



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUT OF FORENSIC ENGINEERING

ANALÝZA JÍZDY OSOBNÍHO VOZIDLA S PŘÍVĚSEM

ANALYSIS OF DRIVING A PASSENGER VEHICLE WITH A TRAILER

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MGR. TOMÁŠ ŠUJAN

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. ALEŠ VÉMOLA, PH.D.

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Mgr. Tomáš Šujan

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

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

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

Analýza jízdy osobního vozidla s přívěsem

v anglickém jazyce:

Analysis of Driving a Passenger Vehicle with a Trailer

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Předmětem diplomové práce bude analýza negativních jevů souvisejících s provozem přívěsného vozíku za osobním vozidlem se zřetelem na konstrukční rychlost, provádění technických kontrol a rozbor související legislativy. Podklady pro práci budou získány vlastním měřením, spoluprací s některým z výrobních závodů, organizacemi zabývající se prováděním technických kontrol, z dostupné literatury apod. Výsledky práce by měly vyústit v návrh konkrétních opatření minimalizující zjištěné negativní jevy.

Cíle diplomové práce:

1. Rozbor související literatury a legislativy.
2. Zjištění aktuální praxe při provádění technických kontrol přívěsných vozíků a spojovacích zařízení.
3. Provedení experimentálních měření vybraných jízdních vlastností, jejich zpracování a vyhodnocení.
4. Analýza negativních jevů souvisejících s provozem přívěsného vozíku za osobním vozidlem.
5. Návrh konkrétních opatření minimalizujících zjištěné negativní jevy.

Seznam odborné literatury:

- [1] BRADÁČ, Albert. Soudní inženýrství. Dot. 1. vyd. Brno: CERM, 1999, 725 s. ISBN 80-7204-133-9.
- [2] VLK, František. Automobilová technická příručka. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2003, 791 s. ISBN 80-238-9681-4.
- [3] VLK, František. Diagnostika motorových vozidel: [diagnostické testery, motortestery, brzdové soustavy, geometrie řízení, tlumiče, kontrola podvozku, diagnostické linky]. 1. vyd. Brno: František Vlk, 2006, vi, 444 s. ISBN 80-239-7064-x.
- [4] VLK, František. Dynamika motorových vozidel. 2. vyd. Brno: František Vlk, 2003, 432 s. ISBN 80-239-0024-2.
- [5] JAKUBEC, Julius. Přívěsy za osobní automobily. 1. vyd. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1980, 168 s.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.

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

V Brně, dne 26.10.2012

L.S.

doc. Ing. Robert Kledus, Ph.D.
Ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt:

Předmětem diplomové práce je analýza negativních jevů souvisejících s provozem přívěsného vozíku za osobním vozidlem se zřetelem na konstrukční rychlost, provádění technických kontrol a rozbor související legislativy. Podklady pro práci byly získány vlastním měřením, spoluprací s předním českým výrobním závodem přívěsů Vezeko s.r.o., organizací zabývající se prováděním technických kontrol Dekra Automobil a.s., a z dostupné literatury včetně elektronických zdrojů. Výsledky práce vyústí v návrh konkrétních opatření minimalizující zjištěné negativní jevy.

Abstract:

The subject of this thesis is the analysis of the negative effects associated with the operation of a trailer for a personal vehicle with respect to the design speed, technical checks and analysis related legislation. Its work is drawn from the measurement, cooperation with leading Czech production plant trailers Vezeko s.r.o., an organization engaged in the implementation of engineering controls DEKRA Automobil a.s. and available literature, including electronic resources. Results of the work end with proposals for specific measures to minimize the identified adverse effects.

Klíčová slova:

Přívěs, osobní automobil, analýza, legislativa, nehoda, dynamika, jízda, spojovací zařízení, konstrukční rychlost, brzdění, technická kontrola, měření, negativní jev, nárazová zkouška.

Keywords:

Trailer, passenger car, analysis, legislation, accident, dynamics, ride, coupling, design speed, braking, control engineering, measurement, negative phenomenon, crash test.

Bibliografická citace:

ŠUJAN, T. *Analýza jízdy osobního vozidla s přívěsem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2013. 135 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D..

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Analýza jízdy osobního vozidla s přívěsem* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který tvoří součást této práce.

10. 10. 2013

.....

Mgr. Tomáš Šujan

Poděkování

Velký dík za nezištnou pomoc patří těmto lidem:

Ludvík Večeřa – jednatel společnosti Vezeko s.r.o.

- za výrobu, zapůjčení a označení dvou identických přívěsů Vezeko v brzděné a nebrzděné variantě pro měření praktické části této práce a převzetí rizika jejich poškození při měření

Ivana Ulmanová – výkonná ředitelka Masarykova okruhu a.s.

- za umožnění provést měření v prostorách autodromu

Josef Kylar – vedoucí provozního oddělení Masarykova okruhu a.s.

- za pomoc při zajištění měření v prostorách autodromu

Jiří Pokořák – manažer AAA AUTO Brno, AAA AUTO a.s.

- za umožnění zaměření tažných zařízení na nabízených vozidlech

Aleš Vémola – vedoucí diplomové práce

- za přijetí tématu v rámci diplomové práce a konzultace

Vladimír Panáček – konzultant diplomové práce

- za asistenci při měření a jeho přípravě a konzultace

Zdeněk Vlach – vedoucí řízení jakosti, Agados s.r.o.

- za konzultace a ochotu pomoci při zpracování práce

Norbert GROSSER – vedoucí střediska Služby pro STK, DEKRA Automobil a.s.

- za konzultaci v otázce legislativních podmínek a metodiky technické kontroly přívěsu

dále děkuji za ochotu a pomoc: Michalu Vížd'ovi (Vezeko), Jakubu Motlovi (USI), Ivo Svatoši (USI), Ivo Červenému, Radku Příhodovi a Martinu Šimůnkovi.

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Historický přehled konstrukcí přívěsů na našem území	8
3. Rozbor související literatury a výzkumné činnosti.....	12
3.1 Literatura.....	12
3.2 Výsledky výzkumné a expertizní činnosti	18
4. Rozbor legislativy	38
4.1 Vymezení pojmů přívěs, přívěsné vozidlo, jízdní souprava.....	38
4.2 Kategorie vozidel	40
4.3 Schvalování technické způsobilosti a technické podmínky provozu.....	41
4.4 Řidičské oprávnění	44
4.5 Jízda s přívěsem	45
4.6 Provádění technických kontrol	47
5. Průběh technické kontroly brzděného přívěsu.....	48
6. Studie technického stavu tažných zařízení	50
7. Praktická část diplomové práce – Vliv zatížení soupravy osobního automobilu s přívěsem na dynamiku soupravy.....	57
7.1 Rozbor problematiky	58
7.2 Zkušební dráha.....	65
7.3 Tažné vozidlo.....	67
7.4 Přívěsy	68
7.5 Zátěž.....	70
7.6 Měřicí prostředky a dokumentace měření	72
7.7 Zkreslení měření	74
7.8 Zpracování měření	85
7.9 Výsledky měření - akcelerace	87
7.10 Výsledky měření – brzdění	91
7.11 Závěr praktické části	106
8. Analýza negativních jevů.....	107
8.1 Dynamické vlastnosti – snížená akcelerace.....	107
8.2 Dynamické vlastnosti – prodloužení brzdné dráhy.....	107
8.3 Jízdní stabilita – vybočení přívěsu na kluzkém povrchu	108
8.4 Jízdní stabilita – vybočení přívěsu na adhezivním povrchu	110
8.5 Jízdní stabilita – rozkmitání soupravy	111
8.6 Jízdní stabilita – převrácení přívěsu.....	111
8.7 Zajištění a přesun nákladu při nárazu, brzdění nebo ztrátě stability.....	112
8.8 Svévolný pohyb přívěsu – zajištění proti pohybu ve svahu.....	114
8.9 Samovolný pohyb přívěsu – samovolné odpojení přívěsu	114
8.10 Deformace soupravy při nehodě - pronikání oje do karoserie vozidla.....	114
8.11 Sřet s chodcem – vstup chodce do prostoru oje.....	115
8.12 Osvětlení přívěsu – závady v elektroinstalaci přívěsu.....	116
9. Závěr	119
10. Seznam příloh	120
11. Seznam použitých zkratk	120
12. Použité zdroje	120
12.1 Knižní zdroje.....	120
12.2 Časopisecké zdroje	120
12.3 Akademické práce.....	120
12.4 Legislativní zdroje	121

12.5	Rejstřík zdrojů.....	122
12.6	Zdroje fotografií, ilustrací a grafů.....	127

1. Úvod

Provoz osobního automobilu v soupravě s přívěsem s sebou nese mnoho výhod. Přívěsy snižují nároky na počty nákladních vozidel, zvyšují užitnou hodnotu automobilu i míru komfortu a bezpečí při přepravě některých nákladů. Cena nového moderního přívěsu je přitom zlomkem ceny nového automobilu.

Přes všechna pozitiva má jízda s přívěsem určitá specifika, která si část řidičů ne vždy připouští. Předmětem vědomého i nevědomého hazardu se tak často stává nevhodná volba typu přívěsu vůči přepravovanému nákladu nebo tažnému vozidlu, jejich přetěžování, nevhodné ložení nákladu i samotný způsob jízdy. Pevné konstrukce moderních přívěsných vozíků od renomovaných výrobců zvládnou bez úhony mnohdy i výrazné překročení nosnosti, fyzika jízdy soupravy je ale neúprosná.

Z těchto faktů vyplynula myšlenka analyzovat jízdu osobního vozidla s přívěsem se zřetelem na podmínky provozu, jízdní vlastnosti, technický stav i poznatky z dopravních nehod. Přestože se práce soustředí na negativní technické jevy a stavy, není cílem přívěs stavět do roviny nebezpečného výrobku, za vznik dopravní nehody může zpravidla řidič tažného vozidla, popř. řidič jiného vozidla, který se specifiky provozu u okolo jedoucí soupravy nepočítal.

Kromě rešeršní teoretické části byla pro oblast praktické části vymezena dynamika soupravy, kde získaná data z velké části pomůžou popsat jízdní vlastnosti v přímém směru. Tyto poznatky bude možné v budoucnu dále rozvíjet, např. zkoumáním směrové stability, odpružení apod.

Předložená diplomová práce popisuje aktuální stav vědecko-technického poznání problematiky jízdy s přívěsem, legislativní rámec týkající se provozu přívěsu za osobním automobilem, zachycuje aktuální praxi provádění technických kontrol, v části praktické prostřednictvím jízdních zkoušek zkoumá a popisuje vliv zatížení jízdní soupravy osobního automobilu s přívěsem na dynamice soupravy, aby v závěru bylo možné vymezit okruh negativních jevů a soubor opatření, která by měla tyto negativní jevy eliminovat.

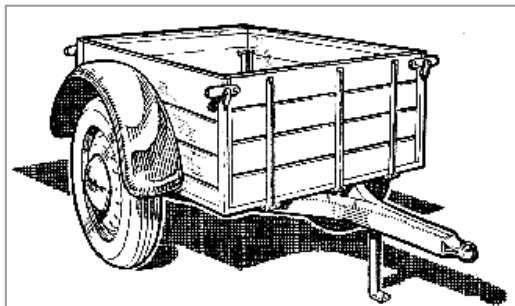
Cílem je zprostředkovat odborné veřejnosti i řidičům samotným ucelený přehled i jasné představy o základních prvcích problematiky týkající se jízdy osobního vozidla s přívěsem, technického stavu přívěsu i možných rizik plynoucích z provozu.

2. Historický přehled konstrukcí přívěsů na našem území

Krátký pohled do historie přívěsů na našem území poskytuje přehled o konstrukčním vývoji, který se ustálil na současně vyráběné platformě, kterou až na drobné rozdíly využívá většina soudobých výrobců přívěsů v ČR i ve světě.

Přívěsy byly oblíbeným doplňkem osobních automobilů již v dobách první republiky. Jedním z prvních nákladních továrních přívěsů byl výrobek značky Aero, továrny letadel Praha – Vysočany.

Přívěs byl vybaven sklápěcími čely, osazen velkými automobilními šestnáctipalcovými koly a přes své relativně malé rozměry (ložná plocha 1270 x 920 mm) se vyznačoval poměrně vysokou nosností 400 kg. Provozní hmotnost přívěsu byla 135 kg. Za příplatek byl dodáván s praktickým plechovým víkem.¹



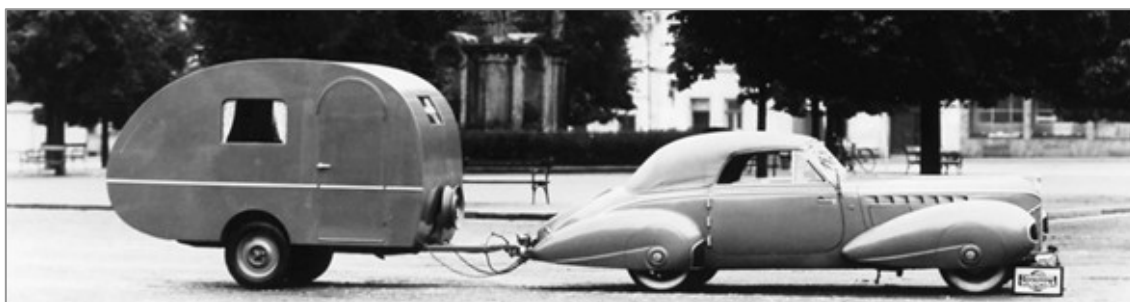
Obr. 1 – Nákladní přívěs Aero za OA

Vezmeme-li v úvahu, že tehdejší produkce osobních automobilů Aero byla vybavena mechanickými brzdami a výkon motorů u středního modelu Aero 30 byl 30 koňských sil, měl plně zatížený přívěs velký vliv minimálně na dynamické vlastnosti soupravy.

Obr. 2 – „Uprostřed byla nad číslovou tabulkou oválná sdružená svítlna která měla vespod průřez pro osvětlení tabulky. Dolní okénko bylo koncové světlo, horní, větší okénko, bylo světlo brzdové. Na blatnících byla tmavočervená skleněná obrysová světla. Na pravé straně byla pod obrysovým světlem ještě odrazka (jezdilo se vlevo).“²



Neznámým pojmem pro motoristy nebyl v době první republiky ani karavaning.



Obr. 3 – Automobil Aero 50 se zakázkovou karoserií a obytným přívěsem zn. Sodomka

S podobným nákladním přívěsem jako byl popsán výrobek Aero se setkáváme i v poválečné produkci výrobního družstva Motex. Přívěs byl osazen malými bantamovými koly a vyráběn ve dvou typech pro jízdu za osobním automobilem nebo motocyklem. Varianta pro motocykl měla karoserii z plechových výlisků, pro automobil byl přívěs laminátový.



Obr. 4, 5 – Závěsný vozík Motex za skútre *Manet S100* a *Škodou 440 Spartak*

V počátcích rozvoje motorismu byl automobil pro svoji nedostupnost širším vrstvám obyvatelstva nahrazován motocyklem. Potřeba přepravy nákladů za pomoci přívěsu se tedy nevyhnula ani tomuto typu jednostopého osobního vozidla a mnozí výrobci (např. Česká zbrojovka) na ni reagovali přívěsy připomínajícími ruční dvoukolé vozíky.

V šedesátých letech byl k řadě motocyklů Jawa s kyvnou zadní vidlicí představen jednokolý vozík PAV 40, výrobce AVIA, Závody J. Dimitrova národní podnik Letňany (později výroba přesunuta do Kovožárodu Semily) s bantamovým kolem odpružený pryžovými bloky (nebo vinutými pružinami) a s plechovou karoserií o objemu 103 dm³. Nosnost 30 kg při vlastní provozní hmotnosti 20 kg a nejvyšší dovolené rychlosti 70 km/h z něj dělala praktický doplněk. Díky tomu, že kolo je umístěno mimo těžiště ložné plochy a velká část tíhy vozíku spočívá na tažném vozidle, je nutno o něm hovořit jako o vozíku návěsném, nikoliv přívěsném. Vozík je připojen pomocí křížového kloubu.



Obr. 6, 7 – PAV 40 – návěsný vozík za jednostopé osobní vozidlo (motocykl, skútr)

Velmi zajímavým modelem vozíku typové řady PAv je typ 100 určený pro tažení za osobním automobilem. Stejně jako předchozí vozík je vybaven pouze jedním kolem, v daném případě umístěným pod ložnou plochou, které je přes pružící jednotku s rámem přívěsu spojené točnicí. Vozík je k tažnému vozidlu připevněn pevně ve dvou bodech v místech úchyťů zadního nárazníku tažného vozidla. Velkou výhodou je snadné couvání, ovšem s vyššími nároky na prostor (souprava se při změně směru neláme ve svislé rovině). Díky pevnému spojení s karoserií tažného vozidla se vozík nemůže vůči němu výrazně rozkmitat, přesto přenáší do karoserie velké boční síly, které volně otočné kolo na rozdíl od klasického řešení pevně fixovaných kol nazachycuje a tuto úlohu přebírá z větší části zadní náprava tažného vozidla. S podobnými konstrukcemi se bylo možné setkat i v zahraničí. Paradoxem je, že většina těchto vozíků byla tažena vozidly s poháněcí skupinou umístěnou v zadní části karoserie (Škoda 1000 MB, Š 100, Fiat 500, VW Brouk), a tedy nerovnoměrným rozložením hmotnosti mezi nápravy.



Obr. 8, 9 – Vozík PAv 100 v soupravě se Škodou 110R a detail zavěšení a uložení kola

Ve výrobních programech můžeme nalézt i další zajímavé typy přívěsů, např. hojně dovážený stanový přívěs Skif M1 – SSSR, vyznačující se elegantní karoserií z plechových výlisků, přívěs Kempík – ČSSR nebo laminátový přívěs CC70 – ČSSR kombinující vlastnosti nákladního přívěsu, stanového přívěsu a malé veslice.

Typickými představiteli nákladních přívěsů byl výrobek Kovopodniku Brno typ KPN 250 a SportJacht LPB 207.

Vzhledem k nedostatku výrobních kapacit vznikala velká část přívěsů individuální stavbou s následným otypováním. Na našich komunikacích se tedy ještě dnes můžeme nezdědkat setkat s přívěsy rozmanitých konstrukčních řešení.



Obr. 10 – Přívěs Sport Jacht LPB 207

Porevoluční období s sebou přineslo ukončení možnosti jednoduše schválit k provozu individuálně vyrobený přívěs a příležitost pro podnikatelské aktivity. První oficiální výrobci se většinou rekrutovali z úspěšných konstruktérů a stavitelů individuálních staveb. Po letech se na trhu udrželi jen někteří. Mezi hlavní výrobce přívěsů v ČR patří firmy: Agados s.r.o., Vezeko s.r.o., Maro Kralovice s.r.o., VAPP s.r.o., Přívěsy Trojan, Paragan s.r.o., ABB přívěsy s.r.o. a další. Vysoká míra konkurence a profesionalizace výroby podstatně rozšířila spektrum dostupných nabízených variant přizpůsobených účelu využití (nákladní přívěsy, přepravníky automobilů, motocyklů, lodí, letadel, živých zvířat, pojízdné prodejny a stánky, izotermické skříně, nosiče reklamních ploch, ...) Představu poskytnou nejlépe konkrétní nabídky jednotlivých výrobců.

Z výše uvedeného textu je patrné, že problematika jízdy osobního vozidla s přívěsem je velmi široká co do počtu variant, ze kterých je možné složit výslednou soupravu. Proto se práce omezuje na provoz univerzálního nákladního přívěsu do celkové hmotnosti 750 kg v soupravě s běžným typem osobního automobilu – která tvoří nejčastěji užívanou variantu.



Obr. 11 – Univerzální nákladní přívěs Vezeko NP s bočnicemi z profilovaného pozinkovaného plechu je oblíbený produkt v nižší cenové hladině pro dům, zahradu a podnikání. Výhodou je lehká konstrukce a zasouvateľná trubková oj, která umožňuje garážování ve svislé poloze i v místnostech s běžnou výškou stropů.



Obr. 12 – Profesionální brzděný přívěs Vezeko Vario představuje typického zástupce středně velkého přívěsu za osobní a dodávkové automobily. Masivní provedení bočnic z voděvzdorné překližky spolu s ocelovou ohrádkou (relingem) přispívá k vysoké životnosti i při denním náročném používání.

Přívěsy obdobné konstrukce a provedení využívá praktická část této práce.

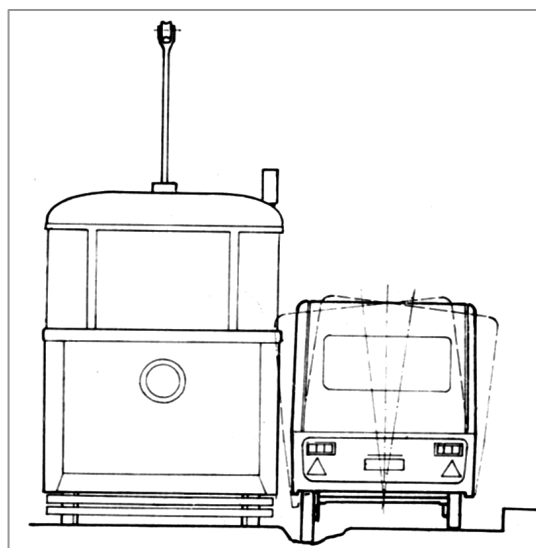
3. Rozbor související literatury a výzkumné činnosti

3.1 Literatura

Problematicke jízdy přívěsu za osobním vozidlem se většina běžně dostupných knižních titulů věnuje jen velmi okrajově. Jedna z mála tuzemských knih věnujících se přívěsům za osobními vozidly vyšla v roce 1980 pod názvem **Přívěsy za osobní automobily**³. Autor Julius Jakubec a kol. pojal téma populární formou, kdy popisuje všeobecné informace o přívěsech, základy konstrukce, přehled tehdejších továrně vyráběných výrobků, některé zásady jízdy s přívěsem a jeho řádné údržby.

Autoský kolektiv se zaměřuje podrobně i na dynamickou stránku provozu přívěsu za osobním automobilem. Zmiňuje se především o nutnosti rezervy výkonu motoru potřebné pro tažení přívěsu, parametrech brzdového systému, odolnosti převodového ústrojí, dimenzování zdroje elektrického proudu, rozložení svislých sil působících na soupravu mezi nápravy a celkové schopnosti vozidla snášet zvýšené namáhání.

Zvýšené nároky na brzdnu soustavu opírá o test časopisu Svět Motorů, který provedl testování soupravy osobního automobilu Škoda 100 v soupravě s obytným přívěsem Astra. Za zmínku stojí, že naměřená brzdná dráha této soupravy byla lehce za hranicí tehdejších legislativních podmínek. Zdařilá je i část o manipulaci se soupravou v omezených prostorech (couvání, přejíždění nerovností, průjezd obloukem). Příkladem je kresba znázorňující riziko kontaktu přívěsu (obytný, se skříňovou nástavbou nebo vysokou celní plachtou) s ostatními vozidly vlivem náklonu při průjezdu jednoho z kol nerovností na vozovce. Převážnou část knihy zaujímají informace o stavbě přívěsu, zejména obytného. Ačkoliv by se mohlo zdát, že tato část je na dnešní poměry již neaktuální, dají se zajímavé myšlenky najít i v této pasáži. Zejména jsou tím rozvedené technické úvahy a fakta, které pomáhají pochopení všech důležitých faktorů, potřebných pro konstrukci vyspělého přívěsu s odpovídajícími jízdními vlastnostmi a jeho bezpečný provoz.

