

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Traumatické důsledky interakce chodec tramvaj
a jejich specifika v případě chodce – dítěte**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Doc. PaedDr. Karel Jelen, CSc.

Vypracoval:

Bc. Natália Belková

Praha, 2021

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování:

Děkuji doc. PaedDr. Karlu Jelenovi, CSc. za vedení diplomové práce. Dále bych se rada poděkovala doc. Ing. Monice Šorfové, Ph.D. za cenné rady, připomínky a čas, který mi při tvorbě této diplomové práce věnovala.

Ráda bych také poděkovala mé rodině mým nejbližším za jejich podporu a pomoc po celou dobu mého studia.

Abstrakt

Název: Traumatické důsledky interakce chodec tramvaj a specifika v případě chodce - dítěte

Cíle: Cílem práce je na základě dostupných literárních zdrojů v souladu s výběrovými kritérii analyzovat ze zdravotního pohledu problematiku dopravních nehod chodec – tramvaj. Speciální pozornost je věnována problematice nehod dětí v dopravním provozu. Práce je součástí grantu ANALÝZA NEHODOVÝCH DĚJŮ CHODEC TRAMVAJ. Práce si klade za cíl vyhodnotit výskyt, typ a charakter zranění při střetu chodce s tramvají.

Metody: Diplomová práce je zpracována formou literární rešerše. Vzhledem k šíři interdisciplinárnímu charakteru problematiky byly literární zdroje práce vyhledávané v databázích NCBI, Sciencedirect, Springerlink, Researchgate, PubMed. První část práce obsahuje teoretický úvod do problematiky tramvajové dopravy a vymezení základních pojmů, úrazy jednotlivých částí pohybového systému a mechanismy úrazu z hlediska biomechaniky. Druhá část práce má deskriptivně – analytickou povahu a obsahuje analýzu jednotlivých studií, které se zabývají zdravotním hlediskem při nehodě chodce / dítěte v souvislosti s tramvají.

Výsledky: Po ukončení rešerše vyhovovalo výběrovým kritériím 64 studií. Jako způsobilé pro zařazení do výzkumu bylo vybraných a podrobně rozebraných 6 studií, které analyzovaly charakter, výskyt, závažnost a mechanismus zranění a úmrtí při nehodě. Na základě poznatků, které byly získané z jednotlivých studií lze konstatovat, že nejčastější zasaženou částí těla je hlava a dolní končetiny. V případě hlavy měly tyto nehody až fatální následky a v případě zranění dolních končetin byla častým následkem jejich amputace. Vzhledem k nízkému počtu článků, které pojednávají o úrazech dětí při střetu s tramvají, by bylo prospěšné se víc soustředit na tuto problematiku a prozkoumat jí podrobněji. Včasná prevence dopravní výchovy u dětí by měla být součástí jejich života.

Klíčová slova: tramvaj, kolejová doprava, statistika dopravních nehod, bezpečnost silničního provozu, drážní inspekce, dopravní událost, dopravní nehoda, dopravní podnik, lidská tolerance na náraz, dopravní úrazy dětí, specifika úrazů dětí, soudní lékařství, prevence dopravních nehod

Abstract

Title: Traumatic consequences of pedestrian-tram interaction and specifics in the case of child-pedestrians

Objectives: The aim of the paper is to analyze the issue of pedestrian-tram traffic accidents in respect of injury consequences, based on available literary sources in accordance with the selection criteria. Special attention is paid to where such accidents involve children. The work is part of the grant ANALYSIS OF ACCIDENT EVENTS CHODEC TRAMVAJ. It aims to evaluate the occurrence, type and nature of injuries where collisions have taken place between pedestrians and trams.

Methods: The thesis is produced on the basis of literary research. Due to the breadth of the interdisciplinary nature of the issue, literary sources were searched in the NCBI, Scencedirect, Springerlink, Researchgate, PubMed databases. The first part of the thesis contains a theoretical introduction to the issue of tram transport and the definition of basic concepts, injuries of individual parts of the locomotor system and accident mechanisms in terms of biomechanics. The second part has a descriptive-analytical nature and contains an analysis of individual studies that deal with the health of a pedestrian/child accident, in relation to a tram.

Results: At the end of the search, 64 studies met the selection criteria. Six studies were analyzed in detail, including the type, incidence, severity and mechanism of injury and death in an accident. Based on the knowledge gained from individual studies, it can be stated that the most frequently affected areas on the body are the head and lower limbs. In the case of the head, these accidents were fatal and, in the case of lower limb injuries, amputation was a frequent consequence. Given the low number of articles dealing with children's injuries in collisions with trams, further study is recommended to focus more on this matter so as to examine it in more detail. Educating children in road and rail safety from an early age is considered necessary to assist in preventing such accidents.

Keywords: tram, rail transport, traffic accident statistics, road safety, railway inspection, traffic incident, transport company, human tolerance to impact, traffic accidents of children, specifics of pedestrian-child accidents, forensic medicine, prevention of traffic accidents

SEZNAM ZKRATEK

AIS – redukovaná škála zranění (Abbreviated Injury Scale)

CDC – Centrum pro kontrolu a prevenci nemocí (Centers for Disease Control and Prevention)

DKK – dolní končetiny

DPP – Dopravní podnik hl. m. Prahy

FFC – femur force criterion

HIC – kritérium poranění hlavy (Head injury criterium)

HPC – index poranění hlavy (Head performance criterium)

HKK – horní končetiny

ICP – intrakraniální tlak (intracranial pressure)

MU – mimořádná událost

NIC – míra poranění krku (Neck Injury Criterion)

PSPF – pubic symphysis peak force

TBI – traumatické poranění mozku (traumatic brain injury)

WHO – Světová zdravotnická organizace (World Health Organization)

ISS – skóre závažnosti poranění

Obsah

1	Úvod.....	12
2	Teoretická východiska práce.....	13
2.1	Tramvajová doprava (fyzikální popis, vymezení základních pojmů)	13
2.1.1	Fyzikální popis.....	14
2.1.2	Definice: Dopravní událost, dopravní nehoda, dopravní úraz.....	15
2.2	Statistika událostí na jednotlivých dráhách v ČR.....	19
2.3	Faktory ovlivňující úraz chodce	22
2.3.1	Mechanismus úrazu	22
2.3.2	Reakce na náraz z hlediska biomechaniky	23
2.3.3	Tolerance (lidská) na náraz.....	26
2.3.4	Technologické hodnocení / vylepšení dopravních prostředků/	28
2.4	Úrazy jednotlivých prvků pohybového systému (tkáni) z lékařského hlediska ..	29
2.4.1	Poranění hlavy	29
2.4.2	Poranění páteře	30
2.4.3	Poranění hrudníku	32
2.4.4	Poranění pánve a břicha.....	33
2.4.5	Poranění dolních končetin	33
2.5	Specifika úrazů dětí.....	34
2.5.1	Dopravní úrazy dětí	34
2.5.2	Rozdíly dítě – dospělý	36
2.5.3	Tupá poranění dětí.....	39
2.5.4	Dopravní výchova jako jedna z možností prevence úrazů	41
3	Cíle práce a výzkumné otázky	44
3.1	Cíle práce	44
3.2	Výzkumné otázky	44
4	Metodika práce.....	45
4.1	Úkoly a postup práce	45
4.2	Výběr studií	45
5	Výsledky	47
5.1	Jednotlivé studie.....	50
5.1.1	Children pedestrian injuries at tram and bus stop, Unger et al., 2002	50
5.1.2	Tram related injury statistics, Laughlin, 2017	53
5.1.3	Trams – a risk factor for pedestrian, Hedelin, 1996	55
5.1.4	MDCT evaluation of injuries after tram accidents in pedestrians, Demant, 2010	

5.1.5	Severity of pedestrian injuries due to traffic crashes at signalized intersection in Hong Kong: Bayesian spatial logit model, Xu, 2017	59
5.1.6	Tram-related trauma in Melbourne, Victoria, Biswadev, 2010.....	60
6	Diskuze	63
6.1	Výzkumná otázka č. 1: „Jaké faktory ovlivňují vznik kolize střetu chodce a tramvaj?“	64
6.2	Výzkumná otázka č. 2 „Jaké typy úrazů a zranění vznikají při střetu chodce / dítěte a tramvaje? „.....	67
7	Závěr	71
	Seznam použité literatury	73

1 Úvod

Tramvajová doprava je v současnosti důležitý způsob městské hromadné dopravy nejen v České republice, ale i ve světě. Patří k nejoblíbenějším způsobem přepravy lidí. Tramvajová doprava je provozovaná ve více než 400 městech po celém světě (Zhou 2018). S jejím rozšířením úzce souvisí i nárůst nehod a jejich závažnost. Je to dané moderním rytmem života, rozvojem technologií a motorismem.

V současnosti představuje bezpečnost chodců významný globální problém. Chodci si často neuvědomují riziko při střetu s dopravním prostředkem a mají tendenci ho podceňovat. Nemají vůči motorovým vozidlům respekt a neuvědomují si rizika, která mohou jejich chováním nastat. Nehody vzniklé při střetnutí chodce s tramvají na vozovce často končí velmi těžkými úrazy a ne zcela výjimečně smrtí. Snaha ušetřit několik minut při přecházení mimo vyznačený přechod pro chodce nebo na červenou může mít pro člověka fatální následky. Také zpříjemněním si cesty při chůzi posloucháním hudby sluchátky a nevěnováním se plně silničnímu provozu se chodec vystavuje velkému riziku ohrožení svého zdraví a života.

Celosvětově je každý rok na silnicích usmrceno přibližně 273 000 tisíc osob. Toto číslo představuje přibližně 22 % veškerých úmrtí na dopravních komunikacích. Bezpečnost chodců na silnicích je v současnosti celosvětovým problémem (Horberry, 2019). Důvodem, proč jsem si zvolila toto téma diplomové práce je skutečnost, že mě zaujal vzpomínaný projekt, kterého jsem se tímto způsobem stala součástí. Zranění vzniklá při střetu s kolejovým vozidlem jsou závažnější a často končí těžkým zraněním s trvalými následky či smrtí. Rovněž jsem jako fyzioterapeut chtěla nahlédnout a více si rozšířit svoje poznatky o zraněních, se kterými se ve svém povolání potkávám až ve fázi rehabilitační péče.

Tato diplomová práce je zpracovaná formou literární rešerše. Zabývá se zdravotním pohledem na problematiku dopravních nehod chodec – tramvaj. Obsahuje následující části. V té první jsem zformulovala teoretické poznatky o tramvajové dopravě a jednotlivých poraněních. V druhé části diplomové práce se nachází analýza šesti studií, které jsem na základě kritérií do ní zařadila. Práce uzavírá diskuse, v které jsou zodpovězené dvě výzkumné otázky, formulované v metodologické části práce.

2 Teoretická východiska práce

Téma střetu tramvaje s lidským tělem je velice široké. Díky jeho aktuálnosti a celospolečenské závažnosti je mu ve vědeckých kruzích věnována značná pozornost. Dopravní nehody výrazně ovlivňují nejen účastníky nehody, ale i jejich rodiny, v případě tramvají i rozsáhlý dopravní podnik a jeho pracovníky. V neposlední řadě nutno zmínit ekonomické dopady na celou společnost – vytvoření a nutnost zásahu záchranných a bezpečnostních systémů státu (např. hasičů), ničení nebo opravy poměrně drahého majetku (tramvaj), náklady na zdravotní péči účastníků dopravních nehod apod.

Abychom se mohli detailně věnovat především zdravotním důsledkům kolizí chodce (resp. dítěte) s tramvají, je nutné popsat četnost výskytu takových kolizí. Pozornost byla věnována také finančním důsledkům, tedy zmiňujeme výdaje na zdravotní ošetření, pracovní neschopnost zraněných, výdaje dopravního podniku jednak na opravu poškozené tramvaje, ale i na okamžitou náhradní dopravu.

2.1 Tramvajová doprava (fyzikální popis, vymezení základních pojmů)

Tramvaje ve velkých městech nad 150 000 obyvatel tvoří základ dopravní sítě. Ve velmi velkých městech, teda nad 750 000 obyvatel, spolu s autobusy a trolejbusy vytváří doplnkovou síť městským rychlodrahám (Kubát, 2001). Tramvajová doprava je charakterizovaná jako jeden ze systémů kolejové MHD tím, že její tratě jsou uloženy ve společné vozovce s nekolejovou dopravou. Vozidla jsou poháněna motory, napájená stejnosměrným proudem, nejčastěji napětím 600 V. Maximální rychlost vozu se pohybuje mezi 60 až 80 km.h⁻¹ (Kubát, 2001).

Mnoho let platil v ČR zákon o silniční dopravě, který byl odlišný od situace v západní Evropě. V roce 2000 i Česká republika přizpůsobila vztah mezi dopravními prostředky a chodci evropskému standardu a začalo platit, že chodec na označeném přechodě pro chodce má přednost. S jedinou výjimkou – provoz tramvají. O této změně informuje zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích (o silničním provozu), který byl od roku 2001, kdy nabyl účinnosti, novelizován již 48 krát, naposledy v roce 2018 (Besip, 2018).

2.1.1 Fyzikální popis

U kolejových vozidel je výraznou nevýhodou jejich manévrovatelnost, která je omezená jízdní dráhou. Je omezená možnost odklonů a objížděk a taky se tramvaj nemůže vyhnout překážce. Tato nevýhoda zvyšuje riziko při střetu s chodci a dalšími vozidly. Rizikovým faktorem je též i relativně dlouhá brzdná dráha, která je ovlivněná setrvačností vozidla, hmotností (m), a adhézních schopností kolejového vozidla (Skupová, 2012).

Pohybující se tramvaj můžeme popsat její *hybností*, kterou můžeme vyjádřit následným vztahem:

$$p = mv,$$

kde m je *hmotnost* a v je *okamžitá rychlost* (v *okamžiku nárazu*). Další fyzikální veličinou, kterou můžeme charakterizovat pohybový stav tramvaje, je kinetická energie E_k , která je daná následujícím vztahem: (Křen, 2001).

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2.$$

Obě tyto fyzikální veličiny jsou extrémně velké díky hmotnosti tramvaje, která je v průměru 43 000 kg (typ Škoda 15T) bez cestujících, plně obsazená má hmotnost nejméně o polovinu větší (DPP, 2021). Pro porovnání z článku od Hedelin (2002), který popisuje hmotnost tramvaje váhou 56 tun (Hedelin, 2002), zatímco plně obsazený autobus má hmotnost jen do 25 500 kg (Blažek, 2017).

Brzdnou vzdálenost tramvaje ovlivňuje ještě mnoho dalších faktorů, společných pro další účastníky silničního provozu: reakční doba řidiče, zatíženost vozidla a momentální stav dráhy s ohledem na počasí (Hájková, 2013).

Tramvaj, vlak a metro jsou dopravní prostředky s nejen velkou hmotností, z čehož vyplývá velká kinetická energie, která je umocněná tím, že ve vzorci je rychlost na druhou, ale také tím, že se pohybují na ocelových kolech po ocelových kolejnicích. Z těchto skutečností vyplývá vysoká frekvence smrtelných zranění při střetu a přejetí. Rozsáhlá devastace těla je typická při kolizi s kolejovým vozidlem. Vícečetná vážná poranění způsobuje samotný náraz a rovněž následné odhození. Na tramvaji ocelový nárazník i při nízké rychlosti způsobuje fraktury dolních končetin. V případě přejetí dochází k přitisknutí končetiny nebo trupu mezi kolo a kolejnici, dochází k oddělení

a v mnohých případech není celistvost jednotlivých částí zachovaná ani kožními můstky. K přejetí může dojít při čelním nárazu, ale i při sklouznutí pod nápravu kolejového vozidla (Hirt, 2012).

Když se kolejová vozidla pohybují vpřed danou trajektorií a nemohou měnit směr, dochází z jejich strany aktivně k čelnímu střetu jen v situaci, pokud vlak, tramvaj nebo metro narazí do člověka nebo jiného tělesa, které sa nachází v kolejišti před jeho přední částí. Když se do dopravní nehody zapojí boční plocha kolejového vozidla, jde většinou o aktivní pohyb druhého účastníka dopravy. Co sa týká hmotnosti dopravního prostředku, žádné jiné z dopravních vozidel se nemůže srovnávat s kolejovými vozidly a proto střet s chodcem v mnoha případech způsobí rozdrčení těla, oddělení jednotlivých částí jako je hlava a končetiny nebo oddělení trupu (Hirt, 2012). Při porovnání rizik mezi tramvají a autobusem je riziko běžnějšího zranění (nikoliv fatálního) v tramvajové dopravě čtyřnásobně větší v porovnání s autobusovou dopravou, zatímco riziko úmrtí bylo v tramvajové dopravě 9-15 krát vyšší (Hedelin, 2002).

2.1.2 Definice: Dopravní událost, dopravní nehoda, dopravní úraz

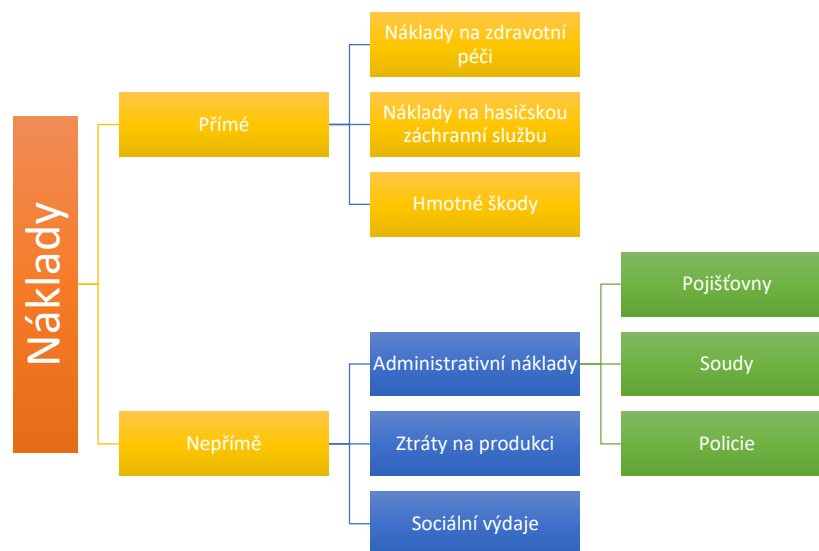
Dopravní nehoda

Dopravní nehoda je událost na pozemních komunikacích v provozu, kam zařazujeme například havárii nebo srážky, které se staly na pozemních komunikacích a při kterých došlo k usmrcení či zranění osoby, škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu (Kovanda, 2016). Podle Čapka (2018) každoročně v České republice umírá v důsledku dopravních nehod více než 1300 osob, dalších 6000 je těžce zraněných (Čapek, 2018).

Statistické údaje Policejního prezidia České republiky vykazují nejvyšší počet usmrcených při dopravní nehodě v roce 1994, a to 1637 osob. V roce 2017 bylo usmrcených 577 osob. Celkový evropský průměr v tomto roce – 49 usmrcených při dopravních nehodách na milion obyvatel EU Česká republika překonala. S počtem 54 se umístila na 14. místě v pořadí s nejhroším výsledkem (Straka, 2018). V roce 2018 podle statistiky Policejního prezidia České republiky bylo při dopravních nehodách usmrcených 656 osob (Straka, 2019). Následující rok 2019 bylo toto číslo nižší, a to 618 osob (Straka, 2020).

Dopravní nehody přináší fyzické ztráty, jako jsou ztráty na lidských životech, různá zranění nebo hmotné škody, ale i psychické újmy. Důsledky dopravních nehod nedopadají jen na přímé účastníky, ale i stát a státní rozpočet (Čapek, 2018).

Ocenění dopravních nehod není jednoduché, protože některé jejich následky jsou obtížně kvalifikovatelné. Na tuto problematiku se zaměřuje centrum dopravního výzkumu několik let. Metodikou celkového výzkumu se náklady rozdělují na přímé a nepřímé (viz obrázek) (Daňková, 2007).



Obrázek 1: Náklady spojené s dopravními nehodami, Daňková, 2007

Ztráty dosahující až desítky miliónů korun českých jsou způsobené vysokým počtem dopravních nehod, finanční náročností poskytovaných služeb, v důsledku čehož vzniká ztráta produkce osob. Ztráty v roce 2006 dosáhly 48 259 mil. Kč, v roce 2005 52 546 mil. Kč (Daňková, 2007).

Celková hmotná škoda, která byla odhadnutá na místě dopravní nehody příslušníky Policie ČR, v roce 2017 vystoupala až na sumu 6 316 256 700 Kč. Na hmotné škodě se nejvýrazněji podílejí dopravní nehody, které se přihodily na území hlavního města Prahy. Při počtu dopravních nehod, který byl 23 032, celková odhadnutá škoda činila 1 564 697 tisíc Kč (Straka, 2018). Pro porovnání v roce 2018 byla celková hmotná škoda odhadovaná na místě dopravních nehod dopravními policisty 6 547 904 500 Kč. Při dopravních nehodách se smrtelným zraněním v roce 2018, což bylo 1,9 % z celkového odhadu hmotných škod, je průměrná výška škody na jednu takovou nehodu 248 427 Kč. Při nehodách s těžkým zraněním, které tvoří 3,5 % z celkové výše odhadu hmotné škody, je průměrná výška škody jedné nehody 107 453 Kč (Straka, 2019). V posledních letech

se počet dopravních nehod na pozemních komunikacích snižuje, stále však dopravní nehody patří mezi časté vnější příčiny úmrtí v České republice (Čapek, 2018).

Nejefektivnějším a spolehlivým způsobem jak ochránit chodce a snížit počet úmrtí je oddělit jízdní dopravu od pěší dopravy, a to hlavně v rušných městských oblastech za pomoci nadjezdů a podchodů na křižovatkách. Tato řešení jsou velmi nákladná, a proto je nenajdeme na většině křižovatek a to ani ve vysoce rozvinutých státech Ameriky a Evropy (King, 2018).

Podle WHO na vzniku dopravní nehody a na míře její závažnosti má nemalý význam rychlost vozidla. Průměrné zvýšení rychlosti o 1 km/h zvyšuje riziko dopravní nehody s újmou na zdraví o 3 %. U vážných dopravních nehod zvýšení rychlosti o 1 km/h zvyšuje riziko usmrcení nebo těžkého zranění o 5 %. Pravděpodobnost být usmrcen jako chodec se 8 krát zvyšuje v závislosti na stoupající rychlosti vozidla ze 30 na 50 km/h. Chodec má 90 % šanci přežít střet s vozidlem jedoucím rychlostí 30 km/h a menší, ale jeho šance přežít se při rychlosti vozidla 45 km/h a vyšší snižuje na polovinu (Racioppi, 2004). Z tohoto důvodu je v dopravě velmi důležitá bezpečnost. Slouží k omezení vzniku nehod v maximální možné míře. Tramvajová doprava má na rozdíl od ostatních forem dopravy ještě jedno specifikum. Následky nehod negativně ovlivňují i plynulost dopravy. Odstraňování následků tramvajové nehody ochromí dopravu v celé síti, mnohdy je třeba zajistit náhradní hromadnou dopravu jiným způsobem, většinou autobusy. Ekonomické ztráty dopravních podniků jsou tedy výraznější než při nehodě na silnici (Škapa, 2005).

Dopravní úrazy

Dopravní úrazy jsou veškerá traumata, která souvisí s dopravními prostředky v pohybu. Jde o širokou škálu nejrůznějších zranění, od běžných až po smrtelné. Rozdělujeme je podle toho, kdo byl zraněný, kde se v okamžiku nehody nacházel a jakým typem dopravního prostředku došlo k zranění (Hirt, 2012). Chodci při nárazech jedoucích dopravních prostředků nejsou vůbec chráněni. Nejohroženější jsou osoby nad 70 let (Vojtíšek, 2009). Jak uvádí Hedelin (2002) ve výskytu zranění ve vztahu k věku, mezi nejvíc ohrožené kategorie lidí patří děti a starší osoby (Hedelin, 2002).

Průběh zranění chodce můžeme rozdělit do několika fází. První fáze je aktivní mechanismus, když pohybující se vozidlo naráží do chodce přímo. Druhá fáze je mechanismus pasivní, když je chodec s menším nebo větším zraněním odhozený

a k dalším zraněním dochází pádem na zem, posouváním se po vozovce, případně nárazem na pevnou překážku. Třetí fáze nastává v případě, pokud je odhozený ležící chodec zraněný dalším či případně vícerymi vozidly. Závažnost, lokalizace a rozsah zranění chodce při dopravní nehodě závisí od typu vozidla, jeho tvaru, karosérii a na jeho kinetické energii, tzn. hmotnosti a rychlosti, kterou se pohybuje. Rovněž je třeba brát v úvahu jak rychle a jakým směrem se chodec pohyboval či v jaké poloze se v momentě střetu nacházel a jeho postavení ve vztahu k vozidlu (Hirt, 2012).

Při střetnutí chodce a tramvaje dochází vždy k selhání lidského činitele. Většinou je za střet ale zodpovědný sám chodec. Mezi nejčastější místo, kde se chodec střetává s tramvají je mimo vyznačený přechod, nejčastěji v blízkosti tramvajových zastávek. Častým důvodem je dobíhání tramvaje, přebíhání na druhou zastávku a zvýšená kumulace osob (Hájková, 2013).

Ve Francii byla v letech 2009 – 2011 provedena analýza, ve které bylo zjištěno, že z výzkumného souboru chodců v počtu 105 bylo až 70 případů tramvajových nehod v okolí zastávek. Také z celkového počtu 105 chodců kteří čekali na nástupišti, sehrával roli alkohol (Millot, 2016). Faktor alkoholu uvádí ve svém článku také (Cameron, 2000). Po dobu 18 měsíců se sbírali data ze silničních nehod od pacientů z nemocnic. Do průzkumu bylo zapojených 90 lidí, z toho bylo 23 chodců, kteří byli zraněni přímým kontaktem s tramvají (7), nebo upadali na koleje při ich procházení (16). U deseti byl nalezen alkohol v krvi (Cameron, 2000).

