

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

VYHODNOCENÍ PŘÍČIN DOPRAVNÍCH NEHOD VOZIDEL MĚSTSKÉ HROMADNÉ DOPRAVY V BRNĚ

EVALUATION OF THE CAUSES OF TRAFFIC ACCIDENTS INVOLVING PUBLIC TRANSPORT
VEHICLES IN BRNO

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. LUCIE ŠEVČÍKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. VLADIMÍR PANÁČEK

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Ústav soudního inženýrství
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Lucie Ševčíková

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Expertní inženýrství v dopravě (3917T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Vyhodnocení příčin dopravních nehod vozidel městské hromadné dopravy v Brně

v anglickém jazyce:

Evaluation of the Causes of Traffic Accidents Involving Public Transport Vehicles in Brno

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Diplomová práce se bude zabývat analýzou a vyhodnocením nehodovosti dopravních prostředků MHD v Brně v období let 1992 - 2012.

Cíle diplomové práce:

1. Provést rozbor struktury vozového parku DPMB v období let 1992 - 2012.
2. Statistická analýza nehod dopravních prostředků MHD DPMB podle druhů trakcí za období 1992 - 2012.
3. Podrobná analýza nejčastějších nehod zjištěných v bodě 2.
4. Vyhodnocení příčin dopravních nehod dle bodu 3.
5. Návrh doporučení pro snížení nehodovosti dopravních prostředků MHD DPMB.

Seznam odborné literatury:

- [1] BRADÁČ, A. Soudní inženýrství. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 1999. ISBN 80-7204-057-X.
- [2] ČUMA, L, KOČMAN, T., MRKOS, J. Autobusy v brněnské městské dopravě 1930-2005. Vyd. 1. Praha: Pavel Malkus - dopravní vydavatelství, 2005, 291 s. ISBN 80-903012-6-6.
- [3] SUROVEC, Pavel. Hromadná osobná doprava. Vyd. 1. V Žiline: EDIS - vydavateľstvo ŽU, 2007, 230 s. ISBN 978-80-8070-686-9.
- [4] BLUMENSCHNEIN, J. Proměny: brněnská doprava kdysi a dnes : 140 let městské hromadné dopravy v Brně 1869-2009. Vyd. 1. Brno: Dopravní podnik města Brna, 2009, 119 s. ISBN 978-80-254-4181-7.
- [5] DRDLA, P. Technologie a řízení dopravy - městská hromadná doprava. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005, 136 s. ISBN 80-7194-804-7.
- [6] JAROLÍN, Z. Dopravní podnik města Brna, a.s.: katalog vozidel : 100 let elektrické tramvaje v Brně 1900-2000 : 70 let autobusové dopravy v Brně 1930-2000. Brno: Dopravní podnik města Brna, 2000, 62, 29 l., 72 s.
- [7] Zákon č. 266/1994 Sb. Zákon o drahách.
- [8] Vyhláška Ministerstva dopravy (dále jen MD) ČR č. 173/1995 Sb., kterou se vydává dopravní řád drah, ve znění pozdějších předpisů.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Vladimír Panáček

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 24.10.2012

L.S.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou dopravních nehod prostředků městské hromadné dopravy v Brně. První část práce je zaměřena na rozbor struktury vozového parku Dopravního podniku města Brna, a.s. (dále jen DPMB). Ve druhé části jsou vyhodnoceny dopravní nehody vozidel městské hromadné dopravy dle druhu trakcí a na základě zjištěných výsledků je následně provedena analýza příčin nejčastějších dopravních nehod za účasti vozidel DPMB. V poslední části se diplomová práce zabývá návrhem opatření ke snížení nehodovosti dopravních prostředků DPMB.

Abstract

My master's thesis is concerned with the problems of traffic accidents involving public transport in Brno. The first part of my master's thesis is concentrated on an analysis of the structure of the vehicle fleet of the Dopravní podnik města Brna, a.s. (DPMB). There is an evaluation of traffic accidents of the vehicles of Brno's public transport in the second part, according to the kind of traction. An analysis of the causes of the most common accidents was carried out on the basis of the ascertained results. In the last part, my master's thesis is concerned with a proposal of measures to reduce the accident rate.

Klíčová slova

Městská hromadná doprava, dopravní nehoda, DPMB, tramvaj, autobus, trolejbus, trakce.

Keywords

Public transport, traffic accident, DPMB, tram, trolleybus, bus, traction

Bibliografická citace

ŠEVČÍKOVÁ, L. *Vyhodnocení příčin dopravních nehod vozidel městské hromadné dopravy v Brně*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2013. 90 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Vladimír Panáček.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Vladimíru Panáčkovi za jeho cenné rady a připomínky. Poděkování patří také Ing. Jiřímu Finstrlemu a Viktoru Maňouškovi z Dopravního podniku města Brna, a.s. za materiálové podklady, odborné rady a za uskutečnění brzdných zkoušek tramvaje.

OBSAH

ÚVOD.....	11
1 HISTORIE DOPRAVNÍHO PODNIKU MĚSTA BRNA.....	12
2 STRUKTURA VOZOVÉHO PARKU DPMB A.S.....	14
2.1 Vozový park tramvají	14
2.1.1 Tramvaje ČKD Tatra T3.....	14
2.1.2 Tramvaje ČKD DS T6A5.....	16
2.1.3 Tramvaje ČKD Tatra K2.....	16
2.1.4 Tramvaje ČKD Tatra KT8D5	17
2.1.5 Tramvaje ČKD DS RT6N1.....	18
2.1.6 Tramvaje Škoda Anitra	19
2.1.7 Škoda 13T.....	20
2.1.8 Struktura vozového parku tramvají.....	20
2.1.9 Vývoj početního stavu tramvají v letech 1992 - 2012	21
2.1.10 Průměrné stáří tramvají v letech 1992 – 2012	22
2.2 Vozový park autobusů	22
2.2.1 Karosa B 732	22
2.2.2 Karosa B 731	23
2.2.3 Karosa B 931	24
2.2.4 Karosa B 951	25
2.2.5 Karosa B 741	26
2.2.6 Karosa B 941	26
2.2.7 Karosa B 961	27
2.2.8 Irisbus Citybus	28
2.2.9 Irisbus Citelis 12M a Irisbus Citelis 18M.....	29

2.2.10	<i>Mave-Fiat CiBus ENA Maxi</i>	30
2.2.11	<i>Irisbus Crossway Low Entry</i>	30
2.2.12	<i>Struktura vozového parku autobusů</i>	31
2.2.13	<i>Vývoj početního stavu autobusů v letech 1992 – 2012</i>	32
2.2.14	<i>Průměrné stáří autobusů v letech 1992 – 2012</i>	32
2.3	Vozový park trolejbusů	33
2.3.1	<i>Trolejbusy Škoda 14Tr</i>	33
2.3.2	<i>Trolejbusy Škoda 15Tr</i>	35
2.3.3	<i>Trolejbusy Škoda 21Tr</i>	36
2.3.4	<i>Trolejbusy Škoda 22Tr</i>	37
2.3.5	<i>Trolejbusy Škoda 25Tr</i>	38
2.3.6	<i>Struktura vozového parku trolejbusů</i>	38
2.3.7	<i>Vývoj početního stavu trolejbusů v letech 1992-2012</i>	39
2.3.8	<i>Průměrné stáří trolejbusů v letech 1992 - 2012</i>	40
3	STATISTICKÁ ANALÝZA NEHOD DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ MHD DPMB	41
3.1	Statistická analýza nehod dopravních prostředků MHD DPMB podle druhů trakcí	41
3.2	Nejčastější objekty střetů s tramvají	44
3.3	Dopravní nehody s nejméně závažnými následky	45
3.4	Podrobná analýza nehod tramvají s osobním automobilem	47
3.4.1	<i>Zavinění dopravních nehod</i>	47
3.4.2	<i>Místo střetu tramvaje a vozidla</i>	48
3.4.3	<i>Nehody tramvají s osobním automobilem za jednotlivé měsíce</i>	50
3.4.4	<i>Tramvaje s největším počtem nehod</i>	51
3.5	Podrobná analýza nehod tramvají s chodcem	52
3.5.1	<i>Zavinění dopravních nehod</i>	52

3.5.2	<i>Nehody tramvají s chodcem za jednotlivé měsíce</i>	53
4	VYHODNOCENÍ PŘÍČIN DOPRAVNÍCH NEHOD.....	55
4.1	Příčiny dopravních nehod tramvají s osobním automobilem	55
4.1.1	<i>Příčiny dopravních nehod při zavinění tramvaje</i>	55
4.1.2	<i>Příčiny dopravních nehod při zavinění osobního automobilu</i>	56
4.2	Příčiny dopravních nehod tramvaje s chodcem	58
5	NÁVRH OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ NEHODOVOSTI.....	60
5.1	Návrh opatření pro lokality nejčastějších nehod.....	60
5.1.1	<i>Lokality s největším počtem nehod tramvají s osobními automobily</i>	60
5.1.2	<i>Návrh technických opatření pro lokalitu nejčastějších dopravních nehod.</i>	63
5.2	Experimentální měření.....	65
5.2.1	<i>Brzdná zkouška</i>	66
5.2.2	<i>Objekty měření</i>	66
5.2.3	<i>Použité měřicí přístroje</i>	68
5.2.4	<i>Naměřené hodnoty při brzdných zkouškách</i>	68
5.2.5	<i>Vyhodnocení experimentálního měření</i>	73
5.2.6	<i>Videozáznam z brzdných zkoušek</i>	76
5.3	Bezpečnostní kampaň „Víte, že...?“	77
5.4	Vzdělávání účastníků provozu na pozemích komunikacích.....	80
	ZÁVĚR.....	81
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	82
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	84
	SEZNAM GRAFŮ	86
	SEZNAM TABULEK	88
	SEZNAM PŘÍLOH	90

ÚVOD

Městská hromadná doprava (dále jen MHD) je každodenní součástí života lidí ve větších městech. V roce 2011 přepravila MHD v ČR 2,14 mld. cestujících, z toho 15,6 % v Brně. Nicméně z důvodu pohodlnosti a spěchu velké části lidí, jsou velmi často využívány pro přepravu ve městě osobní automobily, a tak je intenzita dopravy v Brně značně vysoká. Následkem toho dochází k častým dopravním nehodám. [6]

Diplomová práce se zabývá problematikou dopravních nehod vozidel městské hromadné dopravy v Brně. Prostředky veřejné hromadné dopravy provozované DPMB se každý rok podílí průměrně na více než 850 dopravních nehodách. Za posledních čtrnáct let celkový počet nehod dopravních prostředků městské hromadné dopravy dosáhl téměř 12 000, na jeden den tedy v průměru připadnou více než dvě dopravní nehody vozidel DPMB. Aby se zabránilo jejich nárůstu, je důležité se nejdříve zabývat tím, jaké nehody jsou nejčastější a z jakých příčin k takovým nehodám dochází. Následně je možné po provedené analýze příčin nehod navrhnout účinná opatření, která budou směřovat ke snížení dopravní nehodovosti vozidel DPMB.

Úkolem této diplomové práce je mj. provést statistickou analýzu nehod dopravních prostředků městské hromadné dopravy DPMB za období let 1999 až 2012 dle jednotlivých druhů trakcí, následně provést podrobnou analýzu nejčastějších nehod a vyhodnotit jejich příčiny. V závěru práce bude navrženo opatření pro snížení nehodovosti dopravních prostředků městské hromadné dopravy DPMB. S ohledem na možnosti poskytnutí statistických údajů od DPMB, bylo po dohodě s vedoucím diplomové práce Ing. Vladimírem Panáčkem vymezené období v cílech 1 a 2 diplomové práce zúženo na interval let 1999 – 2012.

1 HISTORIE DOPRAVNÍHO PODNIKU MĚSTA BRNA

Dne 17. 8. 1869 se Brno přiřadilo k Vídni a Budapešti a jako třetí město v Rakousku – Uhersku zavedlo městskou hromadnou dopravu v podobě koňských drah. Do konce roku 1969 se dopravní síť rozrostla na 14,15 km. V roce 1870 se zavedla i nákladní doprava, která se vzápětí roku 1872 zrušila pro nedostatek zájmu. Ze stejného důvodu se od roku 1872 začaly rušit i jednotlivé tratě osobní dopravy a v roce 1874 byl provoz veřejné hromadné dopravy zastaven úplně. [3]

Představitelé města dlouhá léta hledali pomocí domácí i zahraniční inzerce nového provozovatele městské dopravy, kterého se nakonec podařilo najít, a od roku 1884 se doprava znovu obnovila, ovšem zvířecí sílu nahradily parní lokomotivy. Provozována byla jak veřejná osobní doprava, tak i nákladní doprava s vlečkami. [3]

Z důvodu neshod mezi provozovatelem a městskými představiteli byl podnik na konci století prodán Rakouské elektrárenské společnosti, která začala postupně parní lokomotivy nahrazovat elektrickými. Parní lokomotivy zůstaly už jen pro nákladní dopravu, protože vlečky nebyly elektrifikovány. V letech 1901 – 1903 se městská síť rozrůstala a vydržela tak až do první světové války. V roce 1913 bylo už tolik tratí, že původní označení pouhými barevnými terčíky se muselo nahradit čísly. [3]

V roce 1914, po začátku první světové války, zaujaly místo mužů pracovní místa ženy, které neuměly udržovat tratě a vozový park tak dobře jako muži. Proto došlo k poklesu provozuschopných tramvají a prodlužování intervalů, zájem lidí o veřejnou dopravu ovšem neklesl. [3]

V poválečných letech došlo ke změnám ulic a zastávek a začala obnova městské dopravy. Obnovovaly se tratě, elektrické vedení a také probíhalo zdvoukolejňování a rozšiřování dopravní sítě. V roce 1924 se začalo s výstavbou smyček na koncích tratí, aby došlo ke zjednodušení otáčení tramvají, dále se obnovoval vozový park a byly rozšířeny vozovny. V roce 1930 začalo jezdit po Brně 7 autobusů, jejich provoz byl ovšem ztrátový. [3]

Se začátkem druhé světové války roku 1939 byly opět přejmenovány zastávky a ulice a vedení podniku bylo ryze německé. Z důvodu nedostatku pohonných hmot byla omezena automobilová doprava a nárůst poptávky po osobní přepravě byl vysoký, proto byly do provozu zařazeny už dříve vyřazené vozy, které většinou byly bez sedadel. Kvůli válečným událostem v Brně se 17. dubna 1945 zastavila doprava úplně. Bombardování a požáry zničily mnoho tratí, vozů a vozoven, nicméně provoz byl opět zahájen 28. října 1945. [3]

V roce 1949 byl v Brně zaveden trolejbus a v dalších letech se zavedl regulovaný výstup a nástup cestujících, automatické ovládání dveří a zrušení pásem. Od roku 1958 byly zařazeny do provozu nové tramvaje typu T2. [3]

Od roku 1963 začaly po Brně jezdit nové tramvajové vozy typu T3 a o čtyři roky později kloubové tramvaje K2. Oba tyto typy tramvají vidíme v ulicích Brna dodnes. Šedesátá léta byla ve znamení levné nafty, a tak se trolejbusy nahrazovaly novými typy autobusů v co nejvyšší možné míře a čekalo se na dosloužení trolejbusů, aby se mohly vyřadit. Ovšem v roce 1969 bylo rozhodnuto, že trolejbusy budou ponechány a bude vybudována nová trolejbusová síť jako doplněk tramvají. [3]

V sedmdesátých letech se vyřadily dvounápravové tramvaje a stále se dodávaly nové trolejbusy, jejichž síť byla stále rozšiřována. V roce 1977 byli zrušeni průvodčí, kteří prodávali jízdenky uvnitř vozu. Cestující se odbavili sami tak, že si při nástupu označili jízdenky, které si zakoupili v předprodeji. Tímto způsobem se výrazně zrychlilo odbavení, ale na druhou stranu přibylo tzv. černých pasažérů. [3]

Po revoluci v roce 1989 se opět přejmenovaly ulice, náměstí a zastávky a podnik přepadla finanční krize, kvůli které si nemohl dovolit nákup nových dopravních prostředků, a tím docházelo k zastarávání vozového parku. Modernizace vozového parku začala až v polovině devadesátých let a v roce 1999 byly nakoupeny první nízkopodlažní trolejbusy (viz *obrázek 24 v kapitole 2.3.3.* [3])

Od roku 2000 dopravní podnik pokračoval v rozsáhlé modernizaci tramvajového vozového parku a soustředil se především na nákup nízkopodlažních vozů. Byly pořízeny 4 vozy K3R-N a k tramvajím KT8 (viz *obrázek 6 v kapitole 2.1:4*) byly přidány nízkopodlažní články. Tramvaje K2 vystřídalo 17 tramvají typu Anitra od firmy Škoda (viz *obrázek 8 v kapitole 2.1:6*) a dále pak typ 13T (viz *obrázek 9 v kapitole 2.1.7*), který je o 10 m delší než Anitra. Také trolejbusový vozový park byl modernizován, byly pořízeny nové nízkopodlažní trolejbusy 21Tr (viz *obrázek 21 v kapitole 2.3.3*) a 22Tr (viz *obrázek 25 v kapitole 2.3.4*). Od roku 2004 je však přestal výrobce dodávat a proto se dopravní podnik dočkal nových trolejbusů 25Tr (viz *obrázek 26 v kapitole 2.3.5*) až v roce 2007. Nákup nových autobusů na sebe také nenechal dlouho čekat, od roku 2002 je dodáván nízkopodlažní autobus CityBus 12M (viz *obrázek 17 v kapitole 2.2.8*) a později pak Citelis (viz *obrázek 8 v kapitole 2.2.9*). Dopravní podnik až dosud stále modernizuje vozový park a rozšiřuje dopravní síť všech trakcí. [3]

2 STRUKTURA VOZOVÉHO PARKU DPMB A.S.

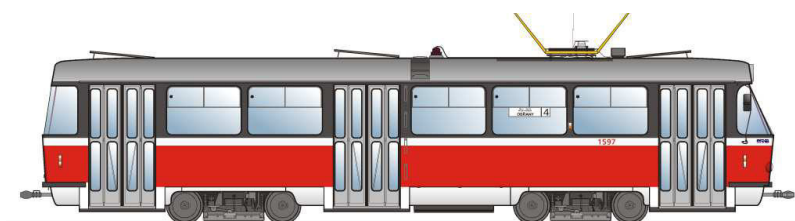
Vozový park Dopravního podniku města Brna a.s. se stále rozrůstá o nové dopravní prostředky, poslední dobou především o nízkopodlažní vozy všech trakcí. Nicméně kvůli finančním nedostatkům není jejich nárůst příliš vysoký a staré dopravní prostředky stále zauímají většinu vozového parku. Největší část vozového parku představují tramvaje, kterých dopravní podnik vlastní 301, naopak nejméně početné jsou trolejbusy, kterých je 148. Autobusový vozový park čítá 298 autobusů. Údaje jsou z konce roku 2012. [9]

2.1 VOZOVÝ PARK TRAMVAJÍ

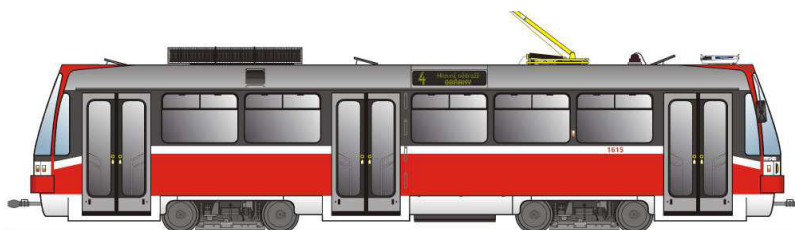
V následující kapitole budou popsány jednotlivé typy tramvají, jejich průměrné stáří a vývoj jejich početního stavu od roku 1999 do 2012.

2.1.1 Tramvaje ČKD Tatra T3

Základem tramvají jsou vozy typu T3 s odporovou regulací, ilustrované na *obrázku 1*, které byly do Brna dodávány od roku v letech 1963 až 1997. V roce 1993 bylo v průběhu pěti let modernizováno 38 tehdy novějších vozů na model T3G, do kterého byla dosazena výzbroj TV8 s GTO tyristory. Kvůli potřebě mnohem komplexnější rekonstrukce už dost starých tramvají byl v roce 1995 na mezinárodním strojírenském veletrhu představen vzorový modernizovaný vůz T3R, který je zobrazen na *obrázku 2*. Vůz T3R překvapil novým designem a DPBM nakoupil v letech 1996-7 deset těchto tramvají. Další rekonstrukce probíhaly již v užším rozsahu a navzájem se lišily především trakční výzbrojí. [11]



Obrázek 1: Tramvaj ČKD Tatra T3 [9]



Obrázek 2: Tramvaj ČKD Tatra T3R [9]

Rekonstrukce tramvají T3R zahrnovala především tyto specifikace:

- oprava karoserie;
- úprava čel pro nainstalování informačního transparentu;
- tranzistorová pulsní výzbroj;
- nahrazení motorgenerátoru statickým měničem;
- nový informační systém;
- digitální elektroakustická ústředna;
- úprava kabina řidiče s integrovanou skříní;
- modernizovaný pult řidiče;
- nový zadní pojezd;
- klimatizační jednotka kabiny řidiče;
- nové dveřní pohody s ochranou proti sevření a poptávkovým systémem pro otevírání dveří cestujícími;
- částečné polstrování původních sedaček;
- větrací klapky ve střeše;
- nové vnitřní obložení interiéru. [11]

Technické parametry tramvaje typu T3R jsou uvedeny v *tabulce 1*.

Tabulka 1: Technické parametry tramvaje typu T3R [17]

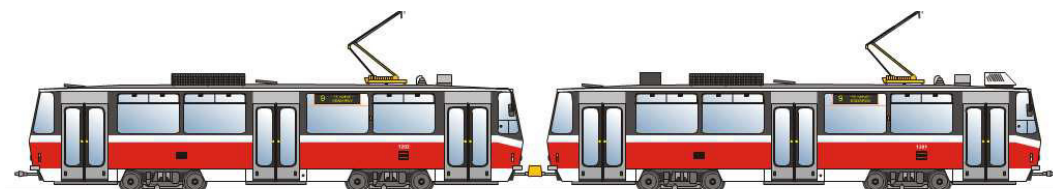
Délka	15 104 mm
Šířka	2 500 mm
Hmotnost	16 000 kg
Maximální rychlost	65 km/h
Výkon	4x47 kW
Obsaditelnost	110 osob

2.1.2 Tramvaje ČKD DS T6A5

V roce 1997 bylo nakoupeno 20 tramvajů T6A5, zobrazených na *obrázku 3*, které jezdí trvale ve dvojicích. Technické parametry tramvaje typu T6A5 jsou uvedeny v *tabulce 2*. [9]

Tabulka 2: Technické parametry tramvaje typu T6A5 [17]

Délka	15 640 mm
Šířka	2 500 mm
Hmotnost	19 500 kg
Maximální rychlost	65 km/h
Výkon	4x47 kW
Obsaditelnost	117 osob



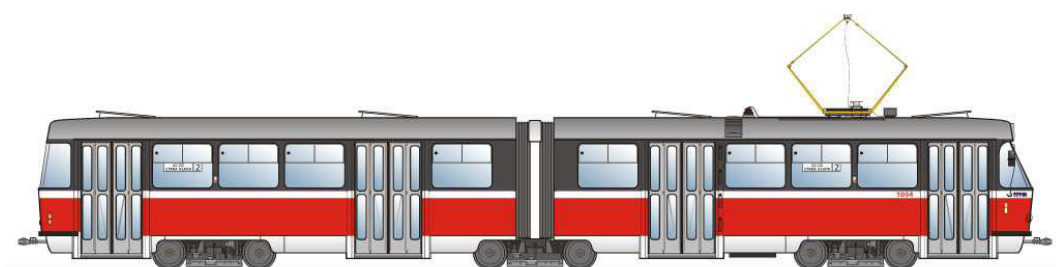
Obrázek 3: Tramvaj ČKD DS T6A5 [9]

2.1.3 Tramvaje ČKD Tatra K2

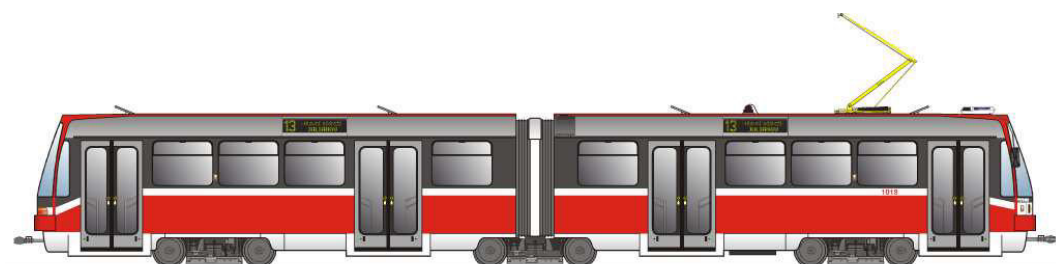
Základní typ kloubových tramvajů, jež zobrazuje *obrázek 4*, je K2, kterých se od roku 1967 do 1983 nakoupilo 135. Časem bylo potřeba zvýšit životnost těchto vozů a finanční prostředky nedovolovaly nákup nových, proto od roku 1996 začala jejich modernizace na model K2R, kterou prošlo sedm vozů. Předlohou modelu K2R, který lze vidět na *obrázku 5*, byl již dříve modernizovaný model sólo tramvaje T3R. Podnik se i nadále potýkal s nedostatkem financí a proto další modernizace nebyly již v tak širokém rozsahu jako model K2R. Jedná se o rekonstrukci dalších 37 vozů v letech 1998 – 2000, na modely K2R03, K2T, K2R03-P a K2P, které od sebe lišily především dosazenou trakční výzbrojí. Od roku 2008 se do podniku dodalo 15 nových nízkopodlažních vozů VarioLF2R.E, která mají odlišná čela, jiné rozmístění vnějšího osvětlení a zcela jiné interiérové provedení a jsou oficiálně označovány také jako modernizace vozů typu K2. Technické parametry tramvaje typu K2 jsou uvedeny v *tabulce 3*. [11]

Tabulka 3: Technické parametry tramvaje typu K2 [17]

Délka	21 504 mm
Šířka	2 500 mm
Hmotnost	21 800 kg
Maximální rychlost	60 km/h
Výkon	4x40 kW
Obsaditelnost	157 osob



Obrázek 4: Tramvaj ČKD Tatra K2 [9]



Obrázek 5: Tramvaj ČKD Tatra K2R [9]

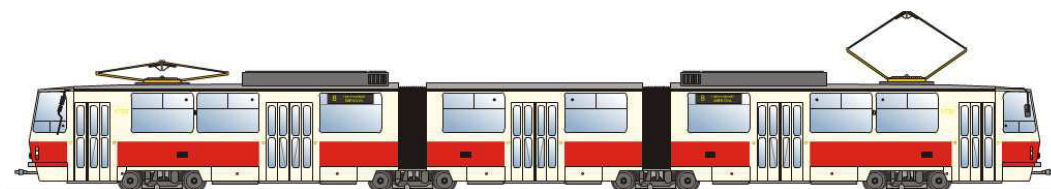
2.1.4 Tramvaje ČKD Tatra KT8D5

Na *obrázku 6* je zobrazený zástupce třicetimetровých tramvají typu KT8D5, které byly nakupovány od roku 1986, a celkem bylo dodáno 38 těchto vozů všech modifikací. Modernizování začalo od roku 1997, kdy probíhaly kvůli nedostatku finančních prostředků pouze menší modernizace a opravy, např. instalace nových dveřních pohonů, nový informační systém nebo polstrování sedaček. Po roce 2000 si DPMB mohl už dovolit daleko rozsáhlejší rekonstrukce, včetně nového informačního panelu, palubního počítače a poptávkového systému pro otevírání dveří cestujícími. Z důvodu zvyšování počtu nízkopodlažních dopravních prostředků probíhají od roku 2003 rekonstrukce vozů KT8D5, do kterých byl

dosazen střední nízkopodlažní článek, takto rekonstruované vozy nesou název KT8D5R.N2. Podobným způsobem byly také rekonstruovány čtyři vozy K2, které nesou označení K3R-N. Technické parametry tramvaje typu KT8D5 jsou uvedeny v *tabulce 4*. [11]