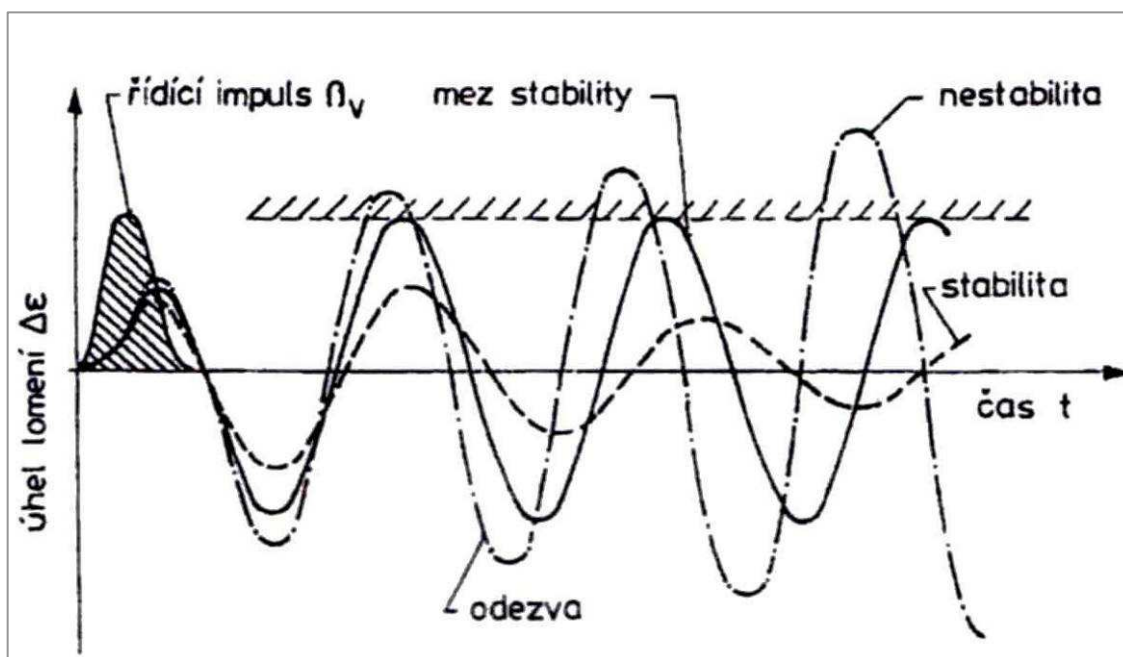


Obr. 13 – Riziko kontaktu přívěsu při průjezdu nerovností ve vozovce

V podobném duchu byla zpracována i publikace **Stavíme obytný přívěs**⁴ autorského kolektivu Ing. Jiřího Vitáska a Ing. Jana Libenského. Kromě problematiky stavby přívěsu se zabývá i předpisy souvisejícími s přívěsy a zásadami bezpečné jízdy s obytným přívěsem. Informace obsažené v této knize ovšem nedosahují kvality předchozího titulu a data v ní obsažená lze již považovat za neaktuální.

S teorií pohybu vozidla s přívěsem a souvisejících dynamických faktorů se můžeme setkat v automobilových příručkách prof. Ing. Františka Vlka DrSc.. V knize **Dynamika motorových vozidel**⁵ lze najít teoretické rozborů, vztahy a grafy k problematice jízdních odporů, brzdění, hnací charakteristice, odpružení, ovladatelnosti, předklánění karoserie při brzdění, říditelnosti a stabilitě. Přestože je kniha zaměřena převážně na provoz samotného vozidla, jsou v některých pasážích zmínky o provozu vozidla s přívěsem nebo návěsem. Ukázky jsou ovšem vztaženy ve velké míře na soupravu nákladního vozidla a dvounápravového přívěsu s říditelnou přední nápravou.

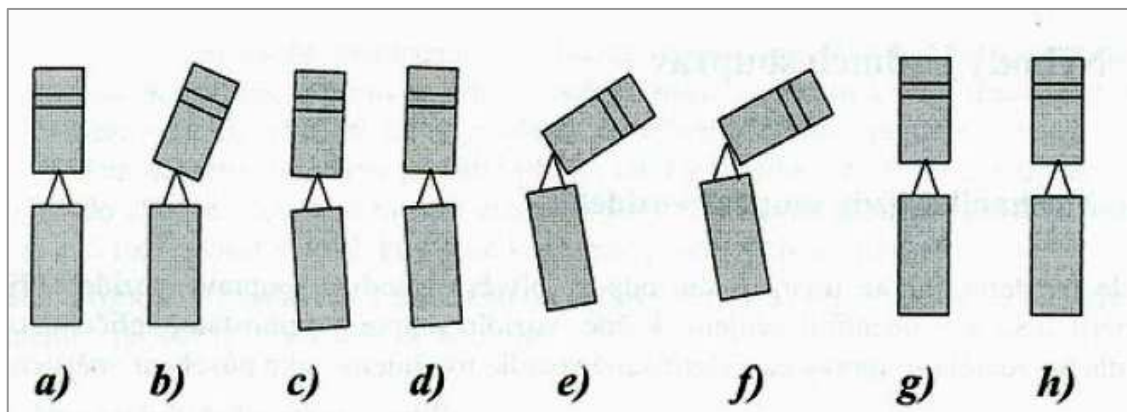
V kapitole stabilita jízdních souprav je řešeno boční kmitání jízdní soupravy, které může být vybuzeo např. impulzním natočením volantu, poryvem větru, přejetím nerovnosti. Vyobrazení časového průběhu úhlu zlomení soupravy znázorňuje velikost řídicího impulsu, vybuzující příčné rozkmitání soupravy, které pro nízké rychlosti rychle doznívá a souprava se chová stabilně. „Při vysokých rychlostech se amplitudy kmitání stále zvětšují, stáčivé pohyby jízdní soupravy se již neustálí. Meze mezi těmito rychlostními oblastmi tvoří kritická rychlost, při které po jednorázovém vybuzení systému mají amplitudy kmitání v závislosti na čase stejnou velikost, vozidlo se pohybuje na mezi stability.“⁶



Obr. 14 – Posuzování stability jízdní soupravy

Nehodami jízdních souprav se zabývá část knihy **Soudní inženýrství**⁷ prof. Ing. Alberta Bradáče, DrSc. a kolektivu autorů v části 23.11 – Nehody jízdních souprav, která se dále dělí na podsekcí mechanika jízdy souprav vozidel a zlomení soupravy nebo podjezd pod přívěs. Veškeré poznatky jsou primárně vztaženy pro tažné vozidlo v soupravě s dvounápravovým přívěsem, kde je první z náprav říditelná, popř. souprav tahače s návěsem.

Pro ilustraci lze uvést kresbu konečné polohy soupravy tahače s přívěsem při různém brzdění náprav vycházející z rozsáhlého výzkumu na modelových soupravách vozidel v ÚVMV Praha. Z kresby je patrné, že pro dané případy se na konečné poloze řízená náprava podílí minimálně (minimální vytočení oje oproti podélné ose přívěsu). Pro uvažování analogie chování soupravy při brzdění i pro přívěs dvounápravový s malým rozvorem náprav, popř. jednonápravový, je nutná určitá míra odstupů a zobecnění.



Obr. 15 – „Konečná poloha souprav tahače s přívěsem při různém zatížení náprav.“⁸

- a) brzdění, kdy všechny nápravy byly pod mezí blokování – směrová stabilita zachována
- b) zablokovány obě nápravy tažného vozidla – tažné vozidlo mírně stočeno
- c) zablokovány obě nápravy přívěsu
- d) blokovány všechny nápravy – v tomto případě se souprava příliš nestácela
- e) blokována zadní náprava tažného vozidla - např. nouzové brzdění ruční brzdou
- f) blokována zadní náprava tažného vozidla a přívěsu
- g) blokována přední náprava tažného vozidla
- h) blokována přední náprava tažného vozidla i přední náprava přívěsu

Zajímavý příspěvek související s problematikou zatěžování přívěsů lze najít v knize **Pneumatiky a jejich údržba**⁹ autora Františka Hliněnského. V části zatížení vozidla a rozložení nákladu na jeho ložné ploše uvádí přehled objemových hmotností nejčastěji přepravovaných nákladů a povolené objemy pro jednotlivé tonáže nákladních automobilů a přívěsů¹⁰. Vzhledem k tomu, že mnohým řidičům osobních vozidel chybí jasná představa o přípustném zatížení přívěsu vztahenému k objemové hmotnosti nákladu a při jeho ložení se řídí spíše zásadou přepravit takové množství nákladu, jaké ložná plocha dovolí, je přiložena tabulka inspirovaná výše uvedenou knihou.

Srovnány jsou dva přívěsy do celkové hmotnosti 750 kg, které vedou v prodejích pro užití za osobními automobily a pro jednotlivé materiály¹¹ jsou vypočítány hmotnosti nákladu při zaplnění ložné plochy po horní okraj pevných bočnic. K údaji je vypočítáno procento zatížení. V případě, že číslo převyšuje 100 %, můžeme hovořit o přetížení, které se rovná hodnotě, o kterou tuto hranici překračuje. Ke každému materiálu je vypočítána i výška nákladu, kterou by zaujímal, pokud by se jeho hmotnost rovnala povolené užitečné a ložnou plochu by vyplňoval beze zbytku. U kapalin se pro zjednodušení neuvažuje obalový materiál (např. těsně vedle sebe ložené kanystry).

Přehled zatížitelnosti přívěsů často přepravovanými náklady		Vezeko NP 18			Vezeko Vario A08.2		
							
Rozměry ložné plochy*		1760x1115x400 mm			2520x1270x300 mm		
Objem ložné plochy		0,78 m ³			1,34 m ³		
Celková hmotnost		750 kg			750 kg		
Užitečná hmotnost		600 kg			500 kg		
		Ložení po hranu bočnic		Výška nákladu pro povolenou užitečnou hmotnost [cm]	Ložení po hranu bočnic		Výška nákladu pro povolenou užitečnou hmotnost [cm]
		Hmotnost [kg]	Zatížení [%]		Hmotnost [kg]	Zatížení [%]	
Objemová hmotnost [kg/m ³] ¹¹							
uhlí	1000	780	130	31	1340	268	15
koks	500	390	65	62	670	134	30
škvára	600	468	78	51	804	161	25
písek říční	1800	1404	234	17	2412	482	8
šterk	2600	2028	338	12	3484	697	6
zemina mokrá	2000	1560	260	15	2680	536	7
rašelina mokrá	600	468	78	51	804	161	25
cihly plné tvrdé	2400	1872	312	13	3216	643	6
cement	1900	1482	247	16	2546	509	8
žula	2750	2145	358	11	3685	737	5
sklo	2500	1950	325	12	3350	670	6
ocelový plech	7800	6084	1014	4	10452	2090	2
dřevo smrkové	750	585	98	41	1005	201	20
dřevo borové	750	585	98	41	1005	201	20
dřevo dubové	1000	780	130	31	1340	268	15
dřevo lipové	580	452	75	53	777	155	26
obilí	700	546	91	44	938	188	21
brambory volné	750	585	98	41	1005	201	20
brambory pytl.	650	507	85	47	871	174	23
papír	1000	780	130	31	1340	268	15
hnůj chlévský	800	624	104	38	1072	214	19
olej	750	585	98	41	1005	201	20
benzín	800	624	104	38	1072	214	19
výška ložné plochy uvažována po konec pevné bočnice, nikoliv po hranu ocelové ohrádky – relingu Ilustrační obrázky – č.11 a č.X							

Z časopisových zdrojů stojí za zmínku **článek Světa Motorů¹² Umíte táhnout přívěs** autora Petra Slováčka, který vyšel v čísle 19/2011. Na pěti stranách se snaží odlehčenou formou shrnout většinu důležitých informací o provozu přívěsu za osobním automobilem. Tažení přívěsu úvodem označuje za český fenomén a dle sondy na velkém parkovišti obchodního domu uvádí, že tažným zařízením je viditelně vybaveno 25 % automobilů.

Článek pokračuje zmínkou o legislativním paradoxu, kdy podle výkladu zákona na jedné straně nesmí řidič s řidičským oprávněním skupiny B řídit soupravu překračující 3500 kg, na straně druhé může řídit vozidla, jejichž maximální přípustná hmotnost nepřevyšuje 3500 kg a k nim připojit přívěs o celkové hmotnosti 750 kg. V součtu by tedy taková souprava vážila 4250 kg. Mluvčí ministerstva dopravy



Obr. 16 – Část obálky Světa motorů

Martin Novák k tomu v článku uvádí: „Výklad zákona je v toto případě méně jasný.“¹³ Podle oficiálního vyjádření ministerstva „Můžete řídit jízdní soupravu o hmotnosti až 4250 kg, ale pouze za předpokladu, že maximální hmotnost vozíku bude oněch 750 kg.“¹⁴ Současně tamtéž uvádí, že v rámci ČR je možné v rámci oprávnění skupiny B řídit soupravu s přívěsem s celkovou hmotností vyšší než 750 kg za předpokladu, že celková hmotnost soupravy nepřekročí 3500 kg. Článek avizuje legislativní změnu tohoto „dvojitého pravidla“.

Dále se zaměřuje na problematiku platby mýta pro vozidla do 3500 kg, vybavená tažným zařízením. Podle vyjádření ministerstva je rozhodná hmotnost tažného vozidla a i při připojení tunového přívěsu za třípůltunovou dodávku je tedy třeba zaplatit jen dálniční známku jako za samotné vozidlo.¹⁵

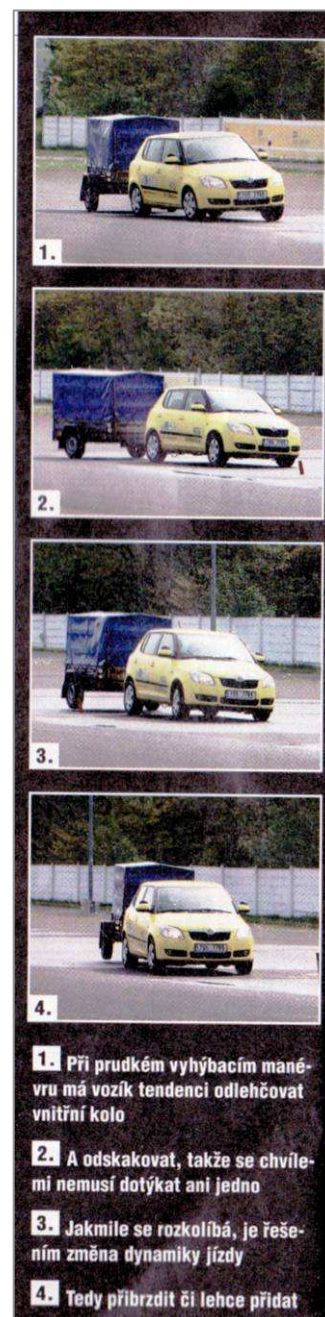
V dalších řádcích se věnuje povinnosti demontovat nevyužívané tažné zařízení demontovatelné bez pomoci nářadí, typům povolených spojovacích zařízení (koule ISO 50, oko DIN 40), podmínkám ložení, zajištění a označení nákladu, výběru přívěsu, nejvyšší povolené rychlosti (v té době 80 nebo 100 km/h).¹⁶

Důležitý poznatek se vztahuje k námitce čtenáře, proč je nutné platit povinné ručení za přívěs, když není schopno vlastního pohybu a ručení je uhrazeno pro tažné vozidlo. Milan Káňa ze společnosti Kooperativa odpovídá, že povinnost sjednání povinného ručení pro přívěs za automobil (nikoli ale za přívěs pro motocykl) je stanovena zákonem a není vyloučeno samovolné odpojení přívěsu od tažného vozidla nebo jeho rozjetí po špatném zajištění např. ve svahu a s tím související vznik škody.¹⁷

Na tyto poznatky navazuje část věnující se stabilitě přívěsu. Pro praktické ukázky využili novináři vozidla Škoda Fabia v soupravě s přívěsem Trojan a dodávku VW v soupravě s obytným přívěsem. Jízdy probíhaly na kluzných plochách autodromu v Mostě, které provozuje firma HCT.CZ a.s.

Kromě ukázek nestability přívěsu v krajních situacích si účastníci vyzkoušeli i jízdu v obytném přívěsu, která není dle legislativy přípustná. Článek vyústí v závěr: „Zkušenost na vlastní kůži nám dává nejlépe pochopit všechno, co od volantu zkrátka nevidíme. Teď už si budeme každý náklad kurtovat dvakrát a na mokru pojedeme s přívěsem z poloviny tak rychle. Naložený dokáže strhnout z vozovky i velké auto jedna dvě.“¹⁸

Pozn. S výše zmíněnou firmou HCT.CZ a.s. a vedením autodromu Vysoké Mýto proběhlo jednání o možnosti provést podobné měřené zkoušky pro účely praktické části této práce na kluzných plochách, které provozuje. Přes přislíbené využití technologie kluzných ploch bylo od původního záměru upuštěno z důvodu malé časové dotace, která by nedovolovala naměřit dostatečný objem dat. Z toho důvodu byly jízdni zkoušky přesunuty do prostor Masarykova okruhu a provedeny za běžných adhezních podmínek. Přesto patří vedení autodromu i firmě HCT.CZ poděkování za ochotu podílet se nezištně na zpracování práce. Stejnou ochotu při hledání vhodné dráhy projevilo i vedení autodromu Hradec Králové. Dík patří i jim.



Obr. 17 – Průjezd obloukem po kluzné dráze

3.2 Výsledky výzkumné a expertizní činnosti

Velmi zajímavé poznatky, které nejsou přístupné v běžně dostupné literatuře, získáme nahlédnutím do výzkumné činnosti prováděné znalci, znaleckými ústavy, vysokými školami, výrobci stabilizačních systémů vozidel, automobilovými kluby a redakcemi.

ADAC – jízdní zkoušky malého zatíženého přívěsu

Německý automobilový klub ADAC (Deutscher Automobil Allgemeiner-Club) zveřejnil v rámci motoristické osvěty na svých webových stránkách výsledky krátkého testu, kde demonstruje, jak se mění jízdní vlastnosti soupravy přívěsu s OA se vzrůstajícím zatížením pod názvem Kleiner Anhänger schwer beladen¹⁸ – Malý přívěs těžce naložený.

Ve videospotu¹⁹ k testu uvádí problematiku zajímavou formou pomocí nárazové zkoušky vozidla Fiat Punto s nákladem zahradnických potřeb umístěném volně v zavazadlovém prostoru a prostoru sklopených zadních sedaček.



Obr. 18 – Do kabiny automobilu byly před nárazovou zkouškou volně umístěny běžné zahradnické potřeby – zahradní nářadí, skládací nábytek, substráty, hnojiva, hadice, květináče a živá květina v květináči



Obr. 19 – Ze snímku rychlokamery dokumentující průběh nárazové zkoušky je zřejmý pohyb výše uvedeného nákladu vlivem setrvačnosti při nárazu, jeho pronikání do prostoru pro cestující a střet s ovládacími prvky vozidla a posádkou

Přiložené fotografie názorně demonstrují výhodu přepravy nákladu mimo prostor kabiny vozidla (např. na přívěsu). Kromě nebezpečí přesunu nákladu při nárazu může náklad rozptylovat pozornost řidiče např. hlukem či zápachem. V neposlední řadě může poškodit interiér vozidla, vozidlo nevhodně zatížit nebo ho vozidlo nemusí vůbec pojmout.



Obr. 20 – *figuríny a náklad*



Obr. 21 – *volné ložení nákladu ve voze*



Obr. 22 – *průběh nehodového děje*



Obr. 23 – *náklad deformuje opěradlo*



Obr. 24 – *přesouvá se směrem dopředu*



Obr. 25



Obr. 26 – *proniká do prostoru posádky*



Obr. 27 – *střetává se s posádkou*

Pro demonstraci jízdních vlastností zatíženého přívěsu byla sestavena jízdní souprava z osobního automobilu Opel Astra 1.9 CDTI a malého nebrzděného přívěsu Humbaur HA75/100 o celkové hmotnosti 750 kg, který byl zatěžován kanystry s vodou.



Obr. 28, 29 – Testovaná souprava a zátěž složená z kanystrů plněných vodou

Jízdy proběhly s prázdným přívěsem, zatíženým (680 kg) s umístěním nákladu pro svislé zatížení tažného zařízení směrem k vozovce a dále lehce přeloženým (+30 kg) s posunutím těžiště za nápravu přívěsu pro demonstraci situace, kdy na spojovací zařízení nepůsobí svislá síla směrem k vozovce, ale přívěs zád' tažného vozidla nadlehčuje. Předmětem zkoušek bylo zaměření brzdné dráhy a zachycení chování soupravy při brzdění z výchozí rychlosti 80 km/h ve všech popsanych alternativách zatížení a jízdní vlastnosti soupravy při výhybném manévru.

Souprava s prázdným přívěsem zabrzdila na dráze 26,5 m, s plně zatíženým zabrzdila na dráze 33,8 m, s nerovnoměrně přeloženým přívěsem se brzdná dráha prodloužila na hodnotu 35,7 m. Brzdnou dráhu samotného automobilu bez přívěsu zdroj neuvádí.

Výhybný manévru s prázdným přívěsem proběhl bez vybočení přívěsu, s plně naloženým se přívěs dostal za vozidlem do smyku, díky rovnoměrnému rozložení hmotnosti byl systém ESP schopný udržet automobil říditelný. S nerovnoměrným zatížením v neprospěch přilnavosti zadní nápravy automobilu došlo k odchýlení automobilu ze směru jízdy a smyku celé soupravy.



Obr. 30 – Vychýlená souprava ve smyku po výhybném manévru



Obr. 31 – počátek příčného přemístění



Obr. 32 – zařazování do druhého pruhu



Obr. 33 – překývnutí přívěsu



Obr. 34 – přívěs opouští vymezený prostor



Obr. 35 – strhává zád' automobilu



Obr. 36 – tím ho vychyluje ze směru jízdy



Obr. 37 – souprava se zalamuje



Obr. 38 – konečné postavení vozidel



Obr. 39 – rozjezd v přímém směru



Obr. 40 – počátek příčného přemístění



Obr. 41 – smyk při zařazování do 2. pruhu



Obr. 42 – překývnutí přívěsu



Obr. 43 – přívěs opouští vymezený prostor



Obr. 44 – strhává zád' automobilu



Obr. 45 – tím ho vychyluje se směru



Obr. 46 – konečné postavení vozidel



Obr. 47, 48 – Na fotografii je patrný výrazný závlek pneumatiky při smyku přívěsu, kdy hrozí porušení těsnosti kola oddělením patky bezdušové pneumatiky od disku kola a následným únikem tlaku. I tomuto jevu se diplomová práce věnuje v praktické části.

Autobild – porovnání kvalitních a nekvalitních přívěsů a popis některých rizik

Zajímavou fotografii zveřejnil motoristický časopis Autobild v článku Der feine Unterschied²⁰ – Jemný rozdíl, kde se primárně věnoval kvalitě provedení přívěsů. Zobrazuje nezatížený přívěs v soupravě s Fordem Mondeo na hranici převrácení po výhybném manévru. Článek se dále věnuje konstrukčním rozdílům mezi kvalitním a nekvalitním přívěsem. V poslední době se i na našem trhu objevují dovozové přívěsné vozy nižší kvality, odolnosti, ale i ceny. Tento konkurenční trend nutí tuzemské výrobce ke konstrukci přívěsů stavěných tzv. „na cenu“. Byť tyto přívěsy splňují podmínky pro provoz na pozemních komunikacích, lze se zvláště v této cenové kategorii nezdávka setkat s poškozenými kusy vlivem nižší odolnosti a životnosti.



Obr. 49 – Výrazný náběh na převrácení lehkého přívěsu po prudkém výhybném manévru v rychlosti 70 km/h

Ivan Prebil – stabilita soupravy

Rozkmitání přívěsu za osobním automobilem se věnoval i Prof. Dr. Ing. Ivan Prebil z fakulty strojního inženýrství Univerzity v slovinské Ljublani spolu s Dr. Gašperem Šušteršičem a Dr. Mihou Ambrožem. Svůj příspěvek publikoval pod názvem Vehicle dynamics of cars with trailers²¹ (Jízdni dynamika automobilu s přívěsem) na 12. konferenci společnosti AREC Group (Accident Reconstruction Conference Group) v roce 2010, která se konala ve švýcarském městě Wildhaus.