K střetu chodce s tramvají dochází rovněž na přechodu pro chodce, kde je za střet vždy zodpovědný chodec, protože tramvaj má přednost (Hájková, 2013). Jedním z nejzávažnějších rozptýlení na přechodech pro chodce jsou smartphony. V Austrálii se v roce 2006 uskutečnila observační studie, v které se za pomoci videozáznamů chodců, kteří přecházeli přes přechod, zaznamenávalo používání jejich smartphonů a jiných přenosných zařízení. Ve studii šesti evropských měst využívalo 8 % chodců mobilní telefon na psaní krátkých textových zpráv, a 2,6 % k telefonnímu hovoru. Celkově ve studii bylo pozorovaných 4129 chodců, ze kterých smartphone nebo podobné zařízení při přecházení používalo 815 chodcov (Horberry, 2019). Jak uvádí Millot (2016) ve své tříleté studii, ve které analyzoval hlavní příčiny nehod ve Francii ve městech: Bordeaux, Montpellier, Rouden a Štrasburg, používalo až 15 % chodců (16) z celkového počtu 105 mobilní telefon nebo sluchátka při chůzi (Millot, 2016).

Na šetření příčiny a okolností vzniku mimořádných událostí (nehod, dále MU) se podílí drážní inspekce. Jejím úkolem je zjišťovat příčiny vzniku MU na železnici a vykonávání státního dozoru na dráhách v České republice. Posláním Drážní inspekce je analyzovat bezpečnost drah a drážní dopravy v České republice, upozorňovat na potencionální rizika a navrhnout přijetí účinných opatření. Prvořadým úkolem Drážní inspekce je šetření příčin a okolností vzniku MU. Při šetření Drážní inspekce zjišťuje příčiny a okolnosti s cílem zabránit opakování MU a policie zkoumá trestněprávní odpovědnost konkrétních osob (Dícr, 2008).

2.2 Statistika událostí na jednotlivých dráhách v ČR

Následující tabulka č. 1 obsahuje vývoj mimořádných událostí na jednotlivých tramvajových dráhách v období 2015-31.7.2020 v ČR.

Tabulka 1: Mimořádné události na tramvajových dráhách, Dícr, 2008

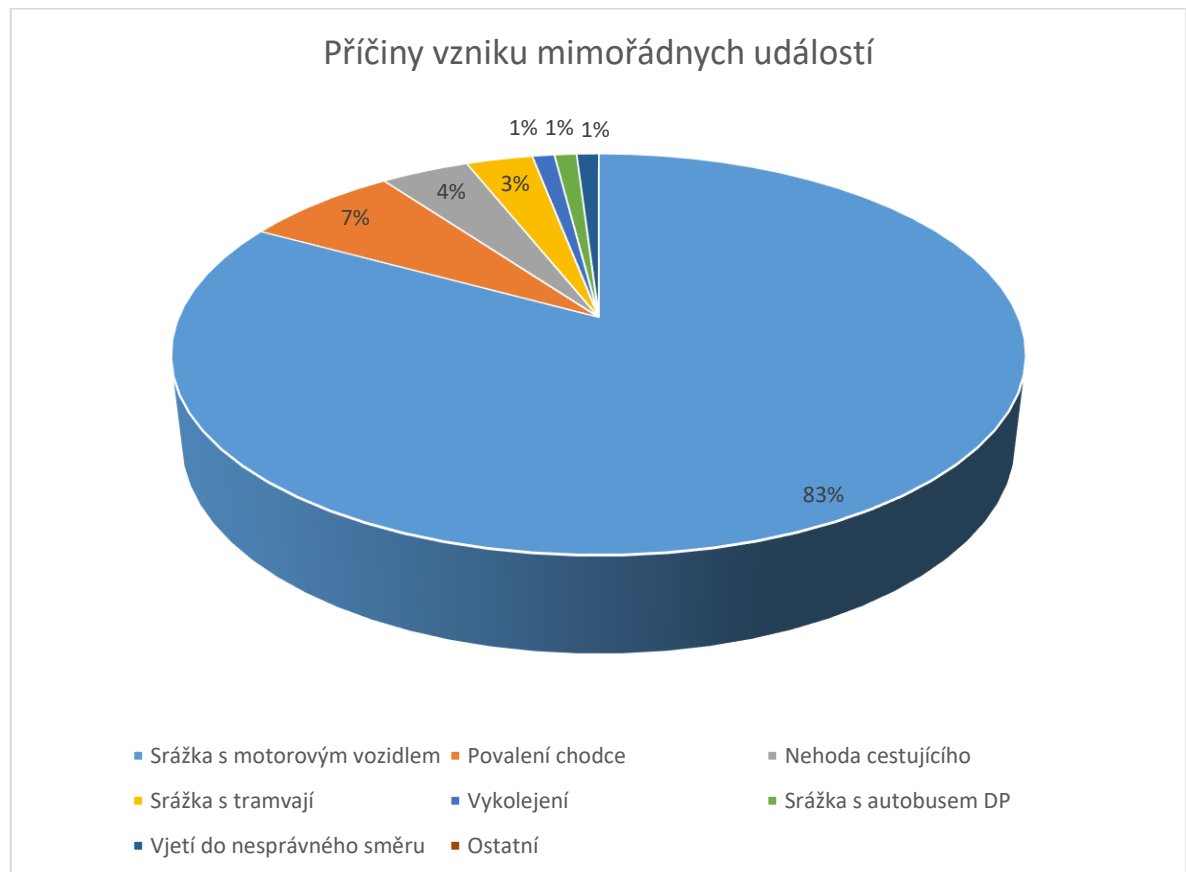
Rok	Faktor	Hlavní město Praha	Ostrava	Plzeň	Most a Litvínov	Olomouc	Brno	Liberec a Jablonec n. N.
2015	MU	1473	242	98	11	45	510	28
	Smrt	3	1	0	0	0	1	0
	Zranění	273	76	17	3	7	58	2
2016	MU	1433	218	109	10	54	498	45
	Smrt	2	0	0	0	0	1	0
	Zranění	214	35	39	2	9	52	5
2017	MU	1684	290	111	16	57	548	48
	Smrt	3	1	1	0	0	1	0
	Zranění	268	90	18	4	11	76	4
2018	MU	1698	258	141	14	75	525	41
	Smrt	9	0	0	0	0	0	0
	Zranění	297	68	25	0	16	65	7
2019	MU	1688	250	142	16	85	510	39
	Smrt	4	1	0	0	0	2	0
	Zranění	304	56	26	10	17	69	3
2020	MU	1233	186	100	14	49	364	27
	Smrt	0	0	0	0	0	1	0
	Zranění	201	50	15	2	8	50	6

V roce 2018 bylo podle přepravních průzkumů dopravními prostředky Dopravního podniku hlavního města Prahy přepraveno celkem 1 167 793 tisíc cestujících, z toho bylo 375 466 tis. cestujících tramvajemi a lanovou dráhou Petřín (DPP, 2019).

Denně zhruba 3,5 milionu lidí využije v Praze městskou hromadnou dopravu do zaměstnání, škol, na nákupy nebo zábavou (Mikulka, 2019).

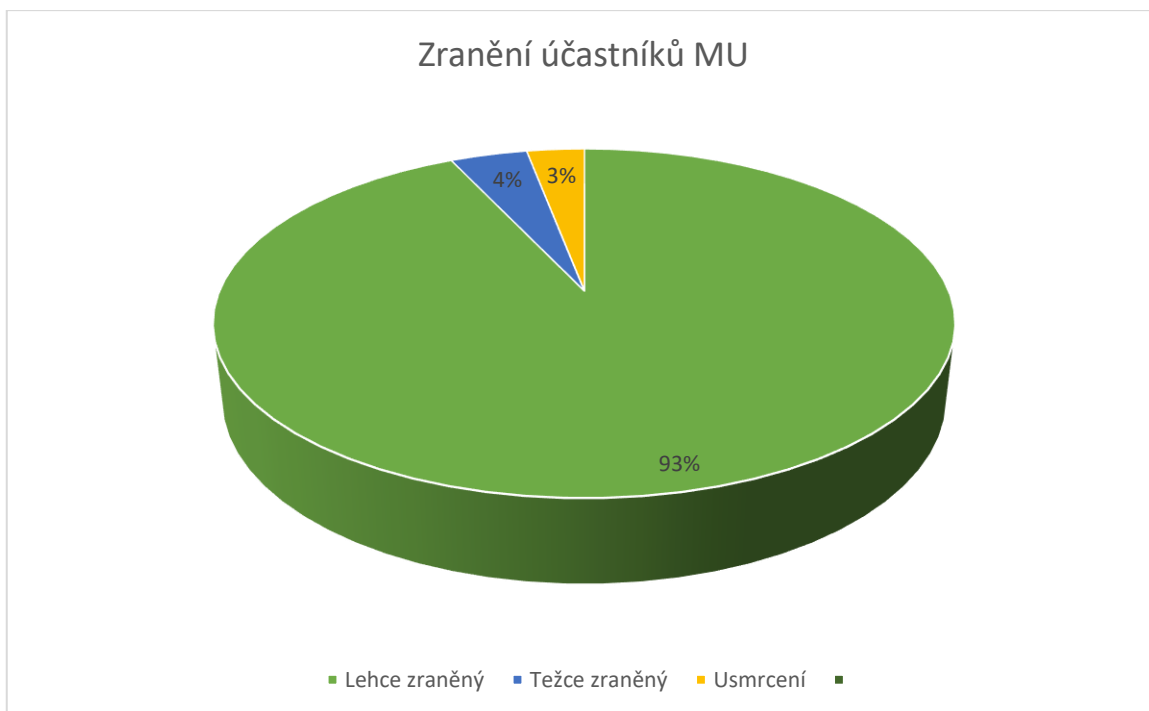
Události střetu tramvaje

Podle rozboru nehodovosti tramvají DPP z roku 2018 jsou v grafu znázorněné nejčastější MU na vozovce při střetu tramvaje podle příčiny jejich vzniku (Mikulka, 2019).



Graf 1: Příčiny vzniku mimořádných událostí (MU), Mikulka, 2019

Nejčastější událost tvoří srážky s nákladním nebo osobním vozidlem, až 83,27 %. Při střetu tramvaje s chodcem sice nedochází k velké hmotné škodě, ale tento střet může mít tragické následky. Do grafu MU střetu tramvaje s chodcem byly události rozděleny do tří kategorií a to podle typu zranění (Mikulka, 2019).



Graf 2: Typy zranění mimořádných událostí, Mikulka, 2019

Ze zranění, které vznikly při střetnutí chodce s tramvají v letech 2017 a 2018 bylo 93 % chodců zraněných lehce, 4 % chodců mělo těžší zranění a 3 % chodců při nehodě zemřela (Mikulka, 2019).

Nehodovost střetu chodec a tramvaj podle let (v Praze)

Následující tabulka č. 2 obsahuje statistické údaje nehodovosti v Praze v rozmezí let: 2007 – 2020. Popisuje závažnosti zranění a počet úmrtí v procentech. Také zahrnuje počet nehod, které zavinil řidič.

Tabulka 2: Statistika nehodovosti v Praze 2007-2020, nehody.cdv, 2020

Rok	Smrt	Těžké	Lehké	Bez zr.	Celkem	Smrt v %	Zavinil řidič
2007	8	14	89	7	118	6,78	9
2008	9	13	98	8	128	7,03	9
2009	6	19	105	6	136	4,41	11
2010	6	25	78	5	114	5,26	6
2011	11	23	76	2	112	9,82	12
2012	4	21	73	1	99	4,04	8
2013	6	22	31	42	101	5,94	12
2014	4	22	79	7	112	3,57	16
2015	5	19	92	6	122	4,10	10
2016	2	16	62	12	92	2,17	4

Rok	Smrt	Těžké	Lehké	Bez zr.	Celkem	Smrt v %	Zavinil řidič
2017	4	17	94	13	128	3,13	5
2018	7	14	94	9	124	5,65	9
2019	4	12	80	7	103	3,88	7
2020	0	8	19	3	30	0,00	0
Celkem	76	245	1070	128	1519	5,00	118

2.3 Faktory ovlivňující úraz chodce

Pokud se obecně týká charakteristik či původců poranění, Bartlett (2012) uvádí dvě hlavní charakteristiky: vnější, tedy většinou se týká charakteru zatížení (předmětu), a vnitřní, tedy charakteristiky lidské tkáně, která se dostane do kontaktu s vnějším předmětem (Bartlett, 2012).

Albert I. King (2018) ve své monografii o úrazech rozšiřuje tyto dvě charakteristiky celkově na čtyři, tedy: mechanismus úrazu jako vnější charakteristika, biomechanická odpověď jako charakteristika lidské tkáně, tolerance člověka na zátěž a technologické postupy vedoucí ke snížení rizik dopravních úrazů. Toto rozdělení mi připadá nejvhodnější, proto jsem ho ve své práci použila (King, 2018).

2.3.1 Mechanismus úrazu

Je velmi důležité, aby byla známá příčina nebo mechanismus úrazu. V každém případě se mu dá zabránit, pouze pokud známe jeho příčinu nebo mechanismus. Zraněními, která se vyskytují při nárazové události, se věnuje nárazová biomechanika, jejímž účelem je snížení či odstranění těchto zranění (King, 2018).

Velikost, tvar, kvalita povrchu kontaktní plochy

Jedním z důležitých faktorů, který má vliv na závažnost poranění, je velikost kontaktní plochy, která rozhoduje, jaká bude koncentrovaná energie dopadajícího předmětu. Při stejné hybnosti předmětů menší velikosti kontaktní plochy zpravidla znamená, že dochází k větším, avšak prostorově omezeným poraněním. Při větší kontaktní ploše k menším poraněním, ale prostorově rozsáhlejší. Signifikantní je též tvar kontaktní plochy. Pokud je podobný tvaru povrchu těla v místě dopadu, rozkládá energii dopadu na celou kontaktní plochu. V případě odlišného tvaru se energie koncentruje na místo primárního kontaktu a následně se rozkládá na celou kontaktní

plochu. Kvalita povrchu kontaktní plochy rozhoduje pouze o vzniku, hloubce a vzhledu odřenin (Hirt, 2011).

Rychlost nárazu

Dalším důležitým faktorem při vzniku poranění je rychlost nárůstu síly, fyzikálně popisovaná jako tzv. ryv (G/s). V případě, že známe vzájemný pohyb zraněného a vozidla, na základě anatomických vlastností je možné odvodit závažnost a charakter poranění (Hirt, 2016). V kapitole 2.3.3 je ryv popsán spolu s reakcí jednotlivých tkání.

2.3.2 Reakce na náraz z hlediska biomechaniky

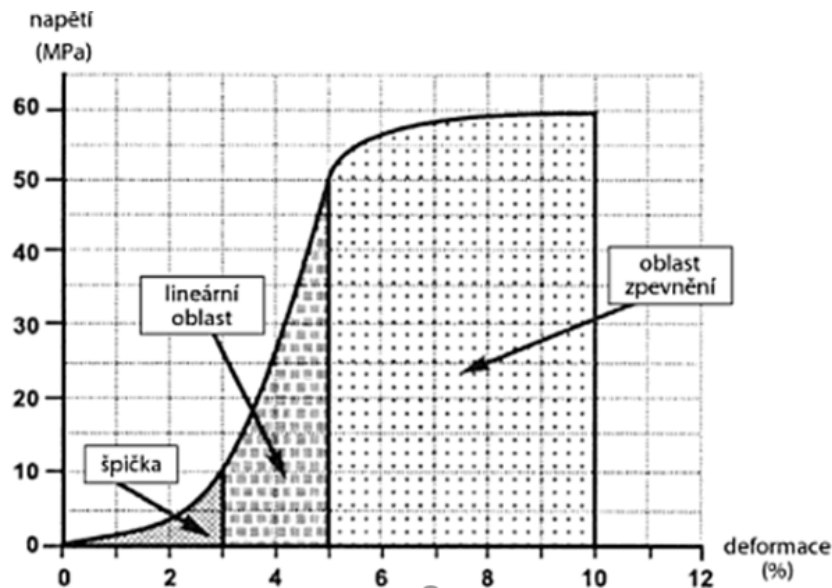
Pokud se týká vnitřních parametrů ovlivňujících rozsah zranění, jedná se především o reologické charakteristiky dotyčných tkání, tedy především jejich viskózně-elastické vlastnosti pro daný okamžik (King, 2018). Při zatěžování materiálu je jeho reakcí na zatížení deformace. Pokud je zátěž dostatečně velká, dochází k jeho poškození. Malá zátěž na lidské tkáně žijících jedinců nezpůsobí zranění, ale při překročení meze pevnosti dochází k poraněním tkání, zlomeninám kosti nebo rupturám ligament (King, 2018).

Jelikož moje diplomová práce se zabývá pohybovým systémem, popíšu základní charakteristiky jednotlivých prvků z hlediska reologie.

Tkáně pohybového systému mají společné vlastnosti, pouze se u nich tyto vlastnosti vyskytují v rozdílné míře. Všechny jsou nehomogenní, tedy mají nerovnoměrné rozložení hmoty. Jsou anizotropní, tedy tkáň vykazuje z mechanického hlediska různé mechanické vlastnosti podle své struktury, lokality, směru, zatížení, zátěžové historie a.i. Jsou viskoelastické, tzn. mají složku viskózní, která odpovídá za rozptýlení energie a elastickou, která představuje akumulaci energie (Ftvs, 2021).

Základní mechanické vlastnosti tkání pohybového systému můžeme popsat zátěžovou křivkou (strain/stress, F/dl), tedy závislostí deformaci tkáně na vyvíjeném napětí. Zátěžová křivka je pro technické materiály lineární a po zavedení poměrných veličin napětí (síla na plochu) a poměrné deformace (změna délky dělená původní délkou) je lehce popsitelná Hookovým zákonem, neboli deformace je přímo úměrná napětí materiálu. Matematicky lze popsat vzorcem $\sigma = E\varepsilon$, kdy σ je napětí, E je Youngov model pružnosti a ε je poměrná deformace materiálu (Ftvs, 2021).

Tato lineární závislost u biologických tkání platí jen v určitém rozmezí zátěže, viz graf.



Obrázek 2: Graf znázorňující závislost deformace šlachy při napnutí, Štefan a kol., 2012

Výše uvedený obrázek se týká grafu znázorňující deformaci šlachy při napnutí. V obrázku rozlišujeme tři oblasti: špičku, lineární oblast a oblast zpevnění. Při nárůstu napětí deformace roste lineárně. Když deformační napětí zanikne, šlacha se vrátí do původního stavu. Při překročení hranice pružnosti (na grafu 50 MPa) dochází k trvalé deformaci a tkáň se již do původního tvaru nevrátí (Štefan, 2012). V oblasti špičky je prodloužení doprovázeno velmi nízkým napětím, dochází k natažení zvlněného vzorku šlachy, šlacha je deformována až do 2 % své délky. V lineární části diagramu je šlacha natažena do 4 %. Od přesazení deformace 4 % délky se objevují mikrotrhliny. Jedná se stále o deformaci vratnou. Oblast zpevnění je již oblastí trvalé deformace na mezi pevnosti šlachy 8-10 % délky se objevují makroskopické trhliny a poškození. Při deformaci o 10 % délky dojde k jejímu přetržení. Mez pevnosti pro testovanou šlachu je 60 MPa (Štefan, 2012). Tato reologická charakteristika platí nejen pro šlachu, ale i pro kosti, chrupavky, svaly, cévy, kůži a vazivo. Při nárůstu napětí se přírůstek deformace zmenšuje. Jen v posledním stádiu deformace dochází k přetrhnutí (Hirt, 2011).

Kosti

Mechanické vlastnosti kostí jsou především určené strukturou kostní tkáně a tvarem celé kosti. Vztah deformace – napětí je podle experimentálních nálezů pro kostní tkáň kompaktní kosti silně závislé na rychlosti zatížení a směru hlavních zátěžových

pnutí vzhledem ke struktuře tkáně (Karas, 1990). Kortikální kost se může protáhnout až o 1 – 3 %, kost spongiózní o 2 až 4 %. Pevnost kortikální kosti je 10 – 20 krát větší než u spongiózní kosti, neboť mez pevnosti je v prvním případě 100 – 150 MPa, v druhém pouze 8 – 50 MPa (Janura, 2003).

V dětství je kost schopná růstu a její vnitřní struktura celý život podléhá trvalým remodelačním změnám, které jsou závislé na silách, které na ni působí. Mezi tyto síly patří: hmotnost těla, tah svalu apod (Dylevský, 2013).

Šlachy

Hlavní funkcí šlach je uložení elastické energie a přenos síly ze svalu na kost. Šlachy jsou tvořeny především kolagenními vlákny, která se mohou protáhnout až o 10 % své původní délky. Pevnost šlach je asi čtyřnásobně vyšší než je maximální izometrický tah odpovídajícího svalu (Janura, 2003). Například se odhaduje, že maximální síla přenášená přes Achillovu šlachu u běžících lidí je 9kN, což odpovídá 12,5 násobku tělesné hmotnosti (Physiopedia, 2020).

Vazy

K hlavním mechanickým funkcím vazů řadíme: stabilizace kloubu, usměrnění pohybu kloubu a vymezení jeho pohyblivosti. Hlavními složkami vazů jsou vlákna elastinu a kolagenu. Vlákna elastinu jsou víc pružnější a mohou se prodloužit až o 150 %, ale mají menší pevnost, která je asi 3 MPa. Kolagenní vlákna kosterních vazů jsou heterogenní, některá se křížují s převládajícími paralelními podélnými vlákny a některá jsou skloněna v určitém úhlu. Jejich maximální protažení je v rozmezí 4 a 10%. Pevnost dosahuje hodnot 50 – 100 MPa (Janura, 2003).

Svaly

Pevnost svalu v tahu v tahu nebo v klidu v klidu se pro lidský sval pohybuje v rozmezí 0, 26 až 0, 90 MPa (Janura, 2003).

2.3.3 Tolerance (lidská) na náraz

Jak bylo popsáno v kap. 2.3.1 Mechanismus úrazu, důležitou roli hraje rychlost nárůstu síly, fyzikálně popisovaná jako tzv. ryv (G/s). Při ryvu větším než 1000G/s ztrácí měkké tkáně schopnost absorbovat energii a chovají se jako pružné těleso s vysokým modulem (Vorel, 1999).

K hodnocení závažnosti se používají různé škály a kritéria. Při nárazu těla rychlostí 3 m/s do rovné tvrdé plochy mohou vzniknout jen méně vážná zranění. Prahem smrtelných úrazů je už dvojnásobná rychlost. Při rychlosti 16 m/s je pravděpodobnost smrtelného následku 50 %. Fatální zranění nastává prakticky vždy při rychlosti 42 m/s (Vorel, 1999).

V posledních letech bylo vyvinutých několik stupnic úrazů s cílem poskytnout univerzální způsob hodnocení a posouzení poškození lidské tkáně hlavně v souvislosti s nárazy při dopravních nehodách. Na základě podnětů vyšetřovatelů nehod byla v roce 1969 vyvinutá stupnice AIS (King, 2018).

AIS škála

Škála AIS (Abbreviated Injury Scale) či redukovaná škála zranění je univerzální bodovací systém v oblasti úrazů. Jedná se o univerzální bodovací systém v oblasti traumat vydaný v roce 2008, používaný v klinické (lékařské) praxi, ale i ve výzkumu (Haasper, 2010).

Stupnice byla několikrát revidovaná a její nejnovější verze je známá jako AIS2008. V škále se popisují úrazy hodnotami od 0 do 6 pro každou oblast těla dle závažnosti poranění, kde nula znamená žádné zranění a AIS 6 je maximální zranění (King, 2018). Tato škála byla stanovená pro zranění, která vznikají při nárazech. Škála je popisuje pouze z medicínského hlediska. Zatím není známý popis z technického a biomechanického hlediska. Tato stupnice je vyvinutá na základě zdravého dospělého jedince a proto je potřebné vzít v úvahu kritéria s ohledem na další účastníky dopravy. Nula znamená žádné poranění, šestka znamená zranění neslučitelné se životem. Stupnice není lineární a je různá pro jednotlivé části těla, existuje hodnota MAIS, která znamená maximální AIS a obsahuje maximum za všechny části těla (Straus, 2017).

Abbreviated Injury Scale

0 – bez zranění, 1 – lehké zranění, 2 – středně závažné zranění, 3 - vážné zranění, 4 - těžké zranění, 5 – kritické zranění, 6 – maximální zranění (nelze přežít) (Čapek, 2018).

HIC – Head injury criterium

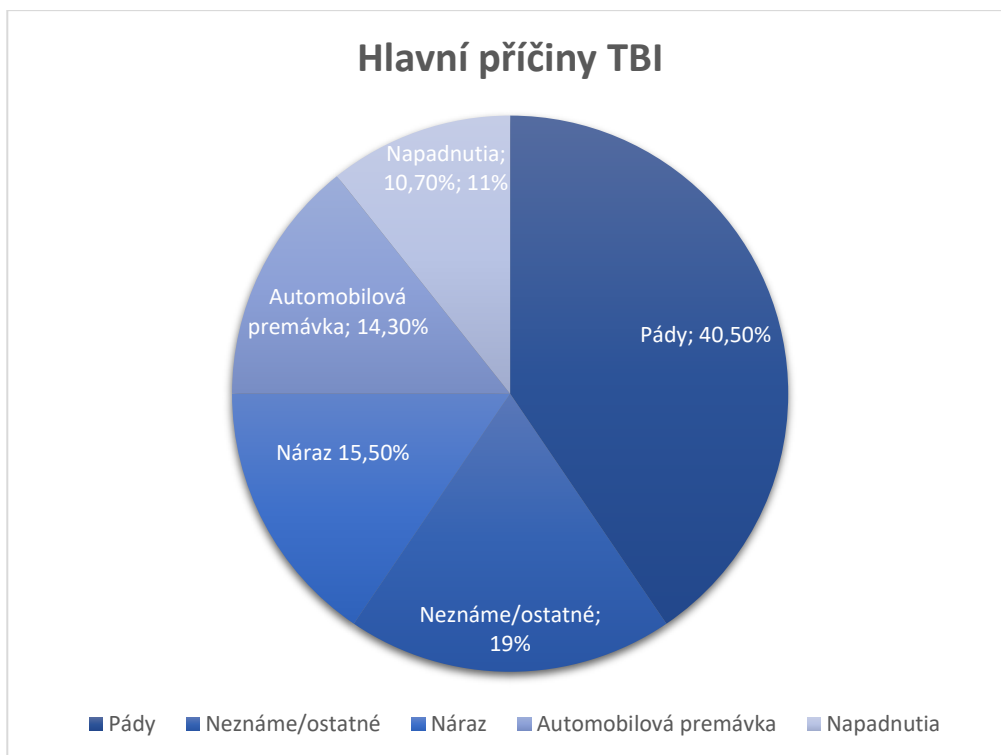
Dalším, v literatuře často používaným kritériem, je Head injury criterium (HIC, někdy uváděné jako Head performance criterium). Jedná se o kritérium poranění hlavy, které vyhodnocuje účinky poškození hlavy podle rovnice:

$$HIC_{\Delta t_i} = \left\{ \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a_h(t) dt \right]^{2.5} (t_2 - t_1) \right\}_{max},$$

kde a je výsledné zrychlení, t_1 představuje počáteční časový okamžik a t_2 představuje koncový časový okamžik intervalu celkového zrychlení hlavy získaného ze směru x,y,a z (Cichos, 2004).