Tabulka 4: Technické parametry tramvaje typu KT8D5 [17]

Délka	31 240 mm
Šířka	2 480 mm
Hmotnost	38 000 kg
Maximální rychlost	65 km/h
Výkon	8x45 kW
Obsaditelnost	231 osob



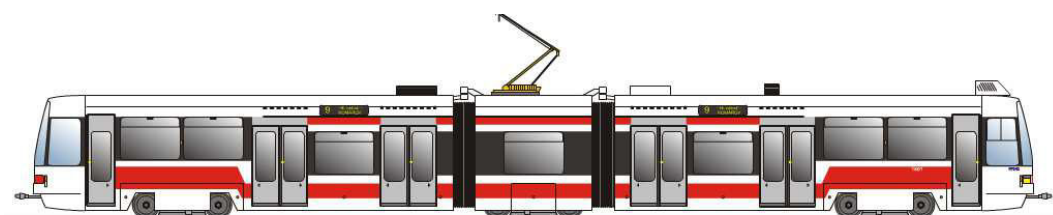
Obrázek 6: Tramvaj ČKD Tatra KT8D5 [9]

2.1.5 Tramvaje ČKD DS RT6N1

V roce 1997 byly nakoupeny 4 tramvaje typu RT6N1, zobrazené na *obrázku 7*, které měly závažné nedostatky na statickém měniči elektrické výzbroje a na brzdách na středním podvozku a musely tedy být v květnu 1998 staženy z provozu. Do června 1999 byla provedena rekonstrukce podvozků u většiny vozů a jejich provoz probíhal do ledna roku 2000, kdy brněnskému dopravnímu podniku vypršelo povolení ke zkušebnímu provozu. Na výrobce tramvají ČKD DS byl uvalen konkurz a tak DPMB nemohl vadné tramvaje reklamovat. Od té doby proběhlo na tramvajích mnoho oprav a bylo absolvováno několik zkušebních jízd, které ale nebyly úspěšné. Až po dlouhých letech v roce 2008 proběhly zkušební jízdy bez komplikací a v prosinci 2008 povolil drážní úřad trvalé provozování tramvají RT6N1. Technické parametry tramvaje typu RT6N1 jsou uvedeny v *tabulce 5*. [14]

Tabulka 5: Technické parametry tramvaje typu RT6N1 [17]

Délka	27 600 mm
Šířka	2 440 mm
Hmotnost	32 850 kg
Maximální rychlost	80 km/h
Výkon	4x104 kW
Obsaditelnost	215 osob



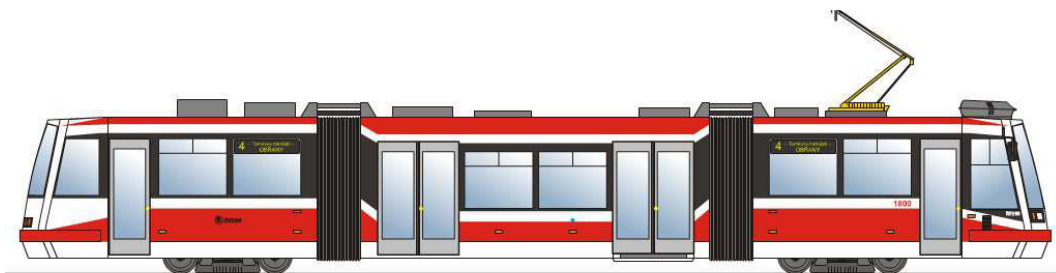
Obrázek 7: Tramvaj ČKD DS RT6N1 [9]

2.1.6 Tramvaje Škoda Anitra

V letech 2003 – 2006 DPMB nakoupil 17 nízkopodlažních tramvají typu Anitra, zobrazené na *obrázku 8*. Technické parametry tramvaje typu Anitra jsou uvedeny v *tabulce 6*. [9]

Tabulka 6: Technické parametry tramvaje typu Anitra [17]

Délka	20 090 mm
Šířka	2 460 mm
Hmotnost	24 200 kg
Maximální rychlost	70 km/h
Výkon	4x90 kW
Obsaditelnost	115 osob



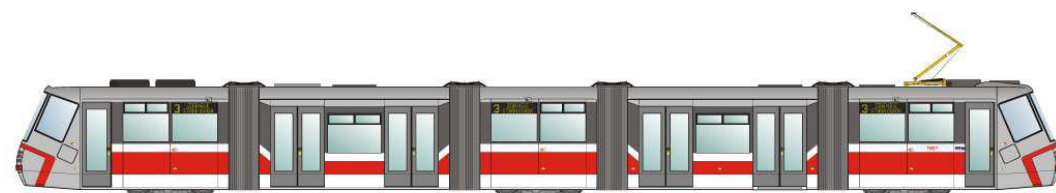
Obrázek 8: Tramvaj Škoda Anitra [9]

2.1.7 Škoda 13T

Od roku 2007 jsou dodávány nízkopodlažní tramvaje 13T, ilustrované na obrázku 9. Celkem bylo nakoupeno 29 vozů, na devíti z nich se finančně podílela EU. Technické parametry tramvaje typu 13T jsou uvedeny v tabulce 7. [9]

Tabulka 7: Technické parametry tramvaje typu 13T [17]

Délka	31 060 mm
Šířka	2 460 mm
Hmotnost	41 200 kg
Maximální rychlost	70 km/h
Výkon	6x90 kW
Obsaditelnost	194 osob

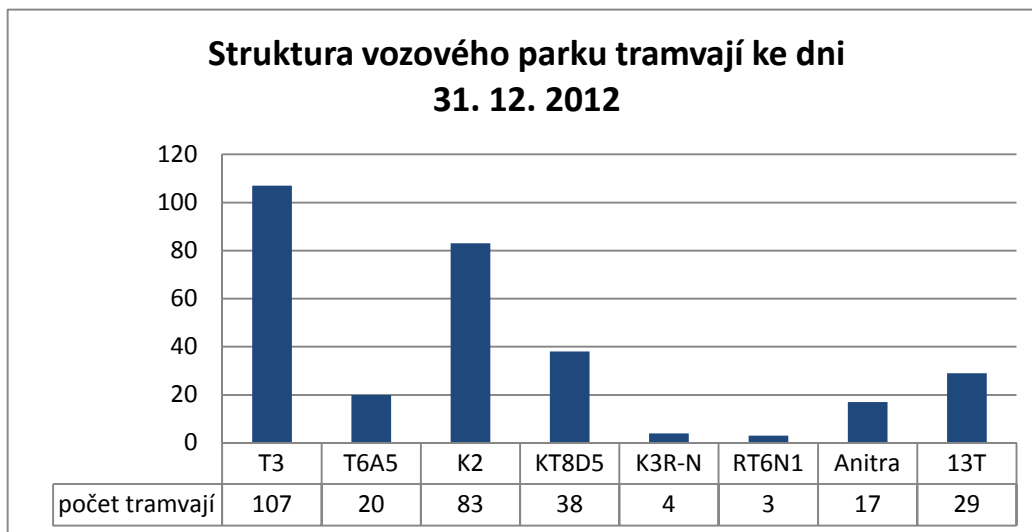


Obrázek 9: Tramvaj Škoda 13T [9]

2.1.8 Struktura vozového parku tramvajů

Struktura vozového parku tramvajů je graficky znázorněna na grafu 1, který potvrzuje, že nejpočetnější tramvaje jsou modely T3, kterých dopravní podnik vlastní 107, z toho je většina již po rekonstrukci. O více než 20 méně je kloubových tramvajů typu K2, které spolu s T3 představují více než 60 % celého tramvajového vozového parku. Nejnižší počet

představují čtyři tramvaje K3R-N, které představují jednu z rekonstrukcí tramvají K2, a tramvaje RT6N1, které jsou pouze tři. [9]



Graf 1: Struktura vozového parku tramvají ke dni 31. 12. 2012 [16]

2.1.9 Vývoj početního stavu tramvají v letech 1992 - 2012

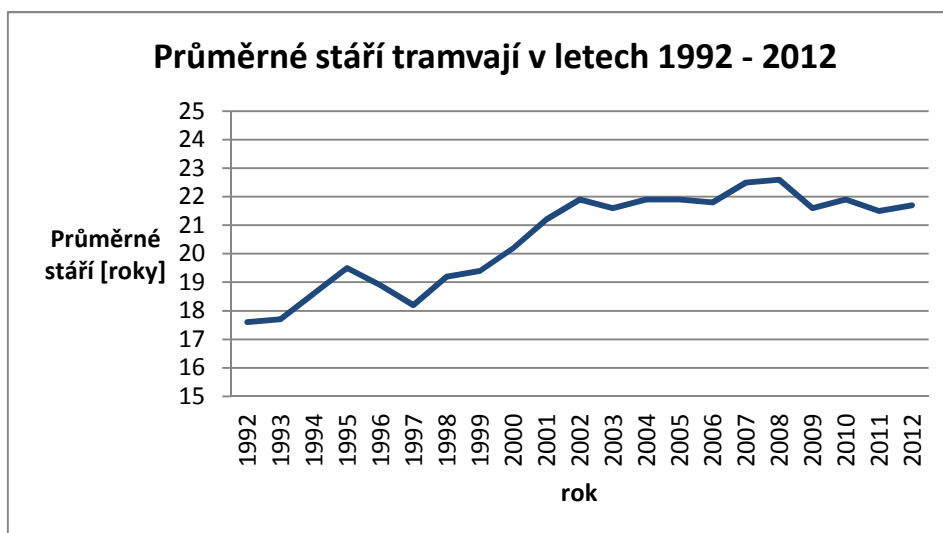
Z grafu 2 lze vyčíst, že od roku 1992 byl menší propad počtu tramvají a v roce 1996 byl opět nárůst na nejvyšší početní stav za sledované období, a tedy 326 vozů. Dále je na grafu znázorněno dlouhodobé klesání početního stavu až do roku 2004, kdy stav začal opět postupně stoupat až na 318 vozů v roce 2009. Početní stav tramvají v roce 2012 byl 310 vozů. [13]



Graf 2: Vývoj početního stavu tramvají v letech 1992 – 2012 [16]

2.1.10 Průměrné stáří tramvají v letech 1992 – 2012

Z grafu 3 je zřejmé, že od roku 1997 začalo průměrné stáří tramvají prudce stoupat až do roku 2002, kdy byl průměrný věk tramvají 21,9 let. Od roku 2002 až dosud se hodnoty ustálily a průměrný věk tramvají kolísá kolem 22 let. Vysoké stáří tramvají je zapříčiněno převážně nedostatkem finančních prostředků a místo nákupu nových vozů docházelo ve většině případů pouze k jejich rekonstrukci. [13]



Graf 3: Průměrné stáří tramvají v letech 1992 – 2012 [16]

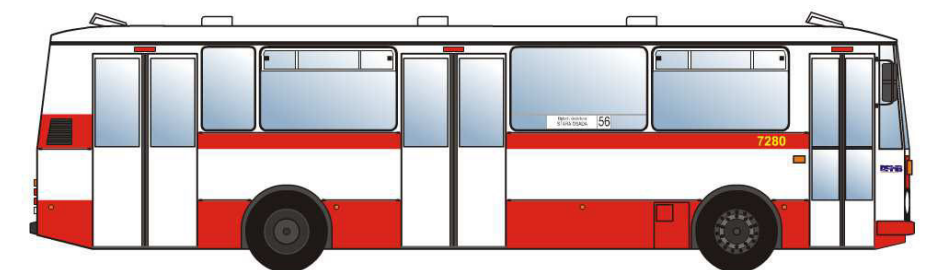
2.2 VOZOVÝ PARK AUTOBUSŮ

V následující kapitole budou popsány jednotlivé typy autobusů, jejich průměrné stáří a vývoj jejich početního stavu od roku 1999 do 2012.

2.2.1 Karosa B 732

Nejpočetnější zástupce autobusů v DPMB jsou autobusy označené jako B 732. V roce 1986 začala Karosa vyrábět modernizovaný typ B 732.20 s přeplňovaným vznětovým motorem a mechanickou převodovkou, která sice nebyla tak komfortní z pohledu cestujících jako dosud používaná automatická převodovka, nicméně pro dopravní podnik znamenala podstatné snížení pohonných hmot. Autobusy měly novou zadní nápravu, která přispěla ke snížení hlučnosti. První autobusy typu B 732 byly zařazeny do provozu v roce 1987. Některé vozy, dodávány v letech 1988 a 1989, měly upravený motor s vyšším krouticím momentem a nesly označení B 732.40. Zástupce těchto upravených autobusů je ilustrován na obrázku 10. [1]

I přes omezené finanční možnosti, které DPMB sužovaly na začátku 90. let a které se projeví především v tramvajovém a trolejbusovém vozovém parku, autobusový vozový park se značně rozšiřoval. V roce 1990 bylo pořízeno 42 nových autobusů typu B 732.1652, které se odlišovaly od typu B 732.40 pouze novou zadní nápravou, a v roce 1991 bylo zakoupeno 28 nových autobusů s menšími pneumatikami označené B 732.1654. Po dvou letech bylo dodáno dalších deset vozů typu B 732.1654 s novým výfukovým systémem a s novým čalouněním sedadel. V roce 1994 byla provedena poslední dodávka autobusů typu B 732, a to 30 vozů typu B 732.1654.3 vybavené v pravé bočnici vzadu sáním pro mezichlazení vzduchu. Celkem bylo zakoupeno 240 autobusů typu B 732, z nichž většina byla již vyřazena nebo prodána a v současné době je v provozu pouze 25 těchto vozů. [1]



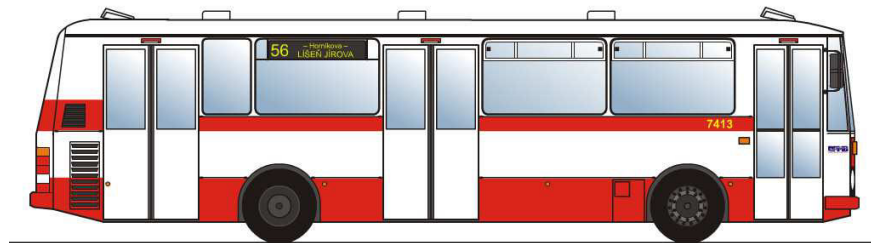
Obrázek 10: Autobus Karosa B 732 [9]

2.2.2 Karosa B 731

Od října 1994 byl zařazen do zkušebního provozu prototyp B 21 typu B 731.1663 s motorem LIAZ a automatickou převodovkou Voith s retardérem. Protože se tato kombinace jevila jako velmi spolehlivá, bylo v roce 1995 nakoupeno 20 vozů B 731.1669, zobrazených na obrázku 11, které měly oproti prototypu navíc ještě prodlouženou zád'. Tento nákup byl poslední dodávkou autobusů řady B 730. Ze všech 21 autobusů typu B 731 je v provozu v současné době ještě 13 vozů. Technické parametry autobusu typu Karosa B 731 jsou uvedeny v tabulce 8. [1] [9]

Tabulka 8: Technické parametry autobusu typu Karosa B 731 [17]

Délka	11 347 mm
Šířka	2 500 mm
Hmotnost	9 850 kg
Maximální rychlost	75 km/h
Výkon	175 kW
Obsaditelnost	95 osob



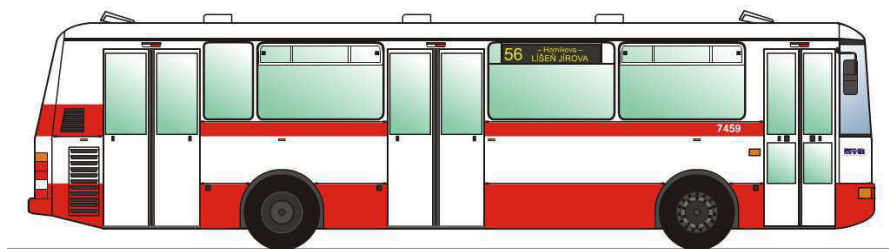
Obrázek 11: Autobus Karosa B 731 [9]

2.2.3 Karosa B 931

V roce 1995 představila Karosa na veletrhu v Brně novou typovou řadu 900, u které bylo modernizováno především přední čelo autobusu, stanoviště řidiče, interiér a čalounění sedadel pro cestující. DPMB nakoupil v roce 1998 sedmnáct autobusů B 931.1675 a pět kloubových vozů B 941.1930. Konstrukční i technologické provedení autobusů odpovídalo předchozímu typu, z něhož byla převzata přední náprava LIAZ s nezávisle zavěšenými koly, zadní náprava Detva a motor LIAZ s automatickou třístupňovou převodovkou s retardérem. V letech 1999 – 2001 byl dodáván inovovaný typ B 931E.1707, ilustrovaný na *obrázku 12*, který měl v přední části vozu sníženou podlahu, tuhou přední nápravu, kotoučové brzdy a byl vybaven systémem ABS/ASR. Dopravní podnik nakoupil celkem 56 autobusů B 931 a všechny jsou stále v provozu. Technické parametry autobusu typu Karosa B 931 jsou uvedeny v *tabulce 9*. [1] [9]

Tabulka 9: Technické parametry autobusu typu Karosa B 931 [17]

Délka	31 060 mm
Šířka	2 460 mm
Hmotnost	41 200 kg
Maximální rychlost	70 km/h
Výkon	6x90 kW
Obsaditelnost	194 osob

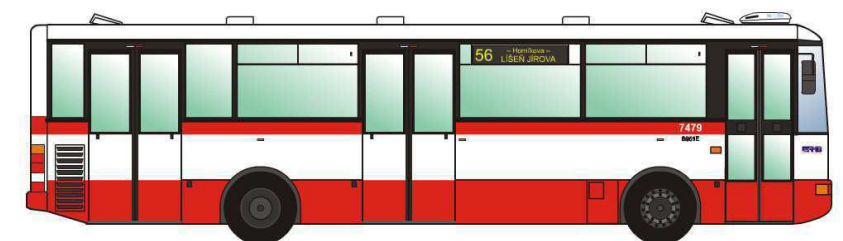


Obrázek 12: Autobus Karosa B 931 [9]

2.2.4 Karosa B 951

Na obrázku 13 je zobrazen autobus typu B 951, který byl nabízen společností Karosa již od roku 2002, v té době ovšem DPMB nakoupil nízkopodlažní autobusy Citybus, proto dodávka prvních pěti autobusů B 951E.1713 proběhla až roku 1995. Specifikace nového typu popisuje L. Čuma v literatuře [1] s názvem *Autobusy v brněnské městské dopravě 1930-2005* takto: „Sestavený rám a skelet celého autobusu včetně jednotlivých dílů je ošetřen proti korozi ponořením do kataforetické lázně. Technologie této povrchové úpravy je založena na chemické elektrolýze, kdy chemická lázeň tvoří kladný a ponořované díly záporný pól. Tím dochází k řádnému ulpění ochranného nátěru i v dutinách skeletu a je tak významně zkvalitněno antikorozi ošetření vozidla. Zasklení bočních oken i zadního je provedeno technologií lepení zeleně tónovaných bezpečnostních skel.“ [1, s. 223]

Tento typ autobusů využívá kapalinou chlazený motor Iveco a automatickou čtyřstupňovou převodovkou s vestavěným hydraulickým retardérem. Celkem bylo nakoupeno 17 autobusů typu B 951E.1713 a všechny jsou v současnosti v provozu.[1]



Obrázek 13: Autobus Karosa B 951 [9]

2.2.5 Karosa B 741

Prvních deseti kloubových autobusů B 741.1916, vyobrazených na *obrázku 14*, se město Brno dočkalo v roce 1993 a dalších dvaceti vozů B 741.1924 v roce 1995, které byly jako první vybaveny elektronickými označovači jízdenek a palubními počítači SAVS. Kloubové autobusy B 741 jsou konstrukčně velmi podobné sólo autobusům typové řady 700, jsou rozděleny na dvě části a uprostřed jsou spojeny točnicí. Technické parametry autobusu typu Karosa B 741 jsou uvedeny v *tabulce 10*. [1]

Tabulka 10: Technické parametry autobusu Karosa B 741 [17]

Délka	17 355 mm
Šířka	2 500 mm
Hmotnost	14 210 kg
Maximální rychlost	70 km/h
Výkon	175 kW
Obsaditelnost	151 osob



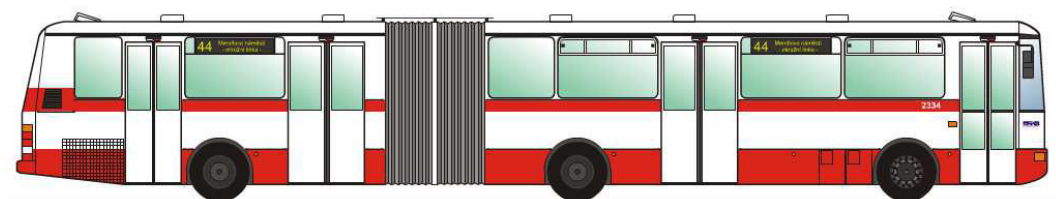
Obrázek 14: Autobus Karosa B 741 [9]

2.2.6 Karosa B 941

V roce 1998 DPMB koupil dalších pět kloubových autobusů B941.1930, které měly zaoblená čela, zeleně tónovaná boční skla, látkou čalouněná plastová sedadla a byly vybaveny akustickou ústřednou EPIS s digitálním hlásičem zastávek. Na konci roku byl do provozu uveden ještě jeden vůz stejného typu, na kterém byla od roku 1996 zkoušena instalace kompletního informačního systému. V letech 1999 – 2001 bylo zakoupeno 27 kloubových autobusů B 941E.1962, zobrazených na *obrázku 15*, které mají stejné specifikace jako sólo autobus B 931E, a tedy přední tuhou nápravu, kotoučové brzdy a systém ABS/ASR. Z celkového počtu 33 kloubových autobusů B 941 jsou v současné době vyřazeny pouze 4 vozy. Technické parametry autobusu typu Karosa B 941 jsou uvedeny v *tabulce 11*. [1] [9]

Tabulka 11: Technické parametry autobusu typu Karosa B 941 [17]

Délka	17 615 mm
Šířka	2 500 mm
Hmotnost	14 400 kg
Maximální rychlost	70 km/h
Výkon	175 kW
Obsaditelnost	160 osob



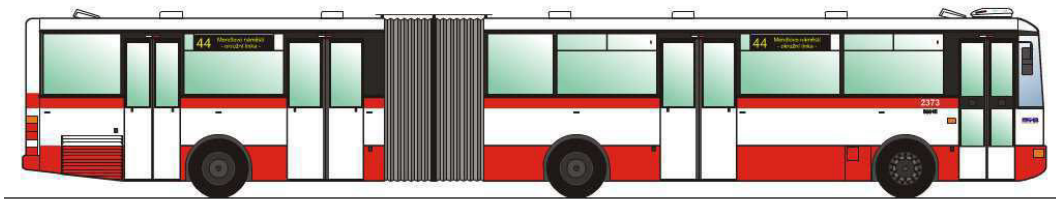
Obrázek 15: Autobus Karosa B 941 [9]

2.2.7 Karosa B 961

Díky novému motoru Iveco a modernizaci zadního čela, bylo umožněno zvětšení zadního prostoru v autobusech B 961E.1970, ilustrovaných na *obrázku 16*, a zvýšit tak obsaditelnost i počet míst k sedění. Technologie stavby karosérie byla sestavena a antikorozně upravena stejně jako u sólo autobusů B 951E. Od roku 2004 se dodávaly typově stejné autobusy, ale již s lepenými bočními okny. DPMB má v současnosti k dispozici všech 26 autobusů typu B 961. Technické parametry autobusu typu Karosa B 961 jsou uvedeny *tabulce 12*. [1] [9]

Tabulka 12: Technické parametry autobusu typu Karosa B 961 [17]

Délka	17 590 mm
Šířka	2 500 mm
Hmotnost	13 870 kg
Maximální rychlost	70 km/h
Výkon	213 kW
Obsaditelnost	167 osob



Obrázek 16: Autobus Karosa B 961 [9]

2.2.8 Irisbus Citybus

Pro lepší zpřístupnění autobusů pro zdravotně postižené, staří cestující a cestující s kočárky, přistoupil v roce 2002 DPMB k nákupu patnácti nízkopodlažních vozů Citybus 12M 2071, zobrazených na *obrázku 17*. Pro pohodlný vjezd invalidních vozíků, popř. kočárků, jsou autobusy vybaveny manuálně ovládanou výklopnou plošinou a funkcí „kneeling“, která umožňuje naklopení vozové skříně. Autobusy mají vznětový šestiválcový přeplňovaný motor Iveco s přímým vstřikováním paliva a automatickou třístupňovou převodovku s vestavěným hydraulickým retardérem. V roce 2004 a 2005 bylo dodáno dalších 15 nízkopodlažních autobusů. [1]

Konstrukci autobusu popisuje L. Čuma v literatuře [1] s názvem *Autobusy v brněnské městské dopravě 1930-2005* takto: „*Karoserie je polosamonosné konstrukce sešroubovaná do formy skeletu před oplechováním a olakováním, ošetřená proti korozi ponořením do kataforetické lázně. Rám podvozku je tvořen ocelovými podélníky a příčkami, boční stěny a střecha jsou svařeny z tažených uzavřených profilů a oplechovány ferozinkovým plechem. Přední část vozu má kostru z uzavřených profilů pokrytou plechovými i plastovými díly, zadní část vozu tvoří jednolitý sklolaminátový panel. Skla bočních oken a zadního okna jsou lepená, čelní sklo je zaskleno do gumového profilu. Boční okna jsou ve své horní části vybavena výklopnou ventilací, větrání vozu je také zajištěno střešními ventilacemi a přední a zadní části střechy.*“ [1, s.239] Technické parametry autobusu Irisbus Citybus jsou uvedeny v *tabulce 13*.

