel majú merateľný vplyv na dopravné nehody z dôvodu technických chýb vozidiel a teda majú preukázateľné opodstatnenie. Keďže následky dopravných nehôd z dôvodu technických chýb bývajú fatálne, nie je vhodné vnímať povinné technické kontroly len ako finančnú záťaž pre občanov, ale ako jedným z účinných nástrojov zlepšovania bezpečnosti cestnej premávky. Pravidelné

technické kontroly vozidiel zároveň plnia svoj účel aj nepriamo prostredníctvom psychologického efektu, ktorý vyvolávajú u prevádzkovateľoch vozidiel. Vedomie o povinnosti podrobiť sa s vozidlom pravidelnej technickej kontrole spôsobuje, že niektoré chyby na vozidlách ich majitelia preventívne odstraňujú ešte pred vykonaním takejto kontroly, čím prispievajú k bezpečnosti seba aj iných. Bez tohto by zrejme nemali žiadnu motiváciu sa takto chovať.

Predpokladom efektívneho systému pravidelných technických kontrol je však to, že stanice technickej kontroly budú vykonávať svoju činnosť kvalitne a reálne identifikujú na vozidlách v rámci pravidelných technických kontrol všetky vážne a nebezpečné chyby, ktoré by mohli ohroziť bezpečnosť cestnej premávky a zabrániť tým vzniku dopravných nehôd, ktoré nastali z dôvodu technických chýb vozidiel. Preto namiesto spochybňovania systémov pravidelných technických kontrol vozidiel by mali štátne autority radšej prijímať prísnejšie opatrenia na skvalitňovanie činnosti staníc technickej kontroly (a to najmä na úrovni Európskej únie), ako napríklad zavedenie na staniciach technickej kontroly povinnej akreditácie podľa ISO 17020 [31], ktorá má preukázateľne pozitívny vplyv na kvalitu činnosti STK [32], ako aj venovať pozornosť kontrolám staníc technickej kontroly. Príkladom je prípad Slovenskej republiky, kde inšpekčné orgány prostredníctvom kamier účinne kontrolujú činnosť technikov, vďaka čomu po zavedení tohto systému kontrol signifikantne stúpla miera dočasnej spôsobilosti a nespôsobilosti v hodnotení vozidiel na staniciach technickej kontroly a v korelácii s tým sa znížil počet dopravných nehôd z dôvodu technickej chyby vozidiel.

Referencie

- [1] Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2014/45/EÚ z 3. apríla 2014 o pravidelnej kontrole technického stavu motorových vozidiel a ich prípojných vozidiel a o zrušení smernice 2009/40/ES
- [2] Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2014/47/EÚ z 3. apríla 2014 o cestnej technickej kontrole úžitkových vozidiel prevádzkovaných v Únii a o zrušení smernice 2000/30/ES
- [3] Asander, S., Vehicle Safety Inspection Systems, Wheels '92 Conference and Workshop, 16-17 November, 1992, Sydney
- [4] Rompe, K. & Seul, E., Advantages and disadvantages of conducting roadworthiness tests to monitor the mechanical condition for private cars, the impact of such tests on road safety, environmental protection and the renewal of the vehicle fleet and the scope for introducing roadworthiness testing throughout the European community. Final report commissioned by the Directorate-General for Transport, VII/G-2 of the Commission of the European Communities, Drawn up by the TUV Rheinland, 1985
- [5] White, W.T., Does periodic vehicle inspection prevent accidents? Accident Analysis & Prevention, 18(1), 1986a, 51-62
- [6] White, W.T. Relaxation of PMVI: Scenario selection. Traffic Research Branch, Ministry of Transport: Wellington, New Zealand, 1986b
- [7] White, W.T., A theory of how the period of vehicle inspection affects the evolution of defects and the probability of accidents. Seminar Papers, Volume One, Road Traffic Safety Seminar, 14-16 September, 1988, Road Traffic Safety Research Council, New Zealand
- [8] Wolfe, A.C. & O'Day, J., Cost-effectiveness of periodic motor vehicle inspection (PMVI): A review of the literature, US Department of Transportation, 1985, USA
- [9] Roadworthiness Package, Regulation of the European Parliament and of the Council on periodic roadworthiness tests for motor vehicles and their trailers and repealing. Directive 2009/40/EC and Regulation of the European Parliament and of the Council on the technical roadside inspections of the roadworthiness of commercial vehicles circulating in the Union and repealing Directive 2000/30/EC and Regulation of the European Parliament and of the Council amending Council Directive 1999/37/EC on the registration documents for vehicles, European Commission, Brussels, 13.7.2012, SWD(2012) 206 final
- [10] Berg, G., Danielsson, S. & Junghard, O. Trafiksäkerhet och periodisk fordonskontroll, 1984 (Traffic safety and periodic vehicle inspections)
- [11] Case, M., De Forest, R. & Youngman, J.H.R., Compulsory Periodic Vehicle Inspections (No. 912587), 1991, SAE Technical Paper
- [12] Crain, W.M., Vehicle safety inspection systems. How effective? American Enterprise Institute for Public Policy Research, 1980, Washington DC
- [13] Fazzalato, J., Periodic Motor Vehicle Safety Inspections. Connecticut General Assembly Office of Legislative Research, 2007
- [14] Fosser, S., An experimental evaluation of the effects of periodic motor vehicle inspection on accident rates, Accident Analysis & Prevention, 24(6), 1992, pp.599-612
- [15] Grandel, J., Investigation of the technical defects causing motor vehicle accidents, Field Accidents: Data Collection, Analysis, methodologies, and Crash Injury Reconstructions, SAE International Congress and Exposition, Detroit, February 25-March 1, 1985
- [16] Haworth, N., Smith, R., Brumen I. and Pronk, N., Case-control study of motorcycle crashes. Report CR 174, Federal Office of Road Safety, Australia, 1997a