TBI – Traumatická poranění mozku (traumatic brain injury)

Poranění mozku se běžně vyskytují při pádech a srážkách v dopravním provozu, ale i v jiných prostředích. Statistiky o TBI, které byly v USA poskytnuté národním střediskem pro prevenci úrazů ukázaly, že v roce 2010 došlo k víc než 50 000 úmrtím na TBI a rovněž TBI bylo diagnostikované u více než 280 000 hospitalizovaných pacientů a u 2,2 miliónu pacientů, kteří navštívili pohotovost. V následujícím grafu jsou procentuálně zobrazeny jednotlivé příčiny poškození mozku. Hlavní příčinou poškození tvoří až ze 40 % pády a to u nejmladší a nejstarší věkové skupiny. Havárie motorových vozidel tvoří 14 % TBI. 15,5 % tvoří údery a na posledním místě jsou přepadení, 10,7 %. Také tyto zranění mají i neznámou příčinu, která v grafu zastupuje 19 % (King, 2018).



Graf 3: Příčiny poškození mozku vyjádřené v procentech, King, 2018

Vzhledem k tomu, že účinná léčba TBI není k dispozici, prevence by měla být nejvyšší prioritou. Stále neexistuje jednotný názor na příčiny TBI, protože není jasné, jestli je hlavní příčinou lineární či úhlové zrychlení (King, 2018).

2.3.4 Technologické hodnocení / vylepšení dopravních prostředků/

Poslední oblastí nárazové biomechaniky je hodnocení technologie, která vyvíjí nástroje na hodnocení bezpečnostních prvků ve vozidle. Patří sem: figuríny, které jsou co nejvíc podobné lidskému tělu. Patří sem figurína Hybrid III s čelním nárazem a EuroSid s bočním nárazem. Dalším nástrojem je matematické modelování nárazových událostí na simulaci nehod. Matematický model je analytické znázornění, které popisuje fyzikální jev nebo událost. Je to virtuální experiment, který „napodobuje,, reálné události (King, 2018).

Aby se matematické modelování mohlo co nejvíce přiblížit reálné situaci při střetu člověka s tramvají, je potřebné mít znalosti o lidském těle a úrazech které jsou následkem tohoto střetu. Na základě ověřených modelů dochází k vyvíjení bezpečnějších tvarů tramvají a používání bezpečnějších materiálů.

2.4 Úrazy jednotlivých prvků pohybového systému (tkáni) z lékařského hlediska

Závažnost, lokalizace a rozsah zranění chodce při dopravní nehodě závisí na typu vozidla, jeho tvaru, karosérii a na jeho kinetické energii, tzn. hmotnosti a rychlosti, jakou se pohybuje. Zároveň je potřebné vzít do úvahy, jak rychle a jakým směrem se chodec pohyboval či v jaké poloze se v čase srážky nacházel a jeho postavení ve vztahu k vozidlu (Hirt, 2012).

2.4.1 Poranění hlavy

Poranění hlavy je jedno z nejzávažnějších traumat při dopravních nehodách. Podle statistik představuje až 75 % všech úmrtí při dopravních nehodách. Úrazy hlavy související s poraněním lebky a mozku mohou mít za následek těžké a trvalé poškození jedince či jeho smrt. V současné době představuje poranění mozku významný problém nejen pro stoupající četnost, ale hlavně pro medicínskou a společenskou závažnost (Kovanda, 2016).

Z hlediska četnosti a závažnosti poranění je hlava nejkritičtější část lidského těla. Proto uvádíme pár údajů – hmotnost a momenty setrvačnosti:

Starší podklady uvádějí, že hmotnost hlavy tvoří v průměru 7,4 % celkové hmotnosti (Sušanka, 1975). Přesnější výpočet hmotnost hlavy (i dalších segmentů těla) je pomocí rovnice:

$$m_i = B_0 + B_1 m + B_2 v ,$$

kde B_0 , B_1 a B_2 jsou experimentálně zjištěné koeficienty,

- m je celková hmotnost v kg
- v je výška v cm (Ftvs, 2021) .

Například pro muže o hmotnosti 70 kg a výšce 176 cm vychází hmotnost hlavy 5 kg, pro basketbalistu 85/210 už to je 5,8 kg (vlastní výpočty). Žvák (2006) uvádí, že průměrná hmotnost hlav 50% mužů je 4,54 kg a průměrné momenty setrvačnosti jsou:

$$I_{xx} = 0,022 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$$

$$I_{yy} = 0,0242 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$$

$$I_{zz} = 0,0159 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$$

Pro použití vhodného kritéria byly hledané různé cesty popisu kontaktu s impaktorem. Úrazy hlavy patří k nejčastějším poraněním, které jsou příčinou úmrtí u osob mladších než 40 let. Často jsou spojené se zraněními ostatních orgánových systémů, samostatně se vyskytují ojediněle (Žvák, 2006).

Poranění lebky

Lebku rozdělujeme na lebeční a obličejovou část a podle toho rozeznáváme poranění lebeční a obličejové části. Lebeční fraktury jsou považovány za vážná poranění, protože se zde nachází mozek i smyslové orgány. Poranění obličejové části sahá až do vážných poranění měkkých tkání jako jsou nervy, cévy a smyslové orgány (Kovanda, 2016).

Poranění mozku

K traumatu dochází při otevřených, ale i uzavřených zraněních. Ty mohou vést k traumatickému poranění mozku. Mozková traumata rozdělujeme do kategorií: primární, kde patří: difuzní, komoce a difuzní axiální postižení, ložisková a kontuze. Druhou skupinou jsou sekundární kde zaradujeme: hematomy a mozkový edém. Při dopravních nehodách dochází nejčastěji k difúznímu poranění mozku, kdy během nárazu je mozková tkáň vystavená velkému přetížení. K poškození dochází na buněčné úrovni bez viditelného poškození vnější struktury, tkáně, orgánu. Mezi nejlehčí typy difuzního poranění patří otřes mozku - komoce (Kovanda, 2016).

Při nárazu hlavy se za relativně bezpečnou považuje rychlost 3 m/s, zlomeniny se objevují při rychlosti 4 m/s. Frakturu lebky s 50 % pravděpodobností můžeme očekávat při rychlosti 5 m/s. 100 % pravděpodobnost' je při rychlosti 7 m/s (Vorel, 1999). Mezi vážnější formu postižení mozku patří difuzní axionální poranění (DAP). Nejčastěji vzniká jako následek zrychlení hlavy po nárazu, a proto o něm mluvíme v souvislosti s dopravními nehodami (Kovanda, 2016).

2.4.2 Poranění páteře

Traumatická poranění páteře zahrnují poranění segmentu kostně-ligamentózního, míšního anebo jejich kombinaci (Žvák, 2006). Dopravní nehody představují více než jednu třetinu z celkového počtu úrazů. Zranění páteře a jeho závažnost spolu se

vzrůstající intenzitou silniční dopravy narůstá. Vede ke kontinuálnímu nárůstu počtu dopravních nehod (Kovanda, 2016).

Kritérium pro poranění meziobratlového prostoru v oblasti krku (IV - NIC) je založeno na hypotéze, že pohyb v meziobratlovom protore přesahující fyziologickou hranici může při poranění krku poranit měkké tkáně páteře během whiplash, zatímco kritérium poranění krku (NIC) předpokládá, že náhlé změny tlaku v míše mohou způsobit poškození nervů (Panjabi, 2005).

Poranění krční páteře často vzájemně souvisí se zatížením hlavy. Při nárazových zkouškách se používá NIC kritérium – neck injury criterion. Kritérium stanovuje maximální axiální tlakové síly, maximální axiální tahové síly a maximální smyková napětí, které působí na oblast krční páteře (Kovanda, 2016). Mezi nejzávažnější patří poranění s narušením kontinuity páteřního kanálu a vznikem neurologického deficitu v důsledku dislokace kostních úlomků při luxaci, výhřezu meziobratlových plotének, vznikem epidurálního krvácení nebo kombinací těchto stavů. K nejčastějším příčinám tupých zranění páteře jsou dopravní úrazy, pády, zavalení, sportovní úrazy, střelná poranění. Poranění páteře častěji vznikají nepřímým mechanismem (Žvák, 2006).

Zlomeniny páteře představují 3–5 % veškerých úrazů. Nejčastěji dochází k poranění krční páteře (42 %), dále k poranění hrudní páteře (30 %), a bederní části (28 %). Při asi 20 % je páteř poraněná etážově – současně je postižených víc částí páteře). V 15-40 % případech nastává neurologický deficit (poranění míchy a míšních kořenů) (Hirt, 2016). Při zranění krční páteře v oblasti C0-C2 téměř polovina osob umírá bezprostředně po úrazu. Při dopravních nehodách dochází zejména k atlanto-okcipitální dislokaci (luxační poranění přechodu C0/C1) a zlomeniny atlasu (C1) (Hirt, 2016).

U dopravních nehod vzniká poranění krční páteře nejčastěji setrvačnými účinky relativního pohybu hlavy a trupu. Tyto setrvační účinky působí při velké akceleraci (deceleraci vozidla) při a během nárazového děje a jsou spojeny vysokými hodnotami kinetické energie (Kovanda, 2016).

Poranění krční páteře *whiplash* představuje poranění měkkých tkání podél krční páteře, krčních svalů, vazů, kloubních pouzder, meziobratlových plotének a krčních orgánů (hrtan, hltan, jícen, krční cévy). Vzniká typicky při dopravních nehodách a sportovních úrazech. Může k němu dojít při nárazu pohybujícího se vozidla do

stojícího, když u pasažéra v tomto vozidle dojde v rychlém sledu k extenzi a flexi v oblasti krční páteře (Hirt, 2011).

Při extenzi hlavy dochází k protáhnutí předních svalů krku, kam patří i sternocleidomastoideus. Tyto svaly jsou vystavené riziku poranění, protože při zranění je nevyhnutelná excentrická kontrakce. To znamená, že k úrazu dochází ve svalech, které se při kontrakci prodlužují. Po nárazu přetrvává bolest svalů po dobu jednoho až dvou dnů. Extenzory krku jsou při extenzi v kompresi a je nepravděpodobné, že by se během whiplash poranily nebo stáhly (King, 2018).

Poranění míchy jako trauma páteřního úseku centrální nervové soustavy je spojené s poraněním krční páteře. Z důvodu rizika trvalých a nevratných neurologických poruch patří do kategorie nejzávažnějších poranění (Hirt, 2016).

2.4.3 Poranění hrudníku

Hrudní koš obsahuje životně důležité orgány člověka (plíce, srdce), velké cévy, dýchací cesty. Plíce jsou pasivně roztahované hrudním košem, dýchací cesty zabezpečující přívod vzduchu a musí být průchodné a otevřené. Srdce v případě útlaku v okolí se nemůže při přečerpávání krve stahovat a roztahovat. O reakci a toleranci hrudníku k čelním a bočním nárazům bylo uskutečněno mnoho výzkumů. Jedno z nejnebezpečnějších vnitřních zranění hrudníku je traumatická ruptura aorty (King, 2018). V případě tupého vysokoenergetického deceleračního poranění při čelním či bočním nárazu u řidičů (náraz na volant, náraz airbagu) nebo při pádech z výšky vzniká ruptura aorty. Přímo na místě nehody v důsledku vykrvácení umírá asi 80 % postižených, 10-20 % zraněných se dostane do nemocnice (Žvák, 2011).

Poranění hrudníku bývá druhým nejčastějším typem zranění při dopravních nehodách. Rozdělujeme ho do dvou kategorií a to na penetrující a nepenetrující. Skupina nepenetrujících je charakteristická pro dopravní nehody, při nichž dochází k nárazu na tupý předmět. Tuhost a náchylnost hrudního koše ke křehkému porušení roste s věkem a souvisí se změnou složení kostí (Kovanda, 2016).

Mezi tři základní mechanismy poranění patří: *komoce*, která vzniká v důsledku prudkého nárazu na tupý předmět a ořesem hrudního koše. *Kontuze* se pojí s velkou decelerací hrudního koše. Zároveň mohou být poškozeny životně důležité orgány jako srdce a plíce. Často zde dochází k frakturám. *Kompresa* je spojená s kompresním namáháním hrudního koše a orgánů. To může vést k jejich poškození a ztrátě funkce.

Mezi nejzávažnější poranění hrudníku zařazujeme: kontuzi plic, srdce a poranění dolních cest dýchacích (Kovanda, 2016). Tupé poranění hrudníku různou intenzitou násilí může být z vnějšku rozpoznatelné svými typickými projevy jako je zčervenání, otok, krevní výron, oděrky, tržné rany a pod. Na druhé straně při rozložení násilí nemusí být žádný z uvedených příznaků zřejmý a může dojít k poškození vnitřních orgánů (Hirt, 2011).

2.4.4 Poranění pánve a břicha

Úraz pánve bývá vždy závažný z důvodu mnoha rizik poranění vnitřních orgánů. Při fraktuře pánve mohou ostré hrany kostí způsobit poškození trávicího traktu, močového měchýře a reprodukčních orgánů u žen. V období těhotenství je ohrožen i nenarozený plod (Kovanda, 2016).

Z hlediska místa působení násilí na oblast pánve rozlišujeme přímé a nepřímé poranění. Přímé poranění tvoří většinu zlomenin pánve (stlačení, přejetí, zasypání, náraz na překážku). Násilí působí v předozadní nebo příčné ose pánve. Nepřímé poranění vznikají při pádu z výšky na nohy, násilí působí na pánev přeneseně zezdola přes dolní končetiny (Hirt, 2011). Zlomeniny pánevního kruhu jsou závažné, krvácení z žilních pletení a/nebo vzácněji z pánevních tepen jsou život ohrožující, krevní ztráta až 5 l krve. Z pánevních otvorů vystupují důležité struktury – cévy, nervy, močová trubice, konečník, a ty mohou být při zlomeninách pánve poraněny. Poměrně časté je i poranění močového měchýře (Žvák, 2006). Maximální přípustnou sílu působící na pánevní kost, která je stanovená na hodnotu 6 kN určuje kritérium PSPF – pubic symphysis peak force (Kovanda, 2016).

Úrazy pánve nejčastěji souvisí s dopravními nehodami, při kterých násilí na pánevní oblast působí zepředu, zezadu nebo z boku či při pádech z výšky, kdy deformační síla působí ve směru dlouhé osy trupu (Hirt, 2011).

Poranění břicha může být uzavřené, které je způsobeno tupým nárazem, nebo penetrační, které je vzniklo v důsledku průniku ostrého předmětu. Při dopravních nehodách se vyskytuje především uzavřený typ poranění. Důvodem bývá náraz na pevnou překážku (Kovanda, 2016).

2.4.5 Poranění dolních končetin

Vykloubení kyčelního kloubu se velmi zřídka vyskytuje izolovaně, často je spojené se zlomeninou hlavice femuru. Vyžaduje velké násilí, hlavní a nejčastější

příčinou těchto zranění jsou dopravní úrazy. Zlomeniny krčku femuru se vyskytují v 3-5 % u mladých pacientů postižených vysokoenergetickým úrazem - při dopravní nehodě, pádech z výšky (Žvák, 2006). Pro hodnocení maximálního přípustného tlakového napětí, které působí na stehenní kost se používá kritérium FFC – femur force criterion (Kovanda, 2016). Rovněž zlomeniny diafýzy stehenní kosti bývají následkem dopravních nehod. Je pro ně typická velká krevní ztráta a ve většině případů se vyskytují jako součást jiných poranění. I další zranění dolní končetiny mohou vzniknout jako důsledek dopravního úrazu. Patří k nim zlomenina česky (náraz na koleno), vykloubení kolenního kloubu, zlomeniny diafýzy tibie (Žvák, 2006). Velikost tlakové síly působící v podélném směru osy a velikosti ohybových momentů působících během nárazu na holenní kost hodnotí Kritérium pro tibií, TI – tibia index (Kovanda, 2016).

2.5 Specifika úrazů dětí

Motorismus patří k častým příčinám smrtelných úrazů dětí. Až 40 % všech fatálních úrazu ve světovém průměru je způsobeno při dopravních nehodách. Je prokázáno, že z časového hlediska je nejvíce nehod dětí v době, kdy chodí děti ráno do školy, mezi 7-8 hodinou a v odpoledním čase mezi 16 – 18 hodinou, když si děti hrají venku (Štikar, 2003).

2.5.1 Dopravní úrazy dětí

Děti a dospívající jsou v silničním provozu jednou ze zvlášť zranitelných skupin účastníků dopravy. V ich věku si pořád osvojují dovednosti, které k tomu, aby se staly zodpovědnými účastníky dopravního provozu budou jednou potřebovat. Na silnicích jsou mimořádně zranitelné, protože nemají dostatek zkušeností, mají menší fyzickou odolnost a taky jsou hůře vidět (Šucha, 2019). Dítě není zmenšenou kopií dospělého člověka, a proto by měl každý řidič mít přehled o věkových specifikách dětí, aby dokázal předvídat jejich chování a nedošlo tak k dopravní nehodě (Hamerníková, 2010). Jak uvádí Millot (2016) i když má řidič povědomí, může se stát, že nedokáže rychle na chodce zareagovat. To se může stát v případě vysokého počtu jízdnic pruhů případně vysoké rychlosti tramvaje (Millot, 2016).

V Evropě je Česká republika podle projektu „Dětství bez úrazu,“ hodnocená jako jedna z nejhorších v Evropě podle statistik. Výrazně snížit počty dětských úrazů se podařilo v ostatních státech, kde probíhali projekty na ich prevenci. Proto je vhodné na tuto problematiku upozornit a ve zvýšené pozornosti se jí věnovat (Novotná, 2007).

Děti v současné době využívají silnice jako chodci, cyklisti, motocyklisti a také jako pasažéři dopravních prostředků. Z tohoto důvodu vznikají milióny fatálních zranění každý rok. Ve většině zemí jsou úrazy na silnicích jeden ze dvou nejčastějších příčin usmrcení při neúmyslném zranění s největší mírou mezi 15 – 19 rokem života dětí. Podle WHO (2020) bylo v roce 2004 výsledkem dopravních nehod víc než 260 000 úmrtí u dětí a mládeže ve věku 0 - 19 let. Děti představovaly 21 % všech dopravních zranění, které souvisela s úmrtími na celém světě. V Evropské unii jsou zranění spojená s úmrtím dětí v silničním provozu u 1 z 5 dětí. Ročně se počet zraněných dětí v důsledku dopravních nehod odhaduje zhruba na 10 miliónů. Mezi nejčastější smrtelná poranění patří: poranění hlavy a zlomeniny končetin, kde 10 – 20 % dětí má mnohočetná zranění. Kromě fyzických následků u těchto dětí jde i o psychická traumata, zhoršení jejich duševního zdraví, např. posttraumatická stresová porucha (Who, 2020).

Ve všech zemích mají zranění utrpěná v silniční dopravě výraznou souvislost s chudobou. Dál podle Světové zdravotnické organizace, nejčastější příčinou úmrtí mladých lidí ve věku 10-19 let jsou zranění utrpěná při dopravních nehodách. Na děti ve věku 0-14 let připadá celosvětově 21 % všech smrtelných zranění v silničním provozu. (Šucha, 2019). Na skutečnost, že do nehod jsou nejvíce zainteresované děti a mladí lidé do 25 let s nimiž souvisí ve Francii nejvíce tramvajových nehod, poukazuje ve studii (Millot, 2016). Z toho důvodu se doporučují kampaně, které by byly zaměřeny přímo na tuto věkovou kategorii. V kampaních by se dbalo na lepší značení silnic, úpravy světelných signalizací a vytvoření bariér pro chodce (Millot, 2016).

Dopravní nehody zastupují 39 % úmrtnosti dětí na úrazy ve věku od jejich narození do 19 let. Pro srovnání pohlaví na následky dopravních úrazů je úmrtnost chlapců ve věku do 19 let cca 10 na 100 000. U dívek je úmrtnost menší o polovinu a to 4,5 na 100 000 (Sethi, 2008). Dopravní úrazy patří dlouhodobě mezi nejzávažnější úrazy dětí od 0 - 19 let jejich života. V ČR jsou hlavními příčinami úmrtí, hospitalizace a invalidizace dětí starších jednoho roku a představují závažný zdravotnický, ekonomický a společenský problém (Truellová, 2009).

U dětí jako u chodců ve věku 0-14 let je úmrtnost na dopravní úrazy nejvyšší, a to až 48 %. Děti jako spolujezdcí umírají v 32%, jako cyklisti 9 % a jako motocyklisti v 6 % (Sethi, 2008).

Bezpečnost dětí a chodců je jednou z největších otázek bezpečnosti při uspořádání městské dopravy. Faktory jsou různé, děti se liší od dospělých mnohými aspekty. Mají menší velikost, nemají dostatečně zralou schopnost posuzovat dopravní situace, mají nedostatek zkušeností s dopravou a psychické deficity jako je ztráta koncentrace po krátkých časových úsecích, teda jsou mnohem náchylnější na dopravní rizika než dospělí (Akgul, 2008).

Zranění a úmrtí dětí na silnicích představují celosvětový problém, a představují velkou zátěž pro veřejné zdravotnictví a celosvětový problém. Srážky dětských chodců jsou v současnosti druhou největší příčinou dětské úmrtnosti (Niebuhr, 2016). Děti jsou jako chodci ohrožené více než dospělí s výjimkou nejstarších chodců. Nejvyšší relativní riziko je ve věku od pěti do osmi let. Tato specifická skupina dětí se od dospělých liší z hlediska fyzického, tak i z hlediska psychického. Mezníkem v dopravní nehodovosti je této věkové skupiny vstup dětí do školy (Štikar, 2003).

2.5.2 Rozdíly dítě – dospělý

Rozdíly psychologické

Kognitivní vývoj dětí kolem čtyř let se dostává na vyšší úroveň intuitivního (názorového) myšlení. Usuzování u těchto dětí je stále zatím vázano na vnímání či představování. Dítě se zaměřuje na to, co už vidělo a na to, co vidí. Dítě v předškolním období zatím není schopné myslet logicky, teda jeho myšlení nepostupuje ještě podle logických operací. Tohoto způsobu myšlení je schopno až ve věku kolem sedmi let. Schopnost vnímání se týká i akustických a vizuálních útvarů. Dítě je schopno analyticko – syntetické činnosti, což mu dovoluje diferencovat různou zvukovou a vizuální podobu (Langmeier, 2006).

Děti do sedmi let se také špatně orientují v dopravních pojmech. V porovnání s dětmi, kterým je už deset let, je velký rozdíl v chápání pojmů jako: přechod, kolo, chodec, řízení dopravy, hlavní silnice, zatáčka a pod. Děti také chápou špatně význam dopravních značek. Čím víc jsou symboly abstraktní, tím obtížněji chápou děti jejich význam (Štikar, 2003).

Děti nejsou schopné z důvodu nezralosti centrálního nervového systému odhadnout relativitu rychlosti ani moment střetu s vozidlem a mají taky horší prostorovou orientaci. Při řešení dopravní situace se děti dopouštějí většího počtu chyb než dospělý

a to i pro to, že u dítěte je reakční čas prodloužený. Z toho důvodu potřebuje pětileté dítě zhruba dvojnásobek času než dospělý (Novotná, 2007).

Rozdíly anatomické

Dětské tělo je mnohem víc zranitelnější než dospělé. Mají tenčí kůži, méně tekutin v těle a rychleji ztrácí tělesnou teplotu (CDC, 2020). Dětský organismus není zmenšenina dospělého. Odlišnost dospělého a dítěte vyplývá z přirozených okolností - tedy je fyziologická (Nováková, 2012). Oproti dospělým je dítě znevýhodněno a tím i ohroženo. Kvůli jeho menšímu vzrůstu ho lze snadněji přehlédnout a jejich věk jim neumožňuje rychle a správně reagovat v krizových situacích (Štikar, 2003).

Kojenci a děti mladšího školního věku jsou pro poranění menším objektem. Z toho vyplývá, že rozdílná velikost ovlivňuje stupeň a i typ traumatu. Pokud je dospělý chodec sražen nárazníkem jedoucího auta pomalu, může utrpět zlomeninu dolní končetiny. Je-li dítě jako chodec sraženo autem, spíše dojde k poranění břicha, hrudníku nebo hlavy, protože toto jsou oblasti, na které jsou nejčastěji odhozeny jedoucím autem. U dětí dochází ke sražení a pádu dopředu pod vozidlo, při zasažení zleva je typická tzv. Waddellova triáda: fr.levého femuru, roztržení sleziny a úraz hlavy vpravo (Kohoutová, 1998).

Smysly

Smyslové vjemy u dětí jsou na rozdíl od dospělého člověka charakterizovány větším střídáním vjemových obrazů. Dítě vnímá celek jako mezi sebou nepropojené jednotlivosti. Z tohoto důvodu dítě v předškolním věku při přecházení silnice není schopné věnovat dostatečnou pozornost také vozidlům. Při vstupu do vozovky má dítě jen nejasný obraz silnice plné vozidel, která dělá na dítě dojem, že se jízdy uskutečňují všemi směry bez předpisů (Štikar, 2003). Je pro ně velmi obtížné rozlišit co je důležité a co je nikoliv. To může být například u míčové hry, když si dítě nevšimne příjíždějícího auta, i když se na něj dívá, protože v jednu chvíli se dítě dokáže soustředit jenom na jednu věc (Hamerníková, 2010).

Porozumění

Dopravní chování v nejmladším věku – batolecím období je velmi specifické. Malé dítě si vůbec neuvědomuje závažnost dané situace a možnost ohrožení, protože

dopravní rizika nevnímá. Tak malé děti je nutné držet v okolí silnice pevně za ruku. Myšlení dítěte ve věku kolem 3 let stále není schopné zpracovat a vnímat rizika plynoucí z dopravy. V tomhle věku má dítě myšlení egocentrické, což se projevuje v domněnce, že pokud vidí auto, tak řidič vidí i jeho a je schopný zastavit na místě (Hamerníková, 2010).