Tabulka 13: Technické parametry autobusu typu Irisbus Citybus [17]

Délka	11 990 mm
Šířka	2 500 mm
Hmotnost	11 200 kg
Maximální rychlost	75 km/h
Výkon	180 kW
Obsaditelnost	99 osob



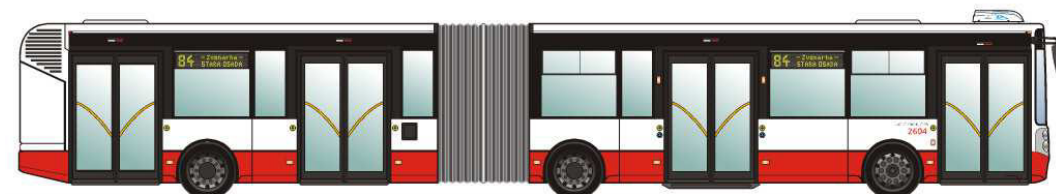
Obrázek 17: Autobus Irisbus Citybus 12M [9]

2.2.9 Irisbus Citelis 12M a Irisbus Citelis 18M

Nízkopodlažní autobusy Citelis 12M vycházejí z řady Citybus a od roku 2006 bylo dodáno 41 těchto vozů. Dalších 22 vozů bylo nakoupeno od roku 2007 v kloubové verzi Citelis 18M, ilustrované na *obrázku 18*. Technické parametry autobusů Irisbus Citelis 12M a Irisbus Citelis 18M jsou uvedeny v *tabulce 14*. [9]

Tabulka 14: Technické parametry autobusů typu Irisbus Citelis 12M a Irisbus Citelis 18M [17]

	Citelis 12M	Citelis 18M
Délka	11 990 mm	17 800 mm
Šířka	2 500 mm	2 500 mm
Hmotnost	11 200 kg	17 300 kg
Maximální rychlost	80 km/h	80 km/h
Výkon	180 kW	213 kW
Obsaditelnost	100 osob	167 osob



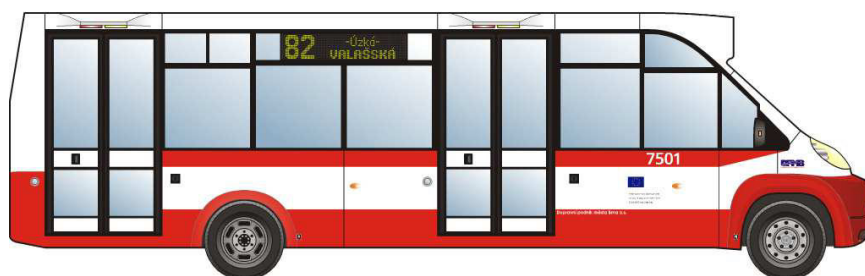
Obrázek 18: Autobus Irisbus Citelis 18M [9]

2.2.10 Mave-Fiat CiBus ENA Maxi

Na *obrázku 19* je zobrazen minibus Mave-Fiat CiBus ENA Maxi. V letech 2009 a 2010 bylo pořízeno pět těchto minibusů, které jsou dlouhé pouhých 8,5 metrů a jsou konstruovány především pro přepravu zdravotně postižených cestujících. Technické parametry autobusu typu Mave-Fiat Cibus ENA Maxi jsou uvedeny v *tabulce 15*. [9]

Tabulka 15: Technické parametry autobusu typu Mave_Fiat Cibus ENA Maxi [17]

Délka	8 432 mm
Šířka	2 109 mm
Hmotnost	5 400 kg
Maximální rychlost	90 km/h
Výkon	115 kW
Obsaditelnost	6 vozičků (+ doprovod) nebo 20 osob



Obrázek 19: Autobus Mave-Fiat CiBus ENA Maxi [9]

2.2.11 Irisbus Crossway Low Entry

V roce 2010 bylo jednorázově nakoupeno 25 částečně nízkopodlažních autobusů Irisbus Crossway Low Entry, zobrazené na *obrázku 20*. Autobus má dvě místa pro vozičkáře a je vybaven ručně nebo elektronicky ovládanou vysouvací rampou. Nástupní výška u prostředních dveří je 330 mm, která se s funkcí „kneeling“ dá snížit na 265 mm. Vůz je vybaven šestiválcovým vznětovým motorem Iveco, pneumaticky ovládanými kotoučovými brzdami a systémem ABS/ASR. Technické parametry autobusu typu Irisbus Crossway Low Entry jsou uvedeny v *tabulce 16*. [4] [9]

Tabulka 16: Technické parametry autobusu typu Irisbus Crossway Low Entry [17]

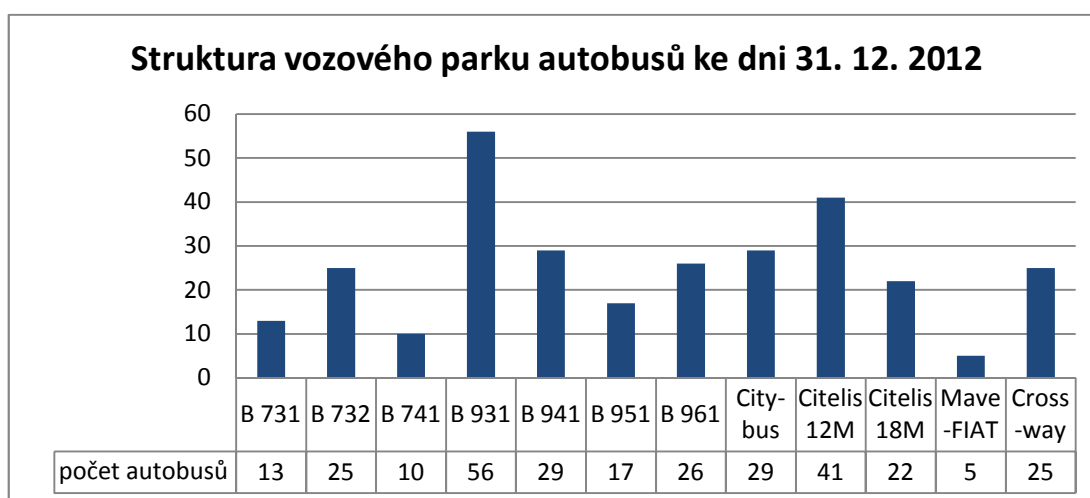
Délka	11 995 mm
Šířka	2 550 mm
Hmotnost	10 730 kg
Maximální rychlost	85 km/h
Výkon	243 kW
Obsaditelnost	74 osob



Obrázek 20: Irisbus Crossway Low Entry [9]

2.2.12 Struktura vozového parku autobusů

Struktura vozového parku autobusů je velmi různorodá. Dopravní podnik vlastní 12 různých modelů autobusů a jak vyplývá z *grafu 4*, nejméně je speciálních autobusů pro zdravotně postižené značky Mave-FIAT, kterých je pouze pět. Nejpočetnější jsou modely B 931 značky Karosa. Ostatních modelů této značky už je výrazně méně, důvodem je jejich stáří, které postupně vede k jejich vyřazování. Staré autobusy jsou nahrazovány novými modely značky Irisbus, konkrétně typem Irisbus Citybus, Citelis a Crossway. [9]



Graf 4: Struktura vozového parku autobusů ke dni 31. 12. 2012 [16]

2.2.13 Vývoj početního stavu autobusů v letech 1992 – 2012

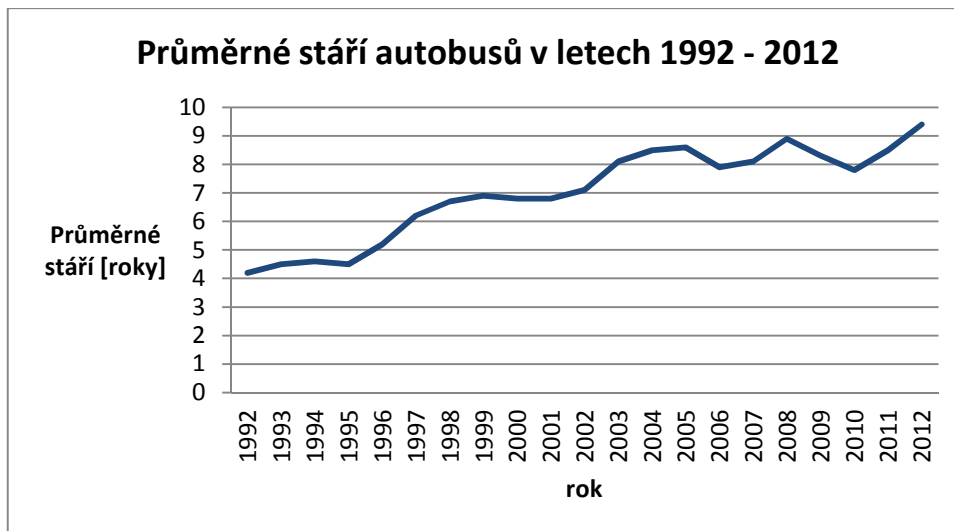
Z grafu 5 je zřejmé, že početní stav autobusového vozového parku od roku 1992 až do roku 2000 klesl o více než 60 autobusů, a to především z důvodu vyřazování starších vozů. V průběhu dalších jedenácti let docházelo k obnovování vozového parku a početní stav se tak postupně zvyšoval až na hodnotu 313 autobusů v roce 2010. Do roku 2012 se stav autobusů snížil na konečný počet 298. [13]



Graf 5: Vývoj početního stavu autobusů v letech 1992 – 2012 [16]

2.2.14 Průměrné stáří autobusů v letech 1992 – 2012

Průměrné stáří autobusového vozového parku se od roku 1992 neustále mírně zvyšuje. Graf 6 naznačuje, že zatímco v roce 1992 bylo průměrné stáří autobusů 4 roky, v roce 2012 hodnota stoupla na více než 9 let. I přes zvyšující se stáří, je autobusový vozový park ve srovnání s tramvajovým a trolejbusovým nejvíce obnovovaný a má v průměru nejnovější dopravní prostředky. [13]



Graf 6: Průměrné stáří autobusů v letech 1992 – 2012 [16]

2.3 VOZOVÝ PARK TROLEJBUSŮ

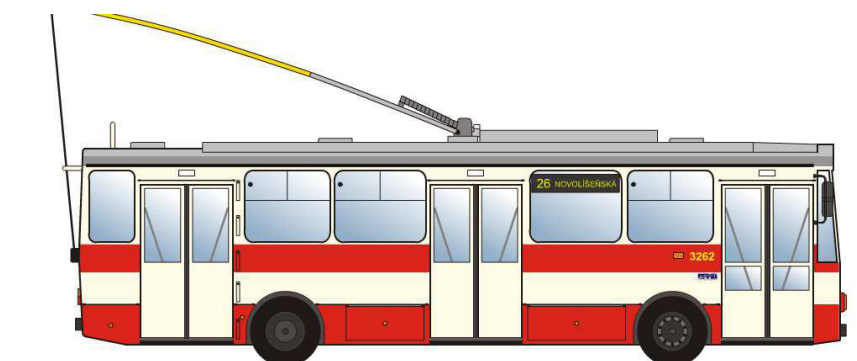
V následující kapitole budou popsány jednotlivé typy trolejbusů, jejich průměrné stáří a vývoj jejich početního stavu od roku 1999 do 2012.

2.3.1 Trolejbusy Škoda 14Tr

Trolejbus, jako nejmladší dopravní prostředek, byl do dopravního podniku zaveden až v roce 1945, kdy bylo nakoupeno 15 trolejbusů. V roce 1992 měl podnik k dispozici již 133 trolejbusů s průměrným stářím 7 let. Nové vozy byly nakoupeny až v roce 1994, kdy bylo dodáno 10 trolejbusů 14Tr14 s typickou hranatou přední částí karoserie, jak je vidět na *obrázku 21*. Všechny tyto vozy jsou stále v provozu a kromě dvou jsou již všechny zrekonstruovány na 14TrR. Následně v roce 1996 bylo pořízeno dvacet modernizovaných vozů 14Tr17/6M, polovina z nich je již také přestavěna na model 14TrR a druhá polovina na rekonstrukci ještě čeká. Raritou mezi brněnskými trolejbusy je vůz 14TrR/IGBT, který je jako jediný modernizován s použitím elektrické výzbroje s IGBT prvky. Technické parametry trolejbusu typu 14Tr jsou uvedeny v *tabulce 17*. [12]

Tabulka 17: Technické parametry trolejbusu typu 14Tr [17]

Délka	11 300 mm
Šířka	2 500 mm
Hmotnost	10 000 kg
Maximální rychlost	65 km/h
Výkon	100 kW
Obsaditelnost	80 osob



Obrázek 21: Trolejbus Škoda 14Tr14 [9]

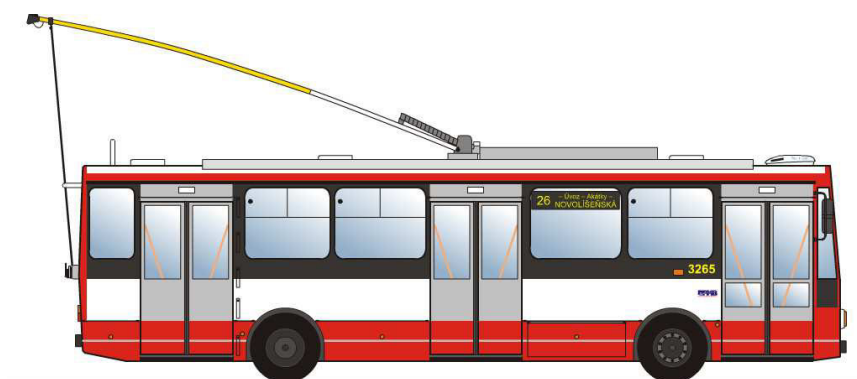
Zejména kvůli nedostatku finančních prostředků na koupi nových vozů, musel dopravní podnik koncem 90. let přistoupit na modernizaci starších trolejbusů řady 14Tr. Tyto trolejbusy doposud neprošly za celou dobu svoji existence žádnou změnou, musela být proto rekonstrukce radikální. Rekonstrukce probíhala téměř 7 let, proto nejsou všechny vozy zrekonstruovány stejně, ale mají zásadní odlišnosti podle tzv. vzorů, např. „vzor 2003“. [12]

Rekonstrukce trolejbusů 14TrR zahrnovala především:

- dosazení nového předního čela a úprava zadního;
- zrušení dělicí příčky na zadním okně;
- antikoroziční úprava;
- oprava a nový nátěr nárazníků;
- oprava oplechování střechy;
- nové oplechování skeletu a nový nátěr;
- dosazení nového děleného předního skla;
- dosazení nových schodů a podběhů;
- plastové lemy blatníků;

- nový vnější a vnitřní optický a akustický informační systém, včetně palubního počítače;
- nové řešení interiéru;
- kompletní oprava náprav, trakčního motoru a ostatních podvozkových skupin;
- oprava všech rozvodů vzduchových okruhů;
- repase sloupku řízení a pedálů;
- dosazení systému centrálního mazání;
- oprava skříně s odpory a pochůzkových chodníků na střeše vozu;
- repase původní elektrovýzbroje;
- oprava kabiny řidiče, včetně dosazení nového sedadla řidiče;
- dosazení nové palubky řidiče a nových protislunečních rolet. [12]

Délka vozu 14TrR, ilustrovaného na *obrázku 22*, je o 40 mm delší než u modelu 14Tr, ostatní technické parametry byly zachovány. Celkem bylo zrekonstruováno 45 vozů, z toho jeden byl už vyřazen, zbylých 44 trolejbusů je stále v provozu. [17].



Obrázek 22: Trolejbus Škoda 14TrR [9]

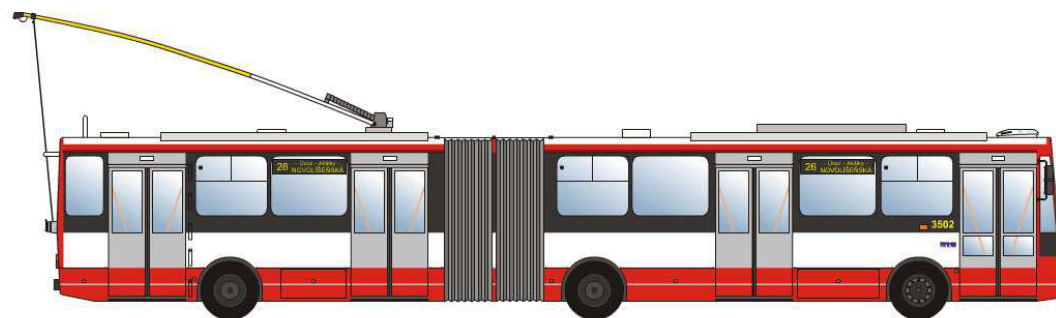
2.3.2 Trolejbusy Škoda 15Tr

Kloubových trolejbusů řady 15Tr je v provozu pouze 8, které byly dodány v roce 1990 a 1991 a ze stejného důvodu jako vozy 14Tr jsou již všechny zrekonstruovány na model 15TrM, který lze vidět na *obrázku 23*. Rekonstrukce probíhala v letech 2002 – 2006. [12]

K základním parametrům rekonstruovaných trolejbusů 15TrM, patří na rozdíl od modelů 14TrR navíc ještě parametry týkající se modernizaci kloubu, zejména úprava a zesílení kritických namáhaných míst kloubu a dosazení nového měchu kloubu. Technické parametry trolejbusu typu 15Tr jsou uvedeny v *tabulce 18*. [12]

Tabulka 18: Technické parametry trolejbusu typu 15Tr [17]

Délka	17 360 mm
Šířka	2 500 mm
Hmotnost	15 900 kg
Maximální rychlost	65 km/h
Výkon	2x100 kW
Obsaditelnost	145 osob



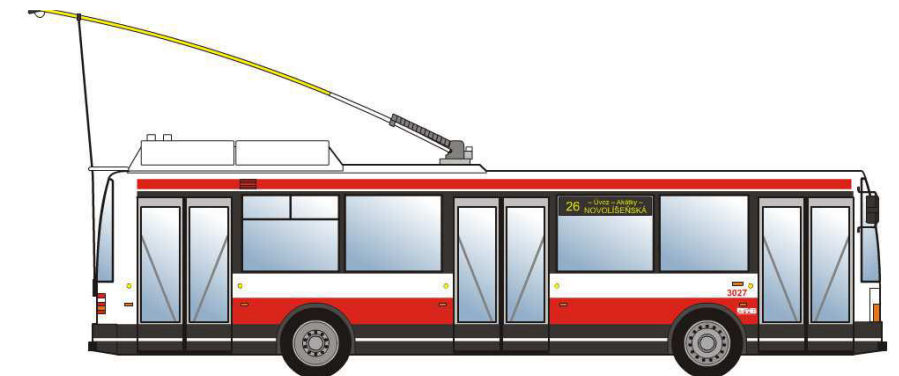
Obrázek 23: Trolejbus Škoda 15TrM [9]

2.3.3 Trolejbusy Škoda 21Tr

V roce 1999 byly dodány první nízkopodlažní trolejbusy 21Tr, vyobrazené na obrázku 24, a do roku 2002 jich bylo dodáno celkem 43. V roce 2011 byly přikoupeny čtyři vozy z Jihlavy a o rok později další čtyři z Hradce Králové. Z toho je nyní provozních 44 trolejbusů, a poslední čtyři vozy z Hradce Králové ještě nejsou v současné době v provozu. Technické parametry trolejbusu typu 21Tr jsou uvedeny v tabulce 19. [9]

Tabulka 19: Technické parametry trolejbusu typu 21Tr [17]

Délka	11 560 mm
Šířka	2 500 mm
Hmotnost	10 950 kg
Maximální rychlost	65 km/h
Výkon	140 kW
Obsaditelnost	86 osob



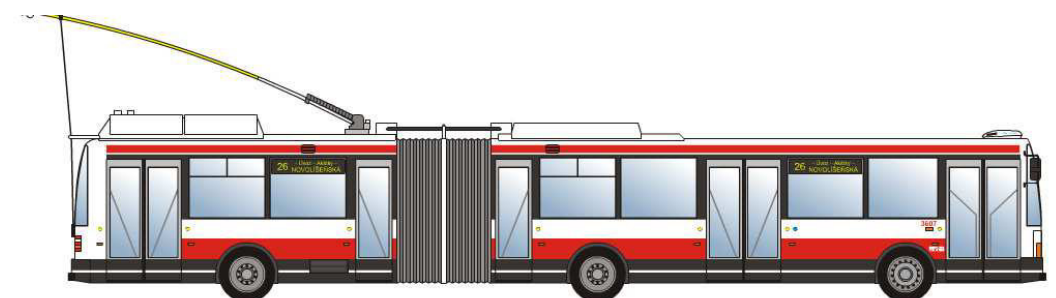
Obrázek 24: Trolejbus Škoda 21Tr [9]

2.3.4 Trolejbusy Škoda 22Tr

V letech 2002 – 2003 byl dodáván článkový nízkopodlažní trolejbus 22Tr, ilustrovaný na *obrázku 25*, těchto vozů bylo nakoupeno celkem 8 a všechny jsou stále v provozu. Technické parametry trolejbusu typu 22Tr jsou uvedeny v *tabulce 20*. [9]

Tabulka 20: Technické parametry trolejbusu typu 22Tr [17]

Délka	18 070 mm
Šířka	2 500 mm
Hmotnost	18 000 kg
Maximální rychlost	70 km/h
Výkon	2x132 kW
Obsaditelnost	140 osob



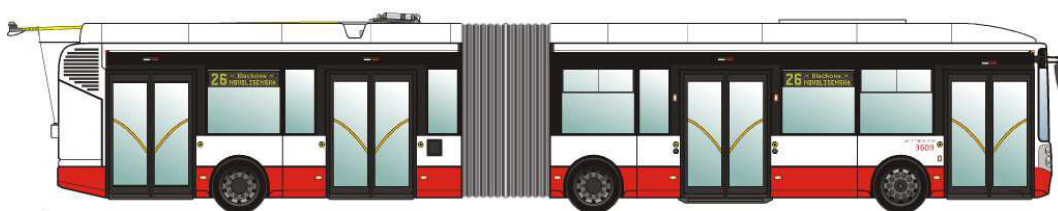
Obrázek 25: Trolejbus Škoda 22Tr [9]

2.3.5 Trolejbusy Škoda 25Tr

Nejnovější typ trolejbusu, je článkový 100% nízkopodlažní vůz Škoda 25Tr, zobrazený na *obrázku 26*, s karoserií Irisbus Citelis, od roku 2007 se v průběhu dvou let nakoupilo devět těchto modelů, které jsou všechny stále v provozu. Technické parametry trolejbusu typu 25Tr jsou uvedeny v *tabulce 21*. [9]

Tabulka 21: Technické parametry trolejbusu typu 25Tr [17]

Délka	17 800 mm
Šířka	2 500 mm
Hmotnost	17 660 kg
Maximální rychlost	65 km/h
Výkon	240 kW
Obsaditelnost	159 osob



Obrázek 26: Trolejbus Škoda 25Tr [9]

2.3.6 Struktura vozového parku trolejbusů

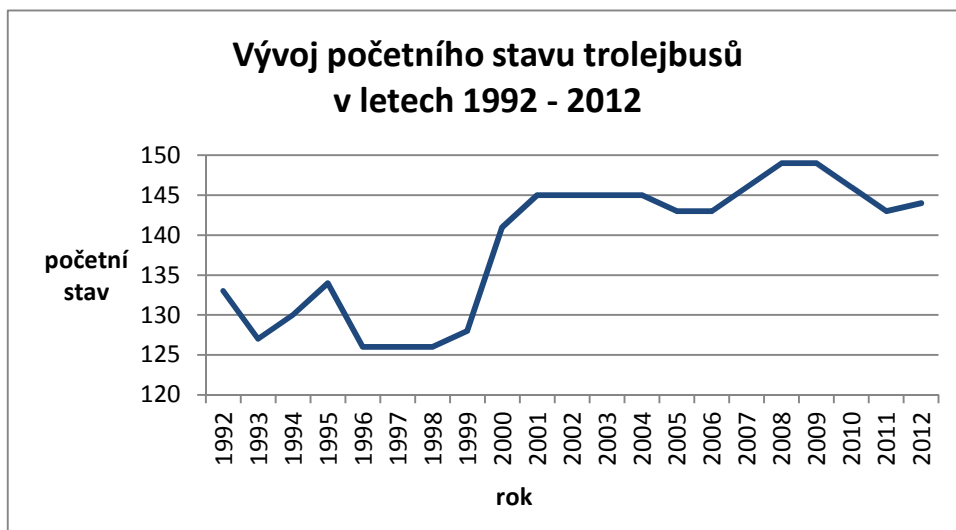
DPMB a.s. disponuje pouze pěti typy trolejbusů značky Škoda. Z *grafu 7* lze vyčíst, že nejpočetnější a také nejstarší jsou trolejbusy 14Tr, kterých je 73 a téměř všechny jsou již zmodernizovány. O více než 20 méně je trolejbusů typu 21Tr, které byly jako první dodávány v nízkopodlažní verzi. Zbylé typy trolejbusů nepřekračují hranici počtu deseti vozů. [9]



Graf 7: Struktura vozového parku trolejbusů ke dni 31. 12. 2012 [16]

2.3.7 Vývoj početního stavu trolejbusů v letech 1992-2012

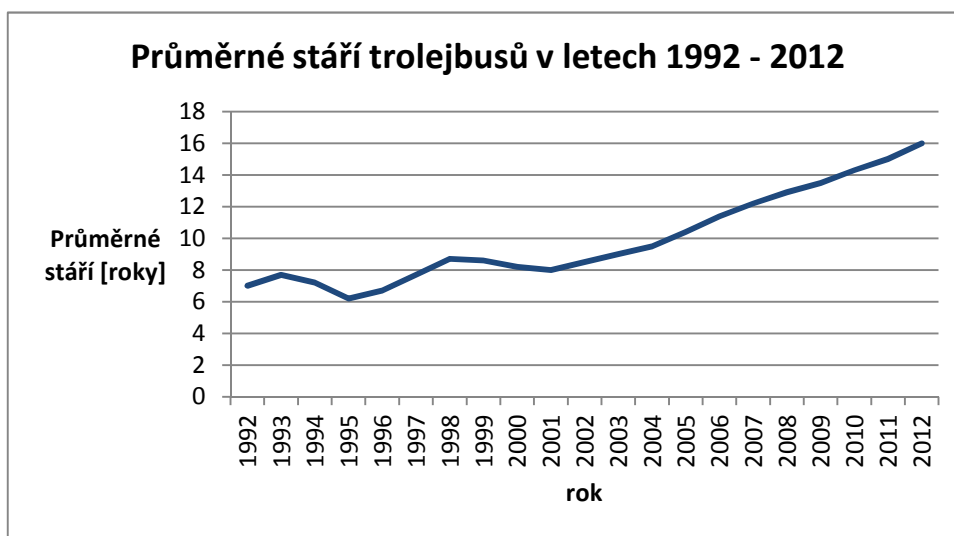
Jak naznačuje *graf 8*, celkový počet trolejbusů mírně stoupal od roku 1994, kdy bylo nakoupeno 10 nových vozů, a v roce 1995 vlastnil podnik 134 trolejbusů. Postupně se začaly některé vozy vyřazovat a nízký stav (126) se tak držel až do roku 1999, následující rok se počet výrazně zvýšil až na 141 trolejbusů a nadále se zvyšoval až na nejvyšší hodnotu 149 vozů v letech 2008 a 2009. Od té doby se stav trolejbusů mírně snížil na konečný počet 144 v roce 2012. [13]



Graf 8: Vývoj početního stavu trolejbusů v letech 1992 – 2012 [16]

2.3.8 Průměrné stáří trolejbusů v letech 1992 - 2012

Z grafu 9 je zřejmé, že celkově má průměrné stáří trolejbusů vzestupnou tendenci, patrné jsou jen dvě výraznější období, kdy se průměrné stáří snížilo. První z nich je období od roku 1993 – 1995, kdy na konci roku 1995 bylo průměrné stáří trolejbusů 6,2 let. Tato nízká hodnota byla dána především nákupem většího množství nových trolejbusů. Druhý znatelný pokles průměrného stáří byl díky nákupu 43 nových vozů v období 1999 – 2001, kdy hodnota průměrného stáří klesla na 8 let. Od roku 2002 až po současnost průměrné stáří trolejbusů stále mírně narůstá, roce 2012 dosáhlo 16 let. [13]



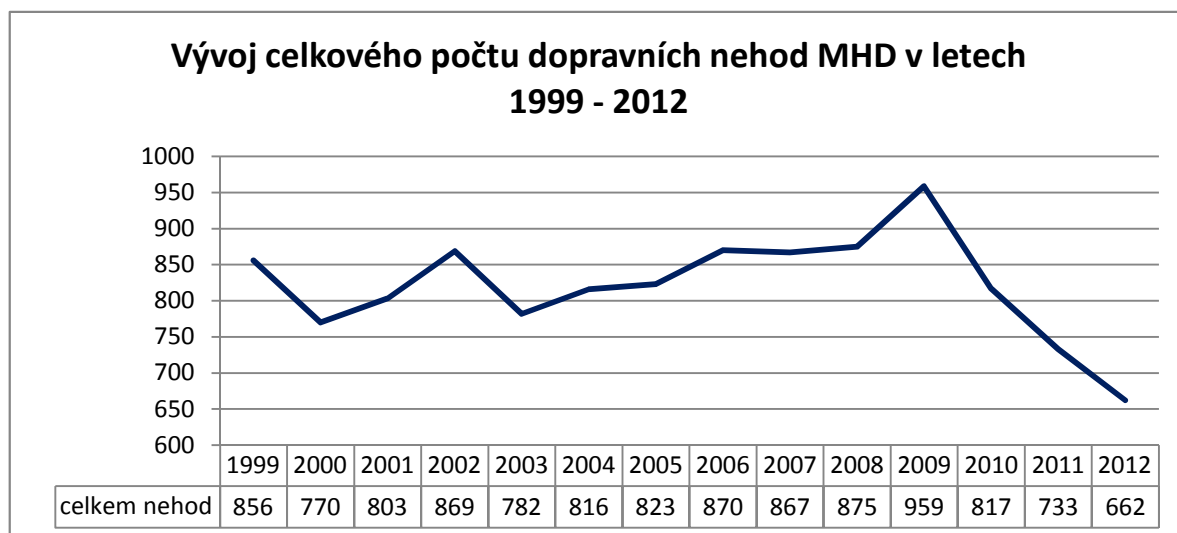
Graf 9: Průměrné stáří trolejbusů v letech 1992 – 2012 [16]

3 STATISTICKÁ ANALÝZA NEHOD DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ MHD DPMB

Na základě podkladů poskytnutých DPMB byla provedena statistická analýza nehod dopravních prostředků MHD za léta 1999 – 2012. Ze získaných dat byl zjištěn druh trakce, který se nejčastěji podílí na dopravních nehodách a ten byl vybrán pro následné statistické vyhodnocení. Na základě výsledků analýz bude zjištěn nejčastější druhý účastník nehody a následně provedena podrobná analýza nehod z hlediska jejich zavinění, místa střetu a nejčastějších období v roce, kdy k nehodám došlo. Podrobná analýza bude také v menším rozsahu provedena pro nehody, které jsou nejzávažnější z hlediska jejich následků.