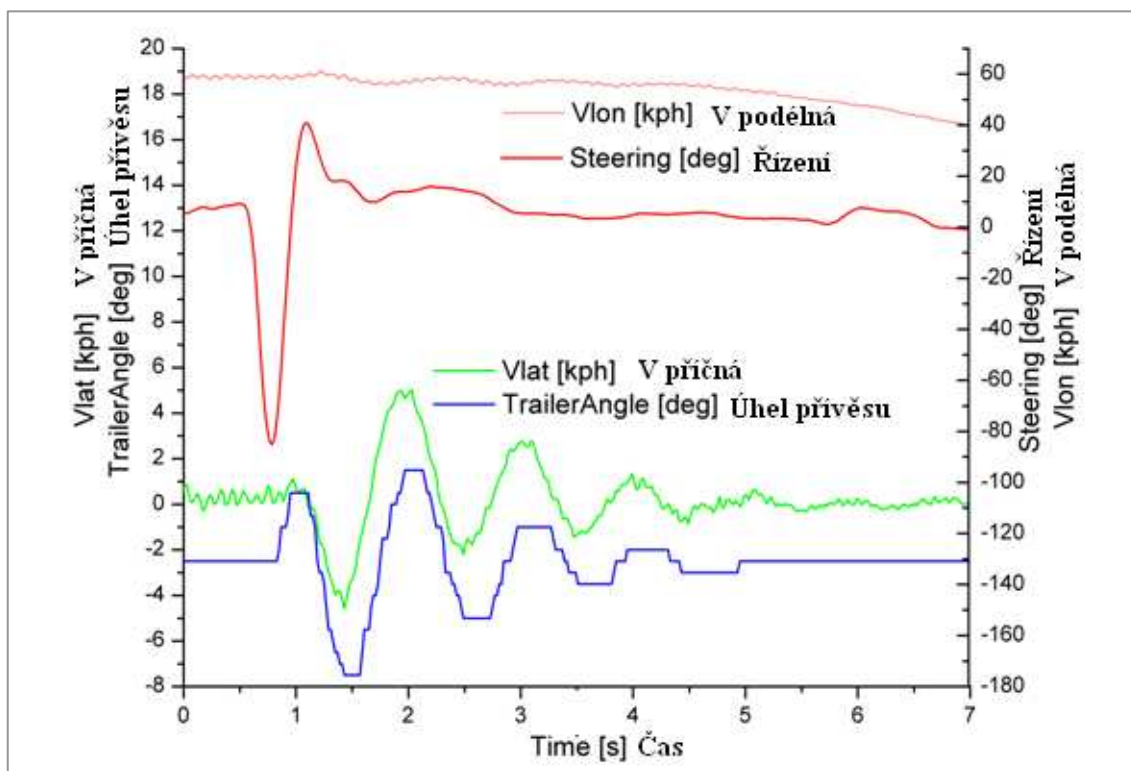
Obr. 50 – Měřicí souprava profesora Prebila

S vozidlem Opel Zafira a malým nebrzděným přívěsem zkoumal jeho stabilitu při jízdě po prašné cestě. Při měření byla magnetickým snímačem (magnet – hallova sonda) zaznamenávána výchylka volantu tak, aby byl zaznamenán manévr řidiče, kterým vybudil kmitání soupravy, na přívěsu byl v úrovni kola umístěn tříosý akcelerometr, měřen byl i úhel mezi přívěsem a automobilem.

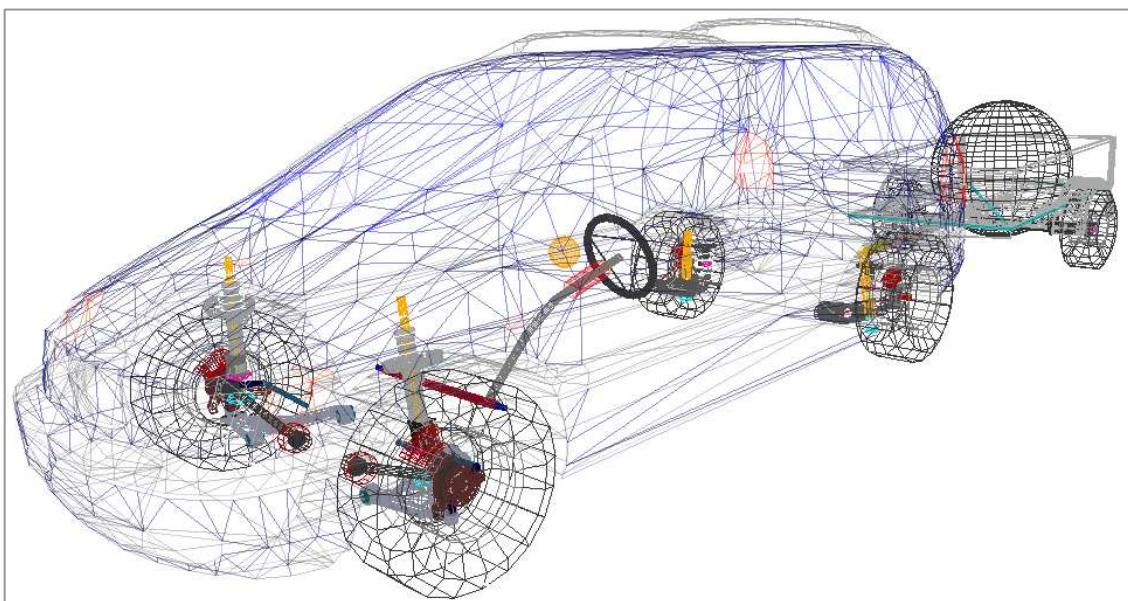


Obr. 51 – Jednoduché zařízení pro měření úhlu mezi přívěsem a vozidlem. Na plechové podložce, která je pevně spojená s tažným zařízením automobilu, je uchycený snímač natočení (optočlen). Na vstupní hřídel toho snímače je uchycená závitová tyč spojená předepnutým lankem se šroubem vystupujícím z objímky na oji přívěsu.

Pomocí teoretického odvození a jeho ověřením provedenými jízdními zkouškami vytvořil mechanický model soupravy využitelný k modelování dynamických vlastností v simulačních programech. Zároveň popsal charakteristiku odpružení vozidla s přívěsem. Měřením se dospělo k závěrům, že zatížení podstatně ovlivňuje stabilitu soupravy. Pokud je souprava nesprávně naložena (nerovnoměrné zatížení), je možné, aby se stala nestabilní i v rychlostech povolených právními předpisy.²²



Obr. 52 – Naměřená data. Rozkmitání přívěsu bylo vybuzeno výchylkou volantu.



Obr. 53 – Model soupravy pro simulace v MBS (Multi Body System)

BOSCH – systém ESP se stabilizací přívěsu

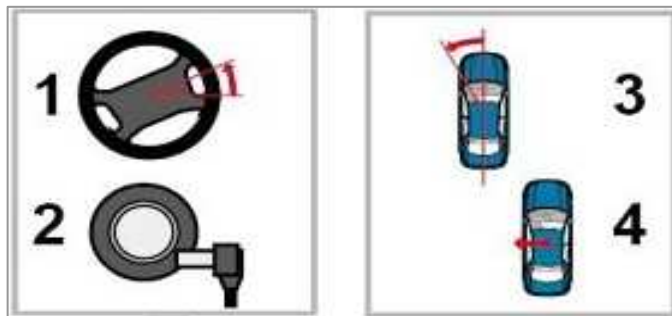
Příčné rozkmitání přívěsu se do nedávné doby dalo eliminovat prakticky jen mechanickou cestou pomocí zvláštního spojovacího zařízení, které tlumilo příčné kmity přívěsu. Tento systém se uplatil převážně u obytných přívěsů, ale velkého rozmachu a použití u univerzálních přívěsů se doposud nedočkal. Hlavice spojovacího zařízení v sobě obsahuje dva třecí segmenty ze slitiny s obsahem mědi, které velkou silou svírají kouli ISO 50 tažného zařízení. Tím je zvýšen odpor příčného pohybu oje přívěsu a kmitání soupravy je tlumeno. Segmenty se jízdou opotřebovávají a je nutné je měnit. Cena stabilizačního přípojného kloubu je zhruba 9.000 Kč, tedy se blíží ceně nejlevnějších přívěsů. Zvýšené tření v kloubu má za následek i zvýšené namáhání tažného zařízení automobilu a koule ISO 50. Proto má použití zařízení určitá omezení – např. „Šroubovaná koule do rámu tažného zařízení (viz.obr. 1) smí být použita jen tehdy, je-li spolehlivě zajištěna její poloha vůči rámu. Některá tažná zařízení jsou v tomto směru konstrukčně labilní.“²³ (Úryvek z návodu na použití k přípojnému kloubu se stabilizátorem AL-KO AKS 1300)



Obr. 54 – Stabilizační přípojná hlavice Winterhoff. V levém dolním kvadrantu jsou patrné výměnné třecí segmenty ze žlutého kovu a jejich umístění.

Pokročilejší druh aktivní směrové stabilizace přívěsu, než je popsané pasivní mechanické řešení, nabízí systém ESP s programem stabilizace přívěsu.

Systém ESP (Electronic Stability Programme) pomáhá udržet vozidlo stabilní tím, že předchází situaci, kdy by mělo za běžných podmínek přejít do smyku, popř. se již vzniklý smyk snaží potlačit a přispět k udržení vozidla v zamýšleném směru. Základním úkolem elektroniky je vyhodnocovat soulad toho, kam řidič vozidlo směřuje a kam vozidlo skutečně jede. Pro tento účel vyhodnocuje informace ze snímače natočení volantu, snímačů otáček kol, měřidla příčného zrychlení a momentu setrvačnosti podle svislé osy vozidla.



Obr. 55 – Snímače systému ESP

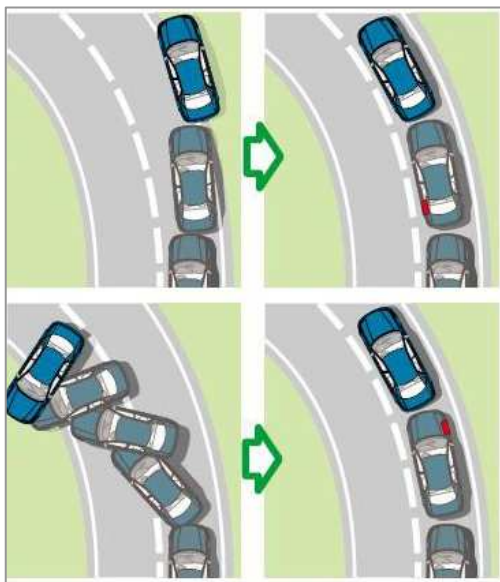
1 – natočení volantu

2 – otáček kol

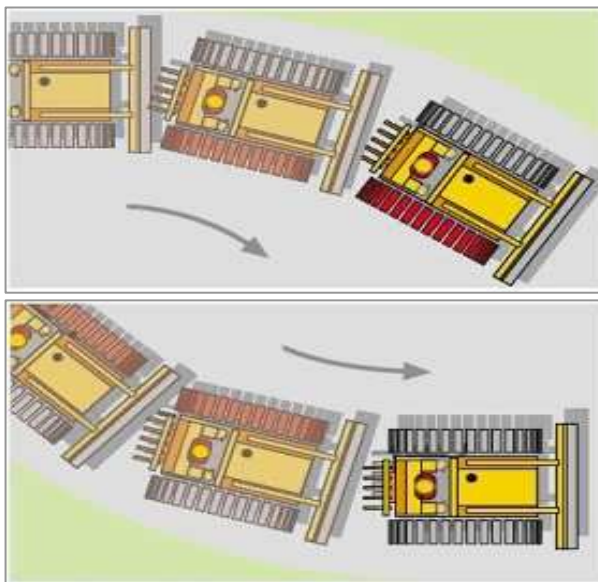
3 – momentu setrvačnosti podle svislé osy

4 – příčného zrychlení

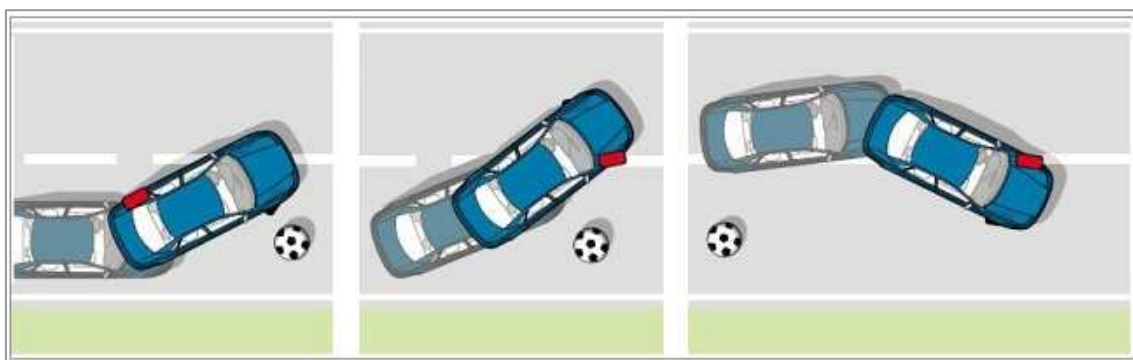
„Cílenými brzdnými zásahy vytvoří ESP opačný otáčivý moment, než je moment, který vozidlo dostal do smyku. Při nedotáčivém smyku systém přibrzdí zadní kolo na vnitřní straně zatáčky a sníží tah motoru. V druhém případě, tedy při přetáčivém průjezdu zatáčkou, systém ESP přibrzdí kolo na vnější straně zatáčky, opět provede zásah do řízení motoru a případně i automatické převodovky.“²⁴



Obr. 56 – Korekce ESP nedotáčivého (nahore) a přetáčivého průjezdu obloukem (dole)



Obr. 57 – Srovnání principu s řízením pásového vozidla pomocí přibrzdování pásů



Obr. 58 – Systém ESP napomáhá i manévrovatelnosti – příčnému přemístění

Z uvedeného je patrné, že systém ESP reaguje i na vnější vlivy, které mohou způsobit nesoulad toho, kam řidič vozidlo směřuje a kam skutečně jede – např. silové působení oje přívěsu, které má snahu vyvést vozidlo z žádaného směru.

S technickým vývojem je systém obohacován o další rozšiřující funkce, které zvyšují bezpečnost a komfort jízdy s vozidlem. Namátkou lze zmínit asistent rozjezdu ve svahu, brzdový asistent, který zvyšuje účinek v krajních situacích, pokud řidič nebrzdí dostatečnou silou, funkce Load Adaptive Control přizpůsobuje reakce systému zatížení vozidla, další funkce působí proti převracení, popř. z rychlosti odvalování kol zjišťují nepřímo tlak v pneumatikách a rozpoznají defekt.²⁵

Pro jízdu s přívěsem je podstatné rozšíření Trailer Sway Mitigation, tedy zmírnění kývání přívěsu. Funkce programu řídící jednotky systému ESP sleduje jemné rozkmitání vozidla a přibrzdováním kol protilehlých směrů, kam kmitání vozidlo stáčí, působí proti tomuto pohybu. Zároveň snižuje rychlost vozidla pod kritickou hranici, kdy ke kmitání dochází. Oproti běžnému systému je tedy funkce citlivější a problém řeší již v počátku místo toho, aby korigovala důsledky rozkmitání ve formě výraznější ztráty stability.

Nespornou výhodou funkce je, že jejím nositelem je automobil, tedy je možné stabilizovat již vyrobené přívěsy a nezvyšují se nároky na konstrukční složitost, cenu a údržbu přívěsů. Vyobrazení (obr. 60-67) znázorňují reakci systému na nestabilitu přívěsu. Rozkmitání přívěsu vybudil boční poryv větru při nájezdu na most.

Obr. 68-75 zachycují nehodu autopřepravníku taženého vozidlem bez stabilizace.



Obr. 59 – Mezi zásahy ESP je brzdný účinek symetrický. Pro zjednodušení je zvýrazněna jen přední náprava.



Obr. 60 – přívěs se vychyluje vpravo



Obr. 61 – ESP přibrzdí levé kolo



Obr. 62 – přívěs se vychyluje vlevo



Obr. 63 – ESP přibrzdí pravé kolo



Obr. 64 – rychlost soupravy klesá



Obr. 65 – ESP přibrzdí levé kolo



Obr. 66 – kmitání ustalo



Obr. 67 – souprava je stabilní



Obr. 68 – vozidlo v přímém směru



Obr. 69 – přívěs začíná vybočovat



Obr. 70



Obr. 71 – amplituda kmitů roste



Obr. 72



Obr. 73 – přívěs strhává vozidlo



Obr. 74 – následně se převrací



Obr. 75 – závěr nehodového děje

12. AREC Meeting Wildhaus Švýcarsko – znalecká konference o nehodách přívěsů

Kromě příspěvku profesora Prebila vystoupili na konferenci i další experti a znalci. V souvislosti s problematikou provozu přívěsů za osobními vozidly bylo předneseno několik zajímavých témat. Za zmínku stojí práce věnující se destrukci tažného zařízení po nehodě a nutnosti jeho výměny Dipl. Ing. Manfreda Becke – Austausch von Anhängerkupplungen nach Kollisionen. Zajímavým příspěvkem byla rekonstrukce nehody, kdy osobní automobil VW Golf čelně narazil do zadní části autopřepravníku, na tento i bez nájezdů najel a zastavil se o zadní část tažného vozidla, které tímto poškodil – Klaus – Dieter Brösdorf – Kann ein Pkw auf einen autotransportanhänger auffahren? Ein Versuchsbericht. Brzdými vlastnostmi souprav složených z Mercedesu 123 a různých přívěsů (malý univerzální nákladní přívěs, velký dvouosý nákladní přívěs, různé typy obytných přívěsů, autopřepravník a přívěs pro přepravu koní) se zabývala práce Jörga Ahlgrimma – Brake tests with car-trailer combinations Bremsversuche mit Anhängergespannen. Všechny tyto příspěvky jsou dostupné na placeném sborníku z konference, který není veřejně přístupný.

Na internetu je ale zveřejněna část nárazových zkoušek souprav osobních automobilů s přívěsy a následného pohybu nákladu při nehodě. Zkoušeny byly různé nehodové situace, např. boční náraz do přívěsu za OA, náraz vozidla do nákladního přívěsu pro zemědělskou techniku apod.



Obr. 76 – čelní náraz soupravy do stojícího vozidla a pohyb nákladu vlivem setrvačnosti



Obr. 77 – rozjezd soupravy



Obr. 78 – postavení vozidel před střetem



Obr. 79 – náklad vyráží přední čelo



Obr. 80 – naráží do zadní části vozidla



Obr. 81 – část pokračuje nad střechou



Obr. 82 – střetává se se stojícím vozidlem



Obr. 83 – rozptyluje se po okolí



Obr. 84 – konečná poloha

HTW Berlin – pronikání oje přívěsu do karoserie vozidla při nehodě

Vysoká škola pro techniku a hospodářství v Berlíně (Hochschule für Technik und Wirtschaft – HTW Berlin) provedla v roce 2007 nárazovou zkoušku brzděného přívěsu zatíženého na 800 kg v soupravě s osobním automobilem Ford Escort. Souprava narazila čelně do pevné překážky při rychlosti 50 km/h. Přes brzdný účinek přívěsu byla síla vyvinutá na tažné zařízení natolik vysoká, že došlo k jeho deformaci a proniknutí oje do prostoru zadní části vozidla, která byla zcela zdeformována. U vozidel s poslední řadou sedadel v bezprostřední vzdálenosti od zádi vozidla lze možné následky při jejím obsazení pasažéry snadno domýšlet. Zanedbatelné nejsou ani materiální škody. Průběh popisované nárazové zkoušky je možné zhlédnout na obr. 85-92.

HTW se proto snaží nalézt vhodné řešení pro zmírnění následků tohoto typu nehody. Jedním z navrhovaných řešení je práce studentů Normana Steinke B.Eng., Roberta Breitfelda B.Eng., Stephana Rudolpha B.Eng. a Manuela Cecha B.Eng. s názvem Knickdeichsel²⁶ – lomená oj. Smyslem řešení je vychýlit směr vektoru síly, kterou přívěs působí na zadní část vozidla mimo podélnou osu směrem k vozovce a zamezit přenosu této síly přes oj přívěsu při nárazu. Řešení využívá přidavný kloub, který je součástí spojovacího zařízení přívěsu a který je zajištěn pomocí střížného kolíku. Prudký nárůst silového působení při nárazu kolík přestřihne, čímž se zajištění kloubu uvolní a zařízení způsobí pokles oje mimo podélnou osu vozidla. Přívěs do vozidla naráží předním čelem, vlivem větší styčné plochy a jiného směrového působení sil není deformace zadní části tak hluboká. Průběh improvizované nárazové zkoušky zobrazují obr. 93-99.

Pokročilejším řešením je ocelový nárazník, tzv. Schutzplatte – ochranná deska umístěná na oji přívěsu pod spojovacím zařízením. I její relativně malá plocha postačuje na rozložení tlaku působícího na zadní část karoserie, zabraňuje proniknutí oje do karoserie vozidla a většina kinetické energie přívěsu se zmaří deformací konstrukce tažného zařízení a zadní příčné výztuhy karoserie pod nárazníkem vozidla s partiemi podlahy zavazadlového prostoru, popř. je přenesena do dalších partií vozidla ve směru jízdy. Velká část energie se stále přenáší přes hlavici tažného zařízení.

Obr. 101-108 zobrazují nárazovou zkoušku s použitím zařízení Schutzplatte. Oproti jiným předchozím zkouškám souprava stojí a dochází k nárazu zezadu jedoucího vozidla Ford Mondeo Combi. Kromě výše popsané deformace dochází k uvolnění a přesunu zátěže (ocelový svařenec) umístěné na přívěsu, která se střetává se zadní částí automobilu a má za úkol přívěs zatížit tak, aby deformační síla působila v podélné ose vozidla a nedošlo k podjetí vozidla Ford Modeo pod přívěs. Jak je patrné, je deformace zadní části vozidla podstatně nižší, než bez použití tohoto zařízení. Oproti prvnímu popsanému řešení s lámací ojí nedochází k vykloubení hlavice tažného zařízení a kontaktu karoserie přívěsu s vozidlem.



Obr. 85 – souprava před nárazem



Obr. 86 – nájezdová brzda v činnosti



Obr. 87 – deformace tažného zařízení



Obr. 88 – prolomení zadní části vozidla



Obr. 89 – celá oj v prostoru karoserie



Obr. 90 – půdorysný pohled



Obr. 91 – zpětný pohyb vlivem rázu



Obr. 92 – konečné postavení vozidel



Obr. 93 – souprava před nárazem



Obr. 94 – zalomená oj



Obr. 95 – přívěs podjíždí pod zadní část



Obr. 96 – konečné postavení vozidel



Obr. 97 – došlo k uvolnění tlumiče výfuku



Obr. 98 – deformace předního čela



Obr. 99 – detail zařízení



Obr. 100 – 3D model zařízení



Obr. 101 – přívěs před zkouškou



Obr. 102 – umístění nárazníku



Obr. 103 – nájezdová brzda v činnosti



Obr. 104 – deformace tažného zařízení



Obr. 105 – deformace zadní výztuhy



Obr. 106 – detail styčné plochy



Obr. 107 – zád' vozidla po zkoušce



Obr. 108 – deformovaná hlavice

Ing. Petr Pavlata, Bc. Daniel Pýcha – USI – klonění jízdních souprav

Zajímavou práci s cílem odpovědět na otázku, jaká je vzájemná interakce osobního automobilu a přívěsu v průběhu brzdění zpracovali v rámci studia technického znalectví na Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně Ing. Petr Pavlata a Bc. Daniel Pýcha pod názvem Klonění jízdních souprav²⁷.

Práce se zabývá kloněním brzděného jednonápravového přívěsu vlivem brzdění, které bylo měřeno v závislosti na brzděném zpomalení.

Motivem práce bylo zajistit poznatky v dané oblasti, které nebyly dosud obecně známy. Měření mělo za účel mimo jiné validovat matematický model soupravy na bázi MBS (multi body system) pomocí reálných parametrů a dat. Využití se nabízí při zpětném vyhodnocování nehodového děje, např. pro účely zjištění pojistného podvodu.

Pro měření byly využity dvě jízdní soupravy, kde tažným vozidlem byla Škoda Octavia 2.0 a přívěsem autopřepravník s tandemovou nápravou nebo jednonápravový valníkovaný nákladní přívěs – oba vlastní výroby. Brzdění probíhalo z výchozí rychlosti 60 km/h a měření klonění probíhalo pro různé předem stanovené hodnoty brzděného zpomalení. Přívěsy byly zatěžovány litinovými deskami a autopřepravník osobním automobilem Škoda Felicia a Škoda Octavia. Jako hlavní měřicí zařízení sloužila stabilizovaná plošina.