Dítě předškolního věku pravidla silničního provozu chápe velmi obtížně a neví, co si má pod tím pojmem představit (Štikar, 2003). Děti školního věku se běžně v dopravním prostředí vyskytují a základní pravidla už znají. V důsledku různých okolností ale mohou být v dopravě nepozorné. V tomhle věku je velký rozdíl v pohlaví. Děvčata jsou obecně vyspělejší než chlapci (Hamerníková, 2010). Chlapci jako chodci mají v porovnání s dívkami více úrazů a to z toho důvodu, že se chovají riskantněji než dívky. Jsou dobrodružnější a impulsivnější, což je přivádí do nebezpečných situací častěji (Štikar, 2003).

Výška

Při získání celkového přehledného obrazu úseku silnice dítě limituje jeho velmi malá postava. Oči šestiletého dítěte jsou přibližně o 60 centimetru níže než oči dospělého jedince. Z tohoto důvodu dítě na silnici vidí kola aut a silnici, ale nevidí vše jako dospělák (Štikar, 2003).

Zrak

Dítě má oči níže jako dospělý, obtížně se orientuje v podnětech na rušné vozovce. Na rozdíl od dospělého člověka má dítě zorné pole až o jednu třetinu užší, a proto nemusí zareagovat na podněty, které dospělí znají. U dítěte se zrak vyvíjí až do jeho dospělosti. nemá dobrý odhad vzdálenosti a stejně tak nezvládá rychle přejít od vzdáleného předmětu k blízkému (Štikar, 2003).

Sluch

Při lokalizaci zdroje zvuku mají děti větší problém než dospělí (Štikar, 2003). Dítě má nedokonalé sluchové vnímání, například jeho reakce na signál houkačky jsou dvakrát pomalejší než dospělého. Pro děti je obtížné lokalizovat zdroj zvuku a tak i určit směr, odkud vozidlo přijíždí. Proto je pro ně nelehké se orientovat v dopravních situacích (Hamerníková, 2010).

Vnímání

Jeden z důležitých problémů je vnímání pravé a levé strany, to zvládá pouze polovina šestiletých dětí. Vnímání okolí je rovněž nedostatečné. Děti zachycují především to, co má pro ně zvýšenou přitažlivost a je dostatečně pestré, velké a hlasité. Na silnici se může stát, že dítě se dívá směrem k autu, ale nevšimne si ho, protože ho přitahuje jiný objekt. Pro děti je ještě komplikované rozlišit co je podstatné a co nikoliv, a rozdělovat pozornost (Štikar, 2003).

2.5.3 Tupá poranění dětí

Tupá poranění v dětském věku jsou poměrně častá. Od poranění dospělých se dětská tkáň odlišuje svými reologickými vlastnostmi a též reakce na způsobené trauma je závažnější. Ke vzniku otevřených i zavřených poranění u dětí na rozdíl od dospělých je potřebná menší energie. Nejčastější místa zranění jsou kůže a podkoží. Krevní podlitiny, případné oděrky se nacházejí místech typických pro pády, zejména nejčastěji se objevují na hlavě, v týlu, na čele, končetinách, loktech a kolenou (Hirt, 2016). Při tupém zranění těla u dětí nastává smrtelný průběh z důvodu úrazového šoku, hypovolemického šoku, diseminované intravaskulární koagulopatie, mozkové hypoxie. Méně často bývá příčinou úmrtí embolie (tkáňová, trombotická, vzduchová, tuková) nebo metabolický rozvrat (Hirt, 2016).

Poranění hlavy

Hlava dítěte je proporcionálně větší než u dospělých. Tato větší hmotnost a výsledně výše posazené těžiště u malých dětí spolu se slabšími nosnými strukturami krku mohou být částečně základem pro tuto vyšší frekvenci poranění hlavy. Při kolizích je oblast hlavy dítěte postižená nejčastěji. Hlava dítěte je velká a měkká. Má poddajné a elastické kosti lebeční klenby a fontanely. Při porovnání s dospělým člověkem tyto vlastnosti snižují její odolnost vůči úrazu (Huelke, 1998).

Lebka novorozence ve srovnání s lebkou dospělého vykazuje mnoho tvarových a růstových znaků. Mezi hlavní znaky patří: malé splachnokranium a velké neurokranium. Mezi kostmi kalvy novorozence nejsou vytvořeny švy, které jsou charakteristické pro lebku dospělého (Čihák, 2011), obličejová část lebky je u dospělého člověka malá, a zvláště u lebek dětí. Horní oddíl tvoří pevné spojení kosti a dolní oddíl je pohyblivý (Dylevský, 2013).

Otevřené švy a fontanely umožňují určité tlumení ICP, zejména pokud se intrakraniální tlak zvyšuje pomalu, ale pouze do jisté míry. Při traumatu se může intrakraniální tlak rychle zvýšit a tak se i vyšší poddajnost lebky může rychle vyčerpat. Normální ICP je také u velmi mladých lidí podstatně nižší než u dospělých, stejně jako krevní tlak, takže malé zvýšení ICP může mít významné nepříznivé účinky (Figaji, 2017).

Kalvárium je u malých dětí tenké; to s lebečními švy a fontanelami umožňuje jednodušší deformaci, se zlomeninami či bez nich, pod vnějším tlakem. V okamžiku nárazu zdeformovaná kost a zlomené hrany natrhnou tvrdou plenu. Mezi zlomené okraje se dostává měkká tkáň, která se potom nehojí. Pulzilita mozku a růst lebky se potom spojí, aby se časem zvětšila velikost zlomeniny, což v začarovaném cyklu dále zatáhne durální okraje. Je teda důležitý dohled nad přibývajícimi zlomeninami, které si vyžadují chirurgický zákrok (Figaji, 2017). Úrazy hlavy u dětí jsou nejčastěji způsobeny tupou ranou při dopravních nehodách, pádech a při sportovních aktivitách. Až 20 % - 30 % úrazů hlavy dětí je smrtelných. U přeživších je vysoké riziko neuropsychické dysfunkce (Hutchison, 2007).

Nejčastější příčinou poranění centrálního nervového systému jsou dopravní nehody (až 80 %). V 10 % poranění hlavy vznikají při pádu. Poškození mozku může zapříčinit mozková kontuze, hematom různého typu, mozková komoce a difuzní poranění (poruchy přenosu vzruchů, prokrvácení mozku) (Wendsche, 2015).

Poranění krku

Svaly krku dítěte nejsou natolik vyvinuté, aby tlumily prudký pohyb hlavy hlavně u dětí. Krční obratle u dětí jsou chrupavčité, neboť k úplnému nahrazení kostí dochází pomalu. Kloubní aspekty, kontaktní oblasti mezi obratli jsou mělké, krční vazy, jako kdekoliv jinde v těle jsou slabší než u dospělých (Huelke, 1998).

Hrudník

Poranění u dětí vystavených nárazu se obvykle vyskytuje ve vnitřních orgánech. Děti mají tenší hrudní stěnu a pružnější žebra, proto náraz způsobí větší množství vychýlení hrudní stěny na životně důležitých hrudních orgánech, například na srdci, plicích. Také některé dětské břišní orgány jsou opět relativně nechráněné kostmi v porovnání s dospělými (Huelke, 1998). Protože růst dítěte závisí na normální činnosti

růstových center, je ochrana těchto center nezbytná. Poranění růstových center končetin mohou být důvodem abnormalit postavy a pohyblivosti končetin. Podobně v oblasti hlavy může být uspořádání zubů, stejně jako profil tváře ovlivněn traumatickými poraněními center růstu tváře (Huelke, 1998).

Biomechanické dozrávání páteře je progresivní proces, který se začíná podobat dospělé páteři až po dosažení věku 8–9 let. Epifyzy se spojují v různém čase a lehkou se pletou se zlomeninami. Vzor zranění je určený těmito progresivními změnami. Většina poranění páteře se u dětí vyskytuje v krční oblasti; u mladších pacientů jsou to častější subluxe nebo dislokace, častější v horní krční páteři a častěji spojené s neurologickým poraněním (Figaji, 2017).

Páteř

Relativně velká hlava dítěte a relativní instabilita krční páteře je příčinou poranění míchy, zvláště v úrovni C2 asi do věku 9 let. K poranění páteře dochází působením velké síly při nárazu, může dojít až k subluxaci krční páteře, poranění krční míchy a k frakturám obratlů. Břišní stěna je u dětí tenčí a horní část břicha je méně chráněna žebry, proto u dětí dochází velmi často k závažným poraněním břišních orgánů - jater, sleziny a ledvin (Kohoutová, 1998).

2.5.4 Dopravní výchova jako jedna z možností prevence úrazů

Dopravní výchova je nutnou součástí vzdělávacího procesu, kterého cílem je připravit děti na aktivní účast v silničním provozu. Pro chodce, který jsou mladiství do 16 let, je riziko přibližně dvakrát tak velké než pro chodce, kteří jsou dospělí ve věku mezi 16 až 60 roky (Štikar, 2003).

Dopravní výchova byla ve všech ročnících ve školách dlouhodobě zanedbávána. Dopravní vzdělávání je nejlépe pokryté v předškolním věku ve školce, když jsou děti motivované k prevenci dopravních nehod při pravidelných venkovních činnostech v okolí školy (Heinrichová, 2010).

V školce má dopravní výchova velmi důležitou roli. Dítě se učí novým poznatkům a dopravní výchova navazuje na znalosti, které mají děti z domácího prostředí (Límová, 2006). Mnohem horší je situace na základních školách, kde během hodin dopravní výchovy práce často začíná a končí organizací návštěv nejbližšího dopravního

hřiště. Hlavním cílem aktivit dopravní výchovy je zvyšování povědomí žáků o potřebě primární prevence v oblasti bezpečnosti silničního provozu (Heinrichová, 2010).

Dopravní výchova začíná prakticky už tehdy, když dítě poprvé vstoupí do silničního provozu, když je vedeno za ruku. Z pedagogického hlediska by děti měly získat schopnosti sebejistého a obezřetného chování v silničním provozu, a rovněž si uvědomit nutnost znát a dodržovat pravidla silničního provozu v roli chodce, ale později i v roli řidičů motorových vozidel (Štikar, 2003). V neútlejším věku účast dětí v dopravě spočívá v tom, že jsou dospělými osobami přepravovány a nimi i chráněny. Bezpečnost v tomto věku zabezpečuje výhradně dospělá osoba, která musí jít příkladem. Nehodně mnohokrát zabránit nelze, ale opatřeními které jsou vhodné lze její následky výrazně eliminovat (Olšan, 2008).

Dopravní výchova by měla probíhat ve dvou fázích:

1. První fáze je informativní působení, kdy je třeba děti naučit prvkům signalizace, na které se vztahují dopravní předpisy, které platí pro chodce i cyklisty.
2. Druhá fáze je formování dětí. Dětem se musí vštěpovat poznatky, které získaly informativní výukou. Následně se musí na děti působit, aby tyto poznatky uplatňovaly v praxi. Děti získávají základní znalosti o silničním provozu už v mateřské škole, kde se učí například barvy světelných signálů, znalost přechodu pro chodce, pravidla při přecházení vozovky. Na výuku v mateřských školách navazuje dopravní výchova na prvním stupni základních škol. Základy dopravní výchovy se vytvářejí rovněž v rodině. Respektování a postoj dítěte k dopravním pravidlům jsou odrazem vztahu rodiče i ostatních členů rodiny k dopravní kázi / k dopravě. Svou obezřetností a ohleduplností v silničním provozu jsou dětem vzorem a příkladem (Štikar, 2003). Dopravní výchova na středních školách v dnešní době neprobíhá. V tomhle věku dospívající děti získávají řidičské oprávnění a dopravní výuka je jen v rukou autoškol. Budoucí mladí řidiči nejsou v autoškole na výuku připravení, protože nemají základy z dopravní výchovy. Na některých školách je tato výuka zmiňovaná jen okrajově ale na většine škol je úplně opomíjená (Límová, 2006).

Projekty v ČR které podporují bezpečnost dětí v silničním prostoru

BESIP (bezpečnost silničního provozu) je oddělení které je součástí Ministerstva dopravy ČR které koordinuje činnost v oblasti bezpečnosti na pozemních komunikacích

a působení na lidského činitele. BESIP svou činnost zaměřuje na dopravní výchovu, na celostátní kampaně. Snaží se zvýšit význam bezpečnosti na silnici, snížit počet lidí usmrcených při dopravných nehodách. Taktéž je jeho úlohou zvýšit povědomí o dopravní výchově ve školách. BESIP se zaměřuje na všechny věkové kategorie a i jiných účastníků silniční dopravy, kterým předávají rady a zkušenosti. Mezi jejich nejznámější kampaně v kterých se soustřeďují na prevenci lidí patří: Domluvme se! , Máme zelenou! Alebo Nemyslíš, zaplatíš! (Besip, 2021).

Ajaxův zápisník

V roce 2002 bol realizován projekt „Ajaxův zápisník“ který probíhá až do dnes. Projekt je určený pro žáky základních škol druhých a třetích tříd. Cílem tohto projektu je mimo jiné osvěta dopravní výchovy a zkvalitnění situace v dopravní problematice (Kašparová, 2001). Mezi další témata patří: alkohol, drogy a šikana. V neposlední řadě je cílem zvýšení právního vědomí dětí a vylepšení názoru na práci policistů. Sešit obsahuje 10 témat, každé na 1 měsíc. Děti se tady seznamují s dopravní tematikou, naučí se dopravní značky, a také pokyny policisty v případě, že na křižovatce nefunguje světelná signalizace (Policie, 2021a). Od roku 2007 byl realizován další projekt: Zebra se ze tebe nerozhledne! Tento projekt se uskutečňuje na prvním stupni základní školy na začátku školního roku, kedy policisti navštěvují školy a připomínají žákům pravidlá bezpečného přecházení silnice (Policie, 2021b).

3 Cíle práce a výzkumné otázky

3.1 Cíle práce

Moje diplomová práce je součástí čtyřletého grantu, který získala katedra anatomie a biomechaniky v roce 2018 a jmenuje se ANALÝZA NEHODOVÝCH DĚJŮ CHODEC TRAMVAJ. Toto téma je velice široké. Na grantu spolupracuje několik subjektů, konkrétně Výzkumný ústav kolejových vozidel, a.s., ŠKODA TRANSPORTATION a.s., Advanced Engineering s.r.o. Protože téměř všichni v realizačním týmu mají technické vzdělání, vzhledem k mému studijnímu zaměření jsem nabídla zpracování literární rešerše ze zdravotního pohledu. Při matematickém modelování a simulaci dopravních nehod je třeba co největší množství relevantních dat o lidském těle, aby provedené simulace byly validní.

Jak uvádí v obsáhlé monografii věnující se detailní biomechanické a lékařské analýze příčin a popisu zranění A.I.King, „Zranění nemůžeme předcházet, pokud nezjistíme jeho přesnou příčinu“ (King, 2018). A proto cílem práce je na základě literární rešerše analyzovat ze zdravotního pohledu problematiku dopravních nehod chodec – tramvaj. Speciální pozornost bude věnována problematice nehod dětí v dopravním provozu.

3.2 Výzkumné otázky

V rámci výběru a zpracování tohoto tématu byly položeny tyto vědecké otázky:

1. Jaké faktory ovlivňují vznik kolize chodec a tramvaj?
2. Jaké typy úrazů a zranění vznikají při střetu chodce / dítěte a tramvaje?

4 Metodika práce

4.1 Úkoly a postup práce

Pro naplnění cíle diplomové práce jsme stanovili následující postup:

1. Vyhledání a zpracování dostupných literárních zdrojů v souvislosti s danou problematikou
2. Stanovení cílů a vědeckých otázek, zvolení výzkumné metody
3. Definování kritérií pro zařazení (výběr) studií
4. Zvolení klíčových slov pro vyhledání studií
5. Vyhledání studií v odborných internetových databázích dle zvolených klíčových slov (NCBI, Sciencedirect, Springerlink, Researchgate, PubMed)
6. Výběr studií dle stanovených kritérií
7. Analýza a porovnání vybraných studií
8. Vyhodnocení výsledků vybraných studií
9. Zodpovězení vědeckých otázek

4.2 Výběr studií

Během vyhledávání studií byly kombinovány různé termíny a jejich synonyma, která jsou úzce spojena s tématem diplomové práce. Tato klíčová slova byla vkládaná do vyhledávání následujících vědeckých/ elektronických databázích: NCBI, Sciencedirect, Springerlink, Researchgate, PubMed. Následně byla pro selekci studií do diplomové práce sestavena kritéria pro zařazení a vyřazení studií. Byly vyřazeny duplikáty článků a přečteny abstrakty všech článků. Po vyřazení nevyhovujících abstraktů byly prostudovány plné texty a dle stanovených kritérií byly vybrány vyhovující studie. V diplomové práci jsou zahrnuty pouze studie, které byly dostupné v plném textu. Studie splňující kritéria byly analyzovány a zpracovány formou jedné tabulky.

Kritéria pro zařazení studie

Jazyk: anglický jazyk , český jazyk, slovenský jazyk

Typ studie: do výběru byly zařazené jenom studie: průřezové studie (cross-sectional studies)

Zkoumaná oblast populace: všechny věkové kategorie bez omezení, na pohlaví nezáleží

Datum publikování: 1996-2020

Klíčová slova: pro vyhledávání jsem definovala klíčová slova a jejich spojení: injury, tram, statistics, accident, children, pedestrian, prevention.

Klíčová slova byla: tram children injury, tram pedestrian injury ,tram accident statistics, prevention of tram accidents.

Kritéria pro vyloučení studií

Studie byly vyřazeny pro následující obsah:

- studie, jejichž obsah nesouvisel s kolizí tram/chodec (byla zaměřená na další účastníky nehody jako jsou cyklisti, motocyklisti, automobily, řidiče tramvají);
- studie, která se věnovala jen simulačním modelům, které nesouvisely přímo se zraněním;
- studie se věnovala jen analýze technického stavu tramvajové dopravy, nebo samotného vozidla.

Etická komise: jelikož je tato práce zpracovaná formou literární rešerše, nevztahuje se na výzkum nutnost žádat o souhlas etické komise.

Limity diplomové práce

Diplomová práce ve svých výsledcích mohla přinést i limity, které je třeba zmínit. Tyto limity mohly ovlivnit objektivitu výsledků. Mezi limity práce patří:

- jiná situace ve studiích publikovaných v jazycích, kterými autor diplomové práce nedisponuje
- odlišné přístupy v jiných oblastech výzkumu, než které jsou definovány kritérii pro výběr studií - situace v dalších oborech bádání, které se zabývají touto terminologií a nejsou začleněny do rešerše

5 Výsledky

Na základě stanovených klíčových slov a jejich kombinací byla vytvořena rešerše. Vyhledávání bylo uskutečněné ve vědeckých databázích: NCBI, Sciencedirect, Springerlink, Researchgate, PubMed v časovém rozmezí let 1996 až 2020. Po vyřazení studií, které nebyly dostupné v plném textovém znění a duplikaci, bylo vybraných 64 studií. Tyto studie byly na základě výběrových kritérií uvedených v metodice práce vloženy do tabulky včetně stručné charakteristiky. Tabulka je uložena jako příloha č. 1. Podle tématu a obsahu jsou označeny do čtyř tematických celků (označené v tabulce a, b, c, d).

Řešené studie byly rozděleny do těchto jednotlivých skupin:

- a) Faktory ovlivňující úraz chodce
- b) Poranění, mechanismus úrazu, lidská tolerance na náraz, crashtest, čelní střet, boční střet, traumatologie, lokalizace poranění (jako hlava, trup, DKK a HKK)
- c) Prevence dopravních nehod – hledání argumentů v citacích článků pro jednotlivé zásady a prvky prevence
- d) Dopravní úrazy dětí, chodec - rozdíl dítě – dospělý

Některé studie byly zařazeny do více skupin, protože obsahově byly například kombinací popisující nehodu, statistiku a doporučenou prevenci; zranění a prevenci, případně dopravními úrazy dětí a prevencí, a pod.

Jako způsobilé pro zařazení do výzkumu bylo vybraných a podrobně analyzovaných 6 studií ze skupiny „b“ a „d“. Tyto se přímo dotýkaly cíle práce – zdravotní pohled na problematiku dopravních nehod chodce /dítě a tramvaj. Vybrané studie analyzovaly charakter, výskyt, závažnost, frekvenci, příčinu, a mechanismus zranění a úmrtí v důsledku střetu chodce / dítěte a tramvaje. Zranění v studiích byla rozdělována na méně a více závažná, případně trauma s následkem smrti (Xu, 2017), lokalizovala zasaženou oblast (Bisewadev, 2010). Některá, kromě lokalizace zranění specifikovala bližší typ zranění (Unger,2002, Laughlin, 2017, Hedelin, 1996, Demant, 2010). Všechny vybrané studie jsou následně po přehledu podrobně analyzované. Je v nich uvedena nejen lokalizace zranění, ale i konkrétní typy zranění v jednotlivých oblastech těla. V případě, že autor uvádí možnou doporučenou prevenci, je ve studii uvedena.

V následující tabulce č. 3 se nachází přehled šesti vybraných studií, které pojednávají o zdravotním pohledu na problematiku dopravních nehod a úrazů. V tabulce je popsán výzkumný soubor a výsledky dané studie.

Tabulka 3: Přehled shrnutých studií

Autor	Téma	Výzkumný soubor	Výsledek
Unger	Zranění dětských chodců na zastávkách tramvají a autobusů	30 dětí	Skóre závažnosti poranění (ISS) bylo 4,5 (1-75) a úmrtnost 2 z 30 (6,7 %). Devět z 28 přeživších dětí (32,1 %) trpí lehkou formou tělesné poruchy a 6 (21,4 %) posttraumatickou poruchou chování
Laughlin	Statistika zranění souvisejících s tramvají	521 osob	74,1% úrazů byli lidé nad 60 let. V 48,8% případů byla zranění způsobena pádem v kabině tramvaje. Zlomeniny tvořily 49,7% ze všech úrazů, nejčastěji postiženou oblastí těla byly dolní končetiny, 36,5%. Vyšší věk je vyhodnocený jako rizikový faktor, v důsledku častějšího využívání hromadné dopravy.
Hedelin	Tramvaj – rizikový faktor pro chodce	209 osob	Nejčastěji zraněná oblast je hlava a dolní končetiny. Ve většině fatálních případů zranění postihly hrudník - 4 případy a hlava - 4 případy.
Demant	MDCT hodnocení úrazů po nehodách tramvají s chodcem	18 osob	Pacienti byli rozděleni do dvou skupin, v obou skupinách převažovala poranění hlavy (83,3 %) a hrudníku (66,6 %), méně častá byla poranění břicha (44,4 %). Smrt v důsledku zranění hlavy nastala u 4 osob, 3 mužů a 1 ženy (22,2%).
Xu	Závažnost zranění chodců v důsledku dopravních nehod na signalizované křižovatce v Hong Kongu: Bayesovský prostorový model	1890 osob	72,6% lidí utrpělo lehké zranění a 27,6% těžké. Smrtelné případy představovaly jen 6,8%.
Biswadev	Traumata související s tramvají v Melbourne, Victoria	1769 osob	107 pacientů utrpělo závažná traumata, v 11 případech došlo k úmrtí. Nejčastější příčinou byly pády, 45,7%, ze kterých 48,9% se staly uvnitř tramvaje.

V tabulce č. 4 jsou popsány atributy výzkumného souboru. Úrazům dětí je speciálně věnovaná studie od Ungera (2002) v ostatních jsou děti součástí výzkumného

souboru spolu s dospělými. Následující tabulka č. 4 popisuje tedy místo a rok, které autor uvedl ve studii, jakož i věk, pohlaví a počet osob, které tvořili její výzkumný soubor.

Tabulka 4: Charakteristika studie a výzkumného souboru

Autor	Místo a rok	Věk (od-do) - počet osob	Pohlaví
Unger	Rakousko, 2002	2-15 – 30	15 chlapců, 15 děvčat
Laughlin	Austrálie, 2017	0-14 – 8 15-29 – 27 30-44 – 38 45-59 – 62 60-74 – 132 75+ – 254	207 mužů, 314 žen
Hedelin	Švédsko, 1996	15-29 – 27 30-44 – 38 45-59 – 62 60-74 – 132 75+ – 254	112 mužů, 81 žen
Demant	Austrálie, 2010	14-50 – 14 51-92 – 4	11 mužů, 7 žen
Xu	Čína, 2017	do 15 – 163 15-65 – 1350 nad 65 – 376	1000 mužů, 889 žen
Biswadev	Austrálie, 2010	0-14 – 52 15-29 – 514 30-34 – 412 45-59 – 312 60-74 – 279 75+ – 200	814 mužů, 955 žen

V následující tabulce č. 5 jsou charakterizovány zranění z hlediska lokalizace na těle a možné limity studie, které mohly ovlivnit objektivitu výsledku.

Tabulka 5: Charakteristika zranění a limity studie

Autor	Zraněná oblast těla	Limity a problémy
Unger	Hlava, tvář – 30 Páteř, trup a pánev – 19 Horní končetiny – 12 Dolní končetiny – 24 Úmrtí – 2	Studie se zabývá nejen úrazy způsobené na tramvajových zastávkách, ale i autobusových. Není možné jednoznačně určit druh a počet zranění v souvislosti s tramvají.
Laughlin	Hlava, tvář, krk – 127 Trup – 106 Horní končetiny – 98 Dolní končetiny – 190	Není zde určené, jestli některá zranění byla smrtelná.
Hedelin	Hlava – 97 Hrudník a žebra – 15 Břicho, trup a pánevní oblast – 17 Horní končetina – 53 Dolní končetina – 83 Úmrtí – 16	

Autor	Zraněná oblast těla	Limity a problémy
Demant	Hlava – 22 Hrudník – 19 Břícho – 14 Páteř – 10 Končetiny – 12 Úmrtí – 4	
Xu	Není specifikovaná oblast Lehká zranění – 1371 Těžká zranění a úmrtnost – 518 (z toho 128 smrtelných)	Studie zahrnuje celkovou nehodovost na křižovatkách. Není možné jednoznačně určit druh a počet zranění v souvislosti s tramvají. Není přesně určená oblast ani povaha zranění.
Biswadev	Hlava, tvář, krk – 436 Trup – 172 Horní končetina – 485 Dolní končetina – 419 Jiné nspecifikované zranění - 257 Úmrtí – 11	Není přesně určená povaha zranění v jednotlivých oblastech.

Vybrané studie jsou podrobně analyzované v následující části. V porovnání s jejich přehledem obsahují podrobnější informace o konkrétních typech zranění v jednotlivých oblastech těla, okolnosti vedoucí ke vzniku zranění i možnost prevence.