3.1 STATISTICKÁ ANALÝZA NEHOD DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ MHD DPMB PODLE DRUHŮ TRAKCÍ

Vývoj celkového počtu dopravních nehod prostředků MHD v letech 1999 – 2012 zaznamenává *graf 10*. Celkový počet nehod od roku 1999 do roku 2003 kolísá kolem hodnoty 800. Od roku 2003 má celkový průběh mírně stoupající tendenci, přičemž vrcholu dosahuje v roce 2009, kdy se událo 959 nehod. Od roku 2009 počet nehod výrazně klesá až k loňské hodnotě 662, což je nejnižší počet nehod za posledních 14 let.



Graf 10: Vývoj celkového počtu dopravních nehod MHD v letech 1999 – 2012 [16]

Výběru řidičů prostředků MHD a následné práci s řidiči je věnováno ze strany Dopravního podniku velká pozornost. Každý nový řidič musí absolvovat před nástupem do kurzu psychologické vyšetření a potom ze zákona absolvovat každý rok pravidelné školení. Jedním z možných důvodů poklesu dopravních nehod je větší kvalita jak psychologického vyšetření, tak dalšího proškolení řidičů. Dalším kladným faktorem bylo přijetí na oddělení kontrol tří tzv. „techniků jízdy“ a tím se opět zvýšila kontrola práce řidičů prostředků MHD.

Z *tabulky 22*, ve které jsou uvedeny počty nehod dle jednotlivých druhů trakcí, je zřejmé, že největší podíl na všech nehodách mají tramvaje. Celkový počet nehod, při kterých byla minimálně jeden z účastníků tramvaj, je 6212, autobusy se účastnily 3677 nehod a o dva tisíce méně bylo střetů s trolejbusy.

Tabulka 22: Počty nehod dle jednotlivých trakcí za období 1999 – 2012

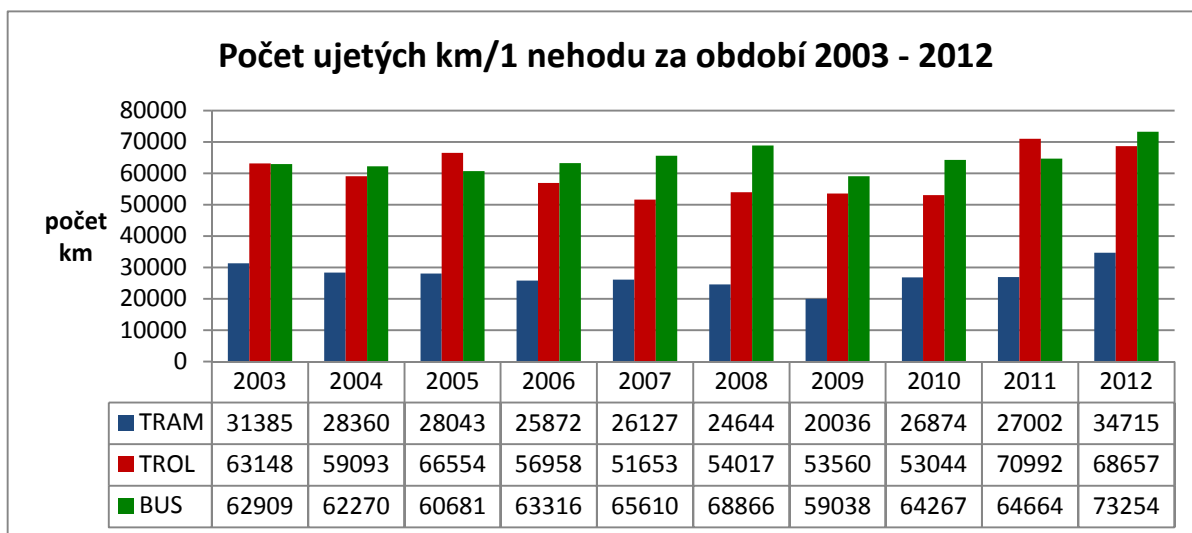
Rok / trakce	TRAM	TROL	BUS
1999	473	125	258
2000	426	115	229
2001	444	127	232
2002	489	131	249
2003	412	116	254
2004	423	119	274
2005	439	91	293
2006	479	106	285
2007	473	124	270
2008	491	132	252
2009	525	128	306
2010	426	120	271
2011	375	87	271
2012	337	92	233
celkem	6212	1613	3677

Pro srovnání nehodovosti dle trakcí není samotný počet nehod dostatečně výstižný, a to z důvodu odlišného počtu vozů jednotlivých trakcí a rozdílných délek předepsaných tras. Proto bylo srovnání četnosti nehod provedeno na základě počtu ujetých kilometrů jednotlivých trakcí, což vypovídá lépe o četnosti jejich nehod. Počet ujetých kilometrů za jednotlivé roky jsou dle druhu trakcí zobrazeny v *tabulce 23*.

Tabulka 23: Počet ujetých kilometrů jednotlivých druhů trakcí v letech 2003 – 2012

rok / trakce	TRAM [km]	TROL [km]	BUS [km]
2003	12 930 452	7 325 152	15 978 772
2004	11 996 177	7 032 037	17 061 979
2005	12 310 868	6 056 457	17 779 647
2006	12 392 913	6 037 501	18 045 171
2007	12 358 236	6 456 631	17 714 665
2008	12 100 270	7 130 300	17 354 456
2009	10 518 976	6 860 756	18 065 514
2010	11 448 304	6 365 321	17 416 264
2011	10 125 811	6 176 285	17 523 904
2012	11 803 423	6 316 489	17 068 363
celkem	117 985 430	65 756 929	174 008 735

Graf 11 zobrazuje počet ujetých km na 1 nehodu za období 2003 – 2012. Autobusy i trolejbusy shodně kolísají kolem 60 000 km/1 nehodu, zatímco tramvaje se účastní nehod 2 - 3x častěji. Důvodem je především skutečnost, že na rozdíl od autobusů či trolejbusů, tramvaj nemá možnost kolizi zabránit jinak než brzděním a nemůže provést vyhýbací manévr. Data o počtu ujetých km před rokem 2003 nejsou k dispozici, ale z důvodu malých rozdílů dat z uvedených let, lze předpokládat podobné hodnoty i v letech 1999 – 2002.



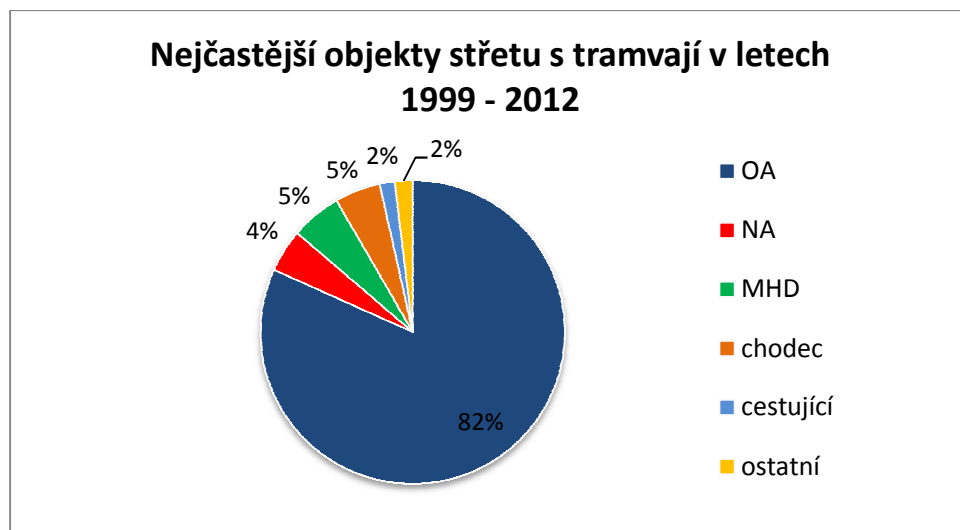
Graf 11: Počet ujetých km/1 nehodu dle jednotlivých druhů trakcí za období 2003 – 2012 [16]

3.2 NEJČASTĚJŠÍ OBJEKTY STŘETŮ S TRAMVAJÍ

Pro další podrobné analýzy bude uvažováno pouze s dopravními prostředky MHD DPMB, které se účastní nehod nejčastěji, tedy s tramvajemi. Předtím, než budou analyzovány příčiny jejich nehod, je nutné se zaměřit na druhý objekt střetu, tedy na druhého účastníka nehody. *Graf 12* vyznačuje podíl jednotlivých partnerů kolize na celkových nehodách tramvajů v letech 1999 – 2012 a *tabulka 24* znázorňuje konkrétní počty nehod. Jednoznačně nejčastější nehody (82 %) jsou mezi tramvajemi a osobním automobilem (OA), kterých se událo celkem 5077. Ve většině sledovaných let bylo evidováno cca 350 – 400 těchto nehod, nicméně za poslední dva roky počet střetů výrazně klesl až na 272. Nejvíce střetů tramvaje s OA se stalo v roce 2009, kdy je evidováno 429 nehod. Druhé nejčastější nehody jsou s jinými dopravními prostředky MHD - tramvajemi, autobusy nebo trolejbusy, kterých je 5 %. Shodně (5 %) se na nehodách podílejí i chodci, kteří si ve většině případů odnáší následky v podobě zranění. Nákladní automobily (NA) se na nehodách podílejí pouze ze 4 %, je to dáno pravděpodobně tím, že ve většině případů objíždějí centrum města a tramvajové dopravě se tak často vyhýbají. Dvěma procenty se na nehodách podílejí cestující, kteří například upadnou ve voze, a stejnou hodnotou se podílejí i ostatní objekty střetu, jako je například cyklista, motocykl, traktor nebo pevná překážka.

Tabulka 24: Počet nehod dle účastníků nehod s tramvajemi v letech 1999 – 2012

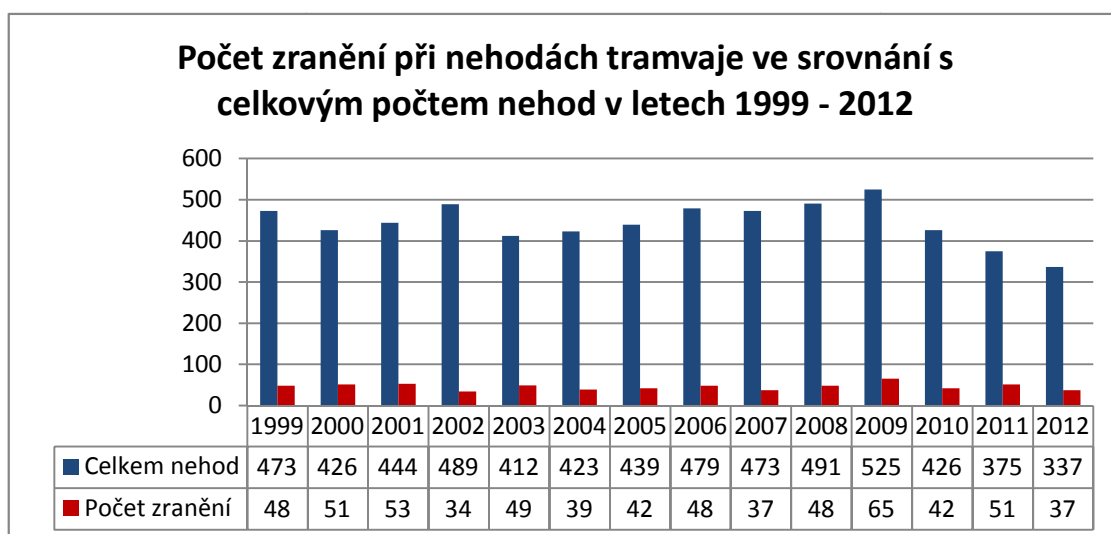
Rok/objekt	OA	NA	MHD	Chodec	Cestující	Ostatní
1999	374	37	25	17	15	5
2000	327	22	22	28	10	17
2001	345	30	16	30	9	14
2002	402	28	27	7	2	23
2003	341	13	23	22	5	8
2004	369	12	16	17	3	6
2005	357	12	30	23	9	8
2006	391	19	33	22	6	8
2007	396	20	19	24	5	9
2008	413	24	25	26	1	2
2009	427	24	32	26	11	5
2010	350	17	27	22	6	4
2011	313	13	16	21	10	2
2012	272	13	23	16	7	6
celkem	5077	284	334	301	99	117



Graf 12: Nejčastější objekty střetu s tramvají v letech 1999 – 2012 [16]

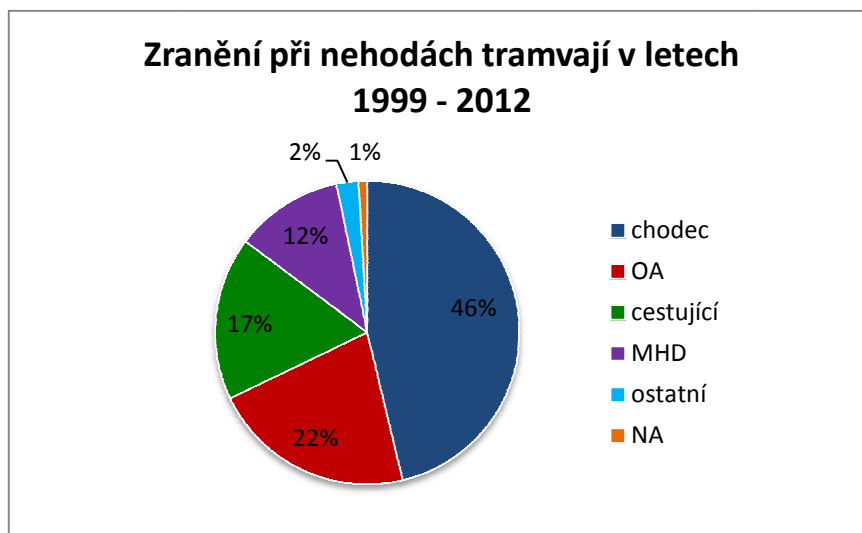
3.3 DOPRAVNÍ NEHODY S NEJVÁŽNĚJŠÍMI NÁSLEDKY

Mimo vyhodnocení nehod tramvají, které jsou nejčastější, budou analyzovány i nehody tramvají z hlediska nejhorších následků, tedy zranění, popř. smrtelných zranění. Při celkovém počtu 6212 nehod za léta 1999 – 2012 došlo k 644 zraněním, což znamená, že více než každá desátá nehoda přináší zranění. Graf 13 znázorňuje, že počet zranění v jednotlivých letech se od sebe výrazně neodlišuje. Nejvíce zranění je evidováno v roce 2009, kdy při 525 nehodách došlo k 65 zraněním (12 %). Naopak pouze z necelých 7 % došlo ke zranění v roce 2002, kdy se konkrétně přihodilo 34 zranění při 489 nehodách.



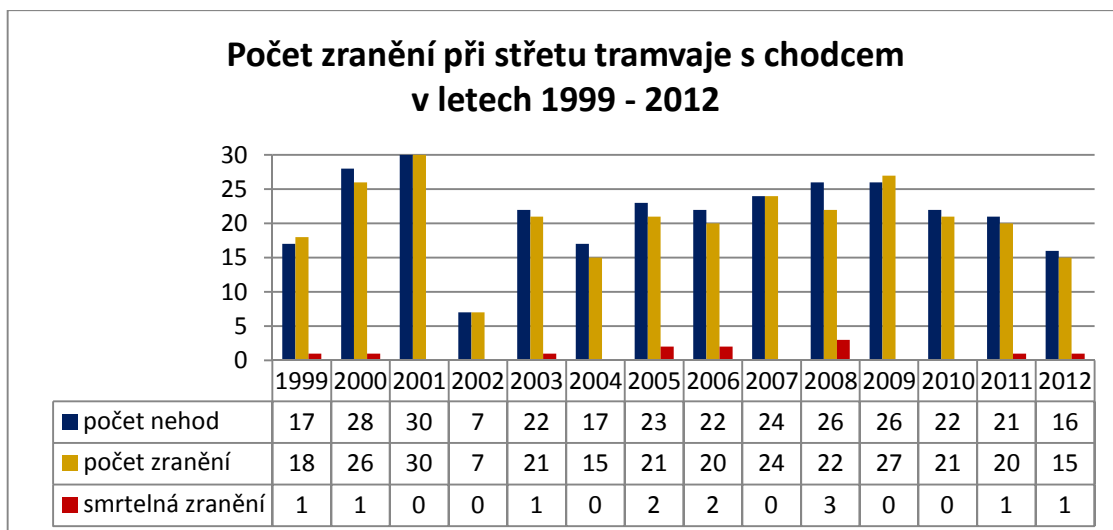
Graf 13: Počet zranění při nehodách tramvaje v letech 1999 – 2012 [16]

Graf 14 naznačuje, při jakém typu nehody došlo k největšímu počtu zranění. Je zřejmé, že nejčastěji utrpí zranění osoby při nehodě tramvaje s chodcem. Zranění při nehodě s chodcem je bez mála v polovině všech případů. Z 22 % se na zranění podílejí nehody tramvají s osobními automobily a v dalších 17 % a 12 % dochází ke zranění při nehodě s cestujícím (např. při nastupování nebo vystupování) resp. s jiným dopravním prostředkem MHD. Pouze minimálně se na zranění podílejí nehody s nákladními automobily a ostatní objekty nehod jako jsou např. cyklisté nebo motocykly.



Graf 14: Zranění při nehodách tramvají v letech 1999 – 2012 [16]

Dle údajů evidovaných DPMB zemřelo za posledních čtrnáct let při nehodě s tramvají na následky zranění 15 osob. Jedna osoba zemřela při nehodách s osobním automobilem, autobusem a trolejbusem, zbylých dvanáct osob při nehodách tramvaje s chodcem. Z *grafu 15* je zřejmé, že téměř v každém případě končí nehoda tramvaje s chodcem zraněním a ve dvanácti případech i smrtelným zraněním, přičemž k nejvíce úmrtí došlo v roce 2008, kdy zemřeli tři lidé. Ve dvou letech, konkrétně v roce 1999 a 2009, bylo více zranění, než byl celkový počet nehod tramvaje s chodcem v daném roce.



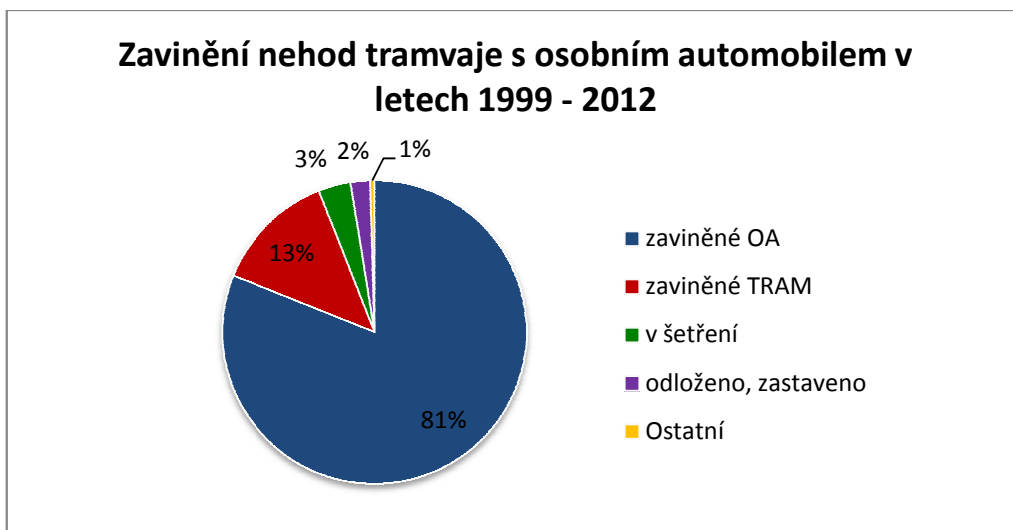
Graf 15: Počet zranění při střetu tramvaje s chodcem v letech 1999 – 2012 [16]

3.4 PODROBNÁ ANALÝZA NEHOD TRAMVAJÍ S OSOBNÍM AUTOMOBILEM

Na základě výsledku z předchozí analýzy v kapitole 3.2, budou podkladem pro další vyhodnocení nehody mezi tramvají a osobním automobilem, které jsou nejčastější ze všech nehod prostředků MHD DPMB. V analýze bude porovnáno zavinění jednotlivých účastníků nehody, na jakém místě k nehodám došlo a ve kterém ročním období byly nehody nejčastější.

3.4.1 Zavinění dopravních nehod

Zavinění nehod tramvaje s osobním automobilem je dle šetření příslušným orgánem z 81 % na straně osobního automobilu a pouze z 13 % na straně řidiče tramvaje, což znázorňuje graf 16. Konkrétně tato skutečnost znamená, že řidiči osobních automobilů zavinili za čtrnáct let 4116 nehod, zatímco řidiči tramvají pouze 659. Tři procenta nehod jsou stále v šetření a o jedno procento méně je nehod, jejichž šetření je odloženo nebo zastaveno. Jedním procentem se na nehodách podílí ostatní zavinění, které zahrnují spoluvinu, neurčení viníka, šetření, které přešlo v soudní řízení a zavinění DPMB, nikoli však řidičem tramvaje.

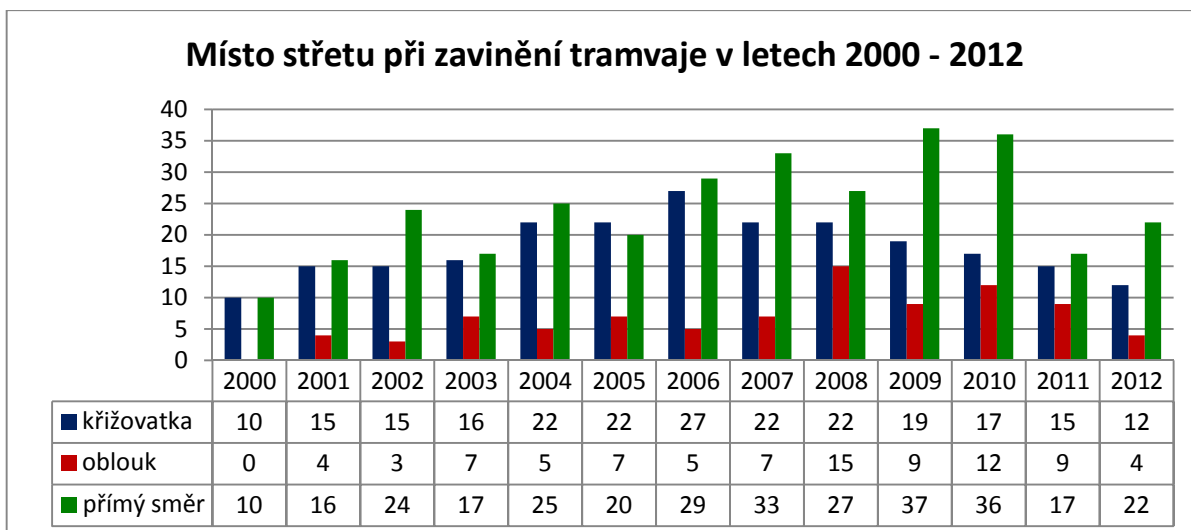


Graf 16: Zavinění nehod tramvaje s OA v letech 1999 – 2012 [16]

V souvislosti s opatřením proti opakujícím se nehodám eviduje DPMB zavinění nehod jednotlivých řidičů prostřednictvím přiřazení koeficientů. V případě prokázání zavinění řidiče tramvaje, bude tomuto řidiči přiřazen koeficient 1,0; v opačném případě koeficient 0,2. Tyto hodnoty se sčítají a za období 18 měsíců nesmí přesáhnout hranici 0,6. Pokud bude součet koeficientu větší než tato určená hranice, dojde ze strany DPMB k důkladnému prošetření okolností, za kterých k nehodám konkrétního řidiče došlo.