Měřením bylo zjištěno, že klonění je závislé pouze na intenzitě brzděného účinku bez prokázání vlivu nájezdové rychlosti. Průběh klonění v závislosti na intenzitě brzděného účinku je možné aproximovat lineární závislostí – přímkou klonění.

Podrobnější poznatky z popisované práce jsou neveřejné a dostupné pouze na vyžádání u USI VUT v Brně.

4. Rozbor legislativy

Obecně závazné právní předpisy vztahující se na jízdu osobního vozidla s přívěsem nalezneme rozložené mezi národní legislativu a právo Evropské unie. Týkají se zejména vymezení pojmu přívěsné vozidlo nebo přívěs, rozdělení vozidel na kategorie, podmínek pro homologaci a uvedení do provozu, specifických pravidel jízdy vozidla s přívěsem, pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a provádění technických kontrol.

4.1 Vymezení pojmů přívěs, přívěsné vozidlo, jízdní souprava

Národní legislativa v zákoně č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu)²⁸ v § 2 písmenu f) až i) vymezuje pro účely tohoto zákona pojmy vozidlo, motorové vozidlo, nemotorové vozidlo a jízdní souprava takto:

„f) vozidlo je motorové vozidlo, nemotorové vozidlo nebo tramvaj,

g) motorové vozidlo je nekolejové vozidlo poháněné vlastní pohonnou jednotkou a trolejbus,

h) nemotorové vozidlo je vozidlo pohybující se pomocí lidské nebo zvířecí síly, například jízdní kolo, ruční vozík nebo potahové vozidlo,

i) jízdní souprava je souprava složená z jednoho nebo více motorových vozidel a jednoho nebo více přípojných vozidel,²⁾“²⁹

Pojem přívěs nebo návěs blíže nespecifikuje, ačkoliv jsou tyto termíny v zákoně dále použity. Z textu zákona vyplývá přiměřené použití pravidel vztažených k pojmu vozidlo na provoz přívěsu v jízdní soupravě.

Příkladem může být text odstavce (3) § 21 Odbočování:

„Před odbočováním vpravo se musí řidič zařadit co nejblíže k pravému okraji vozovky; musí-li přitom s ohledem na rozměry vozidla nebo nákladu vybočit ze směru své jízdy vlevo, dává vždy jen znamení o změně směru jízdy vpravo. Před odbočováním vlevo se musí zařadit co nejdále vlevo v části vozovky určené pro jeho směr jízdy s ohledem na rozměry vozidla nebo nákladu a šířku vozovky. Odbočují-li řidiči protijedoucích vozidel vlevo, vyhýbají se vlevo.“³⁰

V praxi se stává, že k vybočení vlevo před odbočováním vpravo (tzv. nadjetí) je řidič nucen rozměry soupravy (např. délkou přívěsu) a její vlečnou křivkou, nikoliv rozměry vozidla (myšleno tažného) nebo nákladu.

Pokud se proto hlouběji zaměříme na definici pojmu vozidlo, zjistíme, že přívěs není možné spolehlivě pod tento termín zařadit. Přívěs není motorovým vozidlem, není ani tramvaj. Mohl by být nemotorovým vozidlem, ovšem definice nemotorového vozidla toto vymezuje jako vozidlo pohybující se pomocí lidské nebo zvířecí síly. Určité zpřesnění tohoto problému poskytuje vyhláška 341/2002 Sb.³¹, o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. V §1 pro účely této vyhlášky se uvádí pod písmeny b) a c) tyto základní pojmy:

„Pro účely této vyhlášky se rozumí

b) nemotorovým vozidlem - vozidlo, které se po pozemní komunikaci pohybuje pomocí lidské nebo zvířecí síly,

c) jízdní soupravou - spojení motorového vozidla (dále jen "tažné vozidlo") s jedním přípojným vozidlem nebo s více přípojnými vozidly,“³²

Pokud to hmotnost přívěsu dovolí, je v určitých případech možné uvažovat o jeho pohybu pomocí lidské síly (manipulace při připojování a odpojování za tažné vozidlo), přívěs však není určen pro pohyb po pozemní komunikaci pomocí této síly, jak uvádí vyhláška v definici nemotorového vozidla. Na přívěs tedy nelze podle uvedených definicí pohlížet jako na nemotorové vozidlo a ani na něj vztahovat obecnou definici pojmu vozidlo zahrnující motorové vozidlo, nemotorové vozidlo a tramvaj.

Z těchto důvodů můžeme hovořit o pojmové nejasnosti.

Evropská legislativa vytváří vlastní definice pojmu pro účely jednotlivých předpisů, vozidla kategorie O definuje např. ve Směrnici Evropského parlamentu a Rady 97/27/ES o hmotnostech a rozměrech určitých kategorií motorových vozidel a jejich přípojných vozidel a o změně směrnice 70/156/EH³³. Jednotlivé definice se však liší podle účelu, ke kterému daný předpis směřuje.

Evropská legislativa se odkazuje i na další dokumenty mezinárodního práva. V předpisu č. 55 Evropské hospodářské komise Spojených národů (EHK/OSN) – Jednotná ustanovení týkající se schvalování mechanických spojovacích částí jízdních souprav³⁴ vozidel tak činí pro vymezení pojmu na Úmluvu o silničním provozu (Vídeň 1968)³⁵, která příslušné pojmy definuje v písmenech (p) až (t) takto:

„(p) výraz "motorové vozidlo" znamená ta vozidla poháněná motorickou silou, která slouží k přepravě osob nebo nákladu anebo k tažení vozidel užívaných pro přepravu osob nebo nákladu po silnici. Tento výraz zahrnuje "trolejbusy", tzn. vozidla vázaná na elektrické vedení a nejezdící po kolejích. Nezahrnuje taková vozidla, jako zemědělské traktory, jejich užívání pro přepravu osob nebo nákladu po silnici je jen příležitostné;

(q) výraz "přívěs" znamená každé vozidlo určené k připojení k vozidlu poháněnému motorickou silou; tento výraz zahrnuje návěsy;

(r) výraz "návěs" znamená každý přívěs určený k spřažení s motorovým vozidlem, že na něm částečně spočívá a že značnou část jeho hmotnosti a hmotnosti jeho nákladu nese toto vozidlo;

(s) výraz "lehký přívěs" znamená každý přívěs, jehož nejvyšší přípustná hmotnost nepřesahuje 750 kg;

(t) výraz "souprava vozidel" znamená spojená vozidla, která se účastní silničního provozu jako jedna jednotka;"³⁶

Evropské právo uvádí i několik dalších souvisejících pojmů. Mezi ně patří například přípojná hmotnost definová v příloze I Směrnice Rady 92/21/EHS o hmotnostech a rozměrech motorových vozidel kategorie M1³⁶.

4.2 Kategorie vozidel

Rozdělení vozidel do kategorií provádí příloha zákona 56/2001 Sb.³⁷. Přípojným vozidlům přísluší kategorie O, která se dále dělí na (7) Kategorie vozidel O se člení na:

„a) O1 - přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 750 kg,

b) O2 - přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 750 kg, ale nepřevyšuje 3 500 kg,

c) O3 - přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg, ale nepřevyšuje 10 000 kg,

d) O4 - přípojná vozidla, jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 10 000 kg,"³⁸

a kategorie OT – přípojná vozidla za traktory členěná obdobně podle největších přípustných hmotností.

Tato diplomová práce je zaměřena zejména na provoz přívěsů kategorie O1.

4.3 Schvalování technické způsobilosti a technické podmínky provozu

Technické podmínky provozu vozidel na pozemních komunikacích a schvalování technické způsobilosti řeší na národní úrovni vyhláška 341/2002 Sb³⁹. V §2 odkazuje na předpisy EHK nebo směrnic EHS/ES, podle kterých je třeba způsobilost vozidla nebo jeho části schvalovat.

Seznam jednotlivých homologací požadovaných ke schválení způsobilosti typu s příslušnými technickými požadavky uvádí v přehledové tabulce na konci dokumentů.

Dále uvádí v jednotlivých paragrafech požadavky na:

§ 10 Výrobní štítky, výrobní čísla a homologační čísla

§ 11 Označení některých údajů na vozidle

- např. povinnost vyznačit na vhodném místě vozidla předepsaný tlak v pneumatikách (paradoxně s výjimkou vozidel kategorie O1, O2 a dalších)

§ 14 Technické požadavky na splnitelnost vozidel do jízdních souprav a jejich provoz

- zejména s ohledem na okamžitou hmotnost
- povinnost vybavit tažné vozidlo doplňkovými zpětnými zrcátky s větším vyložení nebo jiným zařízením, které zajistí žádný výhled, pokud přípojně vozidlo znemožní řidiči řádný výhled vnějšími zpětnými zrcátky
- v odstavci (11) stanovením nejvyšší rychlosti přívěsů tímto textem:

„Pokud ministerstvo při schvalování technické způsobilosti typu přívěsů kategorií 01 a 02 nestanoví jinak, nesmí být nejvyšší rychlost přívěsu vyšší než 80 km.h-1. Přívěsy nesmí být používány k přepravě osob.“⁴⁰

Právě stanovisko ministerstva prolomilo v nedávné době maximální hranici rychlosti 80 km/h na 100 km/h u některých typů nově vyrobených přívěsů.

Další zvýšení rychlosti na 130 km/h pro některé typy přívěsů se opírá o institut globální homologace s ohledem na směrnici 2007/46/ES⁴¹ (povinnost schválení vozidel kategorie O1, O2, O3 a O4 dle této směrnice je stanovena od 29. 10. 2010)⁴², který umožnil opětovné zvýšení maximální konstrukční rychlosti.

Je třeba mít na paměti, že v zahraničí mohou předpisy stanovit pro soupravy s přívěsem rychlost nižší, než je maximální rychlost konstrukční, a tento fakt je třeba respektovat.

Není bez zajímavosti, že existují výjimky rychlostních omezení národních pravidel provozu, např. tzv. TEMPO 100⁴³ (pro Německo) pro přípojná vozidla kategorie O1 a O2, kdy je možné za úplaty po splnění podmínek vystavit certifikát a na vozidlo umístit plakety stvrzující, že vozidlo může jet v rámci Německa rychlostí 100 km/h.

§ 15 Největší povolené hmotnosti (limitní) silničních vozidel, zvláštních vozidel a jejich rozdělení na nápravy

- uvádí největší povolené hmotnosti vozidla s ohledem na únosnost a životnost stavebních prvků komunikací, pro řešenou problematiku tyto limity nemají velký význam

Za zmínku však stojí text odstavce (5), který uvádí, že pro případ znečištění vozidla (blátem, sněhem, vodou) se připouští maximální překročení největší povolené hmotnosti vozidla (soupravy) o 3 %.

Odstavec (6) odkazuje na užití zvláštních právních předpisů pro používání vozidel a souprav, kde jejich okamžitá hmotnost přesahuje největší povolenou hmotnost nebo kde je překročena největší povolená hmotnost na nápravu.

Odstavec (8) **„připouští nerovnoměrnost rozložení okamžité hmotnosti vozidla na kola jednotlivých náprav mezi pravou a levou polovinou, pokud to dovoluje únosnost pneumatiky, nejvýše však 15 % hmotnosti připadající na nápravu. Tato hodnota však může být překročena, pokud výrobce stanoví pro vozidlo a jeho určitou hmotnost rozmezí přípustných poloh těžiště nákladu a uvede tyto údaje v příručce pro uživatele vozidla.“**⁴⁴

Dále je v odstavci (11) uvedeno, že **„Náklad na vozidle (i v soupravě) musí být rovnoměrně rozložen a řádně zajištěn vhodným technickým zařízením proti pohybu. Pokud je k připevnění nákladu použita poutací a upínací souprava, musí být v řádném technickém stavu a odpovídat ČSN EN 12195-2, ČSN EN 12195-3, ČSN EN 12195-4. Poutací a upínací soupravy musí počtem a umístěním odpovídat ČSN EN 12195-1, kde pro výpočet počtu přivazovacích prostředků lze alternativně použít za dynamický koeficient tření statický koeficient tření při současném použití koeficientu zrychlení v podélném směru rovnému 1.“**⁴⁵

V praxi se ale často setkáváme s volně loženým nákladem, který není zajištěn proti pohybu nebo rovnoměrně rozložen.

§ 16 Největší povolené rozměry vozidel a jízdních souprav (K § 2 odst. 5, 6 a 7 zákona)

- za zmínku stojí, že největší povolená šířka vozidel kategorie O je 2,55 m, pro vozidla s tepelně izolovanou nástavbou o tloušťce stěn větší než 45 mm je 2,60 m, největší povolená výška 4 m, nejvyšší délka soupravy motorového vozidla s jedním přívěsem je 18,75 m (v praxi může být využita např. u přepravníků letadel), soupravy s dvěma přívěsy (22 m) – za osobními vozidly se nepoužívá.

§ 21 Kola, pneumatiky a protiskluzové řetězy

- na vozidle se nesmí použít pneumatiky různých rozměrů nebo konstrukce s výjimkou nouzového dojetí

§ 25 Technické požadavky na konstrukci typu vozidel kategorií M, N, O

- obsahuje obecný odkaz na předpisy EHS

§ 32 Povinná výbava motorových a přípojných vozidel

- stanovuje, že povinnost výbavy náhradním kolem se nevztahuje na kategorii O1, přitom je možné, aby souprava byla vybavena pouze jedním společným náhradním kolem, pokud je stejného rozměru a provedení.

§ 34 Technické požadavky na doplňková zařízení a vybavení vozidla

- stanovují v odstavci (7) povinnost vybavení přípojných vozidel s nejvyšší povolenou hmotností vyšší než 750 kg zakládacími klíny, které musí účinně zajistit vozidlo proti samovolnému pohybu, být lehce přístupné obsluze, bezpečně uchopitelné a nesmí se v provozu samovolně uvolnit.

§ 36 Závady na vozidle, které ohrožují bezpečnost provozu na pozemních komunikacích

- uvádí závady, které ohrožují bezpečnost provozu (vozidla nesmí být užito s výjimkou nouzového dojetí), např. chybné propojení světlů tažného a přípojného vozidla, závady na pneumatikách, překročení povolené hmotnosti nebo rozměrů soupravy, porušení požadavků na zapojení vozidel do jízdních souprav.
- při závadách na brzdovém systému, které by mohly znemožnit účinné zastavení vozidla je vozidlo nezpůsobilé pro provoz na pozemních komunikacích.

Stěžejním evropským dokumentem souvisejícím s navazující praktickou částí této práce je potom Předpis Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN) č. 13 – Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel kategorií M, N a O z hlediska brzdění⁴⁶.

A to zejména proto, že obsahuje požadavky a popis zkoušek brzdných systémů a výklad některých pojmů. Požadavky na vozidla kategorie O uvádí část 5.2.2. Příloha 4 uvádí podmínky pro zkoušky brzdění a účinku brzdových systémů. Celý dokument na 196 stranách uvádí řadu podmínek pro měření, vzorců pro výpočty, grafů a výkresů.

4.4 Řidičské oprávnění

Pro jízdu s přívěsem je třeba příslušné řidičské oprávnění. Tuto oblast upravuje zákon 361/2000 Sb.⁴⁷ v hlavě III.

V § 80a Skupiny vozidel uvádí pod písmenem f, že do skupiny:

„B jsou zařazena motorová vozidla s výjimkou vozidel uvedených v písmenech a) až e), jejichž největší povolená hmotnost nepřevyšuje 3 500 kg, s nejvýše 8 místy k sezení kromě místa řidiče, ke kterým smí být připojeno přípojně vozidlo o největší povolené hmotnosti nepřevyšující 750 kg, pokud největší povolená hmotnost této jízdní soupravy nepřevyšuje 3 500 kg nebo v případě rozšíření rozsahu nepřevyšuje 4 250 kg,“⁴⁸

K této formulaci se ovšem vztahuje důležité vyjádření ministerstva dopravy ze dne 4. 2. 2013, které uvádí, že:

„V důsledku přijetí Směrnice Komise 2012/36/EU ze dne 19. listopadu 2012, kterou se mění směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/126/ES o řidičských průkazech (dále jen „směrnice 2012/36/EU“), došlo ke vzniku rozporu stávajícího českého znění směrnice o řidičských průkazech a směrnice 2012/36/EU. Při podrobnějším prozkoumání obou unijních směrnic bylo beze vší pochybnosti zjištěno, že česká verze směrnice o řidičských průkazech obsahuje v čl. 4 odst. 4 písm. b) nepřesnost, v důsledku které není směrnice o řidičských průkazech plně a správně transponována do českého právního řádu.“⁴⁹

„Ustanovení § 80a odst. 1 písm. f) bude tedy předloženo v následujícím znění: f) B jsou zařazena motorová vozidla s výjimkou vozidel uvedených v písmenech a) až e), jejichž největší povolená hmotnost nepřevyšuje 3 500 kg, s nejvýše 8 místy k sezení kromě místa řidiče, ke kterým smí být připojeno přípojně vozidlo 1. o největší povolené hmotnosti nepřevyšující 750 kg, 2. o největší povolené hmotnosti převyšující 750 kg, pokud největší povolená hmotnost této jízdní soupravy nepřevyšuje 3 500 kg, nebo 3. o největší povolené hmotnosti převyšující 750 kg, pokud největší povolená hmotnost této jízdní soupravy převyšuje 3 500 kg, ale nepřevyšuje 4 250 kg, jedná-li se o řidičské oprávnění v rozšířeném rozsahu,“⁵⁰

Vzhledem k tomu, že současný stav vnitrostátního práva je v rozporu s unijním, je třeba aplikovat přednostně právo unijní.

Unijní formulace reaguje na dosavadní dvojité pravidlo, které bylo zmíněné v přehledu literatury této práce v článku Umíte táhnout přívěs? časopisu Svět Motorů.

Ostatní skupiny C, D, popř. C1, D1, umožňují připojit přípojně vozidlo o největší povolené hmotnosti nepřevyšující 750 kg. K tažení přívěsu o vyšší povolené hmotnosti je třeba zvláštní skupiny řidičského oprávnění B+E (přitom největší povolená hmotnost přívěsu nesmí překročit 3500 kg), C+E, D+E, resp. B1+E, C1+E, D1+E.

Věk potřebný pro udělení jednotlivých oprávnění řeší § 83. Řidičské oprávnění lze udělit jen osobě, která dosáhla věku:

d) 18 let, jedná-li se o skupiny B, B+E, C1 a C1+E,

e) 21 let, jedná-li se o skupiny C, C+E, D1, D1+E,

f) 24 let, jedná-li se o skupiny D a D+E.

V dalším textu zákona jsou vyjmenovány výjimky z těchto požadavků. Skupiny končící znaky +E lze udělit jen tomu, kdo je již držitelem řidičského oprávnění skupiny uvedené před znkem + .

4.5 Jízda s přívěsem

Na jízdu vozidla s přívěsem se přiměřeně použijí pravidla zákona 361/2000 Sb.⁵¹ pro jízdu vozidla a povinnosti řidiče. (viz zmíněná pojmová nejasnost uvedená na začátku této kapitoly)

Např. podle § 5 stanovujícího povinnosti řidiče je řidič povinen:

„c) přizpůsobit jízdu technickým vlastnostem vozidla nebo fyzickým vlastnostem zvířete“⁵²

Jízda s přívěsem má však i svá specifika, se kterými zákon počítá. Patří mezi ně ustanovení:

§ 6 - Povinnost podrobit jízdní soupravu na výzvu policisty nebo celníka kontrole největší přípustné hmotnosti na nápravu, největší přípustné hmotnosti vozidla nebo jízdní soupravy nebo kontrole technického stavu.

- Řidič jízdní soupravy musí jet ze svahu ze zařazeným rychlostním stupněm.

§ 12 Jízda v jízdních pruzích

- Specifická pravidla užití jízdních pruhů pro soupravu, jejíž celková délka přesahuje 7 m.

§ 18 Rychlost jízdy

- Řidič musí přizpůsobit rychlost jízdy zejména svým schopnostem, vlastnostem vozidla a nákladu, předpokládanému stavebnímu a dopravně technickému stavu pozemní komunikace, její kategorii a třídě, povětrnostním podmínkám a jiným okolnostem, které je možno předvídat; smí jet jen takovou rychlostí, aby byl schopen zastavit vozidlo na vzdálenost, na kterou má rozhled.

- Řidič nesmí překročit nejvyšší povolenou rychlost žádného z vozidel soupravy.

§ 19 Vzdálenost mezi vozidly

- Řidič je povinen udržovat bezpečnou vzdálenost mezi vozidly, u jízdní soupravy, jejíž celková délka přesahuje 10 m, musí za vozidlem jedoucím před ním udržovat takovou vzdálenost, aby se předjíždějící vozidlo mohlo před něj bezpečně zařadit, to neplatí, připravuje-li se sám k předjíždění, při předjíždění a souběžné jízdě.

§ 26

- Stanovuje povinnost řidiče použít zakládací klíny k zajištění vozidla nebo soupravy proti pohybu, pokud je jimi povinně vybaveno/vybavena.

§ 34 Vlečení motorových vozidel

- Zákaz tažení vozidla s přívěsem, vozidlo s návěsem je táhnout povoleno. Dále platí zákaz tažení jiného motorového vozidla za motorovým vozidlem s přívěsem.

§ 35 Jízda na dálnici

- Na dálnici je dovozen provoz jízdních souprav, jejichž nejvyšší dovolená rychlost není nižší než 80 km/h.

- Dojde-li k závadě, pro kterou nelze dosáhnout na rovině této rychlosti, je řidič soupravy povinen ji na nejbližším výjezdu opustit.

- Řidič jízdní soupravy, jejíž celková délka přesahuje 7 m, nesmí předjíždět jiné vozidlo, pokud k jeho předjetí nemá dostatečnou rychlost, takže by omezil v jízdě ostatní vozidla svou výrazně nižší rychlostí jízdy.

§ 48 Přeprava osob

- Zákaz přepravy osob v jiném přípojném vozidle, než které je určeno k přepravě osob.

§ 52 Přeprava nákladu

- Obsahuje některé zásady bezpečné přepravy a zajištění, nakládání a skládání nákladu a požadavků na takovou přepravu.

- Zakazuje zakrytí některých důležitých částí vozidla, popř. zakrytí výhledu z vozidla.

- Povinnost označení přečnívajícího nákladu.

§ 118a Zabránění v jízdě

- Stanovuje pravomoc policisty zabránění v jízdě, pokud řidič není držitelem příslušného řidičského oprávnění pro příslušnou skupinu vozidel, které řídil, nebo souprava při kontrolním vážení svými rozměry, nebo největší povolenou hmotností, nebo největší povolenou hmotností jízdní soupravy, nebo největší povolenou hmotností na nápravu vozidla, překračuje limity stanovené zvláštním právním předpisem.

4.6 Provádění technických kontrol

Povinnost přistavit vozidlo k pravidelné technické prohlídce stanovuje zákon 56/2001⁵³ Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích v § 40 Pravidelné technické prohlídky.

Dle toho paragrafu provozovatel silničního vozidla přistaví k technické prohlídce:

- **„přípojné vozidlo, jehož přípustná hmotnost nepřevyšuje 3 500 kg, kromě nebrzděného přívěsu, jehož přípustná hmotnost nepřevyšuje 750 kg, nejpozději ve lhůtě čtyř let po prvním zápisu silničního vozidla do registru silničních vozidel (dále jen "zaregistrování silničního vozidla") a potom pravidelně nejpozději ve lhůtách dvou let,**

- **cvičné silniční vozidlo autoškoly, vozidlo taxislužby, vozidlo půjčovny automobilů určené k nájmu, kromě nebrzděného přívěsu, jehož přípustná hmotnost nepřevyšuje 750 kg, přípojné vozidlo, jehož přípustná hmotnost převyšuje 3 500 kg, nejpozději ve lhůtě jednoho roku po zaregistrování silničního vozidla a potom pravidelně nejpozději v jednoročních lhůtách,**

- **nebrzděný přívěs, jehož přípustná hmotnost nepřevyšuje 750 kg, nejpozději ve lhůtě šest let po zaregistrování silničního vozidla a potom pravidelně nejpozději ve lhůtách čtyř let.“⁵⁴**

V § 47 se dále věnuje náležitostem technické prohlídky a dále se věnuje hodnocení technického stavu a technické způsobilosti silničního motorového vozidla k provozu.

Provádění technických kontrol dále upravuje vyhláška č. 302/2001 Sb.⁵⁵ o technických prohlídkách a měření emisí vozidel v části druhé – technické prohlídky. V příloze č. 7 uvádí základní seznam kontrolních úkonů.