5.1 Jednotlivé studie

5.1.1 Children pedestrian injuries at tram and bus stop, Unger et al., 2002

Úrazy na zástávkách autobusů nebo tramvají byly v této studii zpětně analyzované za účelem vytvoření prevence jejich vzniku. Cílem bylo analyzovat nejen zdravotní záznamy, ale také dotazníky, které byly zaslány rodičům dětí, které utrpěli zranění, s cílem získat podrobné informace o způsobu, fyzických následcích či posttraumatických poruchách chování se dětí po úraze.

Studie se uskutečnila na dětské klinice ve městě Gratz. K vyhledávání chodců se použila počítačová databáze se záznamy o třiceti dětech, které utrpěly zranění v souvislosti s tramvají nebo autobusem (na zástávce) v časovém horizontu leden 1995 – prosinec 2000 s průměrným věkem 9,5 roku (2,7 – 15,3 roků). Zohledňoval se věk, pohlaví, typ zranění a výsledek. Bylo vypočítané skóre závažnosti poranění (ISS). Děti, které při nehodě zemřely, byly ze studie vyloučené. Odhadovaná rychlost vozidla při nárazu byla rekonstruovaná z výpovědi svědků a policejní dokumentace. Za všechny děti byl jejich rodiči vyplněn dotazník s cílem zkompletovat informace o fyzickém stavu a posttraumatických poruchách chování, aktivitách dětí, okolnostech zranění, místo události, charakteristika vozovky, přítomnost/nepřítomnost přechodu pro chodce nebo semaforu, počasí, rychlost a poloha vozidla, typ vozidla, hustota provozu, přítomnost

doprovodu (jiné děti, rodiče, dospělí) na místě události, překážka ve výhledu řidiče nebo dítěte, nošení reflexního oblečení. Všechna zranění byla analyzována ve spolupráci s dětskými chirurgy, radiology, příslušníky policie, techniky zabezpečujícími bezpečnost provozu, techniky v oblasti bezpečnosti vozidel a členy občanské poradenské kanceláře.

V následující tabulce č. 6 jsou uvedené příčiny a způsoby poranění při nehodě. V 17 případech (56,7 %) byla omezena viditelnost překážkou a to v případech pro řidiče i pro chodce.

Tabulka 6: Příčiny a způsob poranění, Unger, 2002

Příčiny zranění	Překážka ve výhledu	Způsob zranění	Počet = n
Zranění způsobená autobusem (n = 5)			
Zachycená šňůrka oděvu nebo školní batoh ve dveřích autobusu	Mimo zorné pole	Zadní pneumatika	2
Ztráta rovnováhy během hry se sněhem	Mimo zorné pole	Přední pneumatika	1
Přeplnění na autobusové zastávce (300 dětí)	Oslepený řidič, špatné počasí	Přední pneumatika	1
Zastavení na jednosměrné ulici, přechod na červenou barvu	Žádná	Strana autobusu	1
Zranění způsobená tramvají (n = 6)			
Dítě bylo vedeno dospělým / dítětem při přecházení ulice	Žádná	Přední	2
Roztržené dítě přešlo přes ulici	Žádná	Strana tramvaje, svislý kovový okraj	1
Dítě běželo proti tramvaji	Zastávka	Strana tramvaje	1
Přecházení přes přechod pro chodce	Parkování aut	Strana tramvaje	1
Dítě se podívalo na špatný semafor	žádná	přední	1
Zranění způsobená projíždějícím osobním nebo nákladním vozidlem na autobusových zastávkách (n = 15)			
Dítě uteklo dospělému, přešlo ulici zpoza autobusu	Autobus	Osobní nebo nákladní auto	2
Dítě přešlo ulici popřed autobusem	Zaparkované auto / autobus	Auto	5
Dítě přešlo ulici, aby se dostalo na autobus, během červené	Žádná	Auto	1
Dítě přešlo ulici zpoza autobusu	Autobus	Auto	4
Auto pomalu projíždělo kolem skupiny dětí	Skupina dětí	Auto	1
Dítě přešlo ulici zpoza autobus, poté co bylo postrčeno	Řidič oslněný předním reflektorem autobusu	Auto	1
Dítě přešlo ulici pomezi autobusy a na druhé straně cesty ho čekala druhá osoba	Parkování autobusů	Auto	1
Zranění způsobená projíždějícím autem nebo kamionem na tramvajových zastávkách (n = 4)			
Dítě přešlo ulici zpoza tramvaje	Tramvajp	Auto	2
Dítě vystoupilo z tramvaje uprostřed ulice, auto projíždělo příliš rychle	Mimo viditelný dosah řidiče za špatného počasí	Auto	1
Dítě po opuštění tramvaje běželo	Plot	Auto	1

Zranění dolních končetin jsou nejčastějšími důsledky analyzovaných nehod. Odřeny, tržné rány kůže, podvrtnutí, pohmoždění se vyskytly 17 krát, zlomeniny v 4 případech, drtivá zranění ve 3 případech. Drobná, uzavřená poranění hlavy, oděrky, pohmoždění, tržné rány kůže, léze zubu se vyskytovaly v oblasti hlavy a tváře ve více než 20 případech, zlomeniny lebky v 4 případech a intrakraniální krvácení 3 krát. Dvě děti zemřely právě na následky zranění hlavy a krku. V oblasti páteře, trupu a pánve k nejčastějším zraněním, až ve 12 případech, patřily oděrky kůže, pohmoždění. Zranění pánve a mnohočetné zlomeniny žeber ve 3 případech. Shodně 2 krát se vyskytla kontuze plic a zlomenina krční páteře. K méně častým zraněním patřily úrazy horní končetiny jako oděrky, tržné rány kůže, pohmoždění v 9 případech, zlomeniny dlouhé kosti ramenní 2 krát a v jednom případě rozdrčení kostí.

Tabulka 7: Typ a lokalizace úrazu, Unger, 2002

Oblast zranění	Druh zranění	Počet (n)
Hlava, obličej	Intrakraniální krvácení	3
	Zlomenina klenby nebo celej lebky	4
	Lehké uzavřené poranění hlavy	13
	Oděrky, pohmoždění, tržná rána kůže, léze zubů	10
Páteř, trup, pánev	Zlomenina – dislokace v oblasti krční páteře	2
	Kontuze plic	2
	Mnohočetné zlomeniny žeber nebo pánve	3
	Oděrky kůže, pohmoždění	12
Horní končetiny	Zlomenina dlouhé kosti ramene	2
	Rozdrčení	1
	Oděrky kůže, tržné rány, pohmoždění	9
Dolní končetiny	Zlomenina dlouhé kosti, zlomenina česky / patní kosti	4
	Rozdrčení	3
	Oděrky kůže, pohmoždění, podvrtnutí	17

Výsledky: Třicet dětí s průměrným věkem 9,5 roku (2,7 – 15,3 let) bylo léčených v průběhu šesti let. Šestnáct z třiceti dětí (53,3 %) se zranily cestou do školy, tři (10 %) cestou ze školky a jedenáct (36,7 %) během volnočasové aktivity. Devět z třiceti dětí (30 %) se zranilo na ulici když vybíhali zpoza autobusu nebo tramvaje. Pět dětí (16,7 %) bylo zraněných autobusy, šest (20,0 %) tramvajemi a 19 (63,3 %) okolojedoucími motorovými vozidly. Dvanáct (40,0 %) se zranilo v doprovodu dospělého. V sedmnácti z třiceti případů (56,7 %) byla viditelnost vozidla nebo dítěte překážkou. Skóre závažnosti poranění (ISS) bylo 4,5 (1-75) a úmrtnost 2 z 30 (6,7 %). Devět z 28 přeživších dětí (32,1 %) trpí lehkou formou tělesné poruchy, 4 trpí bolestí a mírným narušením rozsahu pohybu, 4 zůstaly jizvy, 1 poškození zubů a 6 (21,4 %) trpělo posttraumatickou poruchou chování (strach z přechodu přes vozovku, strach z motorových vozidel, nemocnic, noční můry, problémy s učením ve škole).

Děti až do přibližně 9 let jsou často vystavené značnému riziku v důsledku nedostačujícího vyhodnocení nebezpečné situace. Z tohoto důvodu autoři navrhuji několik doporučení jak tomuto riziku předcházet. K možným intervenčním strategiím prevence úrazů a zranění dětí patří instalace automatického ovládní dveří (senzory či videomonitoring), úprava autobusových a tramvajových zastávek, bariéry bránící dětem v přechodu za vozidlem; omezení parkování v kombinaci s pravidelnými kontrolami na zastávkách; design přední části tramvaje absorbující náraz; vyhýbání se svislým kovovým okrajům na boku tramvaje; přední bezpečnostní zachytý systém pro tramvaje. K prevenci mohou přispět i rodiče doprovodem a dozorem dětí během cesty a na zastávkách; vyloučením oděvů se šňůrkami nebo jinými doplňky, kterými může být dítě zachycené do dveří vozidla a pravidelným vzděláváním se o bezpečnosti silničního provozu doma či ve škole (Unger, 2002)

5.1.2 Tram related injury statistics, Laughlin, 2017

Victorian Injury Surveillance Unit (VISU, Accident Research Centre) for Transport Safety Victoria (TSV) připravila tuto zprávu s cílem přezkoumat povahu, příčinu a mechanismus zranění a úmrtí souvisejících s tramvají, jako i určit demografické rizikové faktory související se zraněními při střetu s tramvají. Ze zjištěných skutečností v období 2005/06 až 2014/15 následně navrhla několik doporučení na snížení vlivu zranění, která souvisí s tramvajemi ve Victorii.

V důsledku zranění souvisejících s tramvají ve vzpomínaném období bylo ve victoriánských nemocnicích 521 hospitalizovaných pacientů. Z toho 60,3% byly ženy. Téměř tři čtvrtiny, konkrétně 74,1% úrazů, byli lidé nad 60 let. Míra úrazů se ve sledovaném období zvýšila v průměru o 6,1% ročně.

Příčinou až 48,8% úrazů byla zranění způsobená pádem v kabině tramvaje. Z celkového počtu úrazů tvořily zlomeniny 49,7%, 259 případů. Nejčastěji postiženou oblastí těla, až 36,5%, 190 případů, byly dolní končetiny a oblast hlavy, tváře a krku 24,4%, 127 případů (hlava – 106, krk -21).

V následující tabulce číslo 8 jsou zobrazeny demografické údaje a v tabulce číslo 9 je zobrazen charakter a místo poranění, podle specifikace místa na těle. V tabulce se rovněž nachází počet jednotlivých úrazů a jejich procentuální zastoupení.

Tabulka 8: Demografické údaje, Laughlin, 2017

Pohlaví	Počet	Procento (%)
žena	314	60,3
muž	207	39,7
Věk (v letech)		
0 - 14	8	1,5
15 - 29	27	5,2
30 - 44	38	7,3
45 - 59	62	11,9
60 - 74	132	25,3
75 +	254	48,8

Tabulka 9: Charakter a místo zranění, Laughlin, 2017

Povaha a lokace zranění	Počet	Procento (%)
Povaha zranění		
Zlomenina	259	49,7
jiné blíže nespecifikované zranění	84	16,1
otevřená rána	50	9,6
povrchové zranění	45	8,6
intrakraniální poranění	35	6,7
dislokace, podvrtnutí a natažení	31	6
poranění svalů a šlach	8	1,5
poranění vnitřních orgánů	-	-
poranění krevních cév	-	-
drtivé zranění	-	-
traumatická amputace	-	-
Popáleniny	-	-
jiné účinky vnější příčiny/komplikace/pozdní následky	-	-
Oblast na těle		
dolní končetina	190	36,5
hlava/obličej/krk	127	24,4
Trup	106	20,3
horní končetina	98	18,8
Oblast na těle		
Hlava	106	20,3
koleno a spodní část nohy	94	18
kyčle a stehno	83	15,9
břicho, spodní část zad, bederní páteř a pánev	54	10,4
rameno a nadloktí	53	10,2
Hrudník	52	10
loket a předloktí	28	5,4
Krk	21	4

Povaha a lokace zranění	Počet	Procento (%)
zápěstí a ruka	17	3,3
kotník a chodidlo	-	-
popálenina- dolní končetina	-	-
oblast těla - není relevantní	-	-

Výsledky: Z uvedených tabulek vyplývá, že zranění související s tramvají utrpí častěji ženy a osoby ve věku nad 60 let. Věk jako rizikový faktor souvisí hlavně s častějším využíváním veřejné dopravy staršími osobami, jako i vyšší pravděpodobností zranění při pádu v důsledku faktorů jako je osteoporóza s přibývajícím věkem.

VISU v souladu s hlavními zjištěními této zprávy doporučuje zavést další bezpečnostní iniciativy se zaměřením především na bezpečnost starších lidí a prevenci pádů; zvýšený provoz tramvají, aby se snížila jejich přeplněnost a tím výskyt zranění; pokračovat ve vzdělávání řidičů a chodců o bezpečném chování v blízkosti tramvají.

5.1.3 Trams – a risk factor for pedestrian, Hedelin, 1996

S cílem identifikovat chodce zraněné při nehodách tramvají ve švédském městě Götteborg v letech 1988 – 1992 byly přezkoumané záznamy ze třech nemocnic. V roce 1992 došlo k nehodě tramvaje, při které bylo zraněných třicet osob a usmrcených dalších deset. Následující přehled nehodovosti tramvají obsahuje 193 úrazů bez úmrtí a 16 smrtelných případů. Případy z uvedeného roku 1992 nejsou zařazené do přehledu. Zranění byla odstupňována pomocí škály AIS. Fatální případy byly odstupňované pomocí ISS - skóre závažnosti zranění, které je lepší ukazatel rizika smrti, pokud dojde k vícenásobným zraněním.

Výsledky: Nejvíce nefatálních událostí, až u 147 účastníků, se stalo na či v blízkosti tramvajové zastávky, 46 lidí bylo zraněných přímo na kolejích. Ze šestnácti mrtvých zahynulo jedenáct při nehodě na zastávce nebo v jejím blízkém okolí, pět chodců zemřelo na jiných částech kolejí (dva na přechodu pro chodce).

Ve 122 ze všech úrazů bez smrtelných důsledků narazila pohybující se tramvaj do chodce; 31 osob spadlo nebo bylo přimáčknuto bokem tramvaje; osmnáct osob spadlo pod tramvaj nebo bylo zachycených mezi dvě tramvaje; dvacet dva chodců, kteří byli zranění vážně, ne však smrtelně, běželi podél tramvaje či jí dobíhali. Někteří byli taženi za tramvají až dvacet metrů.

Nasledující tabulka číslo 10 popisuje lokalizaci jednotlivých typů zranění a jejich závažnost podle škály AIS (1-5).

Tabulka 10: Typ zranění, lokalizace a závažnost: 193 případů s 265 zraněními, Hedelin, 1996

Lokalizace	AIS 1	AIS 2	AIS 3	AIS 4	AIS 5
Hlava a obličej (n = 97)					
Povrchová tržná rána, pohmoždění	80				
Zlomenina	1	4			
Otřes mozku		6			
Intrakraniální krvácení			2	3	1
Hrudník včetně hrudních obratlů (n = 15)					
Povrchová tržná rána, pohmoždění	4				
Zlomenina			4	4	1
Vnitřní poranění hrudníku				1	1
Poranění břicha, včetně poranění beder a pánve (n = 17)					
Povrchová tržná rána, pohmoždění	2				
Vnitřní poranění břicha		2	2	1	
Zlomenina obratle		2			
Zlomenina pánve		7	1		
Horní končetiny (n = 55)					
Povrchová tržná rána, pohmoždění	37	2			
Zlomenina		12	2		
Dolní končetiny (n = 83)					
Povrchová tržná rána, pohmoždění	70	1			
Zlomenina		4	6	2	
Celkovo	194	44	18	8	1

Nejvíce zranění postihlo hlavu a dolní končetiny. Ve většině fatálních případů zranění postihla hrudník, konkrétně ve čtyřech případech a stejně ve čtyřech případech hlavu.

V oblasti hlavy a tváře se nejvíc vyskytovaly, až v 80 případech, povrchové tržné rány a pohmožděny, dále zlomeniny 14 krát, otřes mozku 6 krát a rovněž 6 krát intrakraniální krvácení. Z 83 zranění dolních končetin šlo v 71 případech o povrchové tržné rány a pohmožděny, u ostatních zraněních šlo o zlomeniny s různým stupněm závažnosti. Stejně tak u horních končetin byly zaznamenány nejčastěji tržné rány a pohmožděny, zbylá zranění (39 krát) se pojí s frakturami. Méně zastoupená byla zranění břicha včetně oblasti trupu a pánve, 17 krát, a zranění hrudníku a hrudních obratlů, 15 krát. U 41 úrazů (21%) byla zjištěna přítomnost alkoholu u chodců, především u mužů středního věku v letních měsících. Více než třetina úrazů se přihodila v nočních hodinách.

5.1.4 MDCT evaluation of injuries after tram accidents in pedestrians, Demant, 2010

Cílem studie bylo zhodnotit zranění chodců, jejich typy a mechanismus po nehodě s tramvají, při přecházení přes koleje, na zástávkách nebo v jejich blízkosti. Hodnocení probíhalo na základě multidirektorové počítačové tomografie (MDCT), která je vhodná pro urgentní diagnostiku u většiny traumatologických pacientů, v časovém rozmezí září 2004 – prosinec 2006. Hodnocených bylo 18 pacientů (11 mužů a 7 žen) s polytraumaty po náraze tramvají. Průměrný věk pacientů byl 36,9 let, v rozsahu od 14 - 92 let (14 pacientů ve věku 10-50 let a 4 ve věku 51-100 let). Nehodové události se vyskytovaly častěji v zimních měsících u mužů ve středním věku, často pod vlivem alkoholu. Pacienti byli rozdělení do dvou skupin modelů poranění, která byla jednostranná nebo komplexní (složitá) s ohledem na mechanismus poranění (jednoduché a složité zranění). V obou skupinách převažovala poranění hlavy (83,3 %) a poranění hrudníku (66,6 %). Méně časté, hlavně ve skupině s komplexním modelem poranění, byly úrazy břicha (44,4 %). K nejzávažnějším zraněním došlo ve skupině s komplexními zraněními, v případě, že byla oběť zachycená pod či mezi tramvaje. Smrt v důsledku zranění hlavy nastala u čtyř osob, tří mužů a jedné ženy (22,2%).

Kompletní přehled zranění pacientů podle oblastí těla v obou skupinách je v následující tabulce č. 11.

Tabulka 11: Typ zranění při nehodách tramvají u chodců, Demant, 2010

Oblast těla	Jednotlivá zranění	
	Jednostranný (n = 9)	Složitě (n = 9)
	Identifikační číslo pacienta	
Hlava		
Zlomenina střední části obličeje a očníce s hematosinem	5 (L), 7* (L), 8 (L), 15 (P), 16 (O), 17 (L)	1 (O), 2(O), 6 (O), 9 (O), 10 (O), 12* (O), 14 (O)
Zlomenina lebky a hematom	4 (L), 13 (L)	1,9,10,12
Cerebrální krvácení a edém	15	1,6,9,10,12
Epidurální hematom	16	
Subdurální hematom	8	6,10,12
Mezisoučet %	8/9 (88,8 %)	7/9 (77,7 %)
Celkově (%): 15/18 (83,3 %)		
Hrudník		
Plicní kontuze	4 (L), 5 (L)	1 (O), 3 (O), 6 (O), 9 (O), 10 (O), 14 (O)
Pneumothorax / hemothorax	13 (L)	
Pleurální výpotek		
Pneumomediastinum / hematomediastinum		1
Přidružené zlomeniny žeber	16 (P), 17 (L)	1(O), 2(P), 3 (L), 9 (P), 10 (P), 14 (O)

Oblast těla	Jednotlivá zranění	
Zlomenina sterna / klíční kosti	13 (L)	1,14
Zlomenina lopatky		3 (L)
Mezisoučet v %	5/9 (55,5 %)	7/9 (77,7%)
Celkovo (%): 12/18 (66,6%)		
Břicho		
Intraabdominální hematom	17	1,2,6,9,11,14
Aktivní arteriální krvácení		2,6
Tržná rána jater		2
Prasknutí slinivky břišní		14
Zlomenina pánve	13	6,11,14
Mezisoučet v %	2/9 (22,2 %)	6/9 (66,6 %)
Celkově v % : 8/18 (44,4 %)		
Páteř		
Zlomenina krční		1,3,11
Hrudní	5,17	1,3,14
Bederní	5,17	3,11,14
Mezisoučet v %	2/9 (22,2 %)	4/9 (44,4 %)
Celkovo v %, 6/18 (33,3 %)		
Končetiny		
Amputace		
Mezisoučet v %	4 (P noha, 18 * (L rameno)	14 (P rameno)
Celkovo	13 (P noha)	1 (O nohy), 2 (L noha)
Zlomenina hlavice humeru	5 (L)	10 (P)
Mezisoučet v %	4/9 (44,4 %)	4/9 (44,4 %)
Celkovo v %, 8/18, (44,4 %)		

P - pravá (R)

L - levá (L)

O - oba (B)

*- neúplné CT vyšetření

Výsledky : V první skupině, u osmi z devíti pacientů (v 88,8%) byla zjištěná poranění hlavy s převážně jednostrannými zlomeninami střední části tváře a očnice s hematosínusem u šesti pacientů. Pět z devíti zraněných (55,5 %) vykazovalo poranění související s traumatem v oblasti hrudníku s pohmožděním plic a ze zlomeninami žeber u dvou pacientů. Zranění břicha bylo v této skupině méně časté, u dvou pacientů (22,2 %). Zlomenina páteře u dvou pacientů byla lokalizovaná v hrudním a bederním segmentu.

V druhé skupině komplexně zraněných pacientů sedm z devíti (77,7%) mělo úraz hlavy se závažnějšími poraněními jako je cerebrální krvácení a edém – pět osob; subdurální hematom měli tři lidé a převážně bilaterální zlomeniny střední části tváře a očnice s hematosínusem utrpěli rovněž tři lidé. Celkově byla poranění hlavy nejčastějším zraněním, až v patnácti z osmnácti případů (83,3%). Těžký úraz hrudníku byl zaznamenán u sedmi z devíti pacientů (77,7%) včetně oboustranných plicních kontuzí, pneumothoraxu s přidruženými zlomeninami žeber a hematothoraxu u šesti

obětí nehod. Šest z devíti pacientů mělo těžké poranění břicha, z toho dva měli vnitřní krvácení. U jednoho z nich byla nutná akutní chirurgická intervence. Zlomenina krční páteře byla nalezená u 3 pacientů, čtyři z devíti vykazovali zlomeninu v dvou nebo více segmentech. Amputace končetin byly v obou skupinách u čtyř pacientů, z toho jeden pacient z druhé skupiny utrpěl totální amputaci obou dolních končetin.

5.1.5 Severity of pedestrian injuries due to traffic crashes at signalized intersection in Hong Kong: Bayesian spatial logit model, Xu, 2017

Tento článek pojednával o závažnostech zranění chodců v důsledku dopravních nehod na signalizovaných křižovatkách v Hong Kongu. V letech 2008 – 2012 byly z databáze dopravních nehod, které spravuje ministerstvo dopravy v Hong Kongu, shromážděné údaje o 1889 nehodách, které souvisely s chodci na 318 signalizovaných křižovatkách. Cílem studie bylo prozkoumat riziko zranění chodců, určit vliv množství chodců na úroveň závažnosti zranění a také prozkoumat roli prostorové korelace při ekonometrických modelech závažnosti nehod.

S pokrokem urbanizace narůstá počet křižovatek řízených dopravní signalizací. Nedostatečné přizpůsobení se potřebám chodců stěžuje přecházení přes ulici a zvyšuje počet zranění chodců. Ve studii je uvedené, že i když roční statistiky dopravních nehod ukazují, že počet obětí z řad chodců v Hong Kongu se za poslední desetiletí snížil o 19,3%, stále každý rok přibude 3500 zranění klasifikovaných jako lehká v 84%, vážná zranění v 15% a úmrtí v 1%. Kromě toho asi 42% chodců je mladších než 20 let nebo naopak starších než 60 let. Přibližně v 50% případů je hlavní příčinou nepozornost chodců při přecházení přes vozovku (Xu, 2017).

Následující tabulka číslo 12 obsahuje jednotlivé faktory, atributy a počet zraněných chodců v procentech.

Tabulka 12: Shrnutí parametrů v modelu zranění chodce, Xu, 2017

Atributy	Data	Počet
Rok	2008	433 (22,9 %)
	2009	389 (20,6 %)
	2010	384 (20,3 %)
	2011	352 (18,7 %)
	2012	331 (17,5 %)
Závažnost zranění	Usmrcení nebo těžce zranění	518 (27,4 %)
	Lehké zranění	1371 (72,6 %)
Pohlaví	Muž	1000 (52,9 %)
	Žena	889 (47,1 %)
Věk (roky)	Pod 15	163 (8,6 %)
	15 až 65	1350 (71,5 %)

Atributy	Data	Počet
	Nad 65	376 (19,9 %)
Místo zranění	Zranění hlavy	573 (30,3 %)
	ostatní	1316 (69,7 %)
Místo, kde se nacházeli chodci	Na přechodu	530 (28,1 %)
	Do 15metrů od přechodu	1159 (61,3 %)
	Jiné	200 (10,6 %)
Pohyb chodce	Chůze přes cestu nebo křižovatky	1011 (53,5 %)
	Chůze podél chodníku	170 (9,0 %)
	Jiné	708 (37,5 %)
Okolnosti ovlivňující chodce	Přeplněný chodník	264 (14,0 %)
	Chodník s překážkou	225 (11,9 %)
	Jiné	835 (44,2 %)
	Žádné	565 (29,9 %)
Příčinění chodce	Neoznačený přechod	387 (20,5 %)
	Nepozornost	229 (12,1 %)
	Jiné	616 (32,6 %)
	Žádný	657 (34,8 %)
Přechod pro chodce	Dopravní signál	731 (38,7 %)
	Jiné	1074 (56,9 %)
	Žádné	84 (4,4 %)
Přítomnost tramvajové / LRT zastávky	Ano	247 (13,1 %)
	Ne	1642 (86,9 %)
Přítomnost autobusových zastávek	Ano	670 (35,5 %)
	Ne	1219 (64,5 %)
Přítomnost „mrtvého uhlu“	Ano	191 (10,1 %)
	Ne	1698 (89,9 %)

Výsledky: Z výsledků studie vyplývá, že u 1889 zkoumaných nehod utrpělo 72,6% lidí lehké zranění a 27,6% těžké. Smrtné případy, které představovaly pouze 6,8%, jsou zahrnuté v kategorii těžkých zranění. Signalizované křižovatky s větším počtem chodců vykazovaly všeobecně nižší riziko úrazů. Speciální pozornost by se měla věnovat faktorům, které vedly k výrazně vyšší pravděpodobnosti usmrcení nebo těžkých úrazů u chodců starších 65 let, obětem s poraněním hlavy, srážkám, ke kterým došlo na chodníku, který nebyl přeplněný, z nepozornosti, nehody na obousměrné vozovce a ty, které se vyskytly v blízkosti.