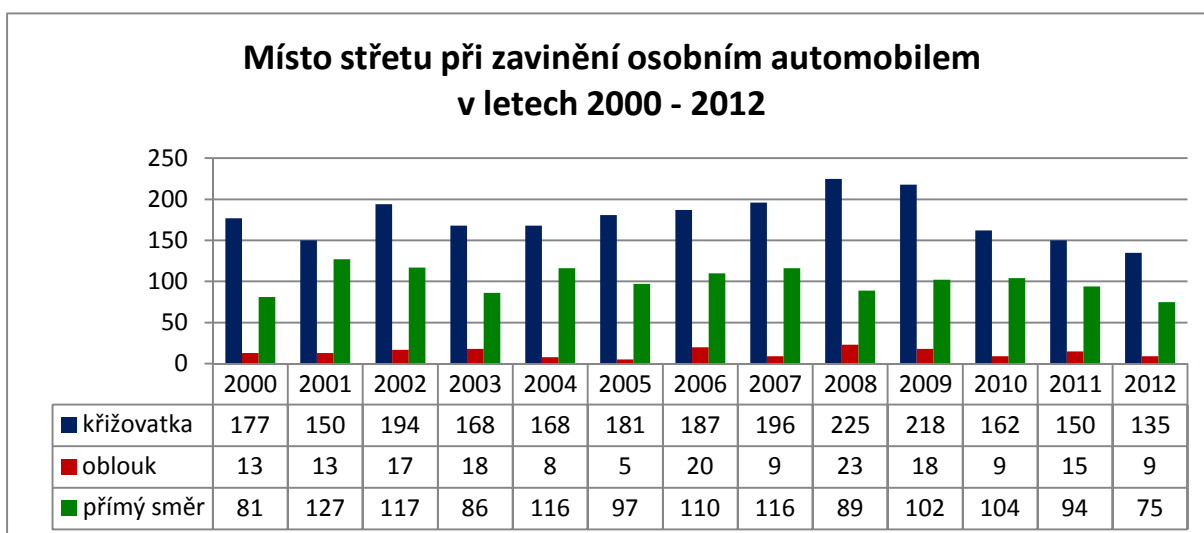
3.4.2 Místo střetu tramvaje a vozidla

S odlišným zaviněním nehod se také mění i místo, kde ke střetu došlo. Na *grafu 17* jsou znázorněny místa střetu v případě, kdy je viníkem srážky řidič tramvaje. Tyto údaje jsou zaznamenávány až od roku 2000. Z grafu lze vyčíst, že tramvaje nejčastěji zaviní nehodu při jízdě v přímém směru, těchto srážek je téměř polovina (49 %). Nejvíce nehod v přímém směru zavinily tramvaje v letech 2009 a 2010, kdy byla překročena hranice 35 nehod, naopak nejméně v roce 2000, a to pouze 10 nehod. Méně časté jsou nehody způsobené na křižovatkách (37 %). Nicméně, v letech 2000 – 2006 (vyjma roku 2002), se počet nehod v přímé jízdě a na křižovatkách lišil pouze o cca 1-2 nehody za rok a teprve od roku 2007 se začal rozdíl projevovat výrazněji. Ke srážce v oblouku došlo pouze z 14 %.



Graf 17: Místo střetu při zavinění tramvaje v letech 2000 – 2012 [16]

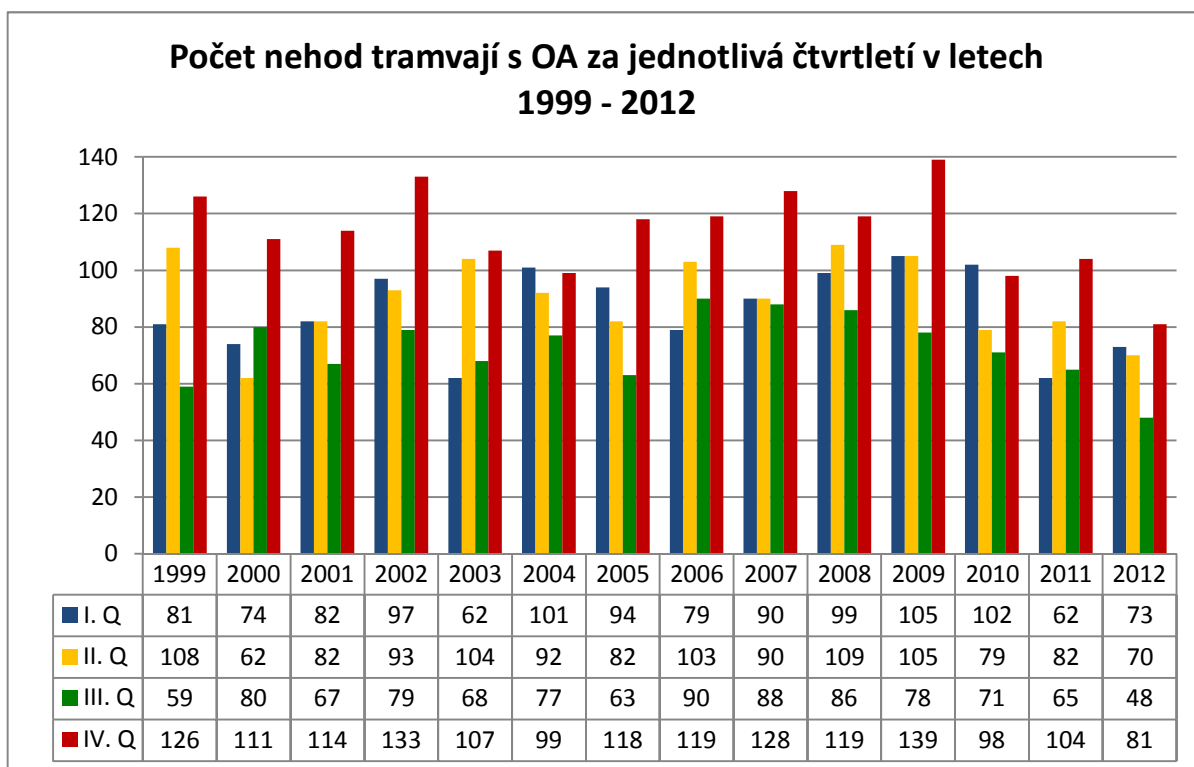
Z grafu 18 je zřejmé, že nejčastější nehody zaviněné osobními automobily se v každém sledovaném období staly na křižovatkách, a to nejvíce v letech 2008 a 2009, kdy se při těchto směrových podmínkách odehrálo 225, resp. 218 nehod. Od té doby se počet těchto nehod snížil na končených loňských 135. Celkem se srážky na křižovatkách podílí z 61 % na všech nehodách zaviněných osobním automobilem. Nehody v přímém směru ve sledovaném období kolísají kolem hodnoty 100, přičemž v minulém roce dosáhly svého minima – 75 nehod. Nejméně často byly způsobeny nehody v oblouku, které dosahují 5 %.



Graf 18: Místo střetu při zavinění OA v letech 2000 – 2012 [16]

3.4.3 Nehody tramvají s osobním automobilem za jednotlivé měsíce

Graf 19 znázorňuje celkový počet nehod tramvají s osobními automobily za jednotlivá čtvrtletí v letech 1999 – 2012. Na první pohled je zřejmé, že nejvíce nehod je zaznamenáno téměř v každém roce ve čtvrtém kvartálu, vyjma roku 2004, kdy je pouze o dvě nehody více v prvním kvartálu, a v roce 2010, kdy je o čtyři nehody více opět v prvním čtvrtletí. Ve všech třech měsících posledního čtvrtletí se počet nehod pohybuje nad hranicí 500 nehod, absolutně nejnehodovější je měsíc listopad, kdy je evidováno 585 nehod, jak naznačuje *tabulka 25*. Důvodem pro tak častou nehodovost v posledních třech měsících v roce může být např. nepříznivé počasí a zhoršený stav povrchu vozovky a kolejí (sníh, popř. náledí). Naopak nejméně nehod se v deseti ze čtrnácti sledovaných let stalo ve třetím čtvrtletí, především v červenci a srpnu, září je opět nehodově průměrné. Celkem se v letech 1999 – 2012 stalo v měsíci červenci 258 a měsíci srpnu 317 nehod. Důvodem pro takto nízké hodnoty oproti ostatním měsícům je pravděpodobně prázdninové období, kdy je prázdninový režim dopravy (jiné jízdní řády, omezený provoz) kdy, a také dobré počasí a s tím spojené dobré adhezni podmínky na površích vozovek a kolejí.



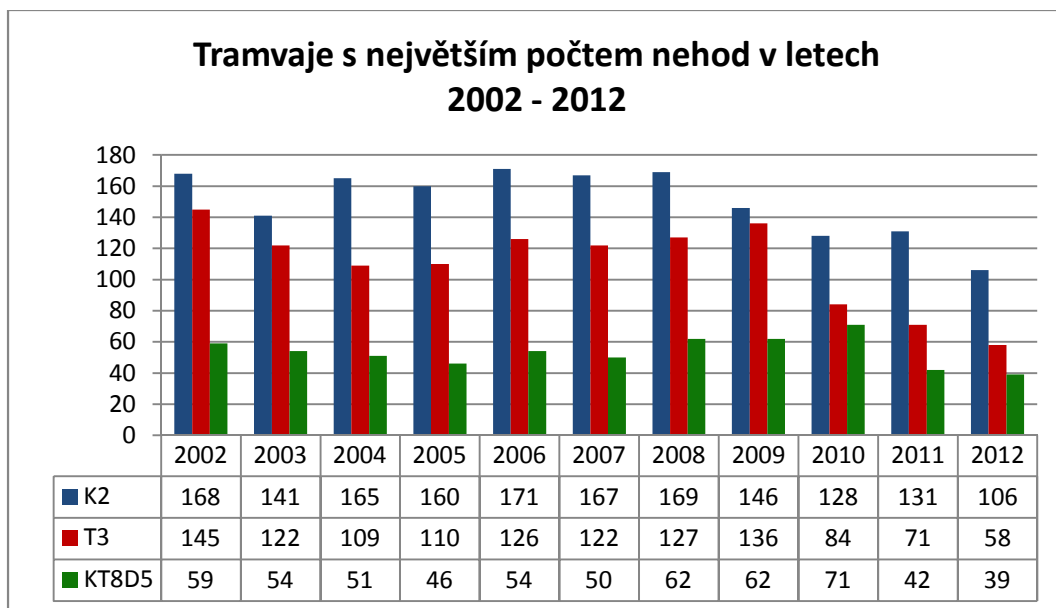
Graf 19: Počet nehod tramvají s OA za jednotlivá čtvrtletí v letech 1999 – 2012 [16]

Tabulka 25: Počet nehod tramvají s OA za jednotlivé měsíce v letech 1999 - 2012

Měs./rok	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Celk.
1.	28	22	20	37	19	34	36	21	30	30	30	37	24	34	402
2.	23	19	27	24	22	32	33	30	30	28	32	27	23	21	371
3.	30	33	35	36	21	35	25	28	30	41	43	38	15	18	428
4.	45	24	28	38	39	27	34	34	32	33	45	21	28	16	444
5.	25	18	25	26	41	34	22	31	26	43	30	29	31	30	411
6.	38	20	29	29	24	31	26	38	32	33	30	29	23	24	406
7.	20	25	20	21	12	19	12	18	23	17	27	17	16	11	258
8.	15	21	18	26	20	21	28	32	28	26	23	20	25	14	317
9.	24	34	29	32	36	37	23	40	37	43	28	34	24	23	444
10.	39	38	35	46	36	22	34	40	53	38	44	26	34	24	509
11.	49	39	38	40	33	40	43	36	46	45	64	41	38	33	585
12.	38	34	41	47	38	37	41	43	29	36	31	31	32	24	502

3.4.4 Tramvaje s největším počtem nehod

Z grafu 20 vyplývá, že v letech 2002 – 2012 (typ nebo evidenční číslo tramvají, které se účastnily nehody, se elektronicky evidují až od roku 2002) se nejčastěji účastnily nehod s osobními automobily tramvaje typu K2, které měly nejvíce střetů (171) v roce 2006. Od roku 2009 jejich nehodovost výrazně klesá a v minulém roce havarovaly už jen 106x. Tento pokles může být zapříčiněn jak celkovým nízkým počtem nehod všech tramvají oproti minulým rokům, tak i nižším počtem tramvají typu K2, které se postupně vyřazují a nahrazují novějšími modely. Tramvaje, které jsou jako druhé nejčastější v počtu nehod, jsou tramvaje T3, přestože jejich početní stav je o více než 20 vozů vyšší než u K2. V roce 2002 došlo u vozů T3 k 145 nehodám, ovšem v roce 2012 už jich bylo pouhých 58. Třetí nejvíce nehodová je tramvaj KT8D5, u které je počet nehod mnohem nižší než u předchozích dvou typů, hranici 70 nehod překročila pouze jednou, a to v roce 2010. Těchto tramvají je ovšem mnohem méně než T3 a K2, ke konci roku 2012 vlastnil DPMB pouze 38 tramvají KT8D5.



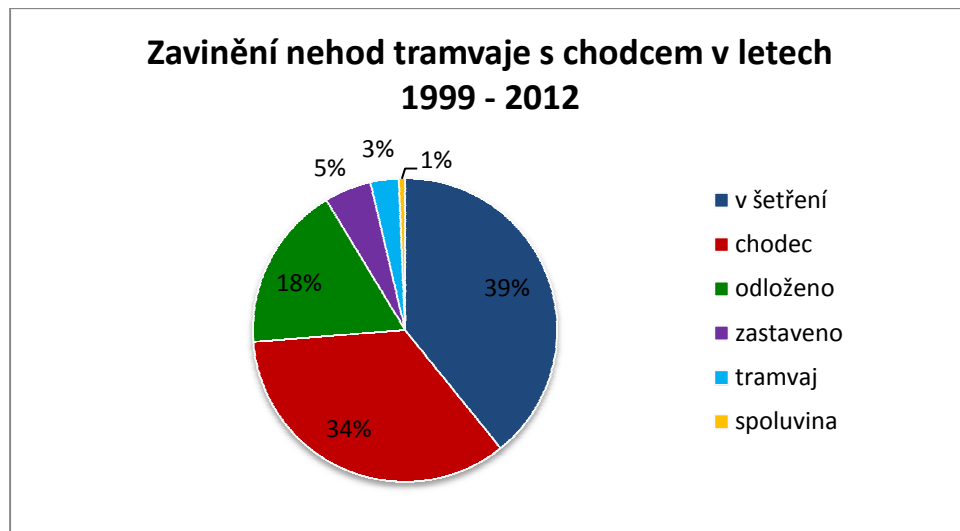
Graf 20: Tramvaje s největším počtem nehod v letech 2002 – 2012. [16]

3.5 PODROBNÁ ANALÝZA NEHOD TRAMVAJÍ S CHODCEM

V této kapitole budou vyhodnoceny nehody, při kterých dochází k nejčastějšímu zranění osob. Na základě výsledků z analýzy v kapitole 3.3 se jedná o srážky tramvaje s chodcem, kdy dochází ke zranění téměř při každé nehodě. Vyhodnocení bude provedeno z hlediska zavinění a ročního období, kdy k nehodám nejčastěji docházelo.

3.5.1 Zavinění dopravních nehod

Graf 20 naznačuje, kdo je nejčastějším viníkem nehod tramvaje s chodcem. Na celkových 301 nehodách, které se staly za posledních čtrnáct let, mají největší podíl nehody, které jsou dle poskytnutých údajů stále v šetření a nemají tedy určeného viníka, těchto nehod je 118, což odpovídá 39%. Zavinění na straně chodce je v případě 104 nehod, tedy z 34 % všech střetů tramvaje s chodcem. Dalších 18% ze všech případů bylo odloženo a 5% zastaveno. Pouze 9 nehod za celé sledované období bylo zaviněno řidičem tramvaje, jeho podíl na všech nehodách tak dosahuje pouze 3%. Ve zbylém 1% bylo šetření ukončeno jako spoluvina obou účastníků.

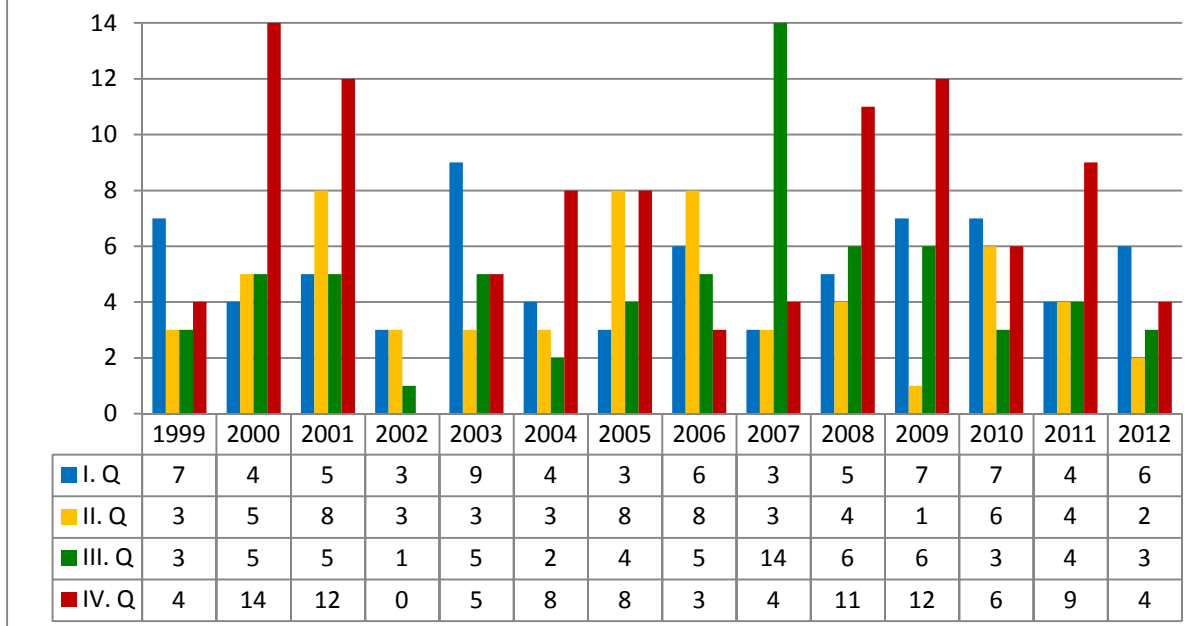


Graf 21: Zavinění nehod tramvaje s chodcem v letech 1999 – 2012 [16]

3.5.2 Nehody tramvají s chodcem za jednotlivé měsíce

Z grafu 22 jsou patrné počty nehod tramvají s chodcem za jednotlivá čtvrtletí v letech 1999 – 2012. Analýza nejvíce nehodových měsíců a čtvrtletí u střetů tramvají a chodcem není tak jednoznačná jako při předchozí analýze nehod tramvají s osobním automobilem. V polovině sledovaných let je nejvíce nehod ve čtvrtém kvartálu, v dalších pěti letech v prvním kvartálu, jednou ve druhém a jednou ve třetím kvartálu. Nejvíce nehod za poslední čtvrtletí se stalo v roce 2002, kdy bylo celkem 14 střetů s chodcem, stejný počet nehod se stal v roce 2007 ve třetím kvartálu. Celkově došlo v letech 1999 – 2012 k nejvíce nehodám v měsíci listopadu a prosinci, kdy se stalo 41 resp. 36 nehod, přičemž ani jeden z ostatních měsíců nedosáhl hranice 30 nehod. Důvody vyšších hodnot v posledních dvou měsících v roce mohou být obdobné jako u nehod osobních automobilů, tedy zhoršené počasí, první sněh nebo náledí. Počty nehod za jednotlivé měsíce jsou uvedeny v *tabulce 26*. Čtvrtletí, ve kterém se událo nejméně nehod, se v jednotlivých letech značně liší, celkově je ale nejnižší počet srážek ve druhém a třetím čtvrtletí roku, konkrétně 14 nehod v měsíci červnu a 16 nehod v srpnu. Důvodem je pravděpodobně období prázdnin a celkově menší pohyb chodců, ale i tramvají ve městě.

Počet nehod tramvají s chodcem za jednotlivá čtvrtletí v letech 1999 -2012



Graf 22: Počet nehod tramvají s chodcem za jednotlivá čtvrtletí v letech 1999 – 2012 [16]

Tabulka 26: Počet nehod tramvají s chodcem za jednotlivé měsíce v letech 1999 - 2012

Měs./rok	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Celk.
1.	1	3	1	0	3	2	0	1	0	1	1	1	2	1	17
2.	4	0	2	2	2	1	3	4	2	0	3	3	1	0	27
3.	2	1	2	1	4	1	0	1	1	4	3	3	1	5	29
4.	0	2	5	1	1	1	2	3	0	1	0	3	1	2	22
5.	3	1	1	2	0	2	5	3	1	1	0	3	3	0	25
6.	0	2	2	0	2	0	1	2	2	2	1	0	0	0	14
7.	1	1	1	1	2	1	1	0	6	2	4	1	1	2	24
8.	1	1	0	0	0	1	1	2	6	1	0	1	2	0	16
9.	1	3	4	0	3	0	2	3	2	3	2	1	1	1	26
10.	1	1	4	0	1	3	3	0	0	0	1	1	6	2	23
11.	2	6	4	0	1	3	3	1	2	5	6	4	2	2	41
12.	1	7	4	0	3	2	2	2	2	6	5	1	1	0	36

4 VYHODNOCENÍ PŘÍČIN DOPRAVNÍCH NEHOD

Následující kapitola bude zaměřena na příčiny dopravních nehod tramvaje s osobním automobilem, ke kterým dochází nejčastěji, a následně budou také vyhodnoceny příčiny nehod, které velmi často končí zraněním, tedy střety tramvaje s chodcem.

4.1 PŘÍČINY DOPRAVNÍCH NEHOD TRAMVAJÍ S OSOBNÍM AUTOMOBILEM

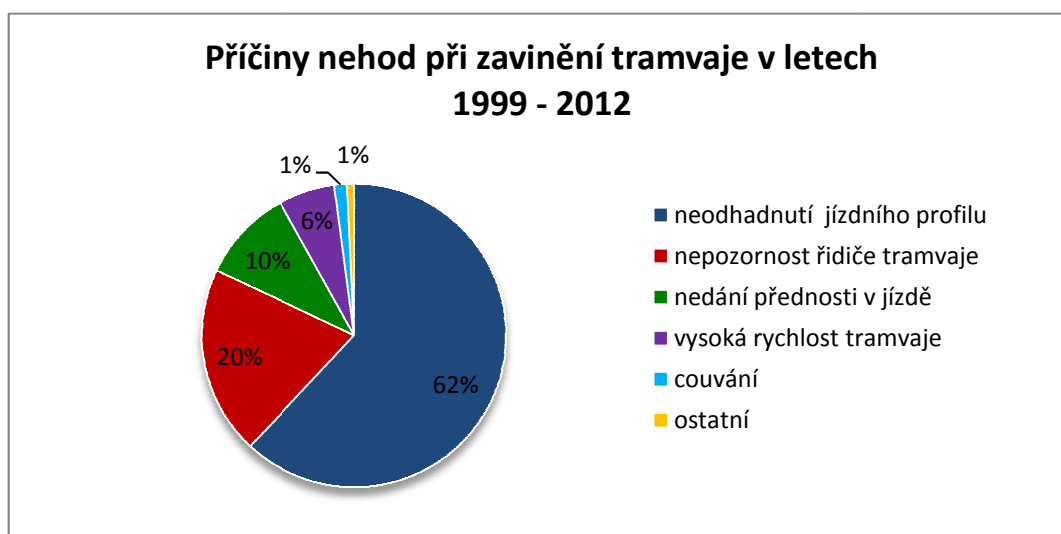
Při zjišťování příčin dopravních nehod tramvaje a osobního automobilu je nutné vyhodnocovat zvlášť nehody, které zavinil řidič tramvaje a které zavinil řidič osobního automobilu. Tyto příčiny se mohou značně lišit především z důvodu odlišných nejčastějších míst nehod při různém zavinění, které byly analyzovány v kapitole 3.4.2.

4.1.1 Příčiny dopravních nehod při zavinění tramvaje

Na základě analyzovaných dat v tabulce 27 bylo zjištěno, že nejčastější příčina střetu tramvaje s osobním automobilem, který zaviní řidič tramvaje, je neodhadnutí jízdního profilu, což nastává v případě, kdy řidič neodhadne profil a snaží se projet místem, kde například stojí nebo je částečně zaparkované vozidlo. Nehod s touto příčinou se událo za posledních čtrnáct let 414, což odpovídá 62 % všech nehod zaviněných tramvají, jak také naznačuje graf 23. Tato skutečnost také vysvětluje výsledek předchozí analýzy v kapitole 3.4.2, kde bylo zjištěno, že téměř polovina případů nehod zaviněných tramvají se udála v přímém směru, kde je právě neodhadnutí jízdního profilu jako příčina nehody nejpravděpodobnější. Celkem 134 nehod (20 % ze všech nehod zaviněných tramvají) zapříčinila nepozornost řidiče tramvaje a o polovinu méně – 66 nehod zavinilo nedání přednosti v jízdě ze strany tramvaje. Příčina dalších 40 nehod (6 %) byla příliš vysoká rychlost tramvaje a další 2 % nehod bylo způsobeno couváním nebo ostatními příčinami jako je např. technická závada.

Tabulka 27: Příčiny dopravních nehod při zavinění tramvaje v letech 1999 - 2012

Rok/ příčina	Neodhadnutí jízdního profilu	Nepozornost řidiče tramvaje	Nedání přednosti v jízdě	Vysoká rychlost tramvaje	Couvání tramvaje	Ostatní
1999	15	9	4	4	0	1
2000	10	5	2	0	3	0
2001	21	9	3	0	1	0
2002	29	5	3	5	0	0
2003	20	6	10	2	0	2
2004	31	13	3	3	1	1
2005	31	9	8	2	0	0
2006	41	9	7	3	1	0
2007	41	11	8	1	1	0
2008	42	13	6	4	0	0
2009	36	16	6	5	2	0
2010	44	13	2	5	0	1
2011	29	6	3	3	0	0
2012	24	10	1	3	0	0
celkem	414	134	66	40	9	5



Graf 23: Příčiny nehod při zavinění tramvaje v letech 1999 – 2012 [16]

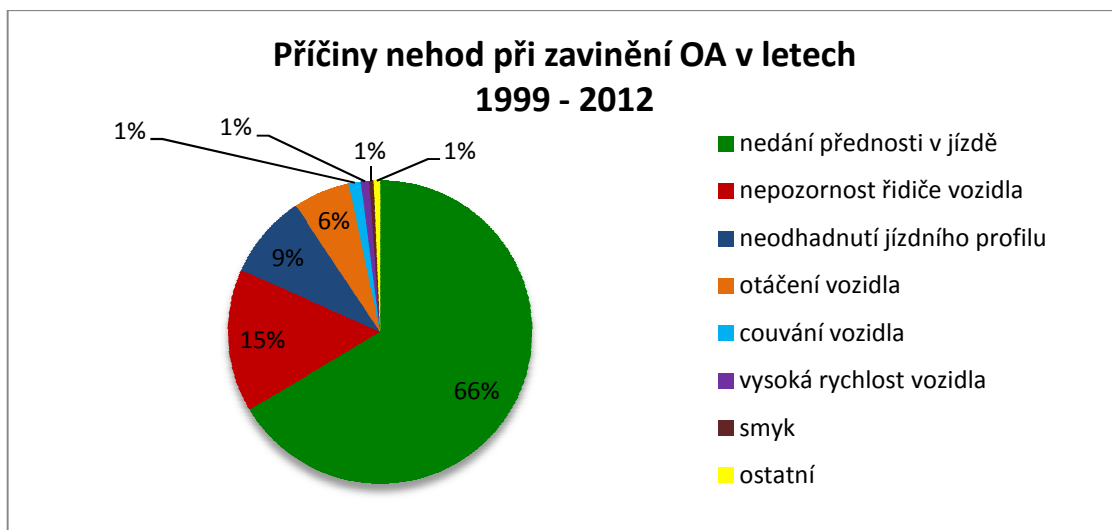
4.1.2 Příčiny dopravních nehod při zavinění osobního automobilu

Z tabulky 28 je zřejmé, že absolutně nejčastější příčina nehod z hlediska zavinění osobního automobilu je nedání přednosti v jízdě, především na křižovatkách, což také koresponduje s výsledkem analýzy v kapitole 3.4.2, kdy nejčastější nehody zaviněné osobním automobilem se staly právě na křižovatkách. Celkový počet nehod, kdy osobní automobil nedal

přednost v jízdě tramvaji, dosáhl hodnoty 2722, přičemž nejvíce těchto nehod bylo v roce 2002, kdy je evidováno 228 střetů. Hranice 200 nehod byla překročena ještě v letech 1999, 2007, 2008 a 2009, poté začal počet střetů strmě klesat až do roku 2012, kdy dosáhal nejnižší hodnoty za sledované období, a to 141 nehod. Z grafu 24 lze vyčíst, že z důvodu nedání přednosti v jízdě se stalo 66 % všech nehod zaviněných osobním automobilem. Stejně tak jako nehody způsobené tramvají, tak i u nehod způsobené osobním automobilem je druhá nejčastější příčina nepozornost řidiče, která měla za následek 367 nehod, tedy 15 %. Neodhadnutí jízdního profilu, které bylo u nehod zaviněných tramvají nejčastější příčinou, je naopak u osobních automobilů až na třetím místě a má za následek pouze 9 % nehod, konkrétně bylo neodhadnutím jízdního profilu ze strany vozidla způsobeno celkem 367 nehod. Příčina, která se také významněji podílí na nehodách, je nepozorné otáčení osobního automobilu, těchto nehod se událo za sledované období 247 (6 %). Jedno procento nehod se událo z důvodu, jako je nepozorné couvání osobního automobilu, příliš vysoká rychlost nebo smyk. Ostatní příčiny, jako je např. technická závada nebo nezajištění vozidla způsobují nehody jen minimálně.