Podrobný popis závad byl vydán Ministerstvem dopravy ve formě Věstníku dopravy č. 8-9/2012⁵⁶. Dokument obsahuje odkaz na stažení podrobného popisu závad v elektronické formě ze stránek Ministerstva dopravy ČR. Popis závad byl vydán i v tištěné formě pod označením Modrá kniha. Pro provádění technických prohlídek platí obecně i instrukce ministerstva pro STK a příslušné metodické pokyny. Zvláštní metodika pro technickou prohlídku přívěsů není zpracována.

5. Průběh technické kontroly brzděného přívěsu

Pro zjištění aktuální praxe provádění technických kontrol přívěsných vozíků a spojovacích zařízení bylo provedeno praktické šetření spočívající v zapůjčení přívěsu v namátkou vybrané půjčovně přívěsů a následné absolvování technické prohlídky ve stanici technické kontroly. Šetření zároveň poskytuje obraz o úrovni služeb namátkově vybrané půjčovny a stavu přívěsu po 18letém intenzivním provozu.

Brzděný přívěs Agados VZ 30 B1 byl přistaven v soupravě s osobním automobilem BMW 730i ke kompletní technické prohlídce na přání zákazníka v STK Dekra Automobil a.s., Opavská 8, Brno. Zkoušku technické způsobilosti provedl zástupce vedoucího Bc. Marek Čermák.

Podrobná fotodokumentace celé prohlídky včetně popisu jednotlivých úkonů a závad je obsažená v příloze C této práce.



Obr. 109 – Souprava na lince STK pro zachycení průběhu technické prohlídky



Obr. 110, 111 – Zkouška brzd přívěsu na brzdové zkušební Motex



643 217 079

Email: stk-brno@dekra-automobil.cz 662 93 Brno

1/2

DEKRA Automobil a.s.

zapsáno u Měst.soudu v Praze oddíl B, vložka 1967

Opavská 8



IČO: 49240188

DIČ: CZ49240188

**PROTOKOL č. CZ-3722-13-08-0656
o technické prohlídce**

Druh TP: Na žádost zákazníka

Rozsah TP: plný

ID: 32793455

Dne: 29.8.2013

Tovární značka:

VZ

Obchodní označení (typ):

30

VIN (č. karosérie):

TK912VZ30V

Typ motoru:

Stav poč. ujeté vzdál.:

- km

Druh vozidla:

Kategorie vozidla:

Registrační značka:

Rok výroby:

Datum první registrace:

NÁKLADNÍ PŘÍVĚS

O2

1995

6.1.1995

Provozovatel vozidla:

Titul, jméno, příjmení:

Ulice, čp.:

PSČ, město

ZÁVADY ZJIŠTĚNÉ NA VOZIDLE:**LEHKÉ (A)****celkový počet závad: 3****6.2.10.2.1**

Na vozidle je kryt kola / blatník uvolněný nebo poškozený, ale tato závada nemá vliv na spolehlivost jejich upevnění nebo funkci.

6.2.11.2.1

Upevnění čela nebo sloupků valníkovej karoserie nákladního prostoru je uvolněné.

7.13.2.1

Označení nebo nápisy na vozidle jsou částečně poškozené, avšak jsou čitelné a plní svoji funkci.

VÁŽNÉ (B)**celkový počet závad: 6****0.1.3.3**

Nepovolená úprava (např. zmenšení rozměrů) tabulky registrační značky.

4.2.3.1.1

Vozidlo není vybaveno některými předepsanými obrysovými svítilnami.

4.5.1.1.2

Nesvítí zadní mlhová svítilna na straně přivrácené do středu vozovky.

4.8.1.2.3

Nespolehlivé uchycení odrazky negativně ovlivňuje její fotometrické vlastnosti (viditelnost) nebo může způsobit její upadnutí.

6.2.10.1.2

Zástěrka / zařízení proti rozstříku s pohlcováním energie, je-li vyžadováno, chybí nebo neplní svoji funkci.

7.6.1.2

Vozidlo není vybaveno stanoveným minimálním počtem zakládacích klínů ke kolům nebo zakládací klín neodpovídá požadavkům nebo je poškozen natolik, že neplní svoji funkci.

NEBEZPEČNÉ (C)**celkový počet závad: 1****1.1.18.1.3**

Zadření mechanismu ovládání pák brzdových klíčů způsobuje, že po odbrzdění se nevrací některý brzdový klíč do původní polohy a kolo trvale přibrzdí.



S3722-13-08-0656

Razítko:

Podpis:



Obr. 112 – Protokol o technické prohlídce zapůjčeného přívěsu
Pozn.: Nakloněný text je chyba tisku.

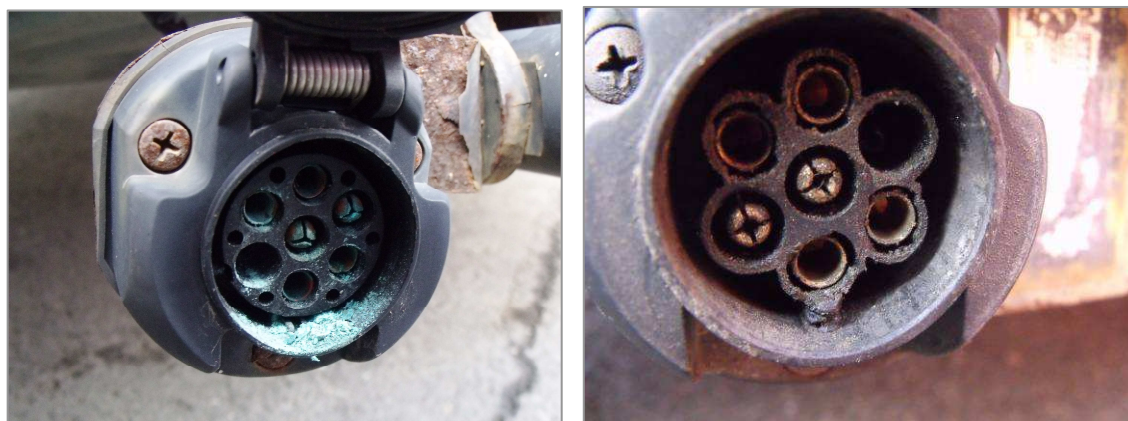
6. Studie technického stavu tažných zařízení

Praktické šetření bylo zpracováno i pro zjištění míry opotřebení spojovacích koulí osobních vozidel. Měření proběhlo ve spolupráci se společností AAA AUTO a.s., na prodejní ploše autobazaru AAA v Brně.

Fotodokumentace celého měření spolu s uvedením rozměrů je přílohou D této práce. Koule byly měřeny digitálním posuvným měřítkem v podélném a příčném směru v nejširším místě, jejich povrch fotografován. Zjištěny byly zjevné závady i na dalších skupinách tažného zařízení, např. oxidace zásuvky, její chybějící kryty nebo poškozené kontakty.



Obr. 113, 114 – Příklady mechanicky poškozených povrchů tažných koulí. V obou případech rozměrově vyhověly (i po očištění).



Obr. 115, 116 – Ukázka zoxidované zásuvky a propadlých kolíků

Důležitým legislativním dokumentem upravujícím spojovací zařízení přípojných vozidel je předpis Evropské hospodářské komise Spojených národů (EHK OSN) č. 55 – Jednotná ustanovení týkající se schvalování mechanických spojovacích částí jízdních souprav vozidel⁵⁷.

Na 58 stranách uvádí požadavky na mechanická spojovací zařízení určená pro spojování vozidel do jízdních souprav tak, aby byly považovány za mezinárodně vzájemně

slučitelné, definici některých pojmů, rozdělení do tříd, některé důležité vzorce a nákresy včetně postupu pro zkoušení a uvedení dalších důležitých údajů.

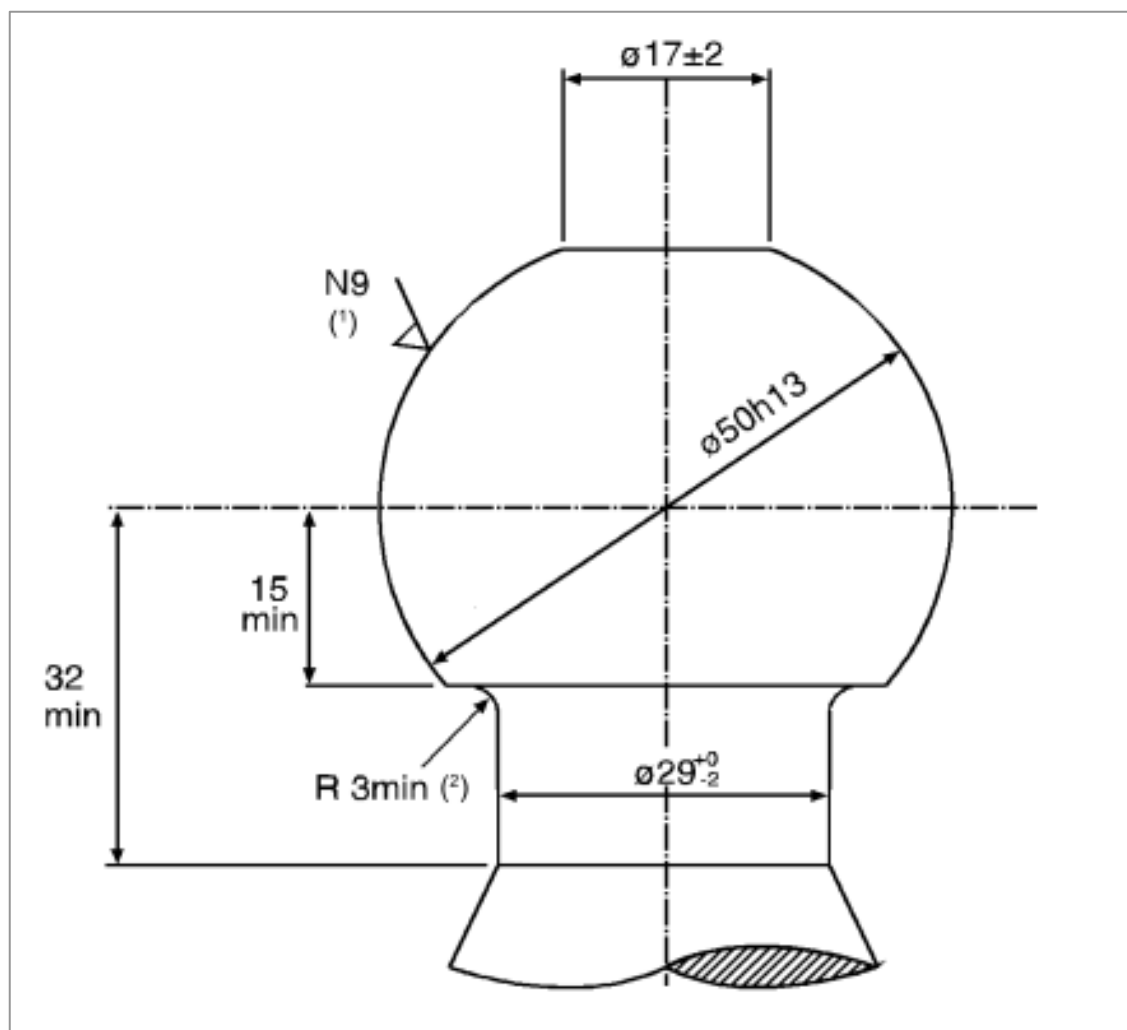
Podle bodu 2.6 se spojovací zařízení dělí do tříd označených písmeny abecedy. Pro provoz přívěsu za osobními (civilními) vozidly jsou využívány kategorie A a B.

“Třída A: Spojovací koule kulového tvaru o průměru 50 mm s držákem na tažném vozidle pro připojení přívěsu pomocí spojovací hlavice

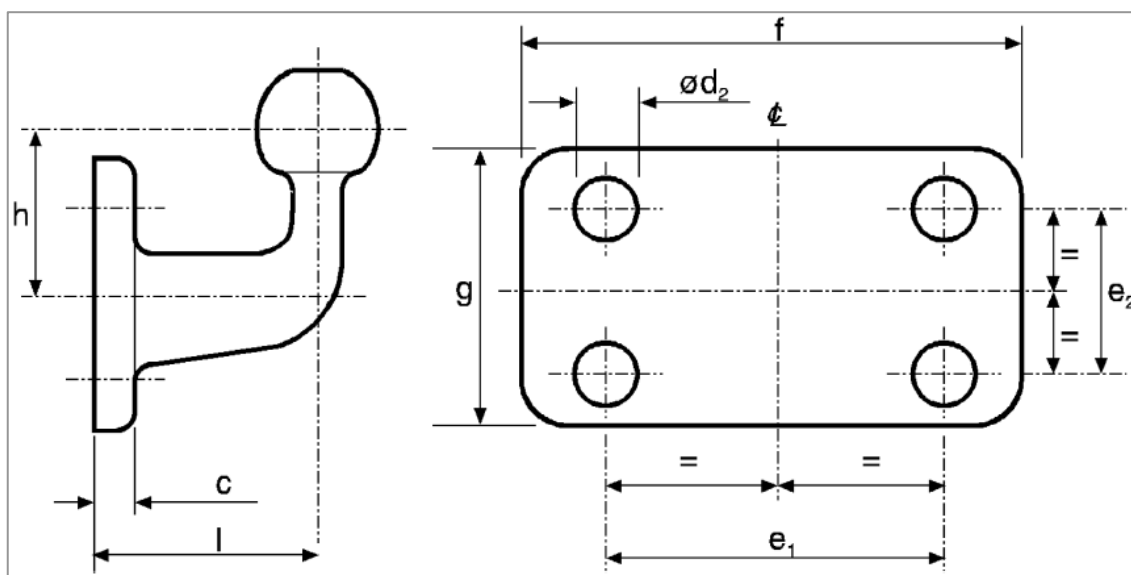
Třída A50-1 až 50-5 - normalizované spojovací koule o průměru 50 mm s přírubovým držákem.

Třída B - spojovací hlavice namontované na oj přívěsů pro připojení ke spojovací kouli o průměru 50 mm na tažném vozidle „⁵⁸

Pokud je za označením třídy písmeno X, značí nenormalizované provedení.



Obr. 117 – Výkres normalizované spojovací koule třídy A. Rozměry v mm.



Obr. 118 – Výkres normalizovaných spojovacích koulí třídy A50-2, A50-3

Zajímavé je znění bodu 2.1 přílohy 5 výše zmíněného předpisu, které stanovuje, že spojovací hlavice musí být konstruovány tak, aby bylo zajištěno bezpečné spojení při opotřebení spojovacích zařízení. Bod 2.4 uvádí požadavky na pohyblivost spojovací hlavice (otáčení, naklonění) s uvedením předepsaných hodnot pro dané směry.

Příloha 6 se věnuje zkoušení mechanických spojovacích zařízení nebo částí.

Provádějí se pevnostní i funkční zkoušky, fyzické i teoretické, statické i dynamické (zkouška únavy – sinusové zatížení). Při dynamické zkoušce nesmí vzniknout trhliny a lomy, při statické zkoušce je povolena pouze malá deformace (trvalá deformace do 10 % maximální deformace vzniklé při zkoušce). Základem je složka síly v podélné ose vozidla a svislé zatížení.

Při dynamické zkoušce hlavice se použije koule dostatečné pevnosti.

Pro účely výše uvedeného praktického šetření zaměřeného na opotřebení spojovacích koulí jsou důležité zejména podmínky statické zkoušky oddělení popsané v bodě 3.2.3. Spojovací koule musí mít pro tento účel průměr odpovídající opotřebené kouli. Předpis uvádí hodnotu 49 až 49,13 mm. Síla působí kolmo na příčnou i podélnou střední osu spojovací hlavice se plynule a rychle zvýší na předepsanou hodnotu, na níž se pak udržuje po dobu 10 sekund. „Spojovací hlavice se nesmí od koule oddělit a na jejích součástech nesmí vzniknout trvalá deformace, která by mohla nepříznivě ovlivnit její funkční způsobilost.“⁵⁹

Tomuto rozměrovému kritériu nevyhověl pouze jeden exemplář (mimotoleranční výrobní rozměr) ze všech 46 - ti zaměřených. Přesto lze doporučit rozměry kontrolovat v rámci pravidelné technické prohlídky.

Studie technického stavu tažných zařízení přehled naměřených a vypočítaných hodnot								
č.	Výrobce	Typ	RZ	Ø podélný	Odchylka od 50 mm	Ø příčný	Odchylka od 50 mm	Rozdíl
1	Škoda	Octavia	7B7 6041	49,79	-0,21	49,85	-0,15	-0,06
2	Škoda	Octavia	7B5 3962	48,31	-1,69	48,35	-1,65	-0,04
3	Škoda	Octavia	7B3 5281	49,93	-0,07	49,80	-0,20	0,13
4	Škoda	Octavia	3J7 0512	49,74	-0,26	49,81	-0,19	-0,07
5	Škoda	Octavia	5B1 1157	49,74	-0,26	49,84	-0,16	-0,10
6	Škoda	Octavia	AAA	49,57	-0,43	49,58	-0,42	-0,01
7	Škoda	Fabia	1J9 3600	-	-	-	-	-
8	Škoda	Octavia	AAA	49,80	-0,20	49,83	-0,17	-0,03
9	Škoda	Fabia	4J9 9762	49,77	-0,23	49,81	-0,19	-0,04
10	Škoda	Fabia	3J7 7937	49,86	-0,14	49,86	-0,14	0,00
11	Škoda	Fabia	6B5 7095	49,91	-0,09	49,97	-0,03	-0,06
12	Škoda	Fabia	6B1 1138	49,60	-0,40	49,64	-0,36	-0,04
13	Renault	Megane	4B8 4074	50,22	0,22	50,20	0,20	0,02
14	Renault	Megane	4B8 4074	49,58	-0,42	49,60	-0,40	-0,02
15	Škoda	Fabia	1T8 5853	49,72	-0,28	49,77	-0,23	-0,05
16	Škoda	Octavia	5B0 0327	49,71	-0,29	49,72	-0,28	-0,01
17	Renault	Thalia	1S4 5760	49,76	-0,24	49,78	-0,22	-0,02
18	Peugeot	406	2B5 5190	49,60	-0,40	49,82	-0,18	-0,22
19	Renault	Scenic	4B2 7551	49,79	-0,21	49,82	-0,18	-0,03
20	Škoda	Felicia	1Z0 7994	49,85	-0,15	49,82	-0,18	0,03
21	Audi	A4	AKT 4711	49,75	-0,25	49,78	-0,22	-0,03
22	Ford	Tranzit	7B2 0042	49,65	-0,35	49,72	-0,28	-0,07
23	Mercedes	Vito	2C9 0565	49,52	-0,48	49,78	-0,22	-0,26
24	VW	Transporter	5B9 7616	49,49	-0,51	49,77	-0,23	-0,28
25	VW	Transporter	5B0 5820	49,68	-0,32	49,83	-0,17	-0,15
26	Toyota	Hiace	2AF 4582	49,79	-0,21	49,82	-0,18	-0,03
27	Renault	Kango	4M8 2104	49,76	-0,24	49,80	-0,20	-0,04
28	Hyundai	Elantra	1Z9 6173	49,90	-0,10	49,90	-0,10	0,00
29	Škoda	Felicia	2B9 3018	49,70	-0,30	49,70	-0,30	0,00
30	Škoda	Felicia	4B9 9203	49,70	-0,30	49,80	-0,20	-0,10
31	Dacia	Logan	5B4 0551	49,71	-0,29	49,71	-0,29	0,00
32	Audi	A4	AAA	49,86	-0,14	49,86	-0,14	0,00
33	VW	Golf	AAA	49,61	-0,39	49,62	-0,38	-0,01
34	Ford	Mondeo	5B3 5958	49,17	-0,83	49,23	-0,77	-0,06
35	Chevrolet	Captiva	6B5 7165	49,92	-0,08	49,99	-0,01	-0,07
36	Hyundai	Ix 55	6T0 2054	49,87	-0,13	49,87	-0,13	0,00
37	Mazda	Tribute	3B3 2295	49,70	-0,30	49,85	-0,15	-0,15
38	Ford	Kuga	4P1 4415	49,73	-0,27	49,64	-0,36	0,09
39	Nissan	Patrol	5B9 1601	49,74	-0,26	49,85	-0,15	-0,11
40	Peugeot	807	6S4 8786	49,74	-0,26	49,27	-0,73	0,47
41	Opel	Zafira	8B3 1199	49,70	-0,30	49,85	-0,15	-0,15
42	VW	Touran	5B8 1669	49,40	-0,60	49,40	-0,60	0,00
43	Seat	Altea	5T6 8570	49,81	-0,19	49,88	-0,12	-0,07
44	Seat	Alhambra	4B6 0219	49,85	-0,15	49,87	-0,13	-0,02
45	Renault	Espace	5B2 5251	49,87	-0,13	49,87	-0,13	0,00
46	Citroen	C4	AAA	50,10	0,10	50,17	0,17	-0,07

STUDIE TECHNICKÉHO STAVU TAŽNÝCH ZAŘÍZENÍ – AAA AUTO A.S. – MĚŘENÍ Č. 33

Výrobce	Typ vozidla	Registrační značka	Rok výroby	Stav počítadla km	Typ tažného zařízení
VW	Golf	AAA	2010	157000	Wastfalia
Ø podélný	Odchylka ISO	Ø příčný	Odchylka ISO	Ø podélný - Ø příčný	
49,61 mm	-0,39 mm	49,62 mm	-0,38 mm	-0,01 mm	
Poznámka	Tažné zařízení využíváno pro tažení přívěsu a nesení nosiče jízdních kol.				



Obr. 119 – celkový pohled na tažné



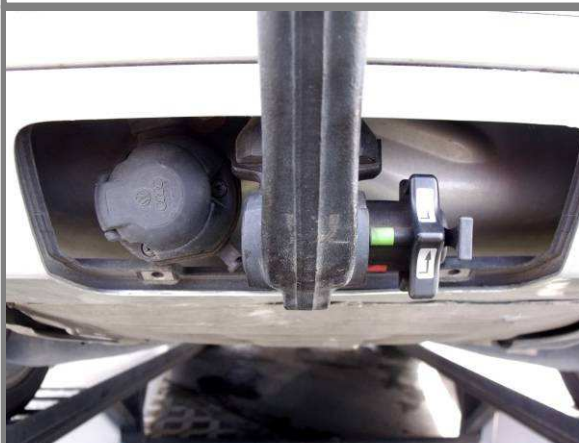
Obr. 120



Obr. 121



Obr. 122



Obr. 123



Obr. 124 – růžice upínacího zařízení

STUDIE TECHNICKÉHO STAVU TAŽNÝCH ZAŘÍZENÍ – AAA AUTO A.S. – MĚŘENÍ Č. 14

Výrobce	Typ vozidla	Registrační značka	Rok výroby	Stav počítadla km	Typ tažného zařízení
Renault	Megane	4B8 4074	2001	334 000	nezjištěno
Ø podélný	Odchylka ISO	Ø příčný	Odchylka ISO	Ø podélný - Ø příčný	
49,58 mm	-0,42 mm	49,60 mm	-0,40 mm	-0,02 mm	
Poznámka	Silná koroze všech kovových částí				



Obr. 125 – automobil Renault Megane



Obr. 126 – pohled na tažné zařízení



Obr. 127 – detail zkorodované hlavice



Obr. 128 – detail očištěné struktury



Obr. 129 - koroze rámu tažného zařízení



Obr. 130 – zoxidované kontakty zásuvky

STUDIE TECHNICKÉHO STAVU TAŽNÝCH ZAŘÍZENÍ – AAA AUTO A.S. – MĚŘENÍ Č. 39

Výrobce	Typ vozidla	Registrační značka	Rok výroby	Stav počítadla km	Typ tažného zařízení
Nissan	Patrol	5B9 1601	2006	168 000	nezjištěno
Ø podélný	Odchylka ISO	Ø příčný	Odchylka ISO	Ø podélný - Ø příčný	
49,74 mm	- 0,26 mm	49,85 mm	- 0,15 mm	- 0,11 mm	
Poznámka	Na povrchu hlavice viditelný ztuhnělý materiál vlivem volného spojení se spojovací hlavicí				



Obr. 131 – celkový pohled na tažné zařízení



Obr. 132



Obr. 133



Obr. 134



Obr. 135



Obr. 136

7. Praktická část diplomové práce – Vliv zatížení soupravy osobního automobilu s přívěsem na dynamiku soupravy

Pro rozšíření poznatků o jízdních vlastnostech soupravy s přívěsy byla pro účely této práce vymezena oblast dynamiky soupravy, kde získaná data z velké části pomůžou popsat jízdní vlastnosti v přímém směru. Tyto poznatky bude možné v budoucnu dále rozvíjet, např. zkoumáním na směrové stability, odpružení a pod.