5.1.6 Tram-related trauma in Melbourne, Victoria, Biswadev, 2010

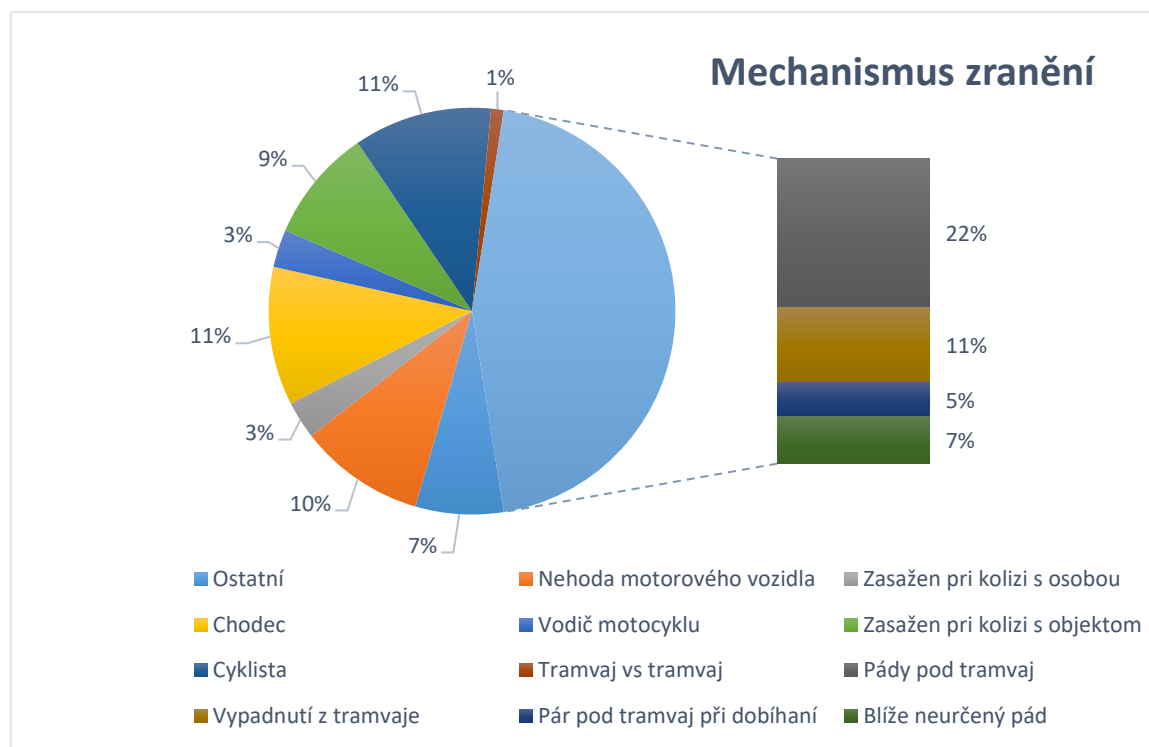
Cílem bylo zjistit charakter a výskyt zranění u pacientů přicházejících do nemocnice s úrazy souvisejícími se střetem s tramvají v období 2001-2008. Během tohoto období v Melbourne se na oddělení urgentního příjmu vyskytlo 1769 případů traumat souvisejících s tramvají, přitom 107 pacientům byla zranění klasifikovaná jako závažná, v 11 případech došlo k úmrtí. V následující tabulce č.13 jsou popsány jednotlivé faktory a počet zranění. Nejčastěji zasaženou oblastí byly horní končetiny a to v 31,5%

případech. Následovala zranění hlavy, tváře a krku v 28,4%, dolních končetin v 27,3% a zranění trupu v 11,2% případech. 16,7% případů nebylo blíže specifikováno.

Tabulka 13: Demografie, lokalizace úrazu a výsledek pacientů, Biswadev, 2010

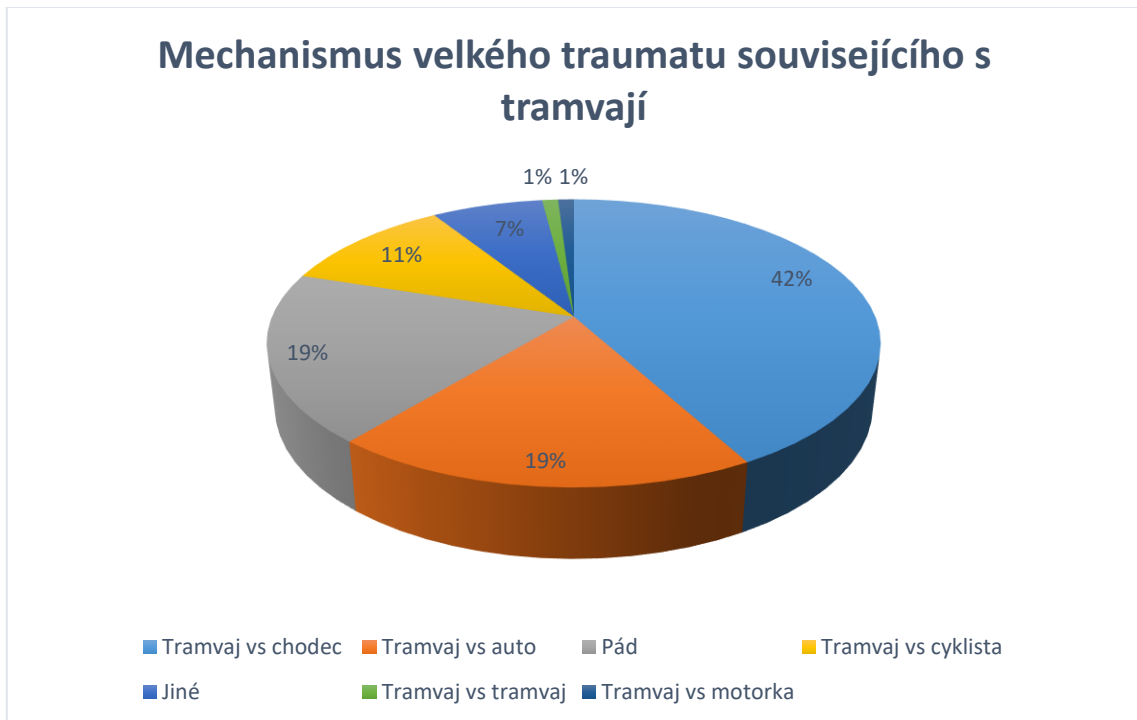
Atributy	Urgentní příjem (n = 1769)	Závažná traumata (n = 107)
Pohlaví		
Muži	814 (46,0 %)	75 (70,1 %)
Ženy	955 (42,7 %)	32 (29,9 %)
Věk (roky)		
0 – 14	52 (2,9 %)	3 (2,8 %)
15 – 29	514 (29,1 %)	34 (31,8 %)
30 – 44	412 (23,3 %)	26 (24,3 %)
45 – 59	312 (17,6 %)	17 (15,9 %)
60 – 74	279 (15,8 %)	15 (14,0 %)
75+	200 (11,3 %)	12 (11,2 %)
Zraněná oblast těla		
Hlava, obličej, krk	436 (28,4 %)	48 (53,9 %)
Trup	172 (11,2 %)	30 (33,7 %)
Horní končetina	485 (31,5 %)	16 (18,0 %)
Dolní končetina	419 (27,3 %)	13 (14,6 %)
Jiné	257 (16,7 %)	0 (0,0 %)
Stav pacientů		
Propuštění domů	1206 (68,2 %)	47 (43,9 %)
Přijetí do nemocnice	563 (31,8 %)	107 (100,0 %)
Smrt	11 (0,6 %)	10 (9,4 %)

Mechanismus zranění pacientů, která souvisí s tramvají popisuje následující graf číslo 4. Nejčastější příčinou zranění byly pády osob, až v 45%. Šlo o pády uvnitř tramvaje, zakopnutí při nastupování, vystupování nebo dobíhání tramvaje.



Graf 4: Mechanismus zranění pacientů s traumatem souvisejícím s tramvají, Biswadev, 2010

V sledovaném období se výrazně zvýšil výskyt případů velkých traumat. V následujícím grafu č. 5 jsou zaznamenány jednotlivé srážky s tramvají. Až 42% tvořila srážka tramvaje a chodce. V 19 % to byl pád při nastupování anebo vystupování z tramvaje, také v 19 % střet tramvaje s autem. V 11% byl střet tramvaje s cyklistou.



Graf 5: Mechanismus velkého traumatu souvisejícího s tramvají, Biswadev, 2010

V důsledku výskytu případů rozsáhlých úrazů, hlavně u chodců, a rovněž výraznému nárůstu pádů by na tyto skupiny měly být zaměřené další bezpečnostní iniciativy.

Autoři došli k závěru, že nejčastěji zraněnou oblastí byly dolní končetiny a hlava. Zároveň však uvádí, že skupiny nebyly srovnatelné, a proto by měly být provedeny další studie zabývající se touto problematikou, které by byly provedeny na větším výzkumném vzorku.

6 Diskuze

Tato diplomová práce se zabývá problematikou dopravních nehod interakce chodce a tramvaje ze zdravotního pohledu. Práce je součástí grantu ANALÝZA NEHODOVÝCH DĚJŮ CHODEC TRAMVAJ - validace výpočtových modelů . Díky jeho aktuálnosti a celospolečenské závažnosti je mu ve vědeckých kruzích věnována značná pozornost. Dopravní nehody výrazně ovlivňují nejen účastníky nehody, ale i jejich rodiny, v případě tramvají i rozsáhlý dopravní podnik a jeho pracovníky. V neposlední řadě nutno zmínit ekonomické dopady na celou společnost.

V této diplomové práci byl stanoven jeden cíl a dvě výzkumné otázky. Cílem práce bylo na základě literární rešerše analyzovat ze zdravotního pohledu problematiku dopravních nehod chodec – tramvaj. Speciální pozornost je věnována problematice nehod dětí v dopravním provozu. Následně si odpovědět na stanovené výzkumné otázky, které zjišťovali informace z odborných článků.

Diplomová práce byla zpracována formou literární rešerše a zaměřila se na nejčastěji se vyskytující zranění při střetu chodce a tramvaje. Odborné články byly psány jen v anglickém jazyce a sloužily ke zhodnocení výsledků problematiky zdravotního pohledu dopravní nehody při interakci tramvaje a chodce.

Na základě předem stanovených výběrových kritérií uvedených v metodické části práce bylo do diplomové práce zařazeno celkem 64 studií, které byly podle tématu a obsahu seřazené do čtyř tématických celků (označené v tabulce a, b, c, d). Z kritérií vychází i přehledná tabulka. Některé studie byly zařazené do více skupin, protože se obsahově prolínaly, například kombinací popisující nehodu, statistiku a doporučenou prevenci; zranění a prevenci, případně dopravními úrazy dětí a prevencí a podobně. Jako způsobilých pro zařazení do výzkumu bylo vybraných a podrobně analyzovaných 6 studií. Výsledky byly zpracované do přehledných tabulek. Uvedené články byly publikované mezi lety 1996 – 2020. Ve všech studiích účastníky výzkumu tvořili osoby všech věkových kategorií, a osoby bez omezení pohlaví.

Jak již bylo v diplomové práci v teoretických východiscích uvedeno, práce byla popsána samotná tramvajová doprava, statistiky nehodovosti. Každá profesní instituce, která se musí zabývat nechtěným střetem člověka s dopravním prostředkem, na něj nahlíží ze svého pohledu. Někteří autoři jej popisují jako „mimořádná událost“ (Dražní

inspekce, 2018), jiní jako dopravní nehoda (Kovanda, 2016), dopravní událost, dopravní úraz (Hirt, 2012). Na dopravní nehody je třeba nahlížet z právního hlediska (Pavlíček, 2006). Policie zkoumá trestněprávní odpovědnost konkrétních osob (Dier, 2008). Zákon o provozu na pozemních komunikacích (o silničním provozu) byl od roku 2001 novelizován již 48 krát, naposledy v roce 2018 (Besip, 2018). Finanční důsledky těchto dopravních nehod musí vyčíslivat pojišťovny, finanční důsledky pro stát uvádí např. Daňková, 2007, Škarpa, 2005 a jiní. Policie ČR vydává každoroční detailní statistické zpracování obsahující počet nehod, počet usmrcených, těžce či lehce zraněných osob a celkovou hmotnou škodu. Její statistika obsahuje rozčlenění podle časového rozložení dopravních nehod (měsíc v roce, den a hodina v týdnu), dle zavinění (např. chodec, řidič,), příčiny nehody a spoustu dalších analýz.

6.1 Výzkumná otázka č. 1: „Jaké faktory ovlivňují vznik kolize střetu chodec a tramvaj?“

Kapitola 2.3 uvádí nejdůležitější faktory ovlivňující úraz chodce. Na začátku je nutné zmínit dva základní, které budou pro všechny situace stejné, a vycházejí z fyzikálních zákonů platných pro celou Zeměkouli.

Rychlost pohybující se tramvaje

Není překvapením, že na jednom z čelních míst figuruje rychlost. Straka (2018) uvádí z ročenky nehodovosti rychlost „nepřiměřenou“, tím je ovšem myšlena rychlost u řidičů osobních automobilů, tedy účastníků dopravy, které můžeme nazvat amatéry. Kubát (2001) uvádí, že maximální rychlost tramvaje se pohybuje mezi 60 až 80 km.h⁻². Fyzikální zákony a jejich interpretace rovnicemi jasně ukazují, že rychost tramvaje a případně i chodce je klíčová, neboť ve vzorci pro kinetickou energii tramvaje je uvedena rychlost ve druhé mocnině, tedy mírné zvýšení rychlosti má za následek výraznější zvýšení kinetické energie a tím i práce nutné na její zmaření (snížení k nule, zastavení tramvaje). WHO uvádí, že průměrné zvýšení rychlosti o 1 km/h zvyšuje riziko dopravní nehody s újmou na zdraví o 3 %. Chodec má 90 % šanci přežít střet s vozidlem jedoucím rychlostí 30 km/h a menší, ale jeho šance přežít se při rychlosti vozidla 45 km/h a vyšší snižuje na polovinu (Racioppi, 2004).

Millot (2016) též uvádí jako jeden z hlavních faktorů rychlost přijíždějící tramvaje s tím, že při velkém počtu jízdních pruhů a širokých ulic řidiči nestihli dostatečně rychle zareagovat.

Racioppi (2004) uvažuje nad možností jak předcházet vysoké nehodovosti pomocí snížení maximální povolené rychlosti a to na 30 km/h z důvodu bezpečnosti provozu. Argumentuje tím, že nižší rychlost zkracuje brzdnou dráhu tramvaje, tudíž je větší šance zamezení střetu s motorovým vozidlem, které vjelo do průjezdního profilu tramvaje. Toto řešení by vedlo k prodloužení jízdní doby tramvaje z jedné zastávky do druhé, nicméně autor se domnívá, že by se toto řešení dalo kompenzovat zvýšením celkového počtu tramvají v provozu. Jízdní doba tramvaje by se tedy prodloužila, nicméně zvýšením počtu tramvají v provozu by došlo k snížení doby čekání na tramvaj. Je tedy otázkou, zda je důležitější dopravit cestujícího do svého cíle co nejrychleji nebo nejbezpečněji (Racioppi, 2004). Toto řešení však určitě neocení Dopravní podnik, kterému by se zajištění MHD prodražilo, ať už nákupem dalších tramvají nebo zaměstnáním dalších řidičů. Pokud by se pouze prodloužily jízdní intervaly, není vyloučeno, že by tato iniciativa byla kontraproduktivní: Cestující by věděli, že další tramvaj přijede za delší dobu, a více by riskovali.

Hmotnost pohybující se tramvaje

Kromě rychlosti má v případě tramvajové kolize význam i její vysoká hmotnost. Hirt (2012) uvádí, že co se týká hmotnosti dopravního prostředku, žádné jiné z dopravních vozidel se nemůže porovnávat s kolejovými vozidly. (Hirt, 2012). Pražský dopravní podnik uvádí 43 tun u prázdné tramvaje typu Škoda 15T, při plně obsazené může být hmotnost o polovinu vyšší (DPP, 2021). Obdobnou hmotnost uvádí Hedelin pro švédské město Götteborg – 56 tun (Hedelin, 2002). Stejný autor zřejmě provedl výpočty a statistická šetření, ze kterých vyplynulo, že při porovnání rizik mezi tramvají a autobusem je riziko běžnějšího zranění (nikoliv fatálního) v tramvajové dopravě čtyřnásobně větší v porovnání s autobusovou dopravou, zatímco riziko úmrtí bylo v tramvajové dopravě 9-15 krát vyšší. Ve své předchozí studii z roku 1992 uvádí tuto statistiku: V letech 1988 – 1992 byly přezkoumané záznamy o úrazech. Počet chodců, kteří v tomto období byli zranění, bylo celkem 193 , z toho 16 úrazů bylo smrtelných (Hedelin, 1996).

Další faktory

King (2018) navrhuje jako nejefektivnější a spolehlivý způsob ochrany chodců vedoucí ke snížení počtu úmrtí oddělení silniční dopravy od pěší, a to hlavně v rušných městských oblastech pomocí nadjezdů a podchodů na křižovatkách. Současně však upozorňuje, že tato řešení jsou velmi nákladná a nejsou k dispozici na většině křižovatek a to ani ve vysoce rozvinutých zemích Ameriky a Evropy (King, 2018).

V této části diskuse se nezabýváme výjimečnými situacemi způsobenými buď to selháním technického vybavení tramvaje (např. porucha brzdného systému v Goteborgu v roce 1992) nebo selhání profesionálního lidského faktoru. Většina autorů se shoduje v tvrzení, že při střetnutí chodce a tramvaje dochází k selhání lidského činitele. Většinou je za střet ale zodpovědný sám chodec (Hájková, 2013, Horberry, 2019, Milota, 2016). Příčin je mnoho: dobíhání na tramvaj, přecházení na červenou, přebíhání na druhou zastávku a zvýšená kumulace lidí, nevěnování se dostatečně dopravní situaci. Například Horberry (2019) ve studii týkající se australského města Melbourne pozoroval 4129 chodců, ze kterých smartphone nebo jiné zařízení během přecházení používalo 815 chodců, tj. skoro pětina Horberry (2019). Millot (2016) v článku analyzoval příčiny vzniku nehod ve čtyřech francouzských městech (Bordeaux, Montpellier, Rouen a Štrasburg) po dobu třech let. Z celkového počtu stopěti chodců jich šestnáct (teda 15 %) prokázaně používalo rozptylovač jako mobilní telefon nebo sluchátka.

Millot (2016) uvádí, že nebezpečí v okolí stanic tvořilo až 70 nehod, tedy skoro 70 %. V závěru článek poukazuje na skutečnost, že do nehod jsou nejvíc zainteresovaní mladí lidé ve věku 11-25 let. Souvisí s nimi nejvíc tramvajových nehod ve Francii a proto se preventivně kampaně musí zaměřit právě na ně, především lepším značením silnic, vytvořením bariér, úpravou světelné signalizace. Právě díky ní chodci lépe dodržují dopravní značení a semaforey, pokud jsou přizpůsobené jejich potřebám.

Dalším faktorem, který ovlivňuje vznik kolize chodce s tramvají, je alkohol. Jak uvádí ve své studii Hedelin (1996) většina, konkrétně až 60 % lidí byla pod vlivem alkoholu při fatálních zraněních při střetu s tramvají. Nejvíc úrazů spojených s lidmi pod vlivem alkoholu se uvádí v létě a častěji u mužů. Může to být proto, že mnoho alkoholiků během léta tráví svůj čas venku. Pro porovnání v článku Demant (2010) zhodnotil typy zranění a frekvenci zranění u chodce s tramvají u osmnácti chodců. Z celkového počtu obětí traumatu bylo 11 mužů (61,1 %). Z tohoto počtu až u 77,8 % byl přítomný

alkohol v krvi. Faktor alkoholu uvádí ve svém článku i Cameron, (2000). Průzkum se konal v Sheffieldu v roce 1994 a prokázal značný počet zranění v souvislosti s tramvajovým systémem ve městě. Jeho cílem bylo identifikovat počet nehod a druhy zranění související se systémem Supertram. Po dobu 18 měsíců byla sbírána data silničních nehod pacientů z nemocnic. Do průzkumu bylo zapojených 90 lidí, z toho 23 chodců. Tato skupina byla tvořena chodci který byli zraněni přímým kontaktem s tramvají (7) a ty, který padali přes koleje když je přecházejí (16). U deseti chodců z celkového počtu zraněných byl nalezen alkohol v krvi (Cameron, 2000). Také Millot (2016) uvádí, že v několika případech u chodců čekajících na nástupišti na tramvaj sehrál úlohu alkohol.

6.2 Výzkumná otázka č. 2 „Jaké typy úrazů a zranění vznikají při střetu chodce / dítěte a tramvaje? „

Podle Truellové (2009) dopravní úrazy patří dlouhodobě mezi nejzávažnější úrazy dětí od 0 - 19 let jejich života a v ČR jsou hlavními příčinami úmrtí, hospitalizace a invalidizace dětí starších jednoho roku. Též představují závažný zdravotnický, ekonomický a společenský problém (Truellová, 2009).

Poranění hlavy je jedno z nejzávažnějších při dopravních nehodách. Podle statistik zaujima až 75 % všech úmrtí při dopravních nehodách. Úrazy hlavy související s poraněním lebky a mozku mohou mít za následek trvalé a těžké poškození jedince až smrt (Kovanda, 2016).

V studiích od Unger (2002) o dětech, které utrpěly zranění v souvislosti s tramvají nebo autobusem v časovém horizontu leden 1995 – prosinec 2000 – třicet dětí s průměrným věkem 9,5 roku. Zranění hlavy a dolních končetin jsou nejčastějšími důsledky nehod. Dvě děti zemřely právě na následky zranění hlavy a krku. Z poranění hlavy, která patří mezi nejčastější zranění postihlo intrakraniální krvácení tři děti, zlomeninou klenby nebo spodní části lebky trpěli čtyři děti. Menšími zavřenými zraněními hlavy trpělo třináct dětí, a deset jich mělo v důsledku nárazu pohmožděniny, poškození kožního krytu nebo rozbité zuby. V oblasti páteře, trupu a pánve utrpěly dvě děti zlomeninu krční páteře, dvě děti kontuzi plic spojenou s pneumothoraxem, tři děti utrpěly zlomeninu pánve spolu se zlomeninou žeber a dvanáct dětí v oblasti páteře, trupu a pánve utrpělo pohmožděniny, rány kůže. Méně časté byly zlomeniny končetin, ve dvou případech horní končetiny a ve čtyřech případech dolní končetiny (Unger, 2002).

Rozdíly mezi dospělým a dětským chodcem jsou nejen psychologické, kdy děti nejsou schopné posoudit dopravní situace, ztrácejí koncentraci po krátkých obdobích a tak se stávají náchylnější na dopravní rizika než dospělí (Akgul, 2008), ale i anatomické. Protože dětské tělo má tenčí kůži, méně tekutin v těle a rychleji ztrácí tělesnou teplotu, je mnohem víc zranitelné (CDC, 2020). Smrtelný průběh může u dětí při tupých poraněních nastat v důsledku úrazového šoku, hypovolemického šoku, diseminované intravaskulární koagulopatie, mozkové hypoxie (Hirt, 2016).

Poranění hlavy je z hlediska výskytu a závažnosti nejkritičtější částí lidského těla. U dětí jsou nejčastěji způsobené tupou ránou i při dopravních nehodách a až 20 % - 30 % je smrtelných nebo s vysokým rizikem neuropsychické dysfunkce (Hutchison, 2007). Relativně velká hlava dítěte a relativní instabilita krční páteře jsou příčinou poranění míchy, zvláště na úrovni C2 asi do věku 9 let (Kohoutová, 1998).

Z důvodu tenčí hrudní stěny a pružnějších žeber náraz způsobí větší vychýlení hrudní stěny na životně důležité orgány jako srdce, plíce a tím je poškodí (Huelke, 1998).

Huelke (1998) zkoumal ve svém článku tupá poranění jednotlivých částí dětského těla, kde vyhodnotil, že hlava je při kolizích u dítěte postižená nejčastěji. Je proporcionálně větší než u dospělých a je měkká. Její lebeční klenby a fontanely jsou poddajné a elastické, což znamená, že při porovnání s dospělým člověkem tyto vlastnosti snižují její odolnost vůči nárazu. Při tupém nárazu do hrudníku u dětí náraz způsobí větší vychýlení hrudní stěny na životně důležité hrudní orgány, například srdce, plíce z toho důvodu, že děti mají tenčí hrudní stěnu a pružnější žebra. Také dětské břišní orgány jsou opět relativně nechráněné kostmi v porovnání s dospělými. Protože růst dítěte je závislý na fyziologické činnosti růstových center, je ochrana těchto center nezbytná. Poranění růstových center končetin může být důvodem abnormalit postavy a pohyblivosti končetin. Podobně v oblasti hlavy může být uspořádání zubů u dětí stejně i profilu tváře ovlivněné traumatickými poraněními center růstu tváře.

Figaji (2017) odborný článek, který zkoumal úrazy hlavy u dětí. Otevřené švy a fontanely u dětí umožňují určité tlumení ICP, zejména pokud se u nich intrakraniální tlak zvyšuje pomalu, pouze však do určité míry. Při traumatu se může intrakraniální tlak rychle zvýšit a tak se zvýšená compliance rychle vyčerpá. Normální ICP je rovněž u velmi mladých lidí podstatně nižší než u dospělých, stejně jako krevní tlak, takže malé zvýšení ICP může mít významné nepříznivé účinky na zdravotní stav dítěte. Calva u dětí je velmi

tenká a toto s lebečními švy a fontanelami umožňuje jednoduchou deformaci, se zlomeninami či bez nich, pod vnějším tlakem. V okamžiku nárazu zdeformovaná kost a zlomené hrany natrhnou tvrdou plenu a mezi zlomené okraje se dostane měkká tkáň, která se potom nehojí. Pulzatility mozku a růst lebky se potom spojí, aby se časem zvětšila velikost zlomeniny, což v začarovaném cyklu dále zatáhne durální okraje. Je tedy důležitý dohled nad přibývajících zlomeninami, které si vyžadují chirurgický zákrok. Svaly krku dítěte nejsou natolik vyvinuté, aby tlumily prudký pohyb hlavy. Krční obratle u dětí jsou chrupavčité, a k jejich úplnému nahrazení kostí dochází pomalu. Kloubní aspekty, kontaktní oblasti mezi obratly jsou mělké, krční vazy, jako kdekoliv jinde v těle jsou slabší než u dospělých. Biomechanické dozrávání páteře je progresivní proces, který se začíná podobat dospělé páteři až po dosažení věku 8–9 let. Epifyzy se spojují v různém čase a lehce se pletou se zlomeninami. Vzor zranění je určený těmito progresivními změnami. Většina poranění páteře u dětí se vyskytuje v krční oblasti; u mladších pacientů jsou to častěji subluxace nebo dislokace, více v horní krční páteři a bývají spojené s neurologickým poraněním (Figaji, 2017).