Tabulka 28: Příčiny dopravních nehod při zavinění osobního automobilu v letech 1999 - 2012

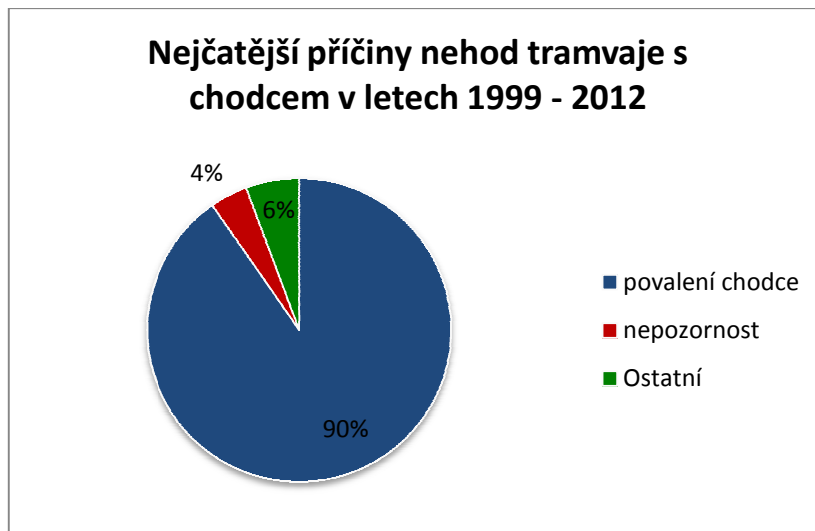
Rok/ příčina	Nedání přednosti v jízdě	Nepozor- nost řidiče vozidla	Neodhad- nutí jízdního profilu	Otáčení vozidla	Couvání vozidla	Vysoká rychlost	Smyk	Ostatní
1999	206	37	37	8	5	0	0	6
2000	203	3	43	9	3	0	2	8
2001	185	19	56	16	2	0	8	4
2002	228	35	42	12	2	3	4	1
2003	169	47	27	15	7	4	1	1
2004	198	41	22	22	4	4	0	1
2005	194	31	24	24	3	3	3	1
2006	198	61	25	27	5	0	1	0
2007	210	56	25	17	7	4	0	2
2008	223	68	16	20	5	3	0	1
2009	221	61	21	24	5	6	0	2
2010	175	64	8	19	3	4	0	1
2011	171	59	13	14	0	1	0	1
2012	141	42	8	20	2	4	0	1
celkem	2722	624	367	247	53	36	19	30



Graf 24: Příčiny nehod při zavinění osobního automobilu v letech 1999 – 2012 [16]

4.2 PŘÍČINY DOPRAVNÍCH NEHOD TRAMVAJE S CHODCEM

Příčiny nehod tramvaje s chodcem nejsou rozděleny dle zavinění, protože k většině nehod nejsou dostupné informace z ukončeného šetření nebo šetření stále pokračuje. Procentuální podíl příčin všech nehod tramvají s chodcem znázorňuje *graf 25*, kde je zřejmé, že z 90 % je nehoda způsobena povalením chodce. K takovým střetům dochází v případech, kdy chodec vstoupí mezi dva vozy soupravy a při rozjezdu tramvaje následně dojde k jeho strhnutí. Další případy povalení chodce jsou střety tramvaje s chodcem na přechodu nebo i mimo něj, kdy chodec nečekaně vstoupí před tramvaj. Nepozornost jednoho z účastníků se podílí na nehodách ze 4 % a zbylých 6 % představují ostatní příčiny jako např. nouzové brzdění tramvaje, ležící chodec pod vozem, sebevražedné úmysly chodce nebo příčina nehody nebyla určena.



Graf 25: Nejčastější příčiny nehod tramvaje s chodcem v letech 1999 – 2012 [16]

5 NÁVRH OPATŘENÍ PRO SNÍŽENÍ NEHODOVOSTI

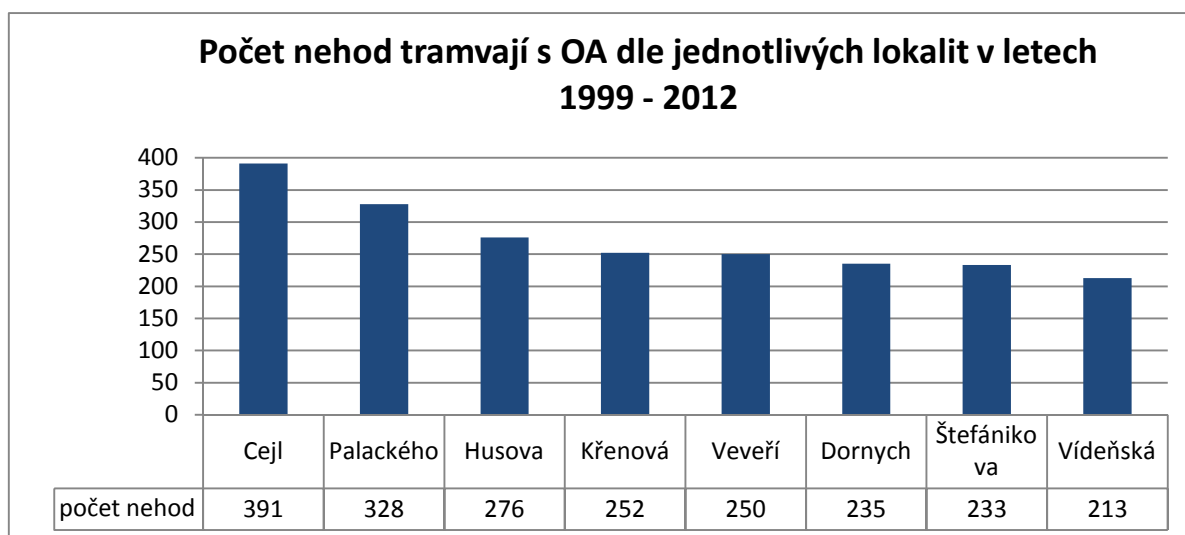
Z výsledků předchozích statistických analýz dopravních nehod bylo zjištěno, že opatření pro snížení nehodovosti musí být směřováno především pro řidiče osobních automobilů, kteří se na nehodách s tramvajemi podílí absolutně nejvíce a většinou jsou také jejich viníky. Návrhy doporučení pro snížení nehodovosti byly navrženy jak obecně, tak i pro konkrétní místa, kde k nehodám dochází nejčastěji.

5.1 NÁVRH OPATŘENÍ PRO LOKALITY NEJČASTĚJŠÍCH NEHOD

Aby mohla být navržena účinná opatření pro konkrétní místa, byly nejdříve zjištěny lokality, ve kterých nejčastěji dochází k nehodám tramvajím s osobními automobily.

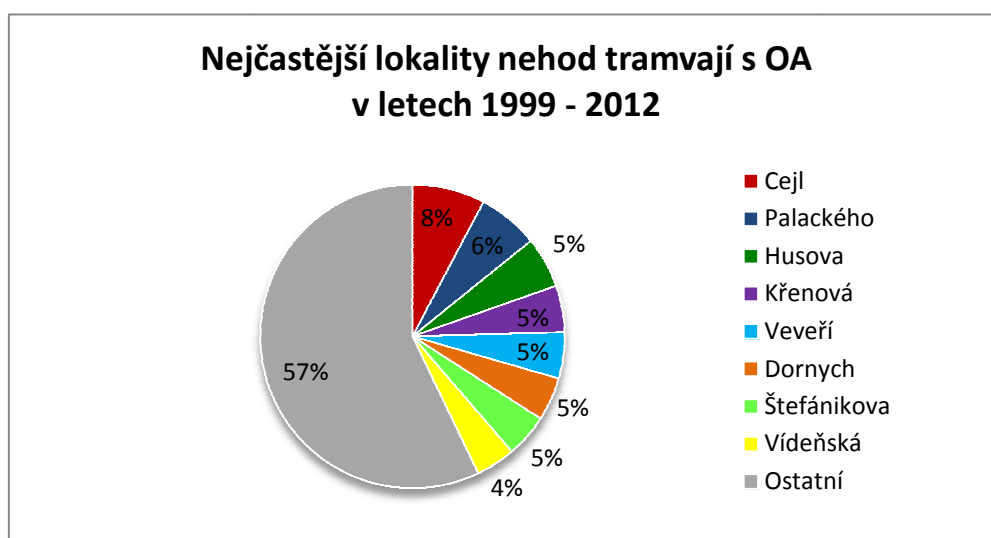
5.1.1 Lokality s největším počtem nehod tramvajím s osobními automobily

Výsledné počty dopravních nehod znázorňuje *graf 26*, kde je uvedeno osm nejkritičtějších míst, ve kterých se událo více než 200 nehod. Lokalita, kde se událo v letech 1999 – 2012 nejvíce dopravních nehod je ulice Cejl, v těchto místech došlo k 391 střetům tramvaje s osobním automobilem. Druhé nejvíce nehodové místo je ulice Palackého, kde se stalo 328 nehod. Následují ulice Husova, Křenová, Veverčí, Dornych, Štefánikova a Vídeňská, které jsou všechny pod hranicí 300 nehod.



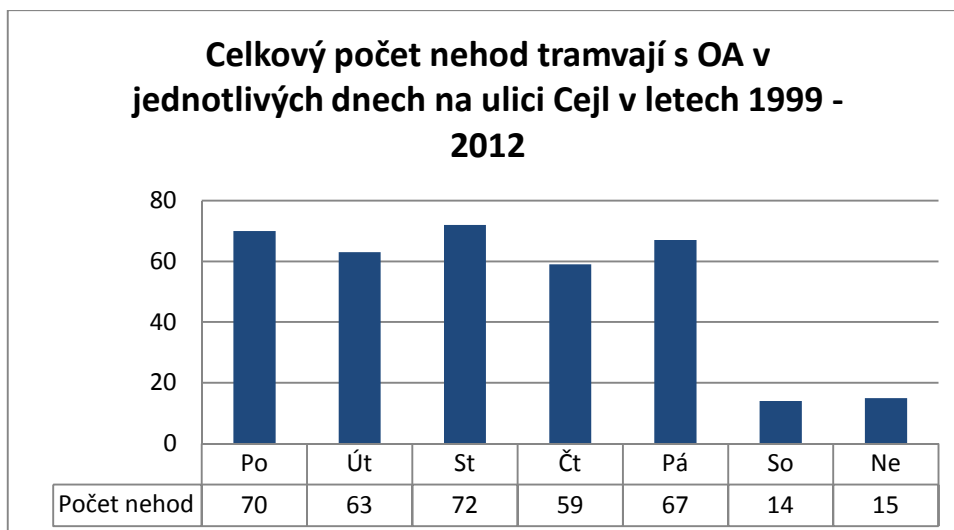
Graf 26: Počet nehod tramvajím s OA dle jednotlivých lokalit v letech 1999 – 2012 [16]

Celkový procentuální podíl dopravních nehod na nejkritičtějších úsecích znázorňuje *graf 27*. Ulice Cejl, na které se událo necelých 400 nehod, dosahuje 8 % z celkového počtu nehod tramvají s osobním automobilem, což znamená, že téměř každá dvanáctá nehoda tramvaje a osobního automobilu se stane na ulici Cejl. Následuje ulice Palackého, kde dochází k nehodám z 6 %. Ostatní již výše zmíněné ulice dosahují 5%, kromě ulice Vídeňská, kde je podíl o ještě jedno procento nižší.



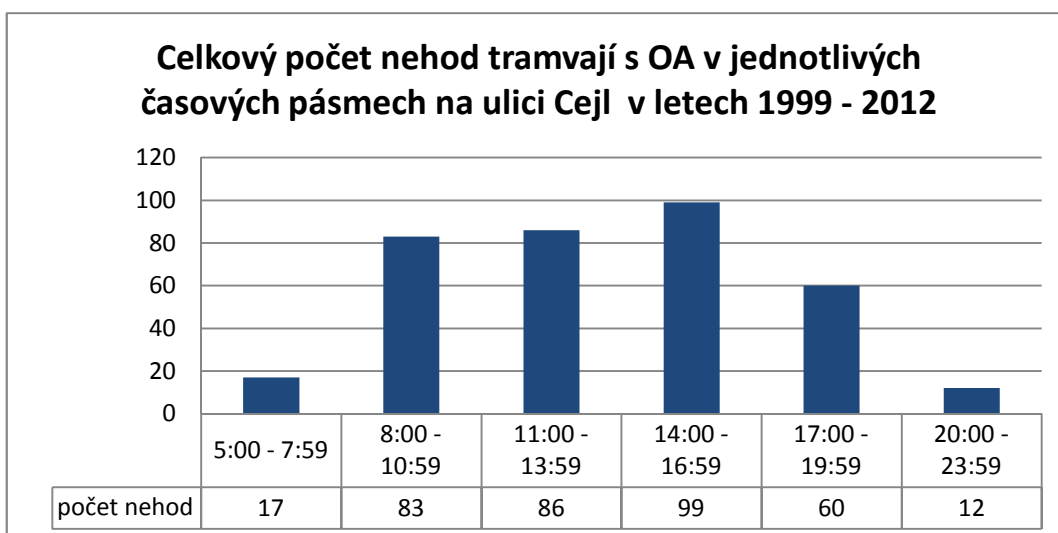
Graf 27: Nejčastější lokality dopravních nehod tramvají s OA v letech 1999 – 2012 [16]

Na *grafu 28* je znázorněn celkový počet dopravních nehod tramvají s osobními automobily za jednotlivé dny v týdnu v oblasti ulice Cejl. Z důvodu větší intenzity dopravy se dají očekávat časté nehody v pondělí a v pátek, což také potvrdila analýza. V pondělí došlo přesně k 70 nehodám, v pátek k 67 nehodám, nicméně nejvyšší počet střetů se stalo uprostřed pracovního týdne. Ve středu došlo na ulici Cejl ve sledovaných letech celkem k 72 nehodám.



Graf 28: Celkový počet nehod tramvají s OA v jednotlivých dnech na ulici Cejl v letech 1999 – 2012 [16]

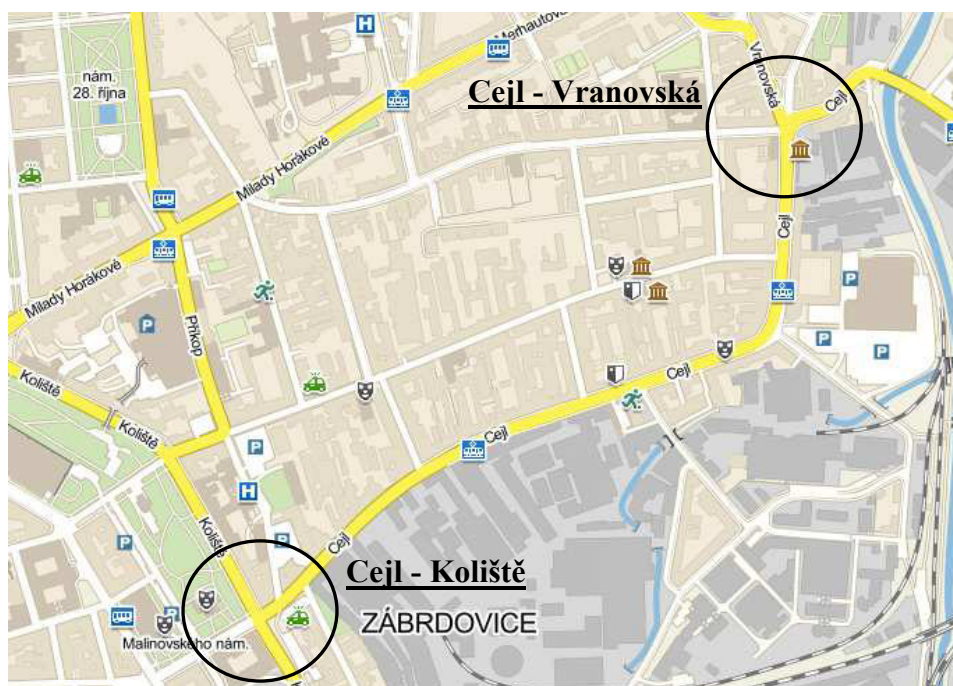
Z hlediska časového, dochází k nehodám nejčastěji odpoledne v časech dopravní špičky, tedy mezi 14 a 17 hodinou, jak je znázorněno na *grafu 29*. V tomto kritickém časovém úseku došlo k 99 nehodám. Méně často dochází k nehodám v poledních a dopoledních hodinách, kdy se událo 86, resp. 83 střetů. Nejméně nehodové jsou ranní a večerní časové úseky z důvodu nižší intenzity dopravy.



Graf 29: Celkový počet nehod tramvají s OA v jednotlivých časových pásmech na ulici Cejl v letech 1999 – 2012 [16]

5.1.2 Návrh technických opatření pro lokalitu nejčastějších dopravních nehod

Za nejkritičtější místa lokality Cejl jsou považovány křižovatky ulic Cejl – Koliště a Cejl – Vranovská, které jsou nejfrekventovanější a dochází na nich procentuálně k nejvíce nehodám z celkového počtu nehod na ulici Cejl. Umístění jednotlivých křižovatek na mapě je zobrazeno na *obrázku 27*. U křižovatky Cejl - Koliště se jedná o klasickou průsečnou křižovatku, kde se tramvaj pohybuje po ulici Cejl a kříží hlavní ulici Koliště. V případě křižovatky Cejl - Vranovská se jedná o křižovatku vidlicovou, kde tramvaje jezdí do všech směrů. Do křižovatky dále ústí ještě další ulice, což dělá toto místo ještě více nepřehledné.



Obrázek 27: Umístění křižovatek Cejl - Koliště a Cejl - Vranovská na mapě města Brna [5]

Pro tyto křižovatky bylo navrženo opatření v podobě svislého dopravního značení A25 Tramvaj, znázorněného na *obrázku 28*, které bude upozorňovat řidiče na možnou přítomnost tramvaje a na místo častých dopravních nehod tramvaje s osobními vozidly. Svislé značení bylo doplněno také vodorovným značením „POZOR TRAM“ na vozovce, které se zatím objevuje většinou jen u přechodů pro chodce, nicméně i pro řidiče osobních automobilů má toto značení svůj význam. Návrh opatření na křižovatkách je znázorněno na *obrázku 29* a *30*. Opatření, jako je například zpomalovací práh, je pro tento případ, dle mého názoru, nevhodné, protože by narušovalo plynulost provozu.

Další možností opatření může být i aktivní světelná signalizace, která by byla umístěna buď na vozovce, nebo přímo na konstrukci semaforu. V případě blížící se tramvaje by byla tato signalizace automaticky spuštěna např. v podobě blikajících červených světel, které by upoutaly řidičovu pozornost. Tato varianta opatření je účinnější, nicméně i mnohem nákladnější než v případě zavedení svislého a vodorovného značení.



Obrázek 28: Navrhovaná dopravní značka A25 Tramvaj s upozorněním [15]



Obrázek 29: Návrh opatření na křižovatce Cejl – Koliště [15]



Obrázek 30: Návrh opatření na křižovatce Cejl – Vranovská [15]

5.2 EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

Obsahem experimentálního měření bylo porovnání brzdné dráhy tramvaje a osobního automobilu. Z kapitol 3.4.1 a 4.1.2 bylo zjištěno, že nejvíce nehod zavíní řidiči osobních automobilů a jejich nejčastější příčina je nedání přednosti v jízdě tramvaji. Právě tyto situace je nutné omezit vhodným opatřením, jako je např. lepší informovanost řidičů vozidel. Řidiči často rychle vjedou do křižovatky v domněnání, že tramvaj v případě nouze dokáže včas zabrzdit. Většina řidičů si ovšem neuvědomuje, jak velký rozdíl je ve zpomalení tramvaje a jejich osobního automobilu. Podle platné legislativy je střední hodnota plného brzdného zpomalení pro osobní automobily $5,8 \text{ m/s}^2$ [2], zatímco pro nouzové brzdění tramvají je to nejméně $2,3 \text{ m/s}^2$. [18]

Pro lepší představu veřejnosti o rozdílu brzdné dráhy tramvaje a osobního vozidla, byly provedeny brzdné zkoušky tramvaje a vozidla ve spolupráci s DPMB. Měření proběhlo v dopoledních hodinách dne 7. 5. 2013 ve vozovně Pisárky v Brně. Cílem tohoto měření bylo zpracování propagačního videa, které přiblíží především řidičům osobních automobilů rozdíly v brzdné dráze tramvaje a osobního automobilu. Po celou dobu měření bylo zataženo s přeháňkami, panelový povrch byl mokrá, s nerovnostmi a byl pokryt jemným pískem, koleje byly mokré a místy kluzké. Takovéto povětrnostní podmínky jsou však v silničním provozu běžné.

5.2.1 Brzdná zkouška

Při brzděné zkoušce je prováděno měření dosažitelného zpomalení, brzdné dráhy a doby do zastavení měřených objektů (tramvaje a osobního automobilu) z určité výchozí rychlosti. Brzděné zkoušky byly prováděny za intenzivního brzdění obou účastníků. V případě tramvaje bylo využito nouzové brzdění, které využívá elektromagnetickou kolejnicovou, elektrodynamickou i mechanickou brzdu, a je tak nejintenzivnějším druhem brzdění tramvaje. Při provozním brzdění pracuje pouze brzda elektrodynamická a mechanická, při záchranném elektromagnetická a mechanická a při zajišťovacím pouze brzda mechanická. [8]

Měření probíhalo tím způsobem, že tramvaj i osobní automobil se pohybovaly souběžně vedle sebe tak, aby dosáhly stejné výchozí rychlosti, poté byl řidiči tramvaje i vozidla prostřednictvím vysílačky vydán pokyn, při kterém současně tramvaj i vozidlo začaly intenzivně brzdit. Nejprve byly provedeny dvě testovací jízdy, při kterých osobní automobil sjednotil pohyb s tramvají tak, aby na počátku brzdění jeho přední část byla na úrovni přední části tramvaje. Následně bylo provedeno celkem osm měření z výchozí rychlosti 38 až 64 km/h. Účastníci měření a jejich úkoly jsou uvedeny v Protokolu o měření v *příloze 1*.

5.2.2 Objekty měření

Pro měření byla od DPMB poskytnuta tramvaj značky Škoda Anitra, která je evidována pod číslem 1811 (*obrázek 31*). Tato tramvaj byla vyrobena v roce 2004 a od března téhož roku byla uvedena do provozu. Délka této tramvaje je přes 20 m, šířka téměř 2,5 m a hmotnost více než 25 tun (podrobné technické parametry viz *kapitola 2.1.6*). Brzděná dráha této tramvaje byla porovnávána s osobním automobilem značky Škoda Octavia II Combi 1,9 TDi, vyrobeného v roce 2008, který je vidět na *obrázku 32*. Technické parametry vozidla Škoda Octavia jsou uvedeny v *tabulce 29*. Při měření byla tramvaj bez cestujících, pouze s tříčlennou posádkou, vozidlo bylo obsazenou dvoučlennou posádkou.

Tabulka 29: Technické parametry vozidla Škoda Octavia II Combi 1,9 TDi [7]

Motor	1,9 TDi/ 4 válce
Zdvihový objem	1 896 ccm
Palivo	Diesel
Výkon	77 kW / 105k
Točivý moment	250 Nm / 1900 ot/min
Převodovka	5 st. / manuální
Délka	4 572 mm
Šířka	1 769 mm
Hmotnost	1 325 kg
Pneumatiky na vozidle	Barum Polaris, rozměr 195/65 R15 91 H, M+S, zimní, hloubka dezénu cca 4,0 mm



Obrázek 31: Tramvaj Škoda Anitra, ev. č. 1811 [15]



Obrázek 32: Vozidlo Škoda Octavia II Combi 1,9 TDi [15]

5.2.3 Použité měřicí přístroje

Vozidlo i tramvaj byly vybaveny vysílačkami pro vzájemnou komunikaci, GPS pro zjištění přesné rychlosti a XL metry, které měřily hodnoty příčného a podélného zpomalení, brzdnuou dráhu a čas brzdění. V osobním automobilu byla ještě navíc palubní videokamera Connect IT – car mini HD camera CI-203, která zaznamenávala všechna měření z pohledu posádky vozidla. Celý průběh měření byl zvenku zaznamenáván na kameru Canon EOS 500D a fotoaparát Panasonic lumix fz28. Na *obrázku 33* je znázorněno umístění jednotlivých měřicích přístrojů v interiéru vozidla Škoda.



Obrázek 33: Umístění měřicích přístrojů v interiéru vozidla Škoda [15]

5.2.4 Naměřené hodnoty při brzdných zkouškách

5.2.4.1 Měření č. 1 – výchozí rychlost 64 km/h

Při prvním měření se nepodařilo úplně srovnat výchozí rychlosti tramvaje a vozidla, tramvaj dosáhla rychlosti téměř 63 km/h a vozidlo necelých 65 km/h, nicméně i přes rozdíl 2 km/h byla brzdna dráha tramvaje téměř 60 m, což je o 37 m více než u osobního automobilu. Tento rozdíl odpovídá dvojnásobné délce tramvaje Anitra. Konečná poloha tramvaje a osobního automobilu je znázorněna na *obrázku 34*. Tramvaj dokázala zastavit až za necelých 6,5 s od počátku brzdění, zatímco vozidlo o téměř 4 s dříve. Velký rozdíl je samozřejmě také patrný při dosaženém zpomalení, kdy osobní automobil dosáhl $7,3 \text{ m/s}^2$, zatímco tramvaj pouhých $2,6 \text{ m/s}^2$. Porovnání hodnot z měření č. 1 je uvedeno v *tabulce 30*.