Cílem této praktické části je provedení jízdních zkoušek osobního automobilu s přívěsem (brzděný/nebrzděný) pro měření podélného zrychlení/zpomalení v těchto jízdních konfiguracích:

- 1) samostatné vozidlo
- 2) vozidlo s prázdným přívěsem
- 3) vozidlo s postupně zatěžovaným přívěsem
- 4) samostatné vozidlo postupně zatěžované stejným nákladem jako přívěs

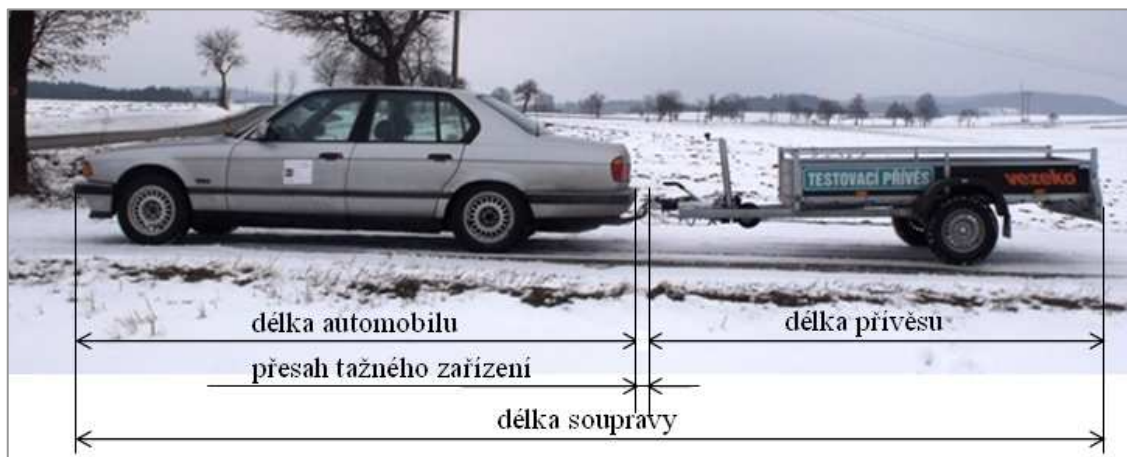


Obr. 137 – Ilustrační fotografie z provedených jízdních zkoušek.

7.1 Rozbor problematiky

Statické vlastnosti vozidla – změna délky

Připojením přívěsu k automobilu vznikne jízdní souprava delší oproti automobilu o délku přívěsu a přesah tažného zařízení (pokud je snímatelné). Na prodloužení se může podílet i přesah nákladu směrem vzad.



Obr. 138 – Délkové poměry soupravy

Obr. 138 znázorňuje soupravu osobního automobilu BMW 730i s přívěsem Vezeko Vario. Délka automobilu 4910 mm vzrostla v soupravě o přesah tažného zařízení 120 mm a délku přívěsu 3860 mm na 8890 mm, tedy na 181 % původní délky automobilu. U menších automobilů je nárůst délky ještě markantnější – při připojení stejného typu přívěsu za Škoda Fabia v karosářské verzi hatchback – délka 3960 mm, dojde k nárůstu na 200 % původní délky automobilu.

Průjezd soupravy křižovatkou, zpětné zařazení před předjížděné/objížděné vozidlo nebo např. přejezd železničního přejezdu tak trvá o něco déle ($\Delta t = \Delta \text{délka vozidla} / v$) a v některých případech se zvyšuje riziko vzniku dopravní nehody.

Typickým případem je zachycení přívěsu kolmo jedoucím vozidlem v místě křížení komunikací nebo křížení pozemní komunikace s tratí. Zatímco automobil již opustil jízdní koridor kolmo jedoucího vozidla, přívěs se v této oblasti stále nachází.



Prodloužení vozidla souvisí i s dalším rizikem. Při provozu ve městě může přívěs zasahovat při zastavení v křižovatce do prostoru přechodu pro chodce.

Obr. 139 – Zastavení před křižovatkou – hrozí vstup chodců.



Obr. 140 – zachycený přívěs



Obr. 141 – tažné vozidlo Fiat



Obr. 142 – zachycený převravník a vlak



Obr. 143 – pohled na místo nehody



Obr. 144 – místo nehody



Obr. 145 – pohled na místo nehody

Kroměříž - nehoda osobního automobilu Fiat s přívěsem (obr. 140-141)⁶⁰

Řidič na přejezdu ignoroval výstražné světelné a zvukové zařízení. Došlo ke střetu vlakové soupravy a přívěsu. Stržením přívěsu vlakovou soupravou došlo k zalomení soupravy OA s přívěsem, kontaktu PZ části OA s lokomotivou a vytržení tažného zařízení z karosérie OA. Přívěs byl tlačен vlakem ještě 115 m.

Bezděkov - nehoda převravníku koní (obr. 142-145)⁶¹

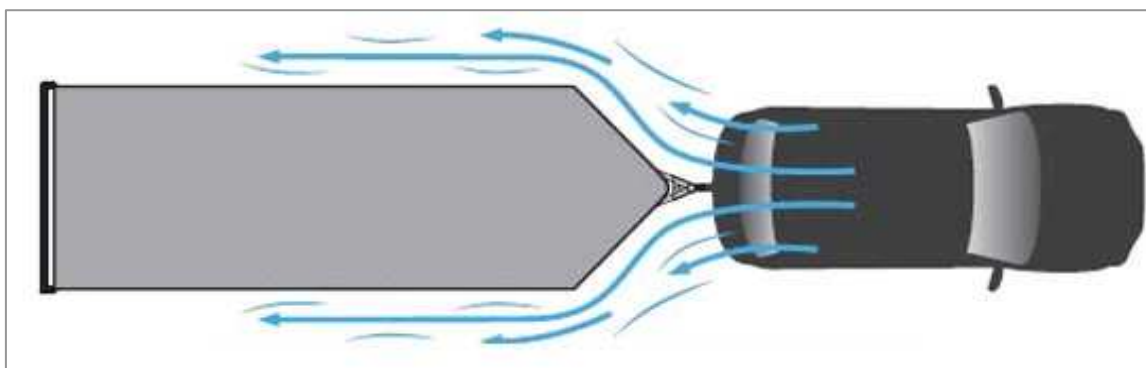
Řidič se snažil se soupravou přejet železniční přejezd v době, kdy byla v činnosti světlená a zvuková signalizace. „Podle vrchního inspektora Českých drah Jaromíra Kačerovského jel vlak asi 60kilometrovou rychlostí. „Na přejezdu jsou výborné rozhledové podmínky. Přijíždějící vlak je vidět na stovky metrů. Řidič zřejmě zriskoval a neuvědomil si, že má ještě přívěs,“ řekl Kačerovský.“⁶²

K tomuto jevu se přidává **změna dynamických vlastností vlivem zvýšení jízdních odporů a zvýšení setrvačných hmot soupravy** při užití přívěsu. „Určení odporu přívěsu je pro vozidla určená k tažení přívěsů velmi důležité, neboť značně zvyšuje potřebnou hnací sílu vozidla.“⁶³

Zvyšuje se:

- odpor valivý – o valivý odpor kol přívěsu
- odpor stoupání – o zvýšení gravitačních účinků na soupravu ve stoupání
- odpor zrychlení – o zvýšení setrvačných hmot soupravy
- odpor tření – o tření v ložiscích uložení kol přívěsu, případně nesprávně seřízených brzdách
- odpor vzdušný – o narušení obtékání vzduchu za vozidlem

(„Pozn. Vzdušný odpor přívěsu se neurčuje samostatně, ale pro celou jízdní soupravu“) ⁶⁴



Obr. 146 – obtékání vzduchu okolo skříňového přívěsu se šípovitou přídí

V běžných rychlostech má dominantní podíl na zvýšení jízdních odporů soupravy zejména provozní hmotnost přívěsu a jeho zatížení.

U BMW 730i dojde připojením nezatíženého přívěsu Vezeko Vario k navýšení provozní hmotnosti ze 1720 kg o 266 kg na 1986 kg, tedy na 115 % původní hmotnosti. U Škody Fabia 1,2 HTP hatchback dojde po připojení stejného typu přívěsu k navýšení z 1095 kg na 1362 kg, tedy na 124 % původní hmotnosti.

Oproti jízdě nezatíženého automobilu má zatížený automobil nebo souprava s přívěsem sníženou výkonovou rezervu – pro stejné zrychlení vyžaduje větší výchylku akceleračního, popř. při stejné výchylce potřebuje na provedení jízdního úkonu delší čas (přejetí určitého úseku) nebo dráhu (při zrychlení na určitou rychlost).

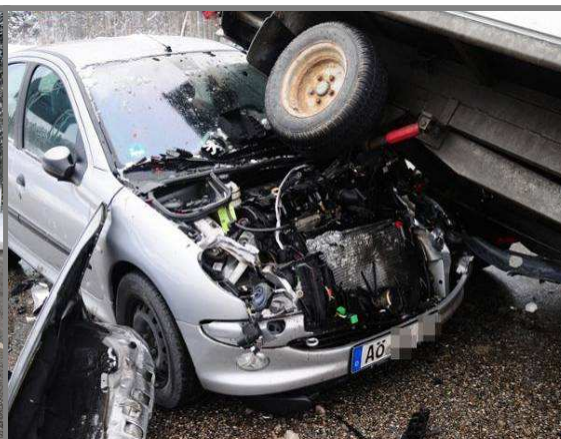


Obr. 147 – rozjezd vozidla z klidu (dopravní značka STOP dej přednost v jízdě) na rychlostní komunikaci v místě bez připojovacího pruhu.

Zde se projeví změna dynamických vlastností.



Obr. 148 – podjetí pod zadní část



Obr. 149 – poškozená přední část



Obr. 150 – přívěs patrně nebyl zatížen



Obr. 151 – kolona před místem nehody



Obr. 152 – tažné vozidlo autoškoly



Obr. 153 – poškozené tažné zařízení

Německo – Burghausen – B20 Strasse⁶⁵

Obrázky dokumentují nehodu z německé silnice B20 u Burghausenu, kdy došlo k podjetí osobního automobilu Peugeot pod zadní část přívěsného vozíku v soupravě s automobilem autoškoly. Vlivem nárazu se přívěs odpojil od tažného vozidla. Souprava v době nárazu stála pro poruchu.

Podobně by mohla vypadat situace, kdy by souprava vyjížděla z pravé větve křižovatky, kde je připojovací pruh velmi krátký (obr. 151) a nestačila včas zrychlit na rychlost Peugeotu jedoucího po komunikaci z pohledu fotografa.

Pozn. U krátkých připojovacích pruhů je problematická i situace, kdy při připojování není vozidlo jedoucím v průběžném pruhu umožněno bezpečné připojení připojovaného vozidla. To poté musí před koncem připojovacího pruhu zastavit a znovu se rozjíždět z klidu.



Obr. 154 – poškozená souprava



Obr. 155 – zcela zdeformovaný přívěs



Obr. 156 – zadní část přívěsu Sacher



Obr. 157 – NA nedobrzdil



Obr. 158 – prostor pro cestující



Obr. 159 – cestující

Hradec Králové – Jaroměř⁶⁶

Nehoda soupravy mikrobuse s nákladním přívěsem a nákladního automobilu.

Ilustrace deformace soupravy při nárazu zezadu.

V daném případě řidič nákladního automobilu pravděpodobně nedodržel bezpečnou vzdálenost a narazil do přívěsu soupravy, který zcela zdemoloval a částečně pronikl do prostoru pro cestující. Mikrobus v době nehody vezl 13 dětí mateřské školky a jejich doprovod.

Obdobná je situace v případě potřeby brzdit. Zvýšení hmotnosti soupravy a setrvačných účinků má u nebrzděných přívěsů za následek vyšší nároky na výkon brzdové soustavy tažného vozidla a snižuje tak maximální brzdné zpomalení, které se projeví v delší brzdné dráze vozidla. Tedy tam, kde by samotný automobil bezpečně dobrzdil s přívěsem, dobrzdit nemusí.

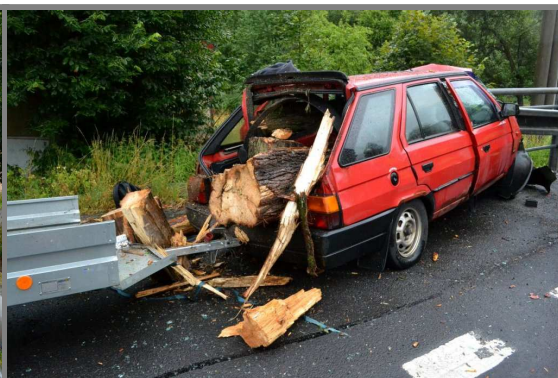
Tyto nežádoucí jevy lze omezit výběrem vhodného tažného vozidla s rezervou výkonu, dostatečně dimenzovanou brzdou soustavou, úměrnou vlastní provozní hmotností a dále vhodně zvoleným přívěsem. V neposlední řadě přiměřeným zatížením soupravy a přizpůsobení jízdy změně jízdnicích vlastností (např. rychlost soupravy).

Až do nedávna byla nejvyšší povolená rychlost soupravy osobního automobilu s přívěsem stanovena na 80 km/h, poté byla u některých nově vyrobených přívěsů zvýšena na 100 km/h. V současné době jezdí nejrychlejší přívěsy až 130 km/h. Je jasné, že se zvyšující se rychlostí rostou i rizika provozu souprav a zvyšují se nároky na správné užití soupravy.

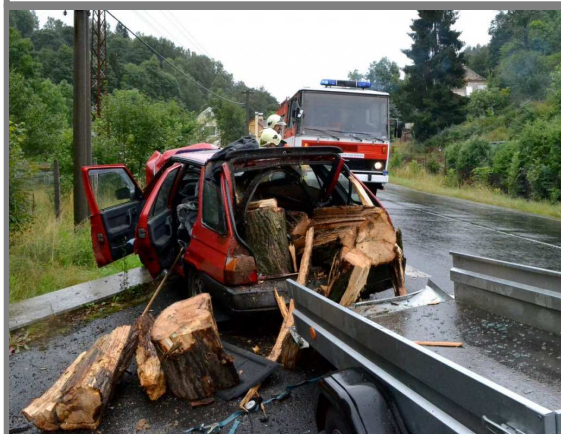
Aby bylo možné problematiku zodpovědně popsat, předmětné veličiny kvantifikovat a vyústit ve vhodná doporučení, bylo nutné připravit vhodnou soustavu měření těchto dynamických vlastností.



Obr. 160 – souprava zastavila o svodidla



Obr. 161 – náklad dřeva pronikl do kabiny



Obr. 162 – veškerý náklad mimo přívěs



Obr. 163 – pohled na místo řidiče



Obr. 164 – náklad u hlavy posádky



Obr. 165 – poškození čelní části vozidla

Bečov nad Teplou⁶⁷

Důsledky čelního nárazu bez ohledu na příčinu (ztráta kontroly nad vozidlem, nedobrzdnění, ...) zobrazují přiložené fotografie. Při přepravě nákladu v soupravě nebrzdíme pouze automobil s přívěsem, ale i náklad. Jak je vidět, přeměna kinetické energie nákladu na deformační dovede soupravu výrazně poškodit a ohrozit tak posádku, zejména cestující na zadních sedadlech průnikem nákladu nebo částí přívěsu do prostoru pro cestující.

7. 2 Zkušební dráha

Měření proběhlo dne 27. 11. 2012 v prostorách **Masarykova okruhu v Brně** v době od 8:00 do 15:30, kde byly pro celou akci vedením okruhu vyhrazeny prostory cílové rovinky a prvního oblouku v obvyklém směru jízdy. V tomto termínu byla dráha v posezónním režimu údržby a měření tak nenarušilo běžný provoz.

Základní parametry⁶⁸:

Využívaná délka dráhy 500 m, pro rozjezd: 442 m.

Šířka trati: 15 m

Podélný sklon: 0,5 %

Teplota vzduchu: 4-6 °C

Vlhkost vzduchu: 96-100 %, trať zavlhlá bez suchých oblastí a stojící vody

Nadmořská výška: 430 m n. m.



Obr. 166

Dráha pro rozjezd – zelená barva

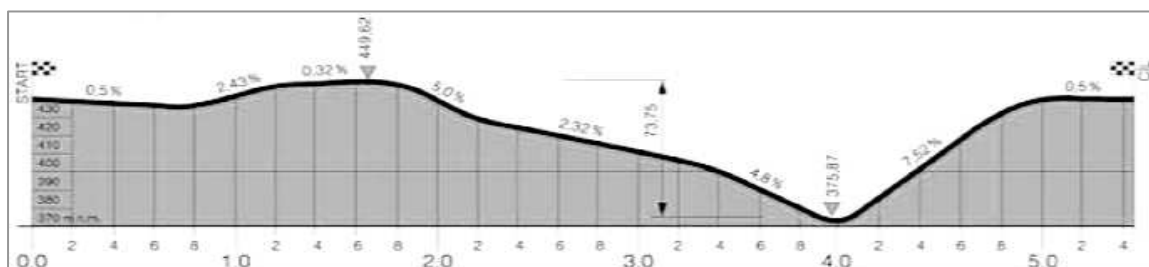
Rozjezd probíhal od počátku cílové rovinky z úrovně napojení jízdního pruhu pro vjezd do boxové uličky. Hranice byla určena příčnou spárou napojení živичného povrchu.

Počátek brzdění byl stanoven v úrovni ocelové rampy na konci boxové uličky a vyznačen pomocí dopravních kuželů.

Dráha pro brzdění – červená barva

Koridor pro brzdění byl vymezen od úrovně této rampy do konce cílové rovinky.

Přilehlý výjezd z boxové uličky poskytoval bezpečný prostor pro pohyb fotografa, kameramana a cílové zázemí. Komunikace mezi prostorem startu a cíle probíhala pomocí přenosných radiostanic.



Obr. 167 – výškový profil trati

Pro měření byl využitý úsek prvních 500 m se sklonem 0,5 %



Obr. 168 – pohled na cílovou rovinku



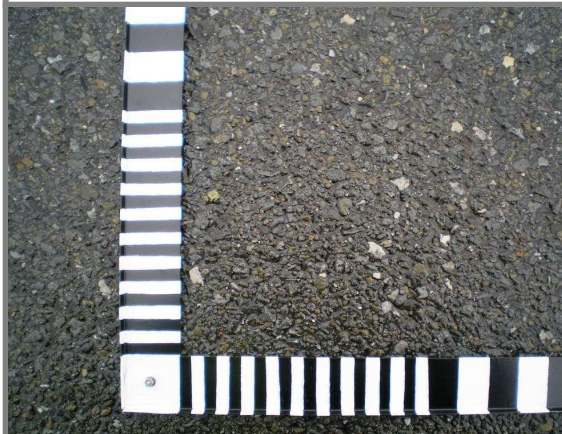
Obr. 169 – celkový pohled na trať



Obr. 170 – pohled na cílovou rovinku



Obr. 171 – souprava při návratu



Obr. 172 – detail struktury povrchu



Obr. 173 – tým před branou paddocku

Testovací dráha

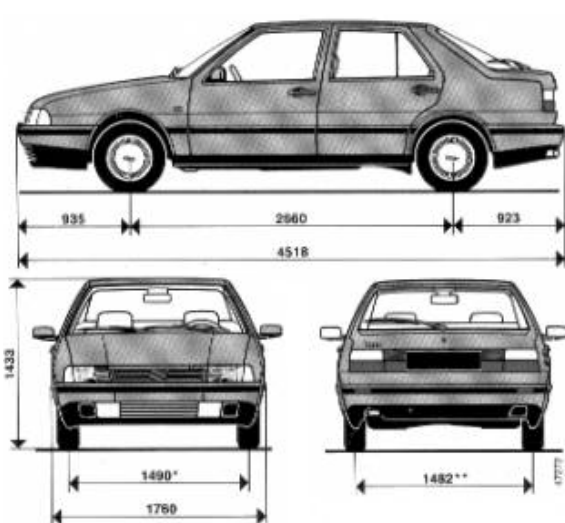
Zvolená testovací dráha umožňovala bezpečné provedení zkoušek mimo běžný provoz s dostatečnou délkou dráhy pro rozjezd na požadovanou rychlost a bezpečné zastavení. Kvalitní povrch, rovinnost trati i minimální sklon splňoval náročné požadavky navržených zkoušek.

7.3 Tažné vozidlo

Jako tažné vozidlo byl vybrán automobil **Fiat Croma 2.0ie, r.v. 1992, 85 kW** odpovídající rozměry a výkonovými parametry Škodě Octavii 2.0i, 85 kW, která reprezentuje jeden z nejběžnějších automobilů na našich komunikacích. Zvolený automobil byl v řádném technickém stavu, ale zároveň před plánovaným ukončením technického života, tedy jeho poškození vysokým zatěžováním při zkouškách nebo případnou nehodou nebylo spojeno se vznikem vysoké škody na vozidle.

(Pozn. Vzhledem ke stáří a počtu ujetých km nelze u ojetého vozidla uvažovat plný výkon motoru.)

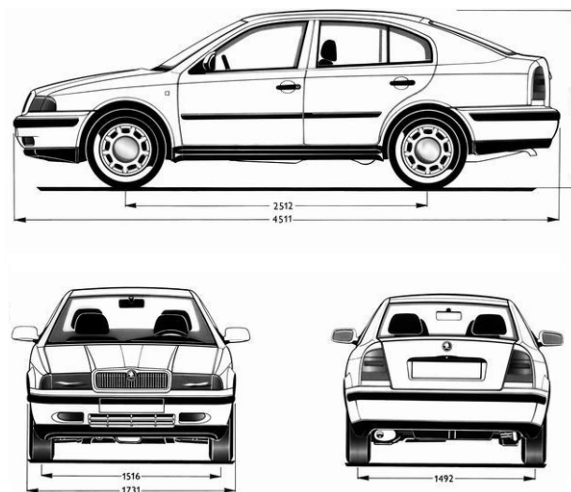
Parametrické porovnání vozidel:



Obr. 174 – Fiat Croma 2.0ie 85 kW

Hmotnost 1145 kg
Zrychlení 0-100 km/h: 11 s
Délka: 4518 mm
Šířka: 1760 mm
Rozvor: 2560 mm

Brzdy: kotoučové na všech kolech



Obr. 175 – Škoda Octavia 2.0i 85 kW

Hmotnost: 1210 kg
Zrychlení 0-100 km/h: 10,8 s
Délka: 4511 mm
Šířka: 1731 mm
Rozvor: 2512 mm

Brzdy: kotoučové na všech kolech

Výhodou použitého automobilu bylo vybavení automatickou převodovkou, která zajišťovala strojově přesné řazení bez vlivu řidiče. Urychlení vozidla bylo vždy vynucené plnou výchylkou akcelérátoru, který byl uvolněn až při dozažení požadované rychlosti. Při brzdění si řidič snažil počínat tak, aby zastavil na co nejkratší dráze – brzdil s plnou intenzitou a zpravidla lehce uvolnil brzdový pedál v momentě, kdy došlo k zablokování kol.

Vozidlo brzdilo bez systému ABS.

7.4 Přířvěsy

Pro relevantní porovnání vlastností brzděného a nebrzděného přířvěsu bylo vhodné zajistit dva identické přířvěsy, lišící se pouze vybavením nájezdovou brzdou, popř. jeden přířvěs s možností brzdu vyřadit z provozu.

S tímto požadavkem byly osloveni přední tuzemští výrobci přířvěsů a jako nejlepší se ukázala spolupráce s firmou **Vezeko s.r.o.** z Velkého Meziříčí, která ve velmi krátké době vyrobila a bezúplatně pro účely této práce zapůjčila dva přířvěsy typu Vario, které na přání vybavila kotvícími oky pro zajištění nákladu a polepy „TESTOVACÍ PŘÍVĚS”. Tento typ přířvěsu reprezentuje v současné době nejprodávanější přířvěs za OA na našem trhu. Stejně ochotně na sebe převzala riziko za poškození přířvěsů, které při testování hrozilo.