Hutchison (2007) se v článku zabývá úrazy hlavy, které jsou nejčastěji způsobené tupou ránou při dopravních nehodách, pádech a při sportovních aktivitách. Až 20 % - 30 % úrazů hlavy dětí je smrtelných. U těch, které přežijí, je vysoké riziko neuropsychické dysfunkce.

Podle studie od Laughlin (2017), statistika úrazů spojených s tramvají ve Viktorii, bylo v letech 2005 – 2014 přijatých do nemocnic 521 pacientů, jejichž úrazy se spojovaly s tramvají. Z toho bylo 60,3 % žen a víc než $\frac{3}{4}$, tedy konkrétně 74,1 % přijatých pacientů byli starší lidé, ve věku nad 60 let. Téměř polovina z těchto úrazů 48,8 % byla způsobena úrazy v kabině tramvaje. Z celkového počtu všech úrazů bylo 49,7 % zlomenin. Ze zranění spojených s tramvají byly nejvíce postižené dolní končetiny, celkem 36,5 %.

Analýza poranění odhalila, že skoro polovina, 48,8 % ze všech úrazů spojených s tramvají bylo důsledkem pádu pasažéra v kabině tramvaje. 39,3 % zranění vzniklo při nastupování nebo vystupování z tramvaje. V důsledku srážky vzniklo 3,1 % úrazů. Téměř polovina ze všech těchto zranění byly v 49,7 % (259 lidí) zlomeniny. Další nejčastější byly otevřené rány u 9,6 % (50 lidí), zranění dolních končetin 36,5 % (190 lidí). Zranění hlavy se vyskytlo ve 20,3 % (106 lidí), dále následují zranění kolena nebo dolní části nohy v 18 % (94 lidí).

Biswadev (2010) ve studii kladl za cíl zjistit charakter a výskyt zranění u pacientů přicházejících do nemocnice s poraněními v souvislosti se střetem s tramvají v období 2001-2008. Z celkového počtu zraněných v počtu 1769 případů traumat souvisejících s tramvají byla zranění u 107 pacientů klasifikovaná jako závažná traumata, a v 11 případech došlo k úmrtí. Mezi nejčastěji postiženou oblast patřily horní končetiny, v 31,5% případech. Následovala zranění hlavy, tváře a krku v 28,4%, dolní končetiny 27,3% a zranění trupu v 11,2% případech. 16,7% případů nebylo blíže specifikováno. Nejčastější příčinou zranění byly pády osob, až v 45%. Šlo o pády uvnitř tramvaje, zakopnutí při nastupování, vystupování nebo dobíhání tramvaje.

V sledovaném období se výrazně zvýšil výskyt případů velkých traumat, většinu případů představovali chodci v počtu 45. V 35 případech je srazila přímo tramvaj, ve zbytku chodce srazilo motorové vozidlo při nastupování nebo vystupování z tramvaje (Biswadev, 2010).

7 Závěr

Tramvajová doprava patří k nejoblíbenějším způsobům přepravy lidí. V souvislosti se současným trendem „zelené energie“ (ta zahrnuje mimo jiné omezení automobilů jezdících na naftu či zemní plyn) bude její význam určitě stoupat. Všude ve světě se buduje a rozšiřuje síť tramvajových linek a tím se zvyšuje i počet jejich dopravních nehod. Dopravní podnik hlavního města Prahy spustil v roce 2019 bezpečnostní osvětovou kampaň pod názvem „Neskákej mi pod kola“. Horberry (2019) a mnoho dalších studií uvádějí, že bezpečnost chodců na silnicích je v současné době celosvětovým problémem.

Moje diplomová práce je součástí čtyřletého grantu, který získala katedra anatomie a biomechaniky v roce 2018 a jmenuje se ANALÝZA NEHODOVÝCH DĚJŮ CHODEC TRAMVAJ – validace výpočtových modelů. Práce se zabývá problematikou dopravních nehod interakce chodce a tramvaje ze zdravotního pohledu.

Díky jeho aktuálnosti a celospolečenské závažnosti je mu ve vědeckých kruzích věnována značná pozornost. Dopravní nehody výrazně ovlivňují nejen účastníky nehody, ale i jejich rodiny, v případě tramvajů rozsáhlý dopravní podnik a jeho pracovníky. V neposlední řadě nutno zmínit ekonomické dopady na celou společnost – vytvoření a nutnost zásahu záchranných bezpečnostních systémů státu (např. hasiči), ničení nebo opravy poměrně drahého majetku (tramvaj), náklady na zdravotní péči účastníků dopravních nehod apod.

Jak jsme uvedli v Cílech práce, naším cílem bylo na základě literární rešerše analyzovat ze zdravotního pohledu problematiku dopravních nehod chodec – tramvaj. Speciální pozornost byla věnována problematice nehod dětí v dopravním provozu. Diplomová práce je zpracována formou literární rešerše a zaměřila se na nejčastěji se vyskytující zranění při střetu chodce dospělého / dítěte a tramvaje. V první části práce jsem zformulovala teoretické poznatky o tramvajové dopravě, dopravních nehodách, a dopravních úrazech. První část dále obsahuje jednotlivé poranění pohybového aparátu a specifika úrazů dětí. V druhé části diplomové práce se nachází analýza 6 studií, které byly na základě kritérií zařazené do práce. Práce uzavírá diskuzi, ve které jsou zodpovězené dvě výzkumné otázky, formulované v metodologické části práce.

Psaní diplomové práce bylo pro mě přínosné a díky ní jsem si prohloubila znalosti v dané problematice. Získala jsem zkušenosti s vyhledáváním a s analýzou cizojazyčných zdrojů v databázích a zlepšila jsem svou práci s cizojazyčnou literaturou. Doufám, že diplomová práce na dané téma „Traumatické důsledky interakce chodec tramvaj a specifika v případě chodce – dítěte“ je napsaná srozumitelně a přehledně, cíle práce byly naplněné a výzkumné otázky zodpovězené na základě vybraných studií.

I přes to, že byly podrobně analyzované jednotlivé studie, z důvodu malého počtu studií, které pojednávaly o dětských chodcích a jejich úrazech, by bylo prospěšné prozkoumat tuto problematiku i v jiných jazycích a dohledat tak víc literatury pro podrobnější výsledky.

Seznam použité literatury

1. AKGUL, V. *A study on Children and School Pedestrians Safety in Urban Areas*. A Case Study From Norrkoping City, Sweden. 2008. Department of Science and technology. Linkoping University.[online]2008. [cit.2020-10-24]. Dostupné z:
<http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:18413/FULLTEXT01.pdf>
2. BISWADEV, M. et al., *Tram-related trauma in Melbourne, Victoria*. Emerg Med Australas. 2010. vol. 22(4) str. 337 – 342. [online] 2010 [cit.2020-10-24]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20796010/>
3. BARTLETT. R., et al., *Sports biomechanics: Reducing injury risk and improving sports performance*. Second edition. London: Routledge, 2012. 346s. ISBN 978-0-415-558389
4. BESIP, 2021.[on-line]. 2021 [cit.2021-11-12] Dostupné z:
<https://www.ibesip.cz/O-Besip/BESIP-o-nas>
5. BLAŽEK. J. *Jak je to s hmotností elektrobusu a autobusu se spalovacím motorem*. [on-line]. 2017 [cit.2021-01-28]. Dostupné z:
<http://porubskavyzva.cz/aktuality-2017/>
6. CAMERON, I. et al. *Tram-related injuries in Sheffield*. *Injury*. 2000 May; 32(4) str. 275-7. [online]. 2000. [cit. 2020-11-3]. Dostupné z:
https://www.researchgate.net/publication/12011586_Tram-related_injuries_in_Sheffield
7. CDC-Centers for Disease Control and Prevention. *How are Children different from Adults?* . [online]. 2020. [cit. 2020-11-10]. Dostupné z:
<https://www.cdc.gov/childrenindisasters/differences.html>
8. CICHOS, D. et al., *Crash Analysis Criteria Description*. Version 2. Workgroup Data Processing Vehicle Safety : Arbeitskreis Messdatenverarbeitung Fahrzeugsicherheit. [online]. 2004. [cit. 2021-05-22]. Dostupné z:
http://web2.uwindsor.ca/courses/engineering/altenhof/92544/crash_functions_descriptions.pdf
9. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. 1. upr. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011. 552 s. ISBN 978-80-247-3817-8
10. ČAPEK, L. et al., *Biomechanika člověka*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2018. 208 s. ISBN 978-80-271- 0367-6

11. DAŇKOVÁ, A. *Ekonomická stránka dopravných nehod*. Dopravní inženýrství. 2007, vol. 2 [online]. [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <http://www.dopravniinzenyrstvi.cz/clanky/ekonomicka-stranka-dopravnich-nehod/>
12. DEMANT, A. et al. *MDCT evaluation of injuries after tram accidents in pedestrians*. Emerg Radiol. 2010. vol. 17(2) str. 103-8. [online]. 2010 [cit. 2021-01-05]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19826844/>
13. Dopravní podnik hlavního města Prahy, DPP 2021. *Opravná tramvají* [online] 2021. [cit 2021-10-27]. Dostupné z: <http://www.opravnatramvaji.cz/cz/reference/tramvaje/15t>
14. Dopravní nehody v ČR, CDV. *Centrum dopravního výzkumu* [on-line]. 2021 [cit.2021-01-22]. Dostupné z: <https://nehody.cdv.cz/>
15. Drážní inspekce. *Nezávislý národní orgán pro odborné šetření příčin mimořádných událostí v drážní dopravě*. [online]. 2008 [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <http://www.dicr.cz/o-drazni-inspekci>
16. DYLEVSKÝ, I. *Základy funkční anatomie člověka*. 1.vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2013. 213s. ISBN: 9788001052495
17. FIGAJI, A., *Anatomical and Physiological Differences between Children and Adults Relevant to Traumatic Brain Injury and the Implications for Clinical Assessment and Care* 2017. Front Neurol. Vol. 8 str.685 [online]. 2017 [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5735372/>
18. Fakulta tělesné výchovy a sportu. Univerzita Karlova, *Biomechanika*. Praha: Univerzita Karlova [online]. 2021 [cit. 2021-09-10]. Dostupné z: <https://ftvs.cuni.cz/FTVS-1359.html>
19. HAASPER, C. et al., *The Abbreviated Injury Scale (AIS). Options and problems in application*. *Der Unfallchirurg*. Germany, 2010, vol. 113 (5), str. 366 [online]. 2010 [cit. 2021-12-13]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00113-010-1778-8>
20. HÁJKOVÁ, B. *Střed tramvaje s chodcem*. Praha. 2013. 65 s. Bakalářská práce. České Vysoké Učení Technické v Praze. Fakulta dopravní. Vedoucí práce: Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.

21. HAMERNÍKOVÁ, V. *Základy dopravní psychologie nejen pro profesionální řidiče*. . Brno, 2010. 116s. ISBN 978-80-7013-517-4.
22. HEDELIN, A. et.al., *Public transport in metropolitan areas - a danger for unprotected road users*. *Safety Science* 2002, vol.40 (5), str. 467-477 [online] 2002 [cit. 2021-02-01]. ISSN 0925-7535. Dostupné z: doi:10.1016/S0925-7535(01)00014-5
23. HEINRICHOVÁ, J. *Traffic Education – Active Prevention*. *School and Health* 21, 2010. *Papers on Health Education*. [online] 2010 [cit. 27.10.2020]. Dostupné z: https://www.ped.muni.cz/z21/knihy/2010/27/27/texty/eng/heinrichova_e.pdf
24. HUELKE, D. *An Overview of Anatomical Considerations of Infants and Children in the Adult World of Automobile Safety Design*. *Annu Proc. Assoc. Adv. Automot. Med.* 1998, vol.42, str. 93-113. [online]. 1998 [cit. 2020-12-15]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3400202/>
25. HUTCHISON, J. *Head Trauma: Medical Management*. [PDF] Philadelphia : Hospital for Sick Children, 2007. Hospital for Sick Children: Manual of Pediatric Trauma. ISBN 978-0-7817-7816-9
26. HEDELIN, A. et al. *Trams - a risk factor for pedestrians. Accident analysis and prevention*. England: Elsevier 1996, 28(6), str.733-738 [online] 1996 [cit. 2021-01-13]. Dostupné z: doi:10.1016/S0001-4575(96)00048-6
27. HIRT, M. et al., *Dopravní nehody v soudním lékařství a soudním inženýrství*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2012. 160 s. ISBN 978-80-247-4308-0.
28. HIRT, M. a VOREL, F. et al., *Soudní lékařství II.díl*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2016. 240 s. ISBN 978-80-271-0268-6.
29. HORBERRY, T. et al., *Pedestrian smartphone distraction: Prevalence and potential severity*. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 60, str. 515-523. [online] 2019 [cit. 23.10.2020]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.11.011>
30. JANURA, M. *Úvod do biomechaniky pohybového systému člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. 84 s. ISBN 80-244-0644-6.
31. KARAS, V. et al. *Biomechanika tělesných cvičení*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. 180 s. ISBN 80-04-20554-2.
32. KAŠPAROVÁ, B. *Ajaxův zápisník*. Sokolov: Policie ČR OŘ Sokolov, 2001. 83 s.

33. KING, A. *The Biomechanics of impact injury. Biomechanical Response, Mechanisms of Injury, Human Tolerance and Simulation*. Springer International Publishing , 2018. 718 s. ISBN 978-3-319-49792-1.
34. KOHOUTOVÁ, E. et al., *Kritické stavy u dětí a ošetrovatelská péče*. Brno: IDVPZ, 1998. 302 s. ISBN 80-7013-257-4.
35. KOVANDA, J. et al. *Bezpečnostní aspekty návrhu dopravných prostředků*. ČVUT v Praze, fakulta dopravní. Praha, 2016. 242s. ISBN 978-80-01-058993-0.
36. KŘEN, J. et al. *Biomechanika*. Vydavatelství: Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň 2001. 380s. ISBN: 8070827920.
37. KUBÁT, B. et al. *Městská kolejová doprava*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. 121 s. ISBN 80-01-02117-3.
39. LANGMEIER, J. *Vývojová psychologie*. 2. vyd. Grada Praha, 2006, 368 s. ISBN 978-80-247-1284-0
40. LAUGHLIN, A. *Tram related injury statistics Victoria. 2005/6 to 2014/15*. Victorian Injury Surveillance Unit (VISU). S.23 [online]. 2017 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: https://transportsafety.vic.gov.au/__data/assets/pdf_file/0005/402674/Hopitalisation-data-analysis-Tram-2005-15.pdf
41. LÍMOVÁ , L. *Teorie dopravní výchovy*. UK Praha : Karolinum, 2006. 82 s. ISBN 80-246-1157-0.
42. MIKULKA, K. *Statistika mimořádných událostí tramvajové dopravy*. Pardubice, 2019. 62s. Bakalářská práce. UNIVERZITA PARDUBICE. Dopravní fakulta Jana Pernera. Vedoucí práce Ing. Kateřina Pojkarová, Ph.D.
43. MILLOT, M. et al., *Main hazards for pedestrians in tramway design*. AET 2016 and contributors, Barcelona, Spain. [online] 2016 [cit. 2020-07-019]. Dostupné z: <https://trid.trb.org/view/1448403>
44. NIEBUHR, T. et al. *Pedestrian injury risk and the effect of age*. Accident Analysis and Prevention [online]. 2016, vol. 86, str. 121-128 [cit. 2021-01-13]. ISSN 00014575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.10.026>
45. NOVÁKOVÁ, Z. *Fyziologické zvláštnosti dětského věku*. Praktické lékařství, 2012. vol. 8, (6), str. 279-282. [online] 2012 [cit. 2020-07-08]. Dostupné z: <https://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2012/06/07.pdf>

46. NOVOTNÁ, J. *Problematika úrazů u dětí předškolního věku*. České Budějovice, 2007. 128s. Diplomová práce. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH. Zdravotně sociální fakulta. Vedoucí práce: Mgr. Magdalena Drábová, Ph.D.
47. PANJABI, M. et al., *Evaluation of the intervertebral neck injury criterion using simulated rear impacts*. Journal of Biomechanics. 2005, vol.38, (5), str. 1694 – 1701 [online] 2005 [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2004.07.015>
48. PAVLÍČEK, K. et al., *Dopravně bezpečnostní činnost*. Praha: Police history, 2006, 351 s. ISBN 8086477320.
49. PHYSIOPEDIA, *Tendon Biomechanics - Tendon Structure and Composition*, [online]. 2021 [cit. 2021-01-01]. Dostupné z: https://www.physio-pedia.com/index.php?title=Tendon_Biomechanics&oldid=260435
50. Policie České republiky. *Ajaxův zápisník*. [online]. 2021(a) [cit. 2021-11-10]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/ajaxuv-zapisnik-328720.aspx>
51. Policie České republiky. *Zebra se za tebe nerozhledne*. [online]. 2021(b) [cit. 2021-11-10]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/zebra-se-za-tebe-nerozhledne-800265.aspx>
52. RACIOPPI, F. et al. *Preventing road traffic injury : a public health perspective for Europe*. 2004. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe [online] 2004 [cit. 24.10.2020]. Dostupné z: https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0003/87564/E82659.pdf
53. STRAKA, J et al., *Ročenka nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2017*. Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky. Praha červenec 2018.[on-line] 2018[2021-01-06]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09NQ%3d%3d>
54. STRAKA, J et al., *Ročenka nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2018*. Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky. Praha červenec 2019.[on-line] 2019 [cit.2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09NA%3d%3d>

55. STRAKA, J et al., *Ročenka nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2019*. Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky. Praha červenec 2020. [on-line] 2020 [cit.20.10. 2020]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mw%3d%3d>
56. STRAUS, J. et al. *Teorie forenzní biomechaniky*. 1. vydání. Praha: VŠFS, a.s. v edici SCIENCEpress. 2017, 168 s. [on-line]. 2017 [cit.2021-09-11]. Dostupné z: https://is.vsfs.cz/repo/6412/Teorie_forenzni_biomechanika-finale-ed.pdf
57. SETHI, D. et al, *European report on child injury prevention*. Regional office for Europe. WHO. [on-line]. 2008. [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0003/83757/E92049.pdf
58. SKUPOVÁ, D. Analýza zpomalování tramvají a vyhodnocení jeho účinku na stojící cestující. Brno, 2012. 62 s. Diplomová práce VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ. Vedoucí diplomové práce Doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
59. SUŠANKA, P. *Kinematické vyšetřování sportovního pohybu*. 1.vyd. Praha: SPN,1975. 125s.
60. ŠTIKAR, J. et al., *Psychologie v dopravě*. Praha: Karolinum, 2003. 275s. ISBN: 80-2460-606-2
61. ŠTEFAN, J. a HLADÍK, J. a kol. *Soudní lékařství a jeho moderní trendy*. Praha: Grada Publishing, 2012. 448 s. ISBN 978-80-2473-594-8.
62. ŠKAPA, P. *Bezpečnost a zkoušení vozidel*. vyd.1. Ostrava: Vysoká škola Báňská, Technická univerzita, 2005. 125 s. ISBN 80-248-0757-2
63. ŠUCHA, M. *Proč se v dopravě chováme tak, jak se chováme? : A co s tím můžeme dělat*. Vydání první. Praha: NLN, 2019. s. S78. ISBN: 7988074227264
64. TRUELLOVÁ, I. Systémové řešení prevence dětských úrazů v České republice a činnost praktických lékařů pro děti a dorost. České Budějovice. 2009. 148s. Disertační práce. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH. Zdravotně sociální fakulta. Vedoucí práce: Prof. MUDr. Miloš Velemínský, CSc., Dr.h.c.
65. UNGER, R. et al., *Child pedestrian injuries at tram and bus stops* 2002. Injury. vol.33, issue 6, str. 485 – 488 [online] 2002 [cit. 08.09.2021].

Dostupné z:

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020138302000517>)

66. VOREL, F. et al., *Soudní lékařství*. Praha: Grada Publishing, a.s., 1999. 606 s. ISBN 80-7169-728-1.
67. VOJTÍŠEK, T. *Úmrtí chodců po dopravních nehodách se střetem s osobními automobily*. Soudní lékařství. Praha, 2009, roč. 54, č.3, s.28-32.
68. WENDSCHE, P. a VESELÝ, R. *Traumatologie*. Praha: Galén, 2015. 344 s. ISBN 978-80-7492-211-4.
69. World Health Organization. *Children and road traffic injury*. World report on child injury prevention. WHO_[online]. 2020 [cit. 2020-09-18]. Dostupné z: https://www.who.int/violence_injury_prevention/child/injury/world_report/Road_traffic_injuries_english.pdf
70. Výroční zpráva 2018. Dopravní podnik hlavního města Prahy. [on-line]. 2019. [cit.2021-01-10]. Dostupné z: https://www.dpp.cz/cs/data/V%C3%BDro%C4%8Dn%C3%AD%20zpr%C3%A1vy/DPP_VYROCNÍ_ZPRAVA_2018.pdf
71. XU, et al., *Severity of pedestrian injuries due to traffic crashes at signalized intersections in Hong Kong: a Bayesian spatial logit model*.*Journal of Advanced Transportation* 50 (2016): str. 2015-2028. [on-line]. 2016 [cit.2021-01-03]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/313370347_Severity_of_pedestrian_injuries_due_to_traffic_crashes_at_signalized_intersections_in_Hong_Kong_a_Bayesian_spatial_logit_model
72. Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů [on-line]. Poslední revize 1.10.2018. [cit.2021-01-10]. Dostupné z: https://www.ibesip.cz/getattachment/tematicke-stranky/pravidla-silnicniho-provozu/361_01_10_2018.pdf
73. ŽVÁK, I. et al., *Traumatologie ve schématech a RTG obrazech*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2006. 208 s. ISBN 80-247-1347-0.