Tabulka 30: Naměřené hodnoty při brzděné zkoušce č. 1 - z výchozí rychlosti 64 km/h

	Výchozí rychlost [km/h]	Brzdná dráha [m]	Zpomalení [m/s ²]	Doba brzdění [s]
Tramvaj	62,74	59,88	2,61	6,47
OA	64,85	22,48	7,32	2,54
Rozdíl	2,11	37,40	4,71	3,93



Obrázek 34: Konečná poloha tramvaje a vozidla při brzdění z výchozí rychlosti 64 km/h [15]

5.2.4.2 Měření č. 2 – výchozí rychlost 61 km/h

Při druhém měření, kdy byly obě výchozí rychlosti pro brzdnou zkoušku 61 km/h, zastavila tramvaj na necelých 57 m, osobnímu automobilu k tomu stačilo pouhých 20 m, což značí opět velký rozdíl dosahující téměř dvě délky tramvaje Anitra. Rozdíl v konečné poloze vozidla a tramvaje je znázorněn na obrázku 35. Vozidlo dokázalo zastavit podobně jako v předchozím případě o 4 s dříve než tramvaj a dosažené zpomalení bylo u obou účastníků nepatrně lepší, než v prvním měření. Porovnání hodnot z měření č. 2 je uvedeno v tabulce 31.

Tabulka 31: Naměřené hodnoty při brzděné zkoušce č. 2 - z výchozí rychlosti 61 km/h

	Výchozí rychlost [km/h]	Brzdná dráha [m]	Zpomalení [m/s ²]	Doba brzdění [s]
Tramvaj	61,04	56,58	2,74	6,25
OA	61,07	20,01	7,64	2,33
Rozdíl	0,03	36,57	4,90	3,92



Obrázek 35: Konečná poloha tramvaje a vozidla při brzdění z výchozí rychlosti 61 km/h [15]

5.2.4.3 Měření č. 3 – výchozí rychlost 60 km/h

V dalším měření se výchozí rychlosti lišili téměř o 2 km/h, tramvaj začala brzdit v 59 km/h a vozidlo v necelých 61 km/h. Tramvaj dokázala zabrzdit za necelých 50 m a rozdíl brzdné dráhy dosahoval jeden a půl délky tramvaje Anitra, přičemž tramvaj brzdila o 3,2 s déle než vozidlo. Vozidlo dosáhlo zpomalení $7,0 \text{ m/s}^2$, zatímco tramvaj $2,58 \text{ m/s}^2$. Rozdíl se tedy opět pohyboval kolem $4,5 \text{ m/s}^2$. Porovnání hodnot z měření č. 3 je uvedeno v tabulce 32.

Tabulka 32: Naměřené hodnoty při brzděné zkoušce č. 3 - z výchozí rychlosti 60 km/h

	Výchozí rychlost [km/h]	Brzdná dráha [m]	Zpomalení [m/s ²]	Doba brzdění [s]
Tramvaj	58,78	49,89	2,58	5,72
OA	60,52	21,49	7,00	2,48
Rozdíl	1,74	28,40	4,42	3,24

5.2.4.4 Měření č. 4 a 5 – výchozí rychlost 51 km/h a 50 km/h

Protože v provozu tramvaj dosahuje zřídka rychlosti vyšší než 60 km/h, byly ostatní brzdné zkoušky měřeny z nižší výchozí rychlosti. Při dalších měření z rychlosti 51 km/h a 50 km/h dosáhl rozdíl brzdných drah více než 20 m, tedy celou jednu délku tramvaje Anitra. Rozdíl v konečné poloze je znázorněn na *obrázku 36*. Vozidlo Škoda zastavilo za více než 2 s, zatímco Anitra až za téměř 5 s. Vozidlo dosáhlo zpomalení $6,61 \text{ m/s}^2$, resp. $6,84 \text{ m/s}^2$, zatímco tramvaj $2,59 \text{ m/s}^2$, resp. $2,63 \text{ m/s}^2$. Rozdíl v dosaženém zpomalení se tedy v obou případech je více než 4 m/s^2 . Porovnání hodnot z měření č. 4 a 5 je uvedeno v *tabulce 33*.

Tabulka 33: Naměřené hodnoty při brzdě zkoušce č. 4 a 5 - z výchozí rychlosti 51 a 50 km/h

	Výchozí rychlost [km/h]	Brzdná dráha [m]	Zpomalení [m/s ²]	Doba brzdění [s]
Měření č. 4				
Tramvaj	51,54	37,31	2,59	4,89
OA	51,12	16,37	6,61	2,25
Rozdíl	0,42	20,94	4,02	2,64
Měření č. 5				
Tramvaj	50,26	37,32	2,63	4,86
OA	50,86	16,07	6,84	2,19
Rozdíl	0,60	21,25	4,21	2,67



Obrázek 36: Konečná poloha tramvaje a vozidla při brzdění z výchozí rychlosti 50 km/h [15]

5.2.4.5 Měření č. 6 a 7 – výchozí rychlost 43 km/h

V dalších dvou zkouškách byla měřena brzdná dráha z výchozí rychlosti 43 km/h. Rozdíl brzdných drah byl více než 11 resp. 13 m, což je stále více než půl délky tramvaje Anitra. Rozdíl konečné polohy tramvaje a vozidla je znázorněn na *obrázku 37*. Celkový čas do zastavení byl u osobního vozidla v obou případech cca 2 s, zatímco tramvaj zastavila až za necelé 4 s. Při prvním z těchto dvou měření dosáhla tramvaj zpomalení $3,6 \text{ m/s}^2$, což je maximum ze všech provedených zkoušek a při druhém měření dosáhla hned druhé nejvyšší naměřené hodnoty $2,9 \text{ m/s}^2$. Vozidlo Škoda dosáhlo zpomalení kolem 6 m/s^2 . Porovnání hodnot z měření č. 6 a 7 je uvedeno v *tabulce 34*.

Tabulka 34: Naměřené hodnoty při brzděné zkoušce č. 6 a 7 - z výchozí rychlosti 43 km/h

	Výchozí rychlost [km/h]	Brzdná dráha [m]	Zpomalení [m/s ²]	Doba brzdění [s]
Měření č. 6				
Tramvaj	43,47	23,91	3,59	3,62
OA	43,29	12,69	6,48	1,97
Rozdíl	0,18	11,22	2,89	1,65
Měření č. 7				
Tramvaj	42,63	25,81	2,91	3,94
OA	43,11	12,56	5,95	2,02
Rozdíl	0,48	13,25	3,04	1,92



Obrázek 37: Konečná poloha tramvaje a vozidla při brzdění z výchozí rychlosti 43 km/h [15]

5.2.4.6 Měření č. 8 – výchozí rychlost 38 km/h

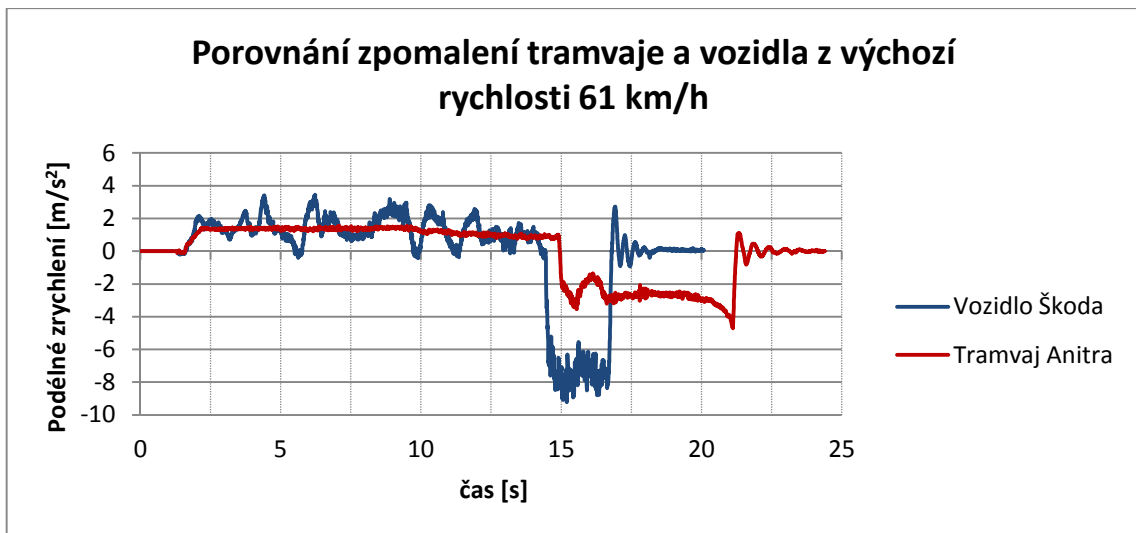
Poslední brzdňá zkouška byla provedena z výchozí rychlosti cca 38 km/h. Brzdňé dráhy byly jak u vozidla, tak i u tramvaje cca o 3 m kratší než v předchozím měření z rychlosti 43 km/h, nicméně jejich rozdíl je stále odpovídající více než půl délky tramvaje Anitra, konkrétně 12 m. Stejně tak i hodnoty zpomalení a čas do zastavení nejsou výrazně odlišné od brzdňých zkoušek z rychlosti 43 km/h. Porovnání hodnot z měření č. 8 je uvedeno v tabulce 35.

Tabulka 35: Naměřené hodnoty při brzdňé zkoušce č. 3 – z výchozí rychlosti 38 km/h

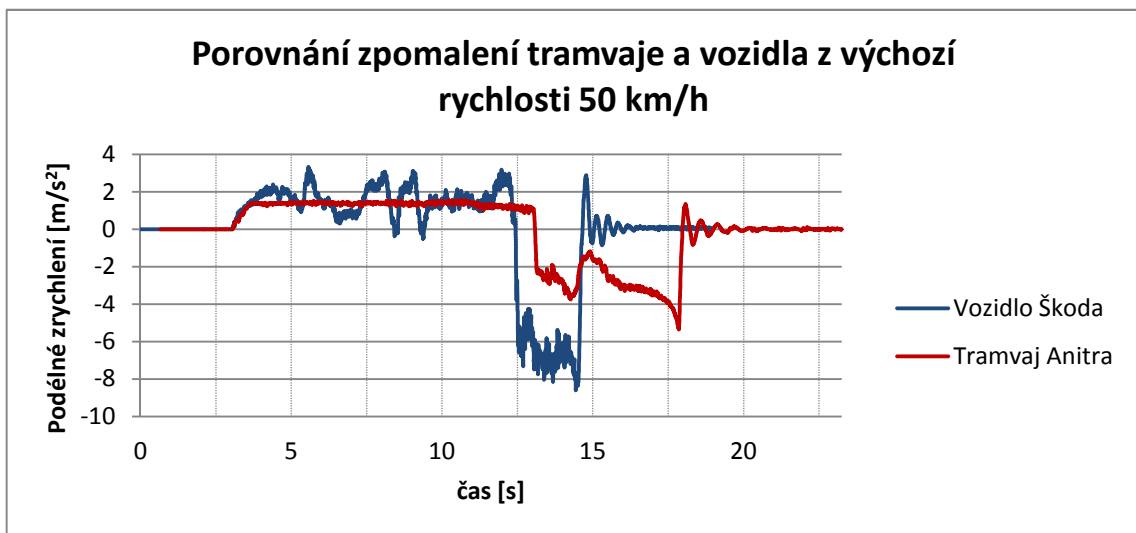
	Výchozí rychlost [km/h]	Brzdňá dráha [m]	Zpomalení [m/s ²]	Doba brzdňení [s]
Tramvaj	37,23	21,79	2,81	3,67
OA	38,05	9,59	6,05	1,78
Rozdíl	0,82	12,20	3,24	1,89

5.2.5 Vyhodnocení experimentálního měření

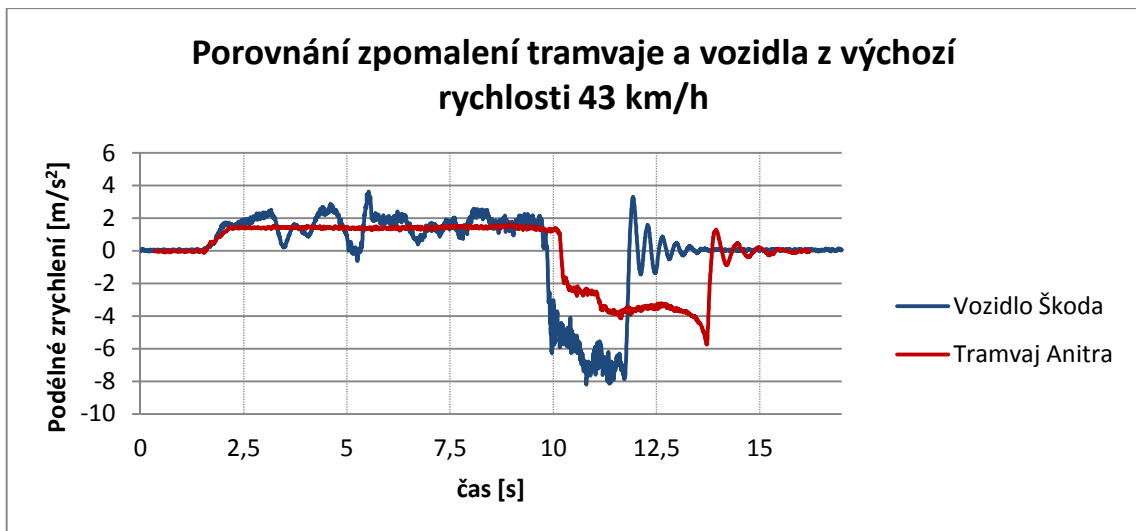
Z výsledků měření jsou jasné velké rozdíly v brzdňé dráze vozidla a tramvaje, tramvaj dokázala zastavit na dráze od 22 m (z 37 km/h) do 60 m (z 63 km/h), zatímco vozidlu stačilo pouhých 10 až 22 m. Čas do zastavení tramvaje se pohyboval od 3,67 s až do 6,47 s, zatímco osobní automobil ani z té nejvyšší rychlosti nepřekročil 2,6 s. Vozidlo dosahovalo zpomalení od 5,96 m/s² (ze 43 km/h) do 7,64 m/s² (z 61 km/h), na rozdíl od tramvaje, která dosahovala zpomalení kolem 2,6 m/s² a v nižších rychlostech až 3,59 m/s². Na grafech 30, 31 a 32, které znázorňují porovnání zpomalení tramvaje a vozidla, je patrné, že při stejném bodu rozjezdu je počátek plného zpomalení vozidla o cca 0,5 – 1 s dříve než u tramvaje, což je zapříčiněno prodlevou brzd tramvaje. Rozdíly mezi dosažitelným zpomalením tramvaje a vozidla a času potřebného pro jejich zastavení jsou dány především konstrukcí brzd tramvaje. Grafy dosažitelného zpomalení tramvaje a vozidla z ostatních měřených brzdňých zkoušek jsou uvedeny v příloze 2.



Graf 30: Porovnání zpomalení tramvaje a vozidla z výchozí rychlosti 61 km/h [15]

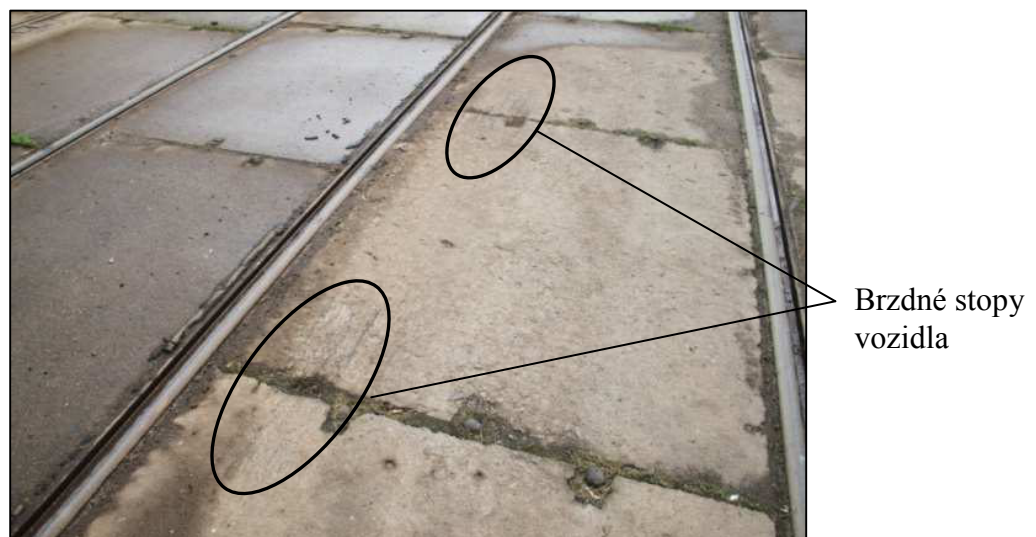


Graf 31: Porovnání zpomalení tramvaje a vozidla z výchozí rychlosti 50 km/h [15]



Graf 32: Porovnání zpomalení tramvaje a vozidla z výchozí rychlosti 43 km/h [15]

Na *obrázku 38* je vidět panelový povrch s nerovnostmi a s přerušovanými brzdnými stopami vozidla v důsledku činnosti ABS. Na suchém povrchu by bylo dosažitelné zpomalení vozidla ještě vyšší a brzdná dráha kratší. V běžném provozu mohou tedy být rozdíly v brzdné dráze tramvaje a vozidla ještě větší než byly naměřeny při brzdných zkouškách.



Obrázek 38: Panelový povrch s brzdnými stopami vozidla [15]

Pro srovnání jsou v *tabulce 36* dle literatury [8] uvedeny výsledky brzdných zkoušek tramvají, které se nejčastěji účastní dopravních nehod, tedy tramvaje K2 a T3, viz *kapitola 3.4.4*. Brzdné zkoušky byly provedeny v listopadu 2010 a probíhaly na suchých kolejích za nedeštivého počasí. Z uvedených hodnot zpomalení za nedeštivého počasí je zřejmé, že brzdná dráha i zpomalení jsou srovnatelné s hodnotami naměřenými u tramvaje Anitra za deště. Nutno dodat, že za nedeštivého počasí by pravděpodobně tramvaj Anitra dosahovala vyššího zpomalení než tramvaje K2 a T3, a tedy i lepších celkových brzdných výsledků.

Tabulka 36: Výsledky brzdných zkoušek tramvají K2 a T3 [8]

Ev. Číslo	Typ tramvaje	Výchozí rychlost [km/h]	Brzdná dráha [m]	Zpomalení [m/s ²]
1040	K2R	40,54	21,21	3,49
		46,51	29,78	3,29
1655+1556	Souprava dvou vozů T3R	43,25	26,98	3,02
		51,19	38,89	2,91

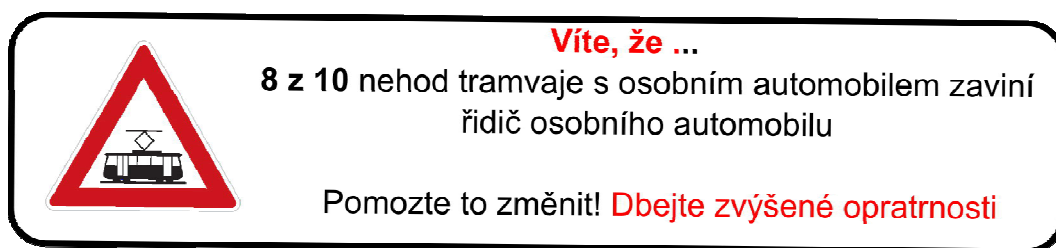
5.2.6 Videozáznam z brzdných zkoušek

Cílem brzdných zkoušek bylo zpracování videozáznamu, který řidičům prakticky názorným způsobem vysvětlí rozdíl mezi brzdnými vlastnostmi tramvaje a osobního automobilu. Na videozáznamu jsou záběry z pěti brzdných zkoušek – z výchozí rychlosti 64 km/h, 61 km/h, 50 km/h a 2 x 43 km/h. Brzdné dráhy tramvaje a vozidla jsou u každé brzdné zkoušky zachyceny vnější statickou kamerou a následně také palubní dynamickou kamerou z interiéru vozidla Škoda. Videozáznam je doplněn fotografiemi s vyznačeným rozdílem brzdných drah. DPMB může použít tento videozáznam jako propagační materiál, který bude upozorňovat řidiče osobních automobilů na podstatně delší brzdnou dráhu tramvaje oproti jejich vozidlu. Cílem je dosáhnout větší obezřetnosti a uvědomělosti řidičů osobních vozidel při pohybu ve městě, především při vjíždění do křižovatek s křížením tramvajové dopravy. Sekvence videozáznamu jsou znázorněny v *příloze 3*, celý videozáznam se nachází v *příloze 5* na DVD.

5.3 BEZPEČNOSTNÍ KAMPAŇ „VÍTE, ŽE...?“

Na základě analýzy statistických výsledků dopravních nehod z předchozích kapitol této práce bylo dále navrženo opatření pro snížení nehodovosti, které má především řidiče osobních automobilů upozornit na nepříznivou statistiku nehod s tramvaji v posledních letech. Upozornění bude mít podobu bezpečnostní kampaně „Víte, že...?“, jejíž grafický návrh je znázorněn na *obrázku 39*. Informační leták je obdélníkového tvaru, na levé straně je dopravní značka v podobě výstražného trojúhelníku s tramvají a v prostřední části je text upozorňující na nepříznivý statistický výsledek analýz - realitu. Ve spodní části návrhu je výzva pro řidiče, aby se pokusili tuto statistiku zlepšit a aby dbali zvýšené opatrnosti. Upozorňující text má 6 možných variant:

- V **8 z 10** případech je účastníkem nehody s tramvají právě osobní automobil
- **8 z 10** nehod tramvaje s osobním automobilem **zaviní řidič osobního automobilu**
- Každá **10.** nehoda s tramvají přináší **zranění**
- Více než **polovina** nehod tramvají s osobním automobilem se odehraje na **křižovatce**
- U **7 z 10** nehod tramvají s osobním automobilem je příčinou **nedání přednosti v jízdě** ze strany osobního automobilu
- Průměrně se **každý den** stane **jedna nehoda** tramvaje s osobním automobilem



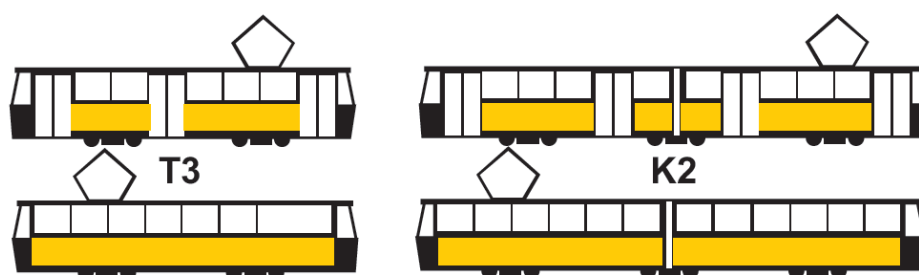
Obrázek 39: Návrh letáku pro bezpečnostní kampaň "Víte, že...?" [15]

Návrhy všech variant bezpečnostních letáků jsou znázorněny v *příloze 4*. Pro umístění a prezentaci těchto návrhů mohou být využity reklamní plochy tramvají. Leták bude umístěn v podobě samolepicí fólie na boční straně tramvaje tak, aby byl na projíždějících vozech viditelný pro řidiče osobních automobilů, kteří například právě čekají na světelné křižovatce.

Fólie může být na tramvaji umístěna několika způsoby:

- Celoplošně po celém voze,
- menší fólie na boku vozu,
- boční pás po celé délce tramvaje,
- „tramboard“,
- „cityboard“,
- „sideboard“. [10]

Celoplošná reklama se provádí buď nástřikem, nebo samolepicí fólií po celém voze a pro výše zmiňované účely je tento způsob zbytečný. Menší fólie na boku vozu jsou taktéž nevyhovující, a to z hlediska malých rozměrů (220x60 a 300x60 cm). Leták tak na větší vzdálenost nebo na pohybující se tramvaji nebude pro řidiče dobře čitelná a nesplní tak svůj účel. Naopak velmi vyhovující se zdá být umístění v podobě bočního pásu po celé délce tramvaje, umožňuje rozměrově velký prostor pro informace, které jsou tak dobře viditelné i na větší vzdálenosti. Umístění fólie na voze je znázorněno na *obrázku 40*. Na pravé straně, kde jsou dveře tramvaje je boční pás rozdělený na jednu menší a jednu větší část (v případě tramvaje typu T3) nebo na dvě menší a dvě větší části (u tramvají typu K2). Větší z těchto částí jsou pro potřeby reklamní kampaně dostatečně velké (cca 400x90cm), menší nikoliv. Na levé části těchto tramvají dveře nejsou, je možné tedy využít téměř celé boční délky tramvaje. [10]



Obrázek 40: Umístění fólie na tramvaji T3 a K2 [10]

Reklama typu „tramboard“ se lepí na prostřední část levého boku tramvaje (ze strany bez dveří) i přes okna, dosahuje tak celé výšky tramvaje. Celkový rozměr reklamní fólie je cca 600 x 250 cm. „Cityboard“ jsou malé reklamy na vozech o rozměrech pouhých cca 120 x 180 cm, které jsou orientovány na výšku, jsou tedy pro kampaň „Víte, že...?“ nevhodné. Poslední ze způsobů umístění reklamy je „sideboard“, kdy je polepený celý levý bok tramvaje včetně oken. „Sideboard“ je velikostně (cca 900 x 250 cm) pro reklamní kampaň vyhovující, informace by na něm byly velké a dobře viditelné. Grafické znázornění „tramboard“ a „sideboard“ je na *obrázku 41*. [10]



Obrázek 41: Umístění fólie způsobem a) "tramboard", b) "sideboard" [10]

Pro bezpečnostní kampaň „Víte, že...?“ je vhodné umístění na vozech v podobě bočního pásu, „tramboard“ nebo „sideboard“. Výhoda bočního pásu je v jeho ceně, nevýhoda potom v menších rozměrech. Naproti tomu „tramboard“ a „sideboard“ mají velké rozměry, ale jsou velmi nákladné, především z důvodu použitého materiálu. Pro tyto typy reklam se využívá speciální průhledná okenní fólie, která zabezpečuje výhled cestujících uvnitř tramvaje. Všechny fólie musí být chráněny tuhou laminací, která zabraňuje poškození. Návrh umístění informačního letáku na tramvaji K2 v podobě bočního pásu je znázorněn na *obrázku 42*. Z důvodu lepší viditelnosti jsou informace na letáku na žlutém podkladu.