Obr. 176 – Přířvěsy Vezeko Vario po skončení měření

Technické parametry:

Vezeko VARIO A 08.2 (nebrzděný)

Celková hmotnost: 750 kg
Provozní hmotnost: 206 kg

Celková délka: 3710 mm
Šířka: 1710 mm
Výška: 910 mm

Rozměry ložné plochy:
2540 x 1270 mm

Počet náprav: 1
Pneu: 155/70 R13 75N
Brzdy: NE

Nejvyšší rychlost: 130 km/h

Vezeko VARIO A 07.2 (brzděný)

Celková hmotnost: 750 kg
Provozní hmotnost: 266 kg

Celková délka: 3860 mm
Šířka: 1740 mm
Výška: 950 mm

Rozměry ložné plochy:
2520 x 1260 mm

Počet náprav: 1
Pneu: 165 R13C 96/94N
Brzdy: ANO – nájezdová KNOT

Nejvyšší rychlost: 100 km/h



Obr. 177 – nebrzděný přívěs



Obr. 178 – brzděný přívěs



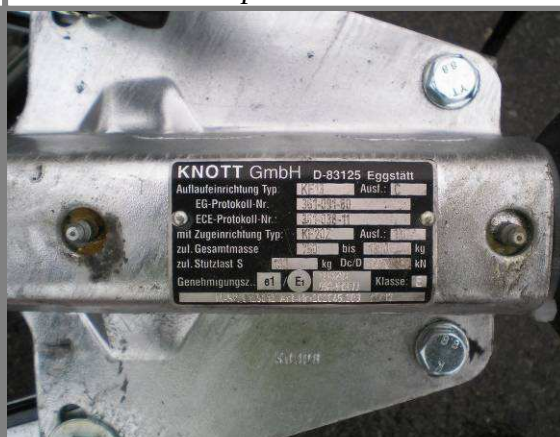
Obr. 179 – čelní pohled



Obr. 180 – čelní pohled



Obr. 181 – výrobní štítky



Obr. 182 – výrobní štítky

Přívěsy Vezeko

Brzděné přívěsy jsou pro svoji podstatně vyšší cenu a požadavky na údržbu na našich silnicích za OA stále poměrně vzácné.

Možnost porovnat vlastnosti obou variant za stejných podmínek tvoří jednu z nejzajímavějších částí práce.

7.5 Zátěž

Jako zátěž byly zvoleny PE pytle plněné váženým sypkým stavebním materiálem. Hmotnost jednoho pytle byla stanovena na 50 kg, náplní stavební písek a kamenivo o frakci 8-16 mm. Oba substráty reprezentují typické materiály ve stavebnictví – jedny z často přepravovaných zátěží. Ekvivalent 50 kg odpovídal dříve jednomu balení pytlovaného cementu, dnes dvěma baleními po 25 kg. Zvolený druh zátěže tak poskytuje jasnou obecnou představu o míře zatížení.



Obr. 183 – 500 kg stavebního materiálu dosahuje do poloviny bočnic

Pytle byly přelepeny úhlopříčně černo-žlutou šrafovací páskou pro snazší rozpoznání jejich počtu a umístění na fotografiích. Celkem bylo připraveno 20 kusů o celkové hmotnosti 1000 kg.

Pro zatěžování přívěsu při testování je za určitých podmínek praktické použít klecový IBC kontejner v drátové kleci na paletě, který je podle předem ocejchovaného vodoznaku doplňován vodou, popř. upouštěn tak, aby se dosáhlo požadovaného zatížení.



Obr. 184 – IBC kontejner na europaletě

Výsledky měření jsou ale ovlivněné vyšším těžištěm tohoto nákladu, nároky na přísun vody pro dolévání a možnost upouštění u testovací trati, nesnadností naplněný kontejner lehko přesunovat po ložné ploše a nemožností zatěžování osobního automobilu jeho prostřednictvím. Část měření byla plánována i na zimní období, kdy by došlo ke změně skupenství. V neposlední řadě měření ovlivňuje vznik rázů v důsledku absence vlnolamů v nádobě při přesunu kapaliny vlivem setrvačnosti.

Pro rozšíření stávajícího měření by ale použití tohoto typu zátěže mělo své výhody a právě vliv přesunu kapaliny by mohl poskytnout zajímavé výsledky (např. při slalomu mezi kužely). V poslední době jsou tyto kontejnery populární jak pro převoz vody na přívěsných vozících, tak i pro převoz pohonných hmot a chemikálií. Možné důsledky případné havárie jsou nasnadě.



Obr. 185 – zásoba stavebního materiálu



Obr. 186 – digitální váha, stavební vědro



Obr. 187 – stavební vědro písku 25,9 kg



Obr. 188 – vědro kameniva 25,8 kg



Obr. 189 – hotové 50 kg balení zátěže



Obr. 190 – přívěs se zátěží 1000 kg

Příprava zátěže

Fotografie doplněny pro představu o míře zatížení. Kamenivo bylo použito všechno, písku zhruba polovina z vyobrazeného celkového množství.

Vlastní hmotnost prázdného stavebního vědra činí 0,9 kg.

7.6 Měřicí prostředky a dokumentace měření

Pro měření byly využity dva nezávislé dvouosé akcelerometry typu XL metr. Hlavní akcelerometr byl umístěn za čelním sklem testovaného vozidla, doplňující přístroj na zadním čele přívěsu, které bylo pro tento účel osazeno ocelovou plechovou plotnou o tloušťce 1,2 mm, která byla uchycena pod šrouby držící otočné závěsy (panty) a ocelový rám čela. Pro případ, že by došlo vibracemi k oddělení přísavky měřidla od plotny, byla tato umístěna nad ložnou plochu v zadní části přívěsu, kde nehrozilo ani poškození sesunutou zátěží při prudkém brzdění. Přísavka měřidla byla navíc přelepena pevnostní lepící páskou.



Obr. 191 – Inventure XL meter

Vzhledem k těmto bezpečnostním opatřením se přístroj nacházel proti směru měření a data z něj získaná bylo nutné invertovat. Citlivost v obou směrech je stejná.

Protože je přívěs s automobilem v případě nebrzděného provedení spojen pevnou ojí, je zaznamenaný průběh z obou měřidel velmi podobný. Proto je možné druhé měřidlo na přívěsu možné považovat za záložní pro případ poruchy hlavního ve vozidle. V případě brzděného provedení lze z rozdílů obou signálů vyčíst pohyb nájezdové brzdy a případné rázy v jejích krajních polohách.

Dokumentace měření

Kromě měřicích přístrojů bylo měření snímáno digitální kamerou ze stativu a fotografováno rychlosnímkovou metodou – díky tomu vznikla ke každému měření galerie náklonu soupravy, která by byla běžným způsobem fotografování nezachytitelná.

Přehled fotografií průběhu brzdění je obsažen v příloze A této práce.

Tyto záznamy byly doplněny dalšími běžnými fotografiemi průběhu měření.



Obr. 192 – umístění plotny



Obr. 193 – měřidlo při plném zatížení



Obr. 194 – uchycení měřidla



Obr. 195 – kalibrace



Obr. 196 – přenos dat při odklopeném čele



Obr. 197 – umístění měřidla ve vozidle

Měřidla

Uchycení měřidla se ukázalo jako vhodně zvolené, po celou dobu spolehlivě odolávalo vlivům vibrací a setrvačných sil. Navíc umožňovalo snadný přístup při stahování dat do PC i pro ovládání a kalibraci.

7.7 Zkreslení měření

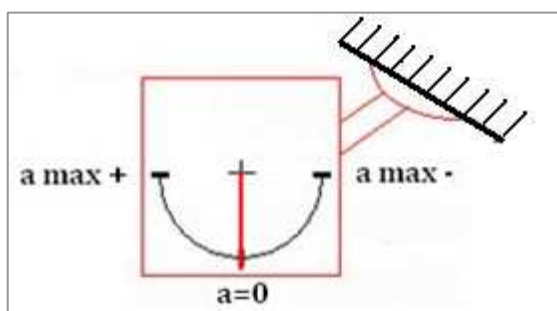
Hlavní výhodou a důvodem využití přístrojů XL metr je snadná obsluha a dostupnost v podmínkách USI VUT Brno. Z naměřených hodnot zrychlení vůči časové ose byly dopočítány další veličiny jako rychlost a ujetá dráha v čase, některé extrémní hodnoty (např. maximální brzdné zpomalení) a vykresleny odpovídající grafy. Výhody byly bohužel vyváženy zkreslenými výstupy měření. Přístroje jsou kalibrovány pro výchozí klidovou (ideálně vodorovnou) pozici.

Pokud vozidlo akceleruje nebo deceleruje, dochází k jeho náklonu v podélném směru. V případě akcelerujícího automobilu dochází k nadlehčování přední části karoserie při současném poklesu zádí, při brzdění poklesá přední část a zád' je nadlehčována. Tento rozdíl náklonů má negativní vliv na přesnost měření a zanáší do něj chybu. Protože je rychlost vozidla a ujetá dráha dopočítávána z průběhu zrychlení v čase, jsou touto chybou zatíženy výsledky celého měření.

Pro korekci zkreslení, byla uplatněna následující úvaha:

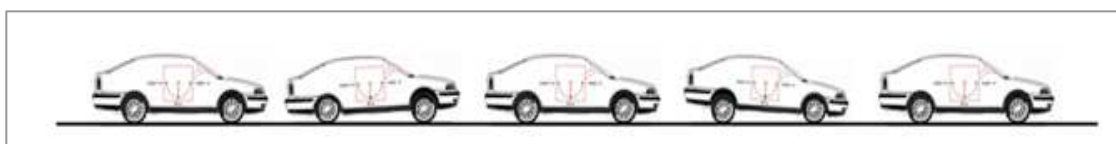
Zjednodušený ideální model akcelerometru, na kterém je patrný vliv naklopení vozidla pro zanesení chyby měření, si lze představit jako hmotný bod zavěšený na nehmotném ramenu představující pomyslnou rafičku volně se vychylující v podélném směru v důsledku setrvačných sil, jejíž poloha je snímána např. pomocí potenciometru nebo optočlenů.

Pokud je měřidlo pevně spojené s vozidlem v klidu nebo rovnoměrném přímočarém pohybu, tedy nezrychluje, ani nezpomaluje, setrvává rafička ve svislé poloze, výchylka, stejně jako hodnota naměřeného zrychlení, je nulová. Náklonem se její svislá poloha nezmění, ale vůči nakloněné stupnici vykazuje hodnotu odpovídající náklonu.

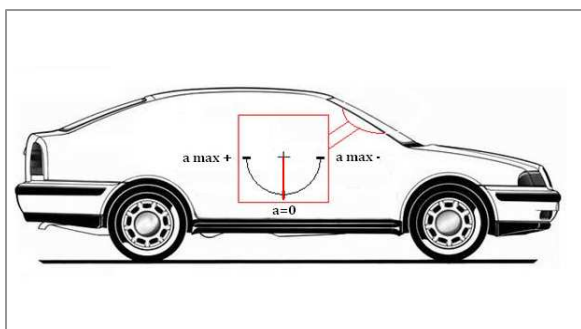


Obr. 198 – zjednodušený principiální model akcelerometru

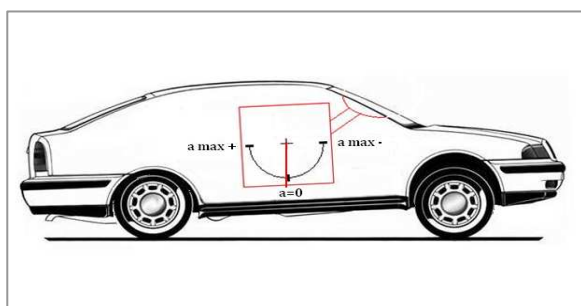
Jakmile měřidlo začneme urychlovat, má hmotný bod vlivem setrvačných sil tendenci setrvat ve své původní poloze a vychýlí se ze svislé polohy ve směru opačném vektoru síly, která způsobuje zrychlení ve směru osy měření. Analogicky při zpomalování. Jak je patrné z přiložených ilustrací, náklon provázející rozjezd a brzdění vozidla naklání stupnici vůči rafičce směrem k vyšším měřeným hodnotám. Tento efekt tedy zesiluje naměřený signál. Do určité hodnoty zrychlení, kdy dochází k limitu daným konstrukcí odpružení, se dá říct, že čím více je vozidlo urychlováno nebo zpomalováno, tím k většímu náklonu dochází. Protože je náklon závislý na průběhu zrychlení, má i jeho průběh obdobný tvar.



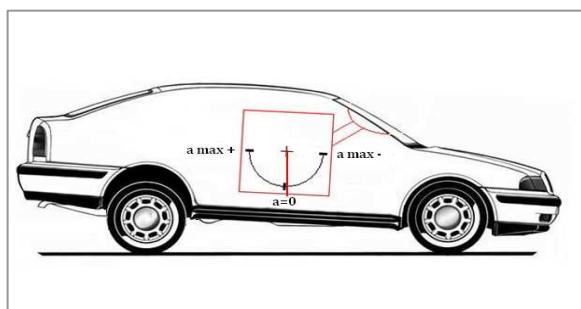
Obr. 199 – vozidlo v klidu – zrychlování – rovnoměrný pohyb – zpomalování – vozidlo v klidu



Obr. 200 – klid nebo rovnoměrný přímočarý pohyb – bez zkreslení – stupnice není nakloněna



Obr. 201 – akcelpace – měřidlo zatíženo chybou – stupnice nakloněna vůči rafičce k $a_{max} +$

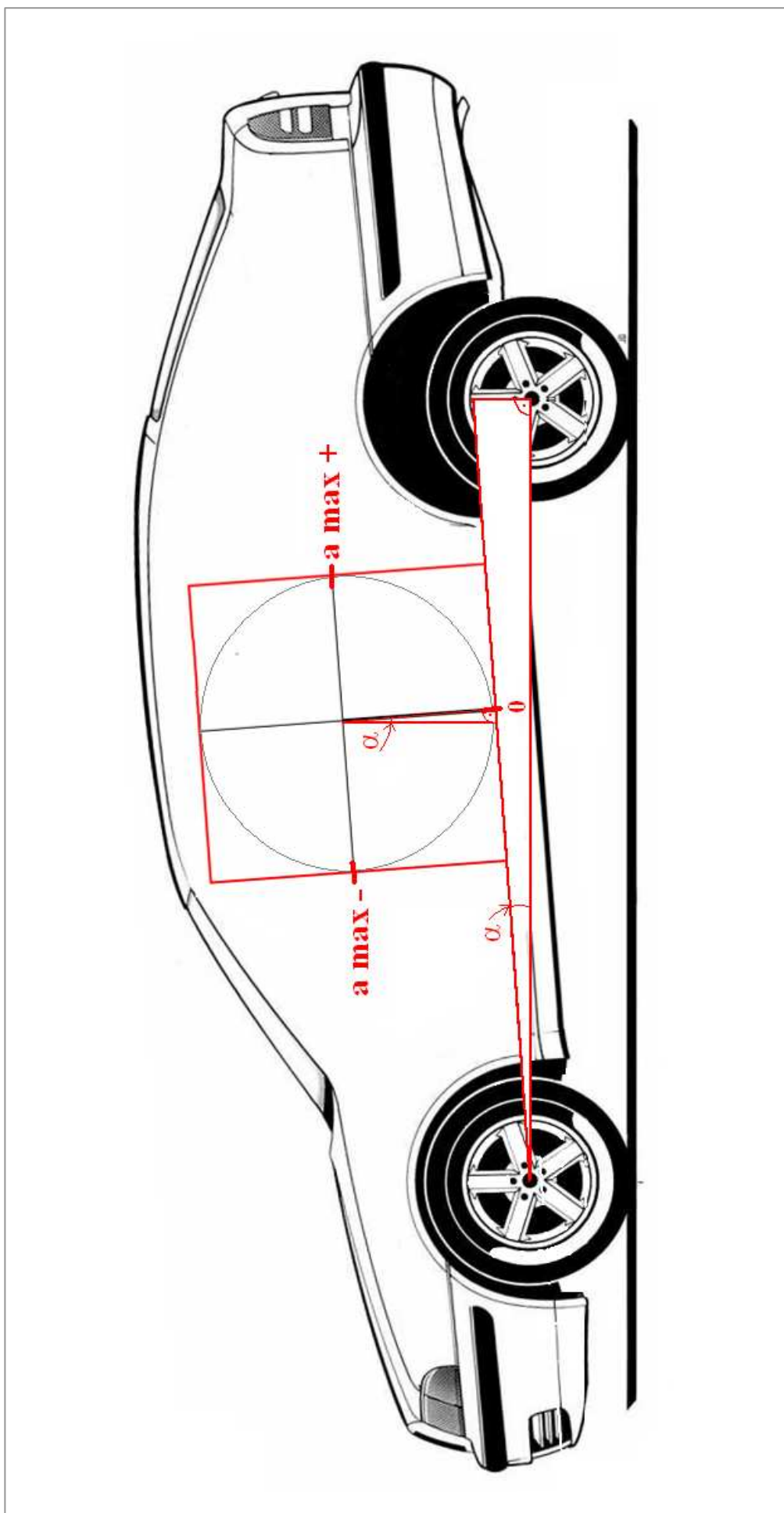


Obr. 202 – decelerace – měřidlo zatíženo chybou – stupnice náklonem posunuta vůči rafičce

Tlumiče s vinutými pružinami automobilu si lze představit jako soustavu siloměrů měřících svislé silové účinky na jednotlivé nápravy. Záznam náklonu vozidla v dané konfiguraci zatížení by umožňoval korekci chyby, která by však kladla velké nároky na kvalitu a kompletnost záznamu náklonu vozidla a měla by být doplněna dalším měřením. Výchozí náklon vozidla v klidu a klonění soupravy při změně rychlosti je ovlivněné i zatížením soupravy, rozložením nákladu a v neposlední řadě typem použitého přívěsu (brzděný/nebrzděný).

Pomocí goniometrických funkcí lze ze známého maximálního náklonu při brzdění (měřeno nadzvednutí karoserie vozidla oproti vozovce v úrovni osy zadní nápravy – cca 100 mm a pokles karoserie v úrovni přední nápravy – cca 50 mm) a známého rozvoru náprav (2560 mm) určit úhel náklonu – označen α . Z podobnosti trojúhelníků lze určit, že stejný úhel svírá i rafička s nakloněnou svislou osou stupnice měřidla. Odpovídají-li maximální měřené hodnoty úhlu $\pm 90^\circ$, je možné poměrem ke zjištěné hodnotě úhlu alfa určit maximální chybu vyjádřenou v procentech.

Pro dané podmínky vychází hodnota úhlu alfa $3,36^\circ$ odpovídající maximálním zkreslení 3,73 %. Vzhledem k tomu, že výpočet byl zatížen podstatně vyšší chybou, je třeba příčiny zkreslení hledat v použité metodě výpočtu a dalších vlivech, kdy může dojít k nárůstu nepřesností (Do zkreslení vstupuje kromě náklonu vozidla i nepřesná kalibrace nebo podélný sklon dráhy.) Zohlednit všechny tyto vlivy by bylo velmi náročné.



Obr. 203 – Nákres odvození velikosti maximální chyby měření způsobené náklonem vozidla při brzdění

Použitý přístup korekce:

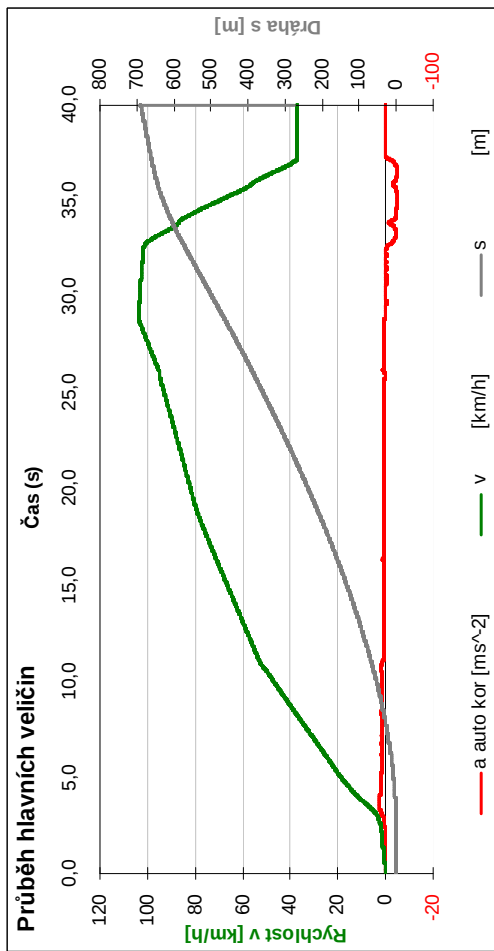
Pro účely provedeného měření byl z výše uvedených důvodů zvolen jiný přístup. A to hledání korekčních konstant při přepočtu údajů zatížených zkreslením k některé hodnotě, která by měla být po celou dobu měření konstantní. Touto konstantní hodnotou je vzdálenost mezi startovní pozicí soupravy a úrovní, kdy řidič začal brzdit. Ta byla určena aritmetickým průměrem z naměřených hodnot, které se před korekcí poměrně značně lišily. Ověření správnosti tohoto způsobu korekce vycházelo z porovnání známých hodnot orientačně změřených jinými metodami (zaměření délky brzdné dráhy metrem a odečtení rychlosti, při které bylo zahájeno brzdění z tachometru vozidla). Díky těmto pomocným údajům a znalosti původního rozptylu hodnot lze provedenou korekci zkreslení prohlásit za zdařilou.

Dalším korekčním ukazatelem byl průběh vypočítané rychlosti, který se v prvotních grafech nevracel k nule. Pro správnou korekci byly určeny dvě korekční konstanty pro zrychlení a zpomalení v každém měření (míra náklonu při akceleraci a brzdění se liší). Těmito byly poté hodnoty zrychlení a zpomalení přepočítány. Korekce zrychlení měla velký vliv na ujetou dráhu, tedy i vzdálenost mezi startem a místem počátku brzdění, korekce zpomalení velmi malou. Proto byla data korigována nejprve přepočtem zrychlení k hodnotě očekávané vzdálenosti, poté přepočtem zpomalení k přiblížení koncové části grafu rychlosti k nule.

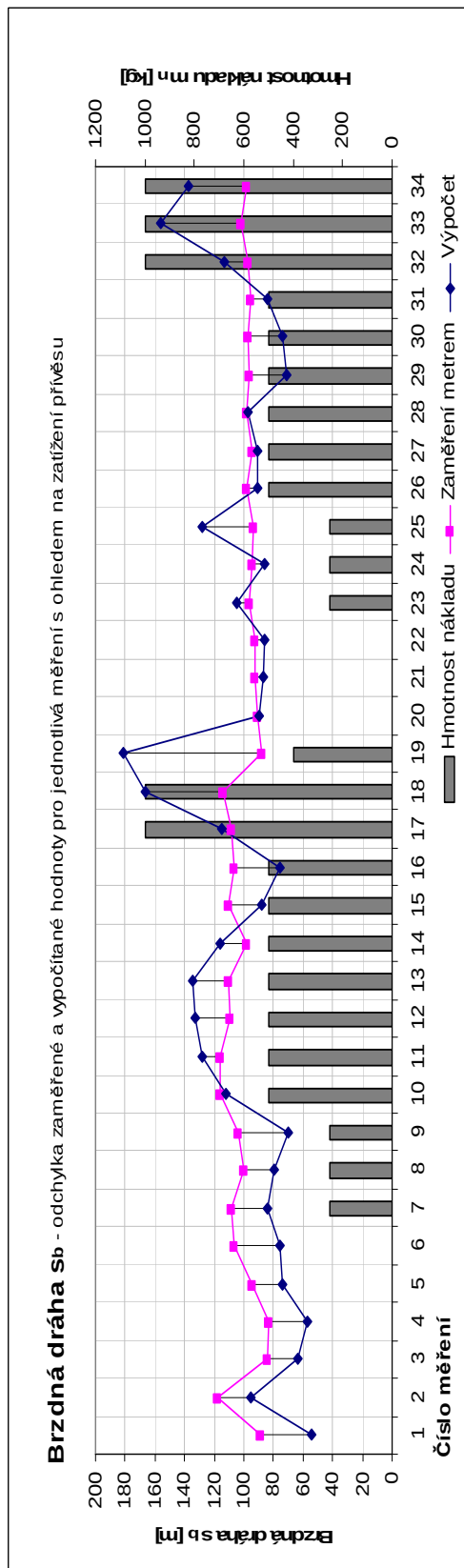
Hodnoty brzdné dráhy po korekci se od hodnot zaměřených metrem lišily v celém spektru měření o průměrnou hodnotu 6,48 m (rozdíl aritmetických průměrů hodnot zjištěných jednotlivými metodami). Vypočítaný rozdíl odpovídá stálé chybě vnímání úrovně linie pro počátek brzdění řidičem v součtu s reakční dobou a dobou náběhu brzd. Výpočet z hodnot akcelerometru tyto jevy pomíjí a představuje brzdnou dráhu od nástupu brzdného zpomalení do zastavení, nikoliv od pokynu řidiče zastavit vozidlo při průjezdu určitou linií, ke které se délka brzdné dráhy zaměří metrem.