- [17] Haworth, N., Vulcan, P., Bowland, L., & Pronk, N., Estimation of Risk Factors for Fatal Single Vehicle Crashes, Reports No. 121, Monash University Accident Research Centre, Australia, 1997b
- [18] Keall, M.D. and Newstead, S., An evaluation of costs and benefits of a vehicle periodic inspection scheme with six-monthly inspections compared to annual inspections, *Accident Analysis & Prevention*, 2013, 58, pp.81-87
- [19] Little, J.W., Uncertainties in evaluating periodic motor vehicle inspection by death rates, *Accident Analysis & Prevention*, 1971, 2, pp.301-313
- [20] Loeb, P.D. & Gilad, B., The efficacy and cost-effectiveness of vehicle inspection: a state specific analysis using time series data, *Journal of Transport Economics and Policy*, 1984, pp.145-164
- [21] McLean, A.J., Aust, H.S., Brewer, N.D., & Sandow, B.L., Adelaide In-depth Accident Study, Part 6: Car accidents, 1979, The University of Adelaide
- [22] NHTSA, Study of the effectiveness of state motor vehicle inspection programs, Final report, Report of the US Department of Transportation, USA, 1989
- [23] RACQ Submission to Travelsafe Committee, Does Queensland need compulsory periodic inspections of passenger vehicles? 1990, RACQ: Queensland
- [24] Schroer, B.J. & Peyton, W.F., The effects of automobile inspections on accident rates, *Accident Analysis & Prevention*, 1979, 11(1), pp.61-68
- [25] Treat, J.R., Tri-level study of the causes of traffic accidents: an overview of final results, In *Proceedings: American Association for Automotive Medicine Annual Conference* (Vol. 21, pp. 391-403), 1977, Association for the Advancement of Automotive Medicine
- [26] Hoagland, A., Woolley, T., It's No Accident: Evaluating the Effectiveness of Vehicle Safety Inspections, Brigham Young University, FHSS Mentored Research Conference, 2017
- [27] Schulz, W.H., Scheler, S., Reducing the death toll of road accidents in Costa Rica through the introduction of roadworthiness inspections by the government, SSRN, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3420341>, 2019
- [28] Schulz, W.H., Scheler, S., Getting ready for europe: An empirical assessment for the introduction of periodical technical inspections of road vehicles in Turkey, <https://ssrn.com/abstract=3523602>, 2020
- [29] Schulz, W.H., Scheler, S., An Empirical Study to Estimate the Economic Effects of the Introduction of a Periodical Technical Inspection (PTI) for Motor Vehicles in Punjab (Pakistan)
- [30] Study on the inclusion of light trailers and two- or three- Wheel vehicles in the scope of the periodic roadworthiness testing: Final report, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/366a32b6-34c2-11e9-8d04-01aa75ed71a1>, 2019
- [31] Zovak, G., Čala, I., Šiško, I., Applilacion of standards in auditing of stations for technical inspection of vehicles, 2009
- [32] Hudec, J., Šarkan, B., Czodorová, R., Caban, J., The Influence of Quality Management System on the Operation of Periodical Technical Inspection Stations, 2021
- [33] https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/default/files/pdf/projects_sources/autofore_final_report.pdf
- [34] https://www.testek.sk/PDF/TK_statistiky_2020.pdf
- [35] Rechnitzer, G., Haworth, N., Kowadlo, N., The Effect of Vehicle Roadworthiness on Crash Incidence and Severity, Monash University, Accident Research Centre, Victoria, Austrália, 2000