Obrázek 42: Návrh umístění fólie na tramvaji K2 [15]

Další vhodný a moderní způsob pro bezpečnostní kampaň „Víte, že...?“ je její prezentace v podobě spotů na LCD monitorech v tramvajích Škoda 13T, znázorněných na *obrázku 43*. Tyto monitory jsou oboustranné 13:9 s rozlišením 1280 x 800. Doba vysílání monitoru je 16 hodin denně a video se zobrazí 6x za hodinu. [10]



Obrázek 43: LCD monitor v tramvaji Škoda 13T [10]

5.4 VZDĚLÁVÁNÍ ÚČASTNÍKŮ PROVOZU NA POZEMÍCH KOMUNIKACÍCH

Další nedílnou součástí opatření ke snížení nehodovosti je vzdělávání účastníků provozu na pozemních komunikacích, ať už jde o řidiče motorových vozidel, chodce nebo cyklisty. U řidičů vozidel MHD DPMB již probíhá pravidelné proškolení a důkladné psychologické vyšetření, což se pozitivně projevuje na celkové klesající nehodovosti prostředků MHD. Nicméně většinu nehod způsobují řidiči osobních automobilů a právě jim by se měla věnovat větší pozornost. Vzdělávání řidičů vozidel by mělo probíhat v rámci školení ve firmách, kde se mj. dozví, jak velké procento nehod se stane z důvodu nedání přednosti v jízdě nebo jejich nepozorností. Stejně tak by se měla uvedená problematika řešit v autoškolách. Další vhodný způsob vzdělávání i pro ostatní účastníky silničního provozu je zveřejňování informací prostřednictvím televize, rozhlasu či internetu.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala statistickými analýzami dopravní nehodovosti městské hromadné dopravy v Brně za období let 1999 až 2012. Provedené analýzy potvrdily, že tramvaje se účastní nehod dvakrát až třikrát častěji než trolejbusy či autobusy, přestože autobusy najedou za rok o cca 5 – 6 mil. km více než tramvaje.

Statistické analýzy dopravní nehodovosti tramvají potvrdily předpoklad, že ke střetům dochází nejvíce s osobními automobily. Nejen že se osobní automobily z 82 % podílejí na všech nehodách s tramvajemi, ale také 81 % těchto nehod způsobí. Při podrobnější analýze bylo zjištěno, že více než polovina těchto střetů se odehraje na křižovatkách a s tím je spojena i nejčastější příčina nehod, a to nedání přednosti v jízdě tramvaji. Z toho vyplývá, že řidiči osobních automobilů si často neuvědomují dlouhou a směrově neovladatelnou brzdovou dráhu tramvaje. Z tohoto důvodu bylo mj. navrženo opatření pro snížení nehodovosti v podobě lepší informovanosti řidičů osobních vozidel.

Na toto téma bylo ve spolupráci s DPMB provedeno experimentální měření, při kterém byly porovnány brzdové vlastnosti tramvaje a osobního automobilu. Výstupem tohoto měření je videozáznam, který prakticky znázorňuje rozdíl mezi zpomalením tramvaje a vozidla, a tedy i rozdíl mezi jejich brzdovou dráhou. Videozáznam lze použít jako prezentaci výsledků brzdových zkoušek především pro řidiče osobních automobilů, a lze tak docílit jejich větší obezřetnosti při pohybu na křižovatkách s křížením tramvajové dopravy. Pro lepší informovanost řidičů slouží i navrhovaná bezpečnostní kampaň s názvem „*Víte, že ...?*“, která upozorňuje veřejnost na nepříznivé statistiky dopravních nehod.

Pro snížení počtu střetů na nejfrekventovanějších křižovatkách v konkrétní lokalitě města Brna, kde dochází k nehodám nejčastěji, bylo navrženo svislé a vodorovné značení, které má upozornit řidiče vozidel na místo častých dopravních nehod s tramvajemi. Účinné může být také opatření v podobě aktivní světelné signalizace, která upozorní řidiče na právě přijíždějící tramvaj. Ke snížení nehodovosti by také mohlo přispět důkladné a pravidelné proškolení všech účastníků provozu na pozemních komunikacích.

Tuto práci by bylo možné dále rozšiřovat, vytvořit podrobné analýzy se zaměřením na autobusy či trolejbusy a na ostatní účastníky dopravních nehod, jako jsou například chodci, nákladní automobily nebo motocyklisty a navrhnout účinná opatření ke snížení nehodovosti.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ČUMA, L., KOČMAN T. a MRKOS J. *Autobusy v brněnské městské dopravě 1930-2005*. Vyd. 1. Praha: Pavel Malkus - dopravní vydavatelství, 2005, 291 s. ISBN 80-903012-6-6.
- [2] EHK/OSN č. 13 [online]. [cit: 2013-05-20]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:257:0001:0196:CS:PDF>
- [3] Historie MHD v Brně. *MHD Brno* [online]. © 2002-2013 [cit. 2012-11-03]. Dostupné z: <http://www.bmhd.cz/historie/historie.php>
- [4] Irisbus - Crossway LE. *Iveco Česká Republika* [online]. [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://web.iveco.com/czech/produkty/pages/irisbus-crosswayle.aspx>
- [5] *Mapy.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/>
- [6] Městská hromadná doprava. *Vítejte na Zemi* [online]. 2013 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: http://www.cittadella.cz/cenia/index.php?p=mestska_hromadna_doprava&site=doprava
- [7] NorthCar - Technické údaje - Škoda Octavia Combi 1.9 TDI. >*NorthCar* [online]. © 2005-2007 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: <http://northcar.ic.cz/technicke-udaje/index.php?motor=86>
- [8] PANÁČEK, V. *Metodika zkoušení brzd tramvaje*. Brno, 2011. Závěrečná práce. VUT v Brně, ÚSI.
- [9] Přehled současného vozového parku. *MHD Brno* [online]. © 2002-2013 [cit. 2013-01-28]. Dostupné z: <http://www.bmhd.cz/evidence-dpmb/prehled.php>
- [10] Reklama. *Dopravní podnik města Brna, a. s.* [online]. © 2002-2013 [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.dpmb.cz/Default.aspx?seo=reklama>
- [11] Rekonstrukce tramvají. *MHD Brno* [online]. © 2002-2013 [cit. 2013-01-28]. Dostupné z: <http://www.bmhd.cz/evidence-dpmb/rekotram.php>
- [12] Rekonstrukce trolejbusů. *MHD Brno* [online]. © 2002-2013 [cit. 2013-01-28]. Dostupné z: <http://www.bmhd.cz/evidence-dpmb/rekotrol.php>
- [13] Statistika vozového parku. *MHD Brno* [online]. © 2002-2013 [cit. 2013-01-28]. Dostupné z: <http://www.bmhd.cz/evidence-dpmb/statistika>
- [14] Tramvaje RT6. *MHD Brno* [online]. © 2002-2013 [cit. 2013-01-28]. Dostupné z: <http://www.bmhd.cz/rt6/rt6.php>
- [15] Vlastní galerie autorky

- [16] Vlastní galerie autorky (vytvořeno z podkladů DPMB)
- [17] Vozidla brněnské městské dopravy. *Dopravní podnik města Brna, a. s.* [online]. [cit. 2013-01-28]. Dostupné z: <http://www.dpmb.cz/Default.aspx?seo=vozidla>
- [18] Vyhláška č. 173/1995 Sb. Vyhláška o dopravním řádu drah vlakových tramvajových, trolejbusových a lanových [online]. 1995 [cit: 2013-05-20], 64 stran. Dostupné z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirkazakonu/SearchResult.aspx?q=173&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Tramvaj ČKD Tatra T3	14
Obrázek 2: Tramvaj ČKD Tatra T3R	14
Obrázek 3: Tramvaj ČKD DS T6A5	16
Obrázek 4: Tramvaj ČKD Tatra K2	17
Obrázek 5: Tramvaj ČKD Tatra K2R	17
Obrázek 6: Tramvaj ČKD Tatra KT8D5	18
Obrázek 7: Tramvaj ČKD DS RT6N1	19
Obrázek 8: Tramvaj Škoda Anitra	20
Obrázek 9: Tramvaj Škoda 13T	20
Obrázek 10: Autobus Karosa B 732	23
Obrázek 11: Autobus Karosa B 731	24
Obrázek 12: Autobus Karosa B 931	25
Obrázek 13: Autobus Karosa B 951	25
Obrázek 14: Autobus Karosa B 741	26
Obrázek 15: Autobus Karosa B 941	27
Obrázek 16: Autobus Karosa B 961	28
Obrázek 17: Autobus Irisbus Citybus 12M	29
Obrázek 18: Autobus Irisbus Citelis 18M	29
Obrázek 19: Autobus Mave-Fiat CiBus ENA Maxi	30
Obrázek 20: Irisbus Crossway Low Entry	31
Obrázek 21: Trolejbus Škoda 14Tr14	34
Obrázek 22: Trolejbus Škoda 14TrR	35
Obrázek 23: Trolejbus Škoda 15TrM	36
Obrázek 24: Trolejbus Škoda 21Tr	37
Obrázek 25: Trolejbus Škoda 22Tr	37

Obrázek 26: Trolejbus Škoda 25Tr	38
Obrázek 27: Umístění křižovatek Cejl - Koliště a Cejl - Vranovská na mapě Brna	63
Obrázek 28: Navrhovaná dopravní značka A25 Tramvaj s upozorněním	64
Obrázek 29: Návrh opatření na křižovatce Cejl – Koliště	64
Obrázek 30: Návrh opatření na křižovatce Cejl – Vranovská	65
Obrázek 31: Tramvaj Škoda Anitra, ev. č. 1811	67
Obrázek 32: Vozidlo Škoda Octavia II Combi 1,9 TDi	67
Obrázek 33: Umístění měřicích přístrojů v interiéru vozidla Škoda	68
Obrázek 34: Konečná poloha tramvaje a vozidla při brzdění z výchozí rychlosti 64 km/h	69
Obrázek 35: Konečná poloha tramvaje a vozidla při brzdění z výchozí rychlosti 61 km/h	70
Obrázek 36: Konečná poloha tramvaje a vozidla při brzdění z výchozí rychlosti 50 km/h	71
Obrázek 37: Konečná poloha tramvaje a vozidla při brzdění z výchozí rychlosti 43 km/h.....	72
Obrázek 38: Panelový povrch s brzdnými stopami vozidla	75
Obrázek 39: Návrh letáku pro bezpečnostní kampaň "Víte, že...?"	77
Obrázek 40: Umístění fólie na tramvaji T3 a K2	78
Obrázek 41: Umístění fólie způsobem a) "tramboard", b) "sideboard"	79
Obrázek 42: Návrh umístění fólie na tramvaji K2	79
Obrázek 43: LCD monitor v tramvaji Škoda 13T	80

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Struktura vozového parku tramvají ke dni 31. 12. 2012	21
Graf 2: Vývoj početního stavu tramvají v letech 1992 – 2012	21
Graf 3: Průměrné stáří tramvají v letech 1992 – 2012	22
Graf 4: Struktura vozového parku autobusů ke dni 31. 12. 2012	31
Graf 5: Vývoj početního stav autobusů v letech 1992 – 2012	32
Graf 6: Průměrné stáří autobusů v letech 1992 – 2012	33
Graf 7: Struktura vozového parku trolejbusů ke dni 31. 12. 2012	39
Graf 8: Vývoj početního stavu trolejbusů v letech 1992 – 2012	39
Graf 9: Průměrné stáří trolejbusů v letech 1992 – 2012	40
Graf 10: Vývoj celkového počtu dopravních nehod MHD v letech 1999 – 2012	41
Graf 11: Počet ujetých km/1 nehodu dle jednotlivých druhů trakcí za období 2003 – 2012 ...	43
Graf 12: Nejčastější objekty střetu s tramvají v letech 1999 – 2012	45
Graf 13: Počet zranění při nehodách tramvaje v letech 1999 – 2012	45
Graf 14: Zranění při nehodách tramvají v letech 1999 – 2012	46
Graf 15: Počet zranění při střetu tramvaje s chodcem v letech 1999 – 2012	47
Graf 16: Zavinění nehod tramvaje s OA v letech 1999 – 2012	48
Graf 17: Místo střetu při zavinění tramvaje v letech 2000 – 2012	49
Graf 18: Místo střetu při zavinění OA v letech 2000 – 2012	49
Graf 19: Počet nehod tramvají s OA za jednotlivá čtvrtletí v letech 1999 – 2012	50
Graf 20: Tramvaje s největším počtem nehod v letech 2002 – 2012.	52
Graf 21: Zavinění nehod tramvaje s chodcem v letech 1999 – 2012	53
Graf 22: Počet nehod tramvají s chodcem za jednotlivá čtvrtletí v letech 1999 – 2012	54
Graf 23: Příčiny nehod při zavinění tramvaje v letech 1999 – 2012	56
Graf 24: Příčiny nehod při zavinění osobního automobilu v letech 1999 – 2012	58
Graf 25: Nejčastější příčiny nehod tramvaje s chodcem v letech 1999 – 2012	59

Graf 26: Počet nehod tramvají s OA dle jednotlivých lokalit v letech 1999 – 2012	60
Graf 27: Nejčastější lokality dopravních nehod tramvají s OA v letech 1999 – 2012	61
Graf 28: Celkový počet nehod tramvají s OA v jednotlivých dnech na ulici Cejl v letech 1999 – 2012	62
Graf 29: Celkový počet nehod tramvají s OA v jednotlivých časových pásmech na ulici Cejl v letech 1999 – 2012	62
Graf 30: Porovnání zpomalení tramvaje a vozidla z výchozí rychlosti 61 km/h	74
Graf 31: Porovnání zpomalení tramvaje a vozidla z výchozí rychlosti 50 km/h	74
Graf 32: Porovnání zpomalení tramvaje a vozidla z výchozí rychlosti 43 km/h	75

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Technické parametry tramvaje typu T3R	15
Tabulka 2: Technické parametry tramvaje typu T6A5	16
Tabulka 3: Technické parametry tramvaje typu K2	17
Tabulka 4: Technické parametry tramvaje typu KT8D5	18
Tabulka 5: Technické parametry tramvaje typu RT6N1	19
Tabulka 6: Technické parametry tramvaje typu Anitra	19
Tabulka 7: Technické parametry tramvaje typu 13T	20
Tabulka 8: Technické parametry autobusu typu Karosa B 731	23
Tabulka 9: Technické parametry autobusu typu Karosa B 931	24
Tabulka 10: Technické parametry autobusu Karosa B 741	26
Tabulka 11: Technické parametry autobusu typu Karosa B 941	27
Tabulka 12: Technické parametry autobusu typu Karosa B 961	27
Tabulka 13: Technické parametry autobusu typu Irisbus Citybus	28
Tabulka 14: Technické parametry autobusů typu Irisbus Citelis 12M a Irisbus Citelis 18M..	29
Tabulka 15: Technické parametry autobusu typu Mave_Fiat Cibus ENA Maxi	30
Tabulka 16: Technické parametry autobusu typu Irisbus Crossway Low Entry	31
Tabulka 17: Technické parametry trolejbusu typu 14Tr	34
Tabulka 18: Technické parametry trolejbusu typu 15Tr	36
Tabulka 19: Technické parametry trolejbusu typu 21Tr	36
Tabulka 20: Technické parametry trolejbusu typu 22Tr	37
Tabulka 21: Technické parametry trolejbusu typu 25Tr	38
Tabulka 22: Počty nehod dle jednotlivých trakcí za období 1999 – 2012	42
Tabulka 23: Počet ujetých kilometrů jednotlivých druhů trakcí v letech 2003 – 2012.....	43
Tabulka 24: Počet nehod dle účastníků nehod s tramvají v letech 1999 – 2012.....	44
Tabulka 25: Počet nehod tramvají s OA za jednotlivé měsíce v letech 1999 - 2012	51

Tabulka 26: Počet nehod tramvají s chodcem za jednotlivé měsíce v letech 1999 - 2012	54
Tabulka 27: Příčiny dopravních nehod při zavinění tramvaje v letech 1999 - 2012.....	56
Tabulka 28: Příčiny dopravních nehod při zavinění osobního automobilu v letech 1999 - 2012	57
Tabulka 30: Technické parametry vozidla Škoda Octavia II Combi 1,9 TDi.....	67
Tabulka 31: Naměřené hodnoty při brzděné zkoušce č. 1 - z výchozí rychlosti 64 km/h	69
Tabulka 32: Naměřené hodnoty při brzděné zkoušce č. 2 - z výchozí rychlosti 61 km/h	69
Tabulka 33: Naměřené hodnoty při brzděné zkoušce č. 3 - z výchozí rychlosti 60 km/h	70
Tabulka 34: Naměřené hodnoty při brzděné zkoušce č. 4 a 5 - z výchozí rychlosti 51 a 50 km/h	71
Tabulka 35: Naměřené hodnoty při brzděné zkoušce č. 6 a 7 - z výchozí rychlosti 43 km/h....	72
Tabulka 36: Naměřené hodnoty při brzděné zkoušce č. 3 – z výchozí rychlosti 38 km/h.....	73
Tabulka 37: Výsledky brzděných zkoušek tramvají K2 a T3	76

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1* Protokol o měření
- Příloha 2* Grafy porovnání zpomalení tramvaje a vozidla
- Příloha 3* Videosekvence brzdných zkoušek
- Příloha 4* Návrh letáků pro bezpečnostní kampaň „Víte, že ...?“
- Příloha 5* DVD - Videozáznam z experimentálního měření

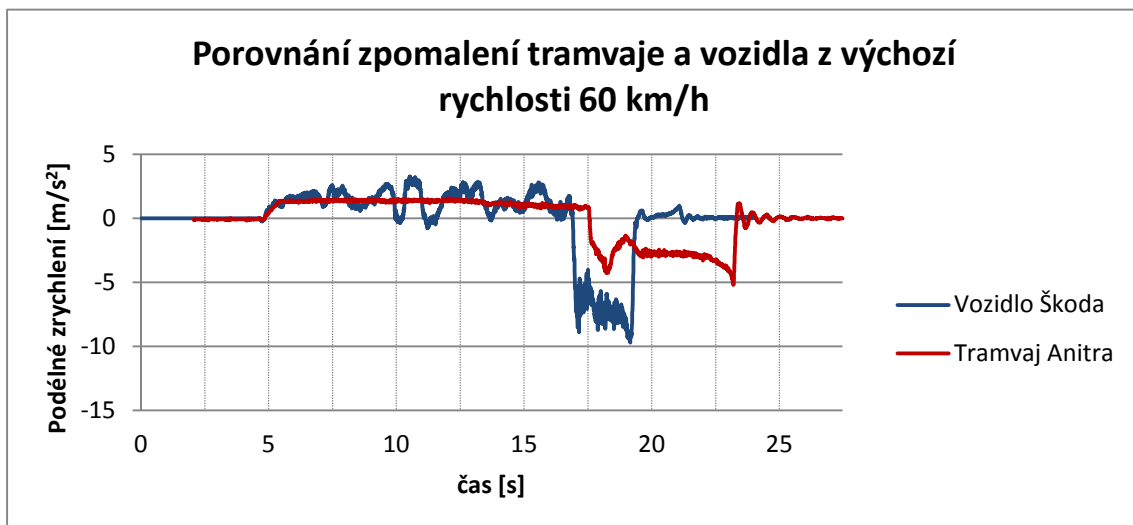
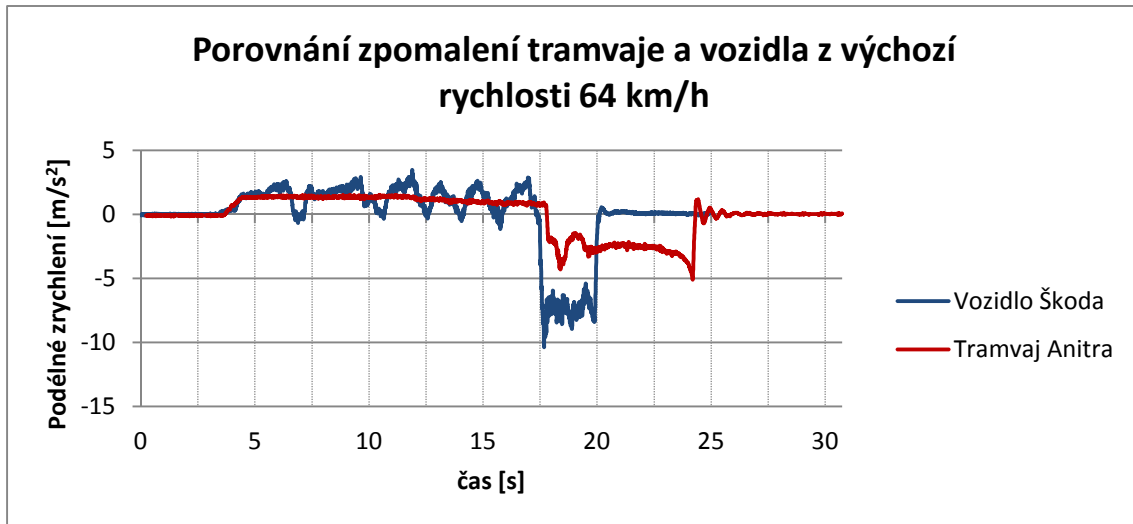
Příloha 1

Protokol o měření

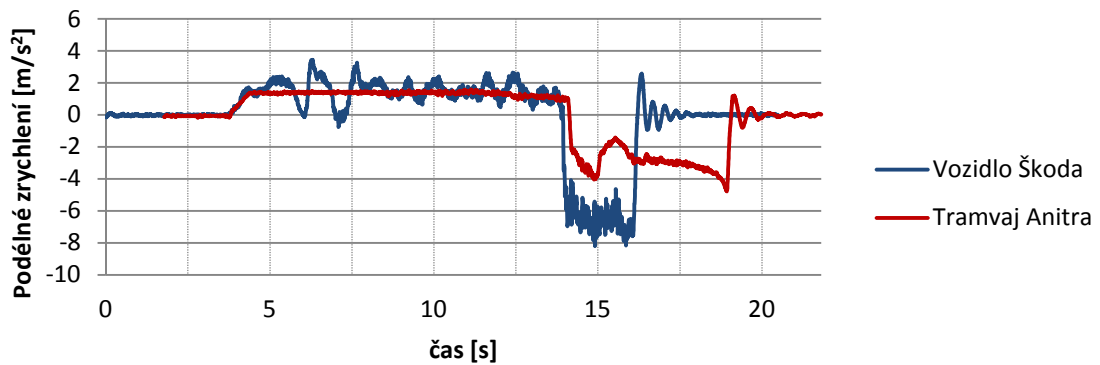
Datum	7. 5. 2013
Místo měření	Vozovna Pisárky, Brno
Klimatické podmínky	Zataženo, přeháňky, 15°C
Název měření	Porovnání brzdných drah tramvaje a OA
Identifikace vozidel	
Tramvaj	Škoda Anitra, ev. č. 1811
Osobní automobil	Škoda Octavia II Combi 1,9 TDi
Výchozí rychlost	38 – 64 km/h
Způsob brzdění tramvaje	Nouzové brzdění
Měřená veličina	Měřicí přístroj
Rychlost	GPS
Zrychlení	XL metr
Brzdná dráha	XL metr
Čas brzdění	XM metr
Videozáznam	Connect IT – car mini HD camera CI-203 Canon EOS 500D
Fotografie	Panasonic lumix fz28
Obsluha zařízení	
Posádka vozidla	Ing. Bc. Marek Semela Ph.D, Bc. Tereza Rybková
Posádka tramvaje	Ing. Vladimír Panáček, Bc. Lucie Ševčíková, zaměstnanec DPMB
XL metry	Ing. Bc. Marek Semela Ph.D, Ing. Vladimír Panáček
Fotoaparát I	Bc. Barbora Kalábová
Fotoaparát II	Bc. Barbora Kalábová

Příloha 2

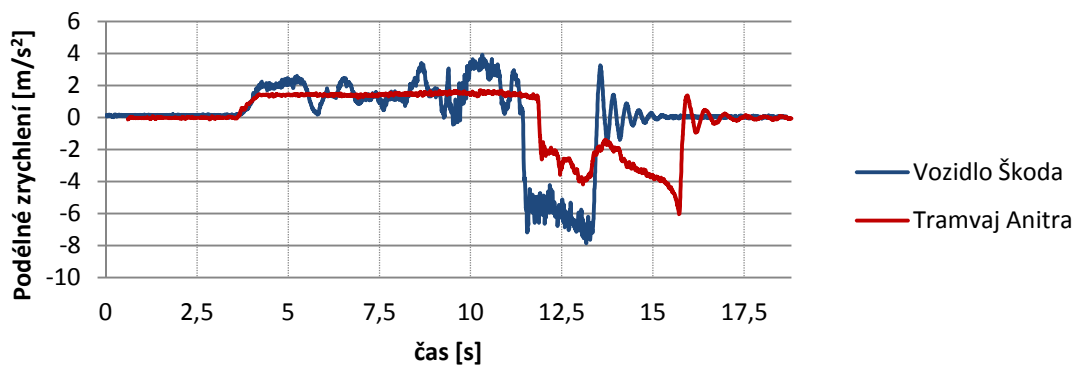
Grafy porovnání zpomalení tramvaje a vozidla



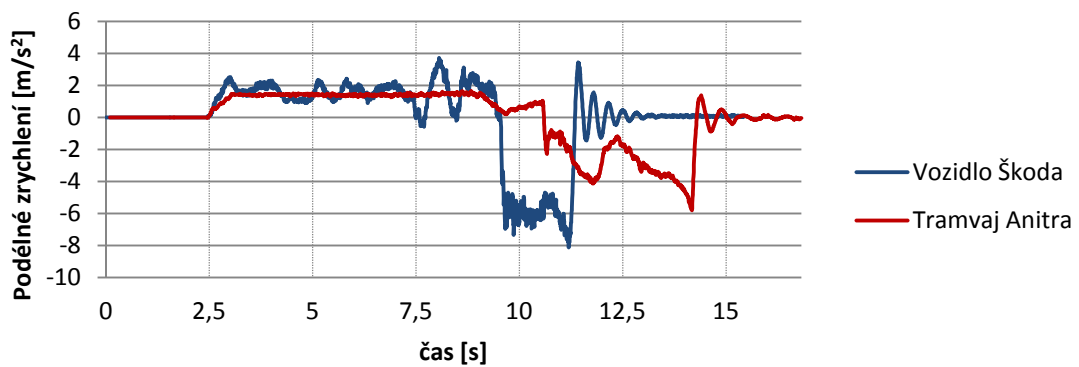
Porovnání zpomalení tramvaje a vozidla z výchozí rychlosti 51 km/h



Porovnání zpomalení tramvaje a vozidla z výchozí rychlosti 43 km/h



Porovnání zpomalení tramvaje a vozidla z výchozí rychlosti 38 km/h



Příloha 3

Videosekvence brzdné zkoušky z výchozí rychlosti 64 km/h



Videosekvence brzdné zkoušky z výchozí rychlosti 61 km/h



Videosekvence brzdné zkoušky z výchozí rychlosti 50 km/h



Videosekvence brzdné zkoušky z výchozí rychlosti 43 km/h



Návrh letáků pro bezpečnostní kampaň „Víte, že ...?“



Víte, že ...

8 z 10 nehod tramvaje s osobním automobilem zavíní řidič osobního automobilu

Pomozte to změnit! **Dbejte zvýšené opatrnosti**



Víte, že ...

V **8 z 10** případech je účastníkem nehody s tramvají právě osobní automobil

Pomozte to změnit! **Dbejte zvýšené opatrnosti**



Víte, že ...

Každá **10.** nehoda s tramvají přináší **zranění**

Pomozte to změnit! **Dbejte zvýšené opatrnosti**



Víte, že ...

Více než **polovina** nehod s tramvají se odehraje na **křižovatce**

Pomozte to změnit! **Dbejte zvýšené opatrnosti**



Víte, že ...

U **7 z 10** nehod tramvají s osobním automobilem je příčinou **nedání přednosti v jízdě** ze strany osobního automobilu

Pomozte to změnit! **Dbejte zvýšené opatrnosti**



Víte, že ...

Průměrně se **každý den** stane **jedna nehoda** tramvaje s osobním automobilem

Pomozte to změnit! **Dbejte zvýšené opatrnosti**