Další vlivy zkreslení měření:

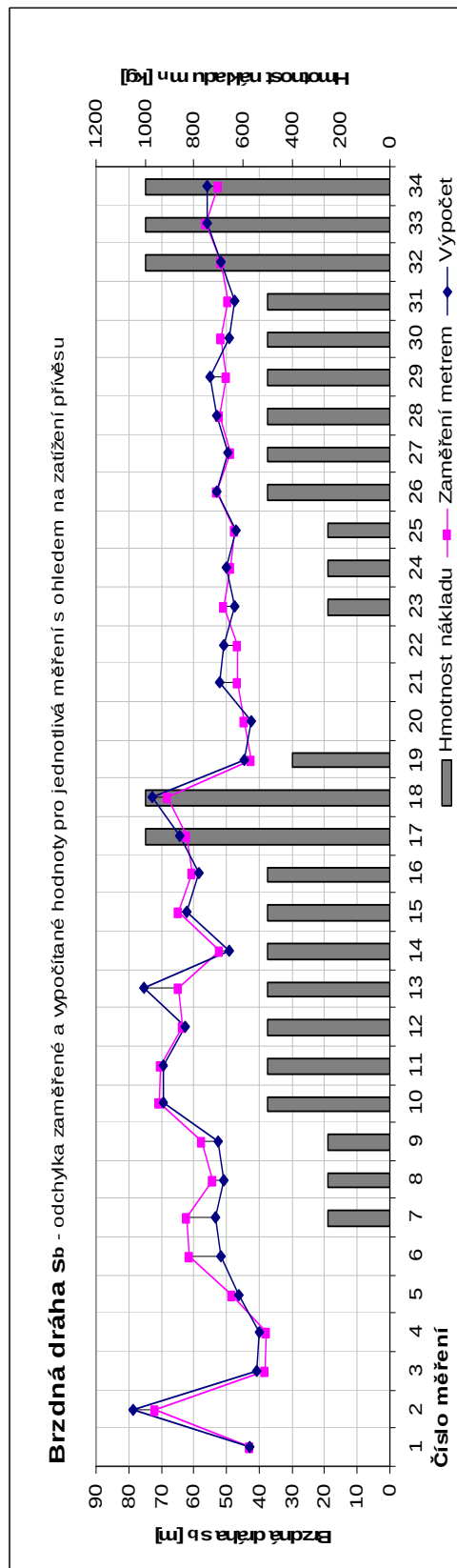
- Účinnost brzd v závislosti na jejich teplotě
- Úbytek paliva v nádrži vozidla – za měření bylo spotřebováno cca 30 l paliva.
- Různá reakční doba řidiče a odhad správné úrovně pro počátek brzdění.
- Chyby měřicí metody a výpočtů



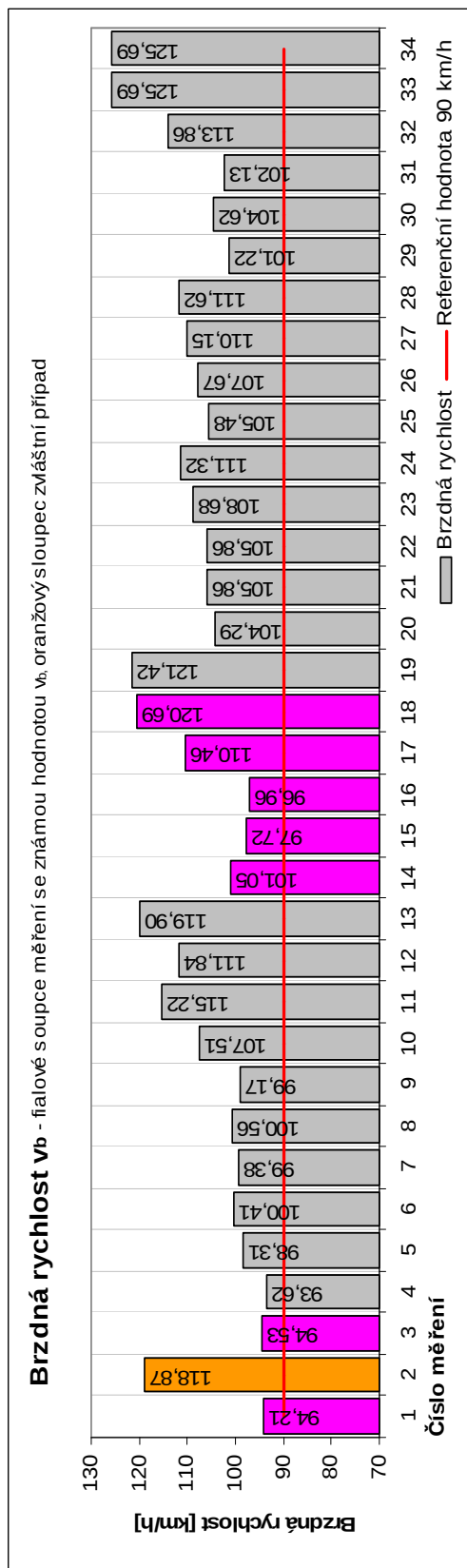
Obr. 204 – Vlevo graf před korekcí, vpravo po korekci – v_{max} odpovídá realitě, v se vrací k nule



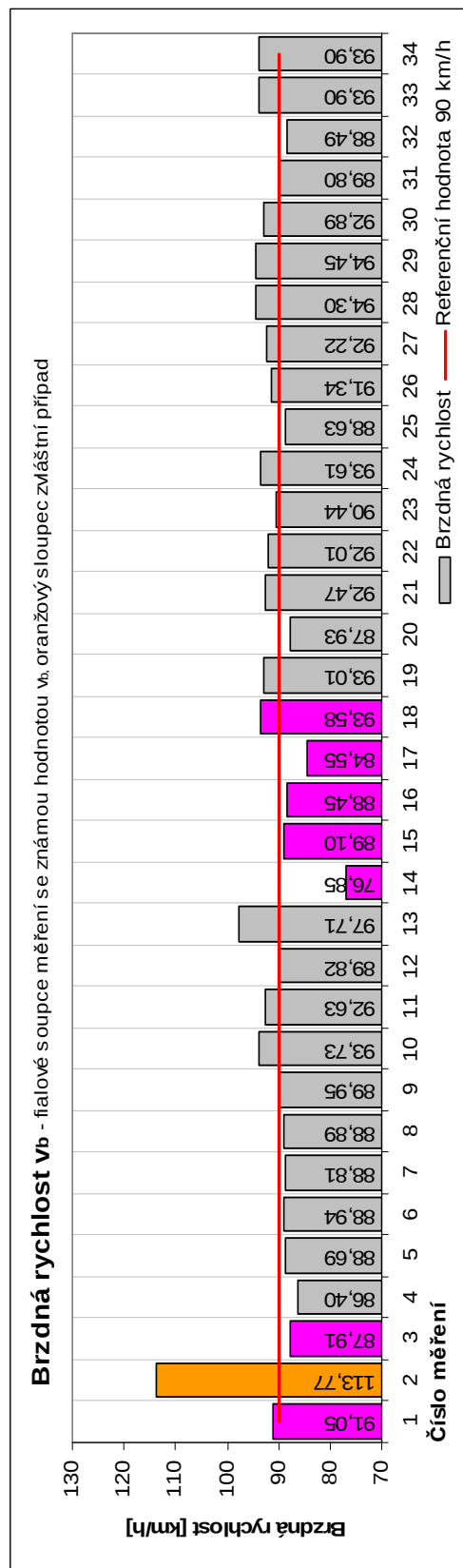
Obr. 205 – Rozptýl brzdňé dráhy zaměřeně metrem a vypočítané z hodnot XL metru – bez korekce.
 Šedé sloupce informují o hmotnosti nákladu, první blok – nebrzděný, druhý brzděný.



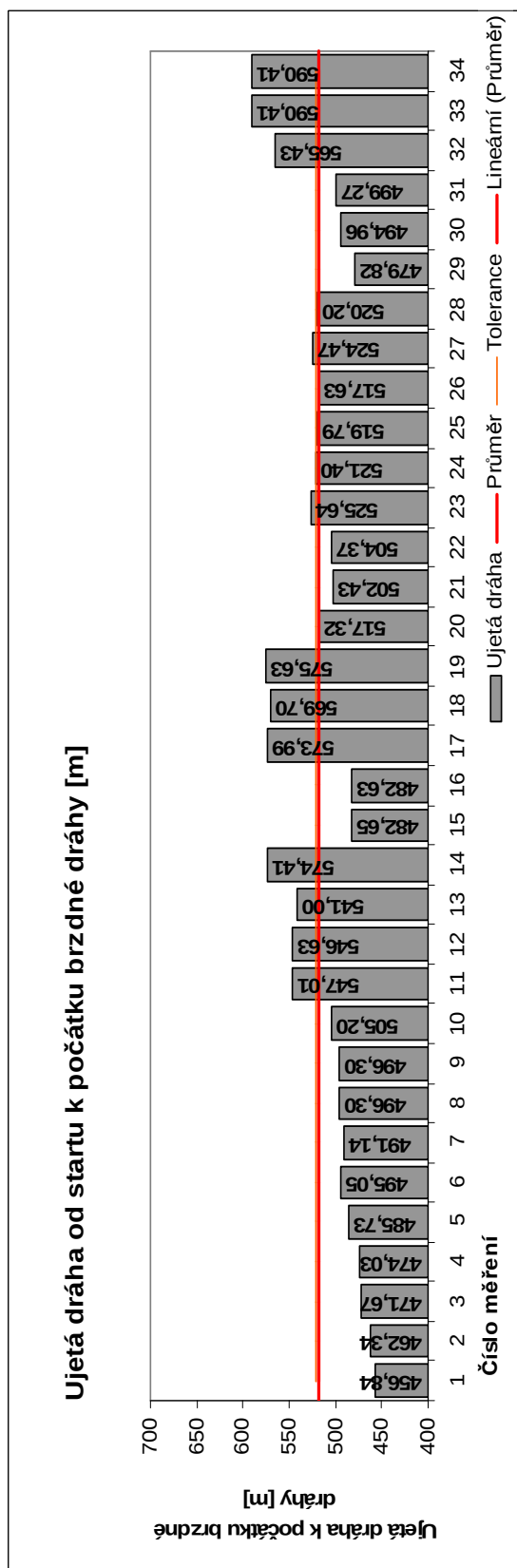
Obr. 206 – Po korekci se rozptýl hodnot naměřených oběma metodami snížil na minimum, většina přibližně odpovídá. Je eliminováno i nepřesné vnímání linie brzdění. Zbytkový rozptýl lze přisoudit nepřesnému zaměření metrem, které sloužilo jen k hrubému zachycení dat pro následnou kontrolu věrohodnosti vypočítaných údajů.



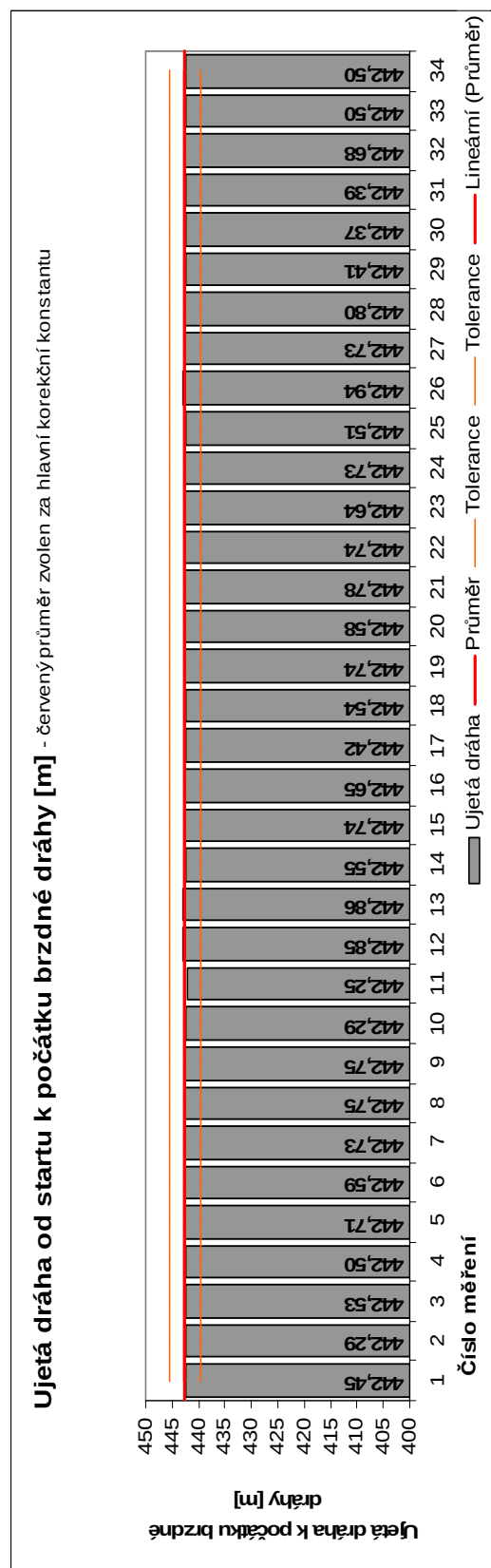
Obr. 207 – Většinou se brzdilo z rychlosti cca 90 km/h, zde je patrný rozptyl nekorigovaných dat



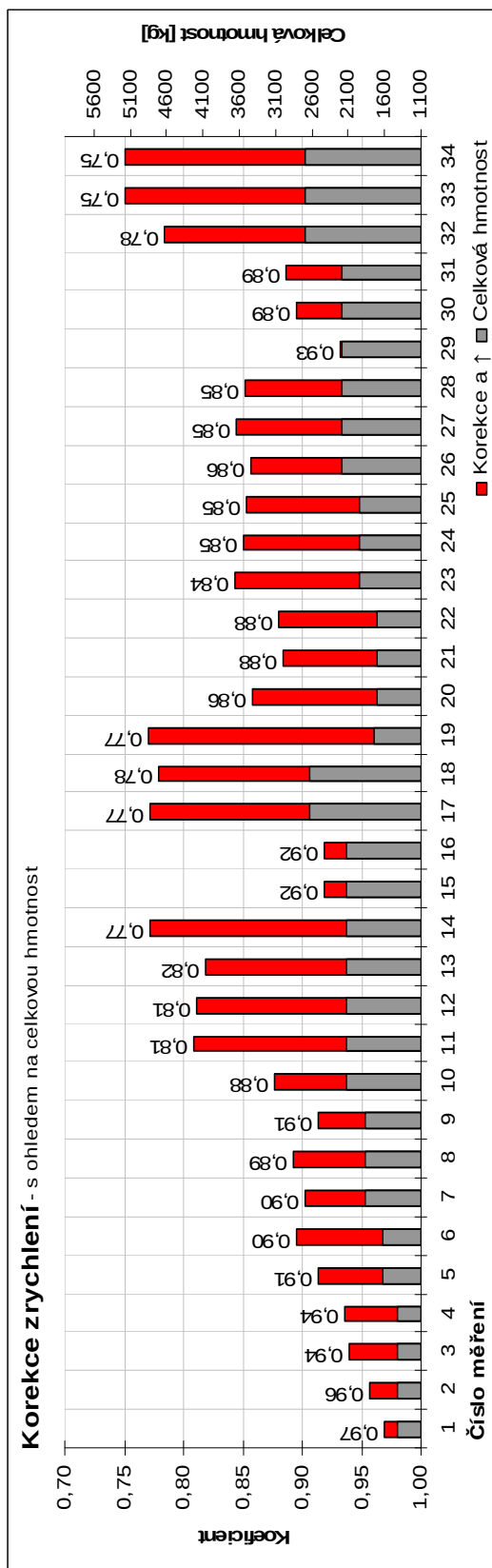
Obr. 208 – Data po korekci odpovídají realitě, fialová barva značí měření u kterých byla hodnota rychlosti poznačena z tachometru – hodnoty po korekci si odpovídají. Oranžová – zvláštní kalibrační měření – rozjezd bez omezení rychlosti – hodnota odpovídá předpokladu.



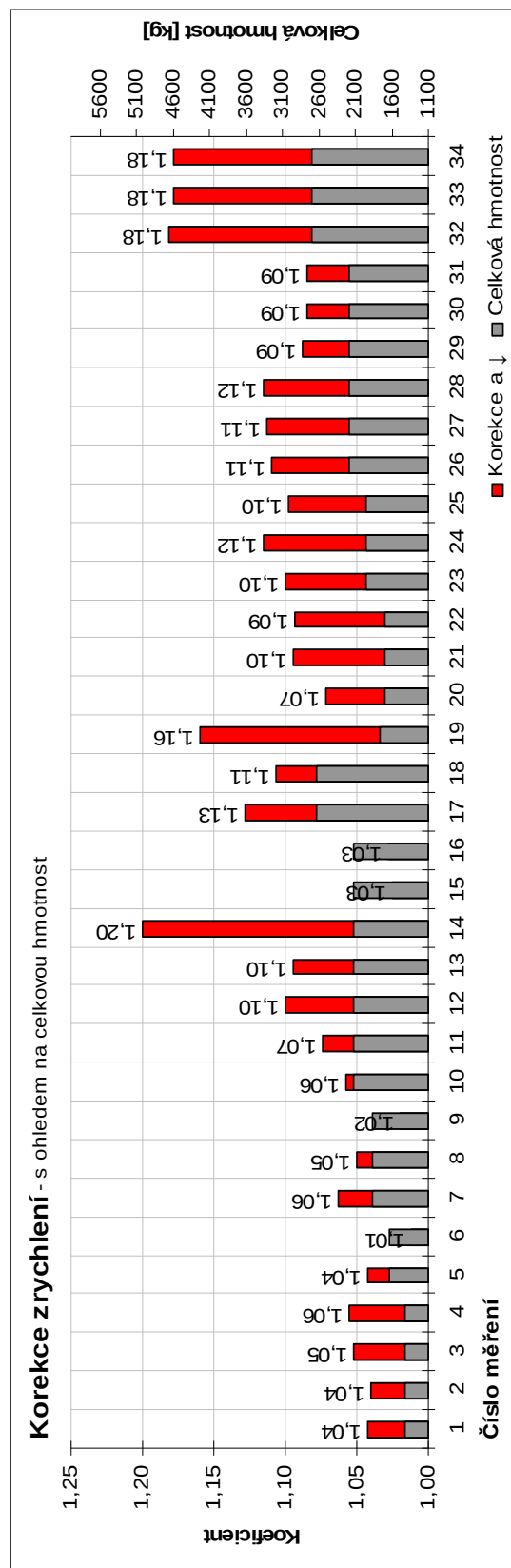
Obr. 209 – Rozptyl hlavní konstantní hodnoty – vzdálenosti mezi startem a úrovní pro brzdění



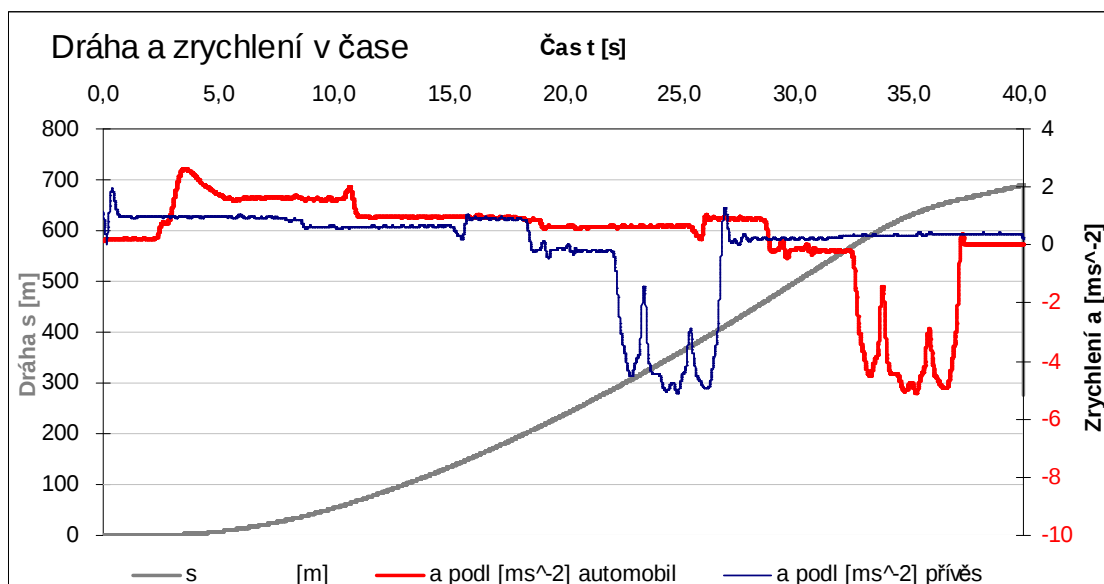
Obr. 210 – Vzdálenosti mezi startem a úrovní pro brzdění po korekci



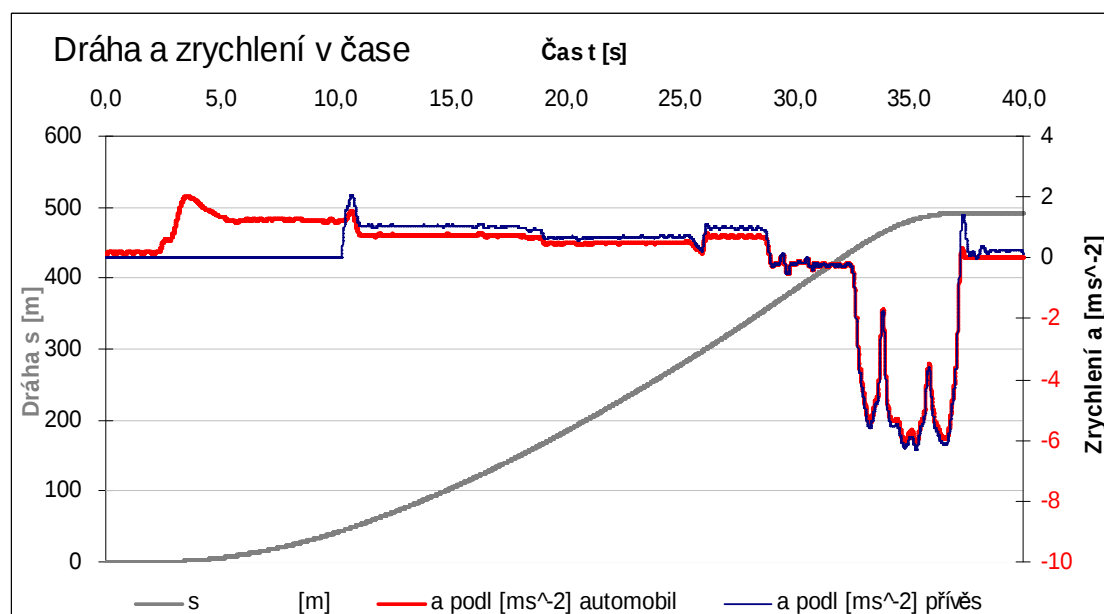
Obr. 211 – Míra korekce zrychlení s vyobrazením celkové hmotnosti soupravy