Přílohy

Príloha A – Přehled relevantní literatury

Príloha B – Seznam tabulek, obrázků, grafů

Príloha A – Přehled relevantní literatury

Tabulka 14: Přehled relevantní literatury

Číslo	Celý název článku	Příjmení prvního autora	Rok vydání	Téma	Stručný popis/anotace
1	Tram Interface Crashworthiness	Grzebiet a	2000	A	Článek popisuje provedenou analýzu nehod tramvají v Melbourne s automobily a chodci. Závěr je, že jsou tramvaje v Melbourne příliš agresivní.
2	Optimization of tram face with respect to passive safety	Hyncik	2008	a	Modelování nárazu chodce a tramvaje - různé druhy nárazníků, liší se jak geometrií, tak materiálem. Jsou uvažována rizika pro dospělého chodce i 6 leté dítě, pro řidiče s bezpečnostním pásem i bez něj, pro cestující.
3	Tramway Reliability and Safety Influencing Factors	Restel	2017	a	V příspěvku jsou uvedeny faktory, které ovlivňují bezpečnost provozu tramvajových kolejových vozidel a v důsledku toho ovlivní servisní intervaly. V článku je uveden obecný rozbor subsystému kolejových vozidel tramvaje. Představena je koncepce výzkumu nového profilu válcování kol.
4	Risk of crashing with a tram: Perceptions of pedestrians, cyclists, and motorists	Castanier	2012	a	Porovnání chodce, cyklista, motorka.
5	Application of a random effects negative binomial model to examine tram-involved crash frequency on route sections in Melbourne, Australia	Naznin	2016	a, c	Cílem studie je identifikovat klíčové faktory dopravy, tranzitu a trasy ovlivňující frekvenci nehod spojených s tramvají v Melbourne (rozestup tramvajových zastávek, délky úseku tramvajové tratě, priority tramvajového signálu, celkového objemu provozu, priorit tramvajových pásů a poměr tramvajových zastávek. Pomocí modelu RENB se analyzují údaje o frekvenci nehod. Metoda představuje užitečný nástroj plánování pro tranzitní agentury.
6	Exploring road design factors influencing tram road safety– Melbourne tram driver focus groups	Naznin	2018	a	Hodnocení percepce řidičů tramvají, rizikové faktory v závislosti na různých konstrukčních podmínkách tramvajové komunikace. Pro tento výzkum, který zahrnoval třicet řidičů tramvaje (4 ženské a 26 mužských řidičů), zaměřeno na věk řidičů od 29 do 63 let, s průměrným věkem 47,6 let (směrodatná odchylka 10,1 let) a jejich zkušenosti z tramvajové jízdy se pohybovala v rozmezí od 1,17 do 31 let, s průměrnou zkušeností 12,5 let (směrodatná odchylka 10,2 roků). Také ve srovnání plného úvazku s částečným úvazkem. Hodnocení nejbezpečnější

Číslo	Celý název článku	Příjmení prvního autora	Rok vydání	Téma	Stručný popis/anotace
					konstrukce tramvajové zastávky pro cestující mezi návrhy tramvajových zastávek v Melbourne.
7	Influence of approaching tram on behaviour of pedestrians in signalised crosswalks in Poland	Kruszyna	2013	a, c	Okolnosti střetu - výzkum prezentuje vliv přibližující se tramvaje k zastávce na dodržování pravidel silničního provozu chodci (vliv čekání na zelený signál). Nástup do vozidla může být hlavní příčinou nerespektování červeného signálu a tak zvýšením rizikového chování. Tito chodci mohou navíc svést ostatní k přechodu na červenou. Toto riziko je možné eliminovat tím, že programy dopravních semaforů budou nastaveny tak, aby umožnily přístup chodcům na zastávku dříve než vozidlo zavře dveře. Tento návrh může být v rozporu s prioritou v dopravě nebo jinými cíli dopravních signálů na křižovatce.
8	Safety impacts of platform tram stops on pedestrians in mixed traffic operation: A comparison group before-after crash study	Naznin	2016	a, c	Okolnosti, úprava zastávek - cílem studie bylo přezkoumat bezpečnostní vliv zastávek nástupišť a na starší projektované zastávky pro chodce v kontextu provozu tramvají se smíšeným provozem v Melbourne za pomoci analýzy před a po nehodě, metoda porovnávací skupiny (CG). Výsledky celkově naznačují, že zastávky na nástupišti (vyvýšené ostrůvky) mají pro chodce značné bezpečnostní výhody.
9	Main Hazards for Pedestrians in Tramway Design	Millot	2016	a, c	V článku, který se zabývá vlivem tramvajové dráhy na nehody chodců a především rizika pro chodce v souvislosti s tramvajovou tratí. Z celkového počtu nehod 190 bylo 105, které byly spojené s tramvajemi, což podnítilo důležitost plánování komunikačních kampaní.
10	Optimising the design of tramways to mitigate injury risk in pedestrian impacts	Weber	2015	a	Matem model, čelo tram - cílem této studie proto bylo a) optimalizovat design přední části tramvaje, aby se snížilo riziko zranění chodců b) vypracovat praktické pokyny pro návrh služeb veřejné dopravy a výrobců
11	Tram Related Injury Statistics	Laughlin	2017	a, b	Cílem této zprávy bylo přezkoumat povahu, příčinu a mechanismus zranění a úmrtí souvisejících s tramvají, a určit demografické rizikové faktory, které souvisí se zraněními při střetu s tramvají. Ze zjištěných skutečností v období 2005/06 až 2014/15 se

Číslo	Celý název článku	Příjmení prvního autora	Rok vydání	Téma	Stručný popis/anotace
					následně navrholo několik doporučení na snížení vlivu zranění souvisejících s tramvajemi ve Victorii.
12	Tram to pedestrian collision	Jubin	2017	a, c	V článku srážka tramvaje a chodce se nachází mnoho doporučení a kritérií. Obsahuje testování na lidských modelech dummy.
13	Understanding how pedestrian interface with trams	Khambata	2009	a, c	Observační studie, jejímž cílem bylo poukázat na to, jak na sebe vzájemně působí chodci a tramvaje, na příkladu rušných center, které umožňují TFL (transport of London) zlepšit jejich plánování a strategické myšlení s ohledem na možnosti pro chodce.
14	Analýza zpomalování tramvají a vyhodnocení jeho účinku na stojící cestující	Skupová	2012	a, c	Diplomová práce je zaměřená na měření brzdné dráhy tramvaje a zjištění jejího vlivu na stojící cestující. Její experimentální část popisuje způsob praktického měření brzdného zpomalení. Zabývá se taky brzdovým systémem tramvaje. Cílem této diplomové práce je určit mezní hodnotu zpomalení, kdy stojící cestující ještě udrží stabilitu.
15	Motor vehicle drivers' injuries in train-motor vehicle crashes	Zhao	2015	a, c	V článku se popisují zranění řidičů motorových vozidel při srážkách s tramvají. Cílem tohoto výzkumu bylo identifikovat vhodnější model na modelování závažnosti poranění řidičů, zkoumat faktory, které jsou spojené se zraněními. Výsledkem bylo: Pokud je to možné, snížení rychlosti vlaku a motorového vozidla a osvětlení za tmy, může pomoci snížit závažnost zranění řidičů motorových vozidel.
16	Trams - a risk factor for pedestrians	Hedelin	1996	a, b	Článek pojednává o okolnostech vzniku zranění v souvislosti s tramvají. V letech 1988–1992 byly prozkoumané záznamy o úrazech v městě Götterborg. Počet zraněných chodců byl 193 celkem, průměrně 39 ročně. V tomto období bylo 16 úrazů smrtelných, z nichž jedenáct chodců se dostalo pod tramvaj, pět bylo přicvaknutých ve dveřích jedoucí tramvaje a poslední dvě smrtelné nehody byly sebevraždy. Z počtu 193 zraněných chodců byla ve většině případů zasažena hlava, při smrtelných nehodách došlo u lidí k fraktuře lebky.

Číslo	Celý název článku	Příjmení prvního autora	Rok vydání	Téma	Stručný popis/anotace
17	Tram-related injuries in Sheffield	Cameron	2000	a, c	Studie v roce 1944 v Sheffieldu prokázala značný počet zranění v souvislosti s tramvajovým systémem ve městě. Jejím cílem bylo identifikovat počet nehod a druhy zranění související se systémem Supertram. Po dobu 18 měsíců byla sbírána data silničních nehod pacientů z nemocnic. Do studie bylo zapojených 90 lidí, z toho 23 chodců, který se stali účastníky nehod súvisiacimi s tramvaji nebo kolejemi. Tato skupina byla tvořena chodci který byli zraněi přímim kontaktem s tramvají (7) a ty, který padali přes koleje když je přecházejí (16).
18	Child pedestrian injuries at tram and bus stops	Unger	2002	a, b, c, d	Zpětná analýza úrazů 30 dětí s průměrným věkem 9,5 roku na zastávkách autobusů a tramvají. Analýza zdravotních záznamů a dotazníků vyplněných rodiči s informacemi o způsobu, fyzických následcích a postraumatckých poruchách chování po úrazu. Příčiny úrazů - nedostatečné vyhodnocení situace. Prevence - instalace automatického ovládání dveří, zastávek, bariéry bránící dětem v přechodu za vozidlem; omezení parkování v kombinaci s pravidelnými kontrolami na zastávkách; design přední části tramvaje absorbující náraz; vyhýbání se svislým kovovým okrajům na boku tramvaje; přední bezpečnostní záchytný systém pro tramvaje. K prevenci mohou přispět i rodiče doprovodem a dozorem dětí na cestě a zastávkách; vyloučením oděvů se šňůrkami či jinými doplňky, kterými může být dítě zachycené do dveří vozidla a pravidelným vzděláváním se o bezpečnosti silničního provozu doma nebo v škole.
19	Effects of installing a marked crosswalk on road crossing behaviour and perceptions of the environment	Havard	2012	a, c	Článek pojednával o účincích instalace přechodu pro chodce a chování chodců na vozovce v Edinburghu ve Veké Británii. Studie byla provedená na základě dotazníků, ze kterých vyplynulo, že chodci výrazně víc využívali dané místo na přechod, čekali na přechodu podstatně kratší dobu a po instalaci zebry šli v porovnání s předcházejícím krokem výrazně pomaleji a cítili se více bezpečně.

Číslo	Celý název článku	Příjmení prvního autora	Rok vydání	Téma	Stručný popis/anotace
20	Tram priority traffic control on complex intersections	Kaczmarek	2006	c	Metoda vícepřednostního řízení tramvají, automobilů a chodců na křižovatce. Hustá tramvajová doprava zavedla hierarchii priority a řízení reagujícího na dopravu složením fáze online signálu v reakci na detekci provozu. Simulační studie, kterou vypracoval FLEXYST pro velmi vysoké zatížení křižovatky tramvají v Poznani, potvrzuje účinnost a robustnost metody.
21	Informace o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice v roce 2018	Dopravní policie ČR	2019	a	Dokument pojednává o nehodovosti na pozemních komunikacích v české republice v roce 2018. V tomto roce policie České republiky prošetřovala 104 764 dopravních nehod.
22	Informace o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice v roce 2017	Dopravní policie ČR	2018	a	Dokument pojednává o nehodovosti na pozemních komunikacích v české republice v roce 2017. V tomto roce policie České republiky prošetřovala 103 821 dopravních nehod.
23	MDCT evaluation of injuries after tram accidents in pedestrians	Demant	2010	a, b	Článek vyhodnocuje zranění při nehodách s tramvají u chodců za pomoci MDCT počítačové tomografie. Jejím cílem bylo zkoumat druhy a frekvence spojených zranění u nehod s tramvají u chodců. Pacienti byli rozdělení do dvou skupin s jednostrannými nebo komplexními zraněními. Nejčastější zranění byly úrazy hlavy v 83,3 % a hrudníku 66,6 %. Méně častá byla poranění břicha 44,4 %.
24	Severity of pedestrian injuries due to traffic crashes at signalized intersection in Hong Kong: Bayesian spatial logit model	Xu	2017	a, b, c	V článku z Honkongu se popisovala zranění chodců v důsledku dopravních nehod na křižovatce. Článek prozkoumal rizika poranění chodců na signalizovaných křižovatkách. Shrnutí v závěru poukázalo na to, že křižovatky s větším počtem chodců byly všeobecně méně rizikové, též popisuje důležitost značek umístěných okolo signalizovaných křižovatek a zastávek tramvají, aby upozornily chodce na nebezpečí přejetí při jejich nepozornosti.
25	Tramways in Urban Areas: An Overview on Safety at Road Intersections	Guerrieri	2018	c	Článek pojednává o bezpečnosti na křižovatkách v městských oblastech. Jeho cílem je zjistit opatření pro snížení rizika nehod, lépe upozornit účastníky silničního provozu na rizikové podmínky které mohou nastat, informovat o zavedení a instalování vhodných zařízení na nástupištích za účelem lepšího informování účastníků provozu.

Číslo	Celý název článku	Příjmení prvního autora	Rok vydání	Téma	Stručný popis/anotace
26	Tram-related trauma in Melbourne, Victoria	Biswade v et al.	2010	a, b	Cílem této retrospektivní studie bylo stanovit incidenci a strukturu poranění u pacientů s úrazem, který souvisel s tramvajemi v Melbourne. Údaje o úrazech byly sbírané v období od roku 2001 - 2008 ze třech datových souborů: the population-based Victorian State Trauma Registry for major trauma cases, the Victorian Emergency Minimum Dataset for ED presentations and the National Coroners' Information System for deaths. Poskytovaná data zahrnovala konkrétní informace o úrazech.
27	Analysis of the Tram Safety: Case Study of Algeria	Kahlouche	2017	c	Případová studie z Alžírka se zabývala analýzou bezpečnosti tramvají. Jejím cílem bylo zpracovat analýzu bezpečnosti situace v tramvajové dráze na základě určitého časového období a navrhnout určitá opatření pro bezpečnější dopravní systém. Závěrem práce bylo vyhodnocení povědomí o tramvajové dopravě, bezpečnosti na přechodech a respektování bezpečnostních opatření.
28	“It’s a frightful scenario”: A study of tram collisions on a mixed traffic environment in an Australian metropolitan setting	Naweed	2015	a, b	Studie se zabývala srážkami tramvají v australském Queenslandu. Zahrnuje přehledy zpráv o nehodách, pozorování míst nehod, diskuze s řidiči. Výsledky studie odhalily tři hlavní témata, která souvisela s příčinami nehod a to uvědomění si situace, časový tlak a organizační chování.
29	Analysis of Tram Conflict Risk with Pedestrian at the Intersection Based on ATA	Dongxiu OU	2016	c	Studie analyzuje rizika konfliktu tramvají s chodcem na křižovatkách. Analýza kolizí byla vytvořená za pomoci ATA. Výsledkem byla navržená některá preventivní opatření.
30	2017 Annual incident statistics. Victorian Tram Operators	kolektiv	2018	a, b	Roční statistika incidentů tramvajových nehod v Melbourne v Austrálii. Obsahuje přehled statistik incidentů kalendářního roku 2017. Rozděluje úmrtí podle typu osoby, typu výskytu, různých druhů zranění a věkových skupin a dalších kritérií.
31	2018 Annual incident statistics. Victorian	kolektiv	2019	a, b	Roční statistika incidentů tramvajových nehod v Melbourne v Austrálii. Obsahuje přehled statistik incidentů kalendářního roku 2018. Rozděluje úmrtí podle typu osoby, typu

Číslo	Celý název článku	Příjmení prvního autora	Rok vydání	Téma	Stručný popis/anotace
	Tram Operators				výskytu, různých druhů zranění a věkových skupin a dalších kritérií.
32	Exploring the impacts of factors contributing to tram-involved serious injury crashes on Melbourne tram routes	Naznin	2016	a	Článek z Melbourne zkoumá vlivy faktorů, které přispívají ke vzniku závažných nehod tramvají. Cílem této studie je identifikovat klíčové faktory, které souvisí s jízdou, vozidlem, vozovkou, životním prostředím a řidičem spojené s nehodami a těžkými zraněními. Faktory byly zjišťované za pomoci binárního logistického regresního přístupu. Mezi faktory, které nejvíc zvýšily počet smrtelných nehod byly: výška podlahy tramvaje, její stáří, sezóna a vyšší rychlost jízdy.
33	Identification of safety hazards and their sources in tram transport	Szmagliński	2018	c	Polský článek rozebíral identifikace bezpečnostních rizik a jejich zdrojů v tramvajové dopravě. Výsledkem byla nutnost pravidelného školení řidičů tramvají, ale též i ostatních účastníků silniční dopravy - v rozsahu, které souvisí s tramvajovou dopravou a potencionálním nebezpečím, které je s ní spojení.
34	Public transport in metropolitan areas — a danger for unprotected road users	Hedelin	2002	a	Článek pojednává o dopravě v metropolitních oblastech a nebezpečí u účastníků silničního provozu ve Švédsku. Výsledky byly analyzované pomocí registru úrazů z nemocnic. Z výsledků bylo jasné, že rizika smrtelného úrazu byla 4x vyšší pro tramvajovou dopravu v porovnání s autobusovou dopravou.
35	Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. Tram System Related Cycling Injuries	Maempel	2018	a	V článku tramvajových zranění, která souvisí s cyklistickými zraněními bylo cílem informovat o spektru zranění a stavu pacientů po zranění. K sekundárnímu cíli patřilo hodnocení nehod. Výsledky identifikovaly 191 cyklistů.
36	Study method for pedestrian behaviour in the area of pedestrian crossings located at tram stops	Bauer	2017	a	Studie se zabývá chováním chodců na přechodech pro chodce, které se nacházejí na tramvajových zastávkách. Zhodnocuje v procentech zastoupení chodců, kteří se chovají rizikově při příjezdu tramvaje.
37	Study of the possible relationships between tramway front-end geometry	Chevalier	2019	a, c	Studie se zaměřila na zkoumání zranění a různých vztahů mezi přední částí tramvaje a chodcem. Nehody byly simulované pomocí modelu MADYMO. V této studii bylo provedených celkem 8840 simulací úrazů. Nejlepším řešením snížit úrazy hlavy je

Číslo	Celý název článku	Příjmení prvního autora	Rok vydání	Téma	Stručný popis/anotace
	and pedestrian injury risk.				podporovat mechanismy, které zahrnují zatížení ramen.
38	Safety at Kerbside Tram Stops – Accident Analysis and Mitigation	Currie	2011	a, c	Článek zahrnuje informace o bezpečnosti na tramvajových zastávkách Kerbsidu v Melbourne. Popisuje počet nehod, které vznikají u chodců čekajících na obrubníku v letech 1999 - 2009. Výsledný podíl zahrnuje mladistvé až v 65 %. V závěrečném zhodnocení vznikla opatření pro vytvoření bezpečnostních zón na zastávkách, závory, zvýšení šířky bezpečnostních zón a přechody pro chodce.
39	Pedestrian crash risk assessment and intervention	Miao	2016	a	Článek se zaměřuje na nehodovost chodců v Pekingu a zjišťuje, které rizikové způsoby chování způsobují úrazy. Zhodnotil sedm rizikových způsobů chování, které způsobilo 50 % smrtelných nehod. Článek porovnával rizikové chování jen na základě kvantitativní analýzy.
40	An empirical bayes safety evaluation of tram/ streetcar signal and lane priority measures in Melbourne	Naznin	2016	a, c	Tento článek vyhodnocoval bezpečnost signálů tramvají a priority jízdného pruhu v Melbourne. Na vyhodnocení studie byla použita empirická Bayersova metoda, která poskytla přesnější odhady vlivu srážek. Výsledky analýzy poukázaly na statisticky významnou redukci srážek (16 %) po implementaci opatření pro tramvaje. Prioritní opatření přinesla výhody pro všechny účastníky silničního provozu - chodce, vozidla i cyklisty.
41	Agent-based simulation framework for mixed traffic of cars, pedestrians and trams	Fujii	2017	a	Výzkum informuje o simulaci ve smíšené dopravě u aut, tramvají a chodců. Tu je možno použít při diskuzi o silničním managementu, signálové kontrole a veřejné dopravě.
42	Pedestrian smartphone distraction: Prevalence and potential severity	Horberry	2019	a, b, c	Článek z Austrálie popisuje roztržitost chodců v Austrálii při používání mobilního telefonu jako jedno z nejzávažnějších rozptýlení na přechodech pro chodce. V Austrálii se v roce 2006 uskutečnila observační studie, v které se za pomoci videozáznamů chodců, kteří přecházeli přes přechod, zaznamenávalo používání jejich smartphonů a jiných přenosných zařízení. V studii šesti evropských měst využívalo 8% chodců svůj mobilní telefon na psaní zpráv a 2.6 % telefonovalo. Celkově ve studii bylo pozorovaných 4129 chodců, z nichž smartphone nebo jiné zařízení během přecházení používalo 815.

Číslo	Celý název článku	Příjmení prvního autora	Rok vydání	Téma	Stručný popis/anotace
43	Extrémní mechanické zatěžování organismu	kolektiv	2012	a	Dokument shrnuje problematiku extrémního dynamického zatížení organismu. Popisují se v něm poznatky o jednotlivých systémech pohybového aparátu, jejich mechanické vlastnosti při různém zatížení. Popisuje škály AIS, GSI a HIC.
44	Analýza nehod v silničním provozu	Šachl	2010	a	Dokument analyzuje nehody v silničním provozu, kterou vydalo ČVUT v Praze obsahuje různé třídění a dokumentaci dopravních nehod, aplikaci fyziky a jejich zákonů v nehodovosti. Dává informace o poměrech při nehodách a popisuje různé metody analýzy.
45	Tolerance lebky a mozku na vnější mechanické působení	Strauss	2007	b	Tento článek pojednává o toleranci poranění lebky a mozku při vnějším mechanickém působení. Popisuje normy pro přežití GSI. Popisuje kritické hodnoty poškození lebky a mozku a v závěru vyhodnocuje hranice tolerance hlavy na vnější zátěž.
46	European facts and the Global status report on road safety 2015	Jackish	2018	a, c	Tento dokument vydaný WHO pojednává o bezpečnosti na silnicích z roku 2015. Popisuje počty nehod a počty hospitalizovaných pacientů v nemocnicích v různých evropských zemích. Rovněž popisuje bezpečnostní normy pro vozidla, a procentuální vyjádření úmrtí různých účastníků silničního provozu.
47	Prevence úrazů dětí v dopravě	Provalilová	2008	c, d	Dokument obsahuje stručné zásady prevence dopravních úrazů a příčiny dopravních nehod u dětí. Též se v něm nachází různé zásady bezpečného přecházení, a jiné nápady pro obce a základní školy pro děti.
48	Program prevence dopravních úrazů pro předškolní děti	Novotná	2008	c, d	Dokument obsahuje preventivní opatření při dopravních úrazech předškolních dětí.
49	Tragická dopravní nehoda dvou tramvají	Vlček, Lefner	2008	a	Tento článek pojednává o čelním střetu dvou tramvají. Příčinou vzniku této nehody byl nezajištěný odjezd drážního vozidla tramvajového vlaku.
50	Dopravní úrazy těhotných žen	Kepák	2008	a	Článek pojednává o dopravních nehodách na silnici, kterých se zúčastnily těhotné ženy.
51	Nehody ČR statistika policie	Policie ČR	2020	a	Soubor obsahuje nehodovost z roku 2020, která obsahuje rozdělení nehod v ČR i v Evropě podle různých kritérií.
52	Review of walking hazards for	Andres, R.O	2012	c	Tento článek se týká pracovníků na železniční dráze a nebezpečí na pracovišti při chůzi.

Číslo	Celý název článku	Příjmení prvního autora	Rok vydání	Téma	Stručný popis/anotace
	railroad Workers				
53	Monitoring of a Rail Fastening System	Wei	2017	a, c	Článek pojednává o monitorování systému upevnění kolejnic. Systém upevňování kolejnic je monitorovaný na základě systému automatického a dálkového snímání.
54	Effect of Rail Fastening System Modifications	Lakušić	2016	a, c	V této studii z Chorvatska byl vyhodnocovaný negativní vliv 142 nově zavedených nízkopodlažních tramvají na chování tramvajové infrastruktury, trvanlivost upevňovacích systémů kolejnic. Vzhledem k tomuto negativnímu vlivu byla vyvinuta dvě nová řešení pro systémy upevnění kolejnic s názvem 21-CTT a 21-STT systém.
55	Analysis of Vibrations	Herráiz, J.	2015	a	Cílem této studie bylo analyzovat vibrace, které jsou generované přítomností vlnění na modelované tramvajové trati. Implementovali zde analytický model, který byl schopný reprodukovat vibrační chování na tramvajové trati. Výsledkem této analýzy byl závěr, že přetížení, které je přenášeno na dráhu v důsledku zvlnění má velký vliv na maximální zrychlení generované vozidlem.
56	Exploring the impact of a dedicated streetcar right-of-way on pedestrian motor vehicle collisions: A quasi experimental design.	Richmond, S.A.	2014	a, c	Tento článek pojednává o srážkách v Kanadském Torontu chodců s tramvají v roce 2010. Cílem bylo prozkoumat změny v rychlosti a v prostorovém uspořádání PMVC před instalací pravostranného ROW, která byla nainstalovaná v tramvaji na St. Clair Avenue West v městě Torontu. Výsledkem bylo snížení srážek, snížení se týkalo hlavně dětí a lehčích zranění.
57	Ročenka nehodovosti i 2019	Straka, J.	2020	a	Soubor ročenka nehodovosti z roku 2019, která obsahuje rozdělení nehod v ČR i v Evropě podle různých kritérií.
58	Crash analysis. Criteria Description	Cichos, D.	2004	a, b	Tento dokument obsahuje soubor crash analýz a jejich popisů. Obsahuje jednotlivá kritéria pro jednotlivé části lidského těla: hlava, krk, hrudník, horní končetiny a dodatečná kritéria.
59	Safety System for Streetcar Stops Without Safety Barriers	Omatsu	2011	a, c	Studia hodnotí bezpečnost systému ITS u zastávek tramvají v Japonsku, které nemají bezpečnostní zábrany. Studie byla vyhodnocena prostřednictvím dotazníků u řidičů. Výsledek studie vyhodnotil systém jako užitečné opatření pro zastávky tramvají.
60	C - IV class tram crashworthi	Anghileri	2008	a, c	Studie z Itálie vyhodnocuje odolnost proti nárazu tramu třídy C - IV, a též realizuje a vyhodnocuje nové bezpečnostní zařízení pro zabránění vážného zranění řidiče i při

Číslo	Celý název článku	Příjmení prvního autora	Rok vydání	Téma	Stručný popis/anotace
	ness assessment				nejtěžších nehodách. Výsledkem provedené simulace bylo vyhodnocení, že nejen systém SPB, ale i prostor, v kterém se řidič nachází, jsou zodpovědné za přežití řidiče a zabránění jeho vážnému zranění.
61	Design of Tram Collision Prevention System Based on Infrared Ranging and Kalman Filtering	Yang Kang	2019	a,c	V této studii se píše o infračerveném systému, který slouží k tomu, aby se předešlo kolizím mezi tramvají, chodci a motorovými vozidly, která během její jízdy mohou vstoupit či vjet do její dopravní dráhy. Protisrážkový systém se používá jako přesná odpověď relativní rychlosti a relativní vzdálenosti vozidla nebo chodce. Tato metoda může zlepšit přesnost detekce skutečných časových vzdáleností přední části tramvaje během jízdy. Výsledkem studie bylo popsání relativní vzdálenosti, na jejímž základě bylo vyhodnoceno účinné předcházení kolizím mezi vozidly a chodci.
62	Preventing road traffic injury, a public health perspective for Europe	Racioppi F.	2004	a,c	Tento článek byl připravený k Světovému dni zdraví 2004 s cílem zvýši informovanost široké veřejnosti a přijata opatření, které by předcházela zraněním na silnicích.
63	A study on Children and School Pedestrians Safety in Urban Areas	Akgul Veisel	2008	a,c	V tomto článku sa rozebírá bezpečnost dětí na vozovkách ve Švédsku, jehož výsledkem je zamerění se na prevenci u dětí.
64	An Overview of Anatomical Consideration of Infants and Children in the Adult World of Automobile Safety Design	Donald F.	1998	a,c	V tomto článku se popisují strukturální odlišnosti dětí od dospělých jedinců. Tyto odlišnosti jsou rozhodující při ochraně před nárazovými silami. Cílem tohoto článku bylo zhrnout anatónii a antropometriu rastu a vývoje dieťaťa a dojeťaťa v zmysle: ťažiska tela, hmotnosti hlavy vo vzťahu ku krku a celkové telesné proporcie.

Príloha B – Seznam tabulek, obrázků, grafů

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Mimořádné události na tramvajových dráhách, Dier, 2008	19
Tabulka 2: Statistika nehodovosti v Praze 2007-2020, nehody.cdv, 2020	21
Tabulka 3: Přehled shrnutých studií	48
Tabulka 4: Charakteristika studie a výzkumného souboru	49
Tabulka 5: Charakteristika zranění a limity studie	49
Tabulka 6: Příčiny a způsob poranění, Unger, 2002	51
Tabulka 7: Typ a lokalizace úrazu, Unger, 2002	52
Tabulka 8: Demografické údaje, Laughlin, 2017	54
Tabulka 9: Charakter a místo zranění, Laughlin, 2017	54
Tabulka 10: Typ zranění, lokalizace a závažnost: 193 případů s 265 zraněními, Hedelin, 1996	56
Tabulka 11: Typ zranění při nehodách tramvají u chodců, Demant, 2010	57
Tabulka 12: Shrnutí parametrů v modelu zranění chodce, Xu, 2017	59
Tabulka 13: Demografie, lokalizace úrazu a výsledek pacientů, Biswadev, 2010	61

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Náklady spojené s dopravními nehodami, Daňková, 2007	16
Obrázek 2: Graf znázorňující závislost deformace šlachy při napnutí, Štefan kol, 2012	24

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Příčiny vzniku mimořádných událostí (MU), Mikulka, 2019	20
Graf 2: Typy zranění mimořádných událostí, Mikulka, 2019	21
Graf 3: Příčiny poškození mozku vyjádřené v procentech, King, 2018	28
Graf 4: Mechanismus zranění pacientů s traumatem souvisejícím s tramvají, Biswadev, 2010	61
Graf 5: Mechanismus velkého traumatu souvisejícího s tramvají, Biswadev, 2010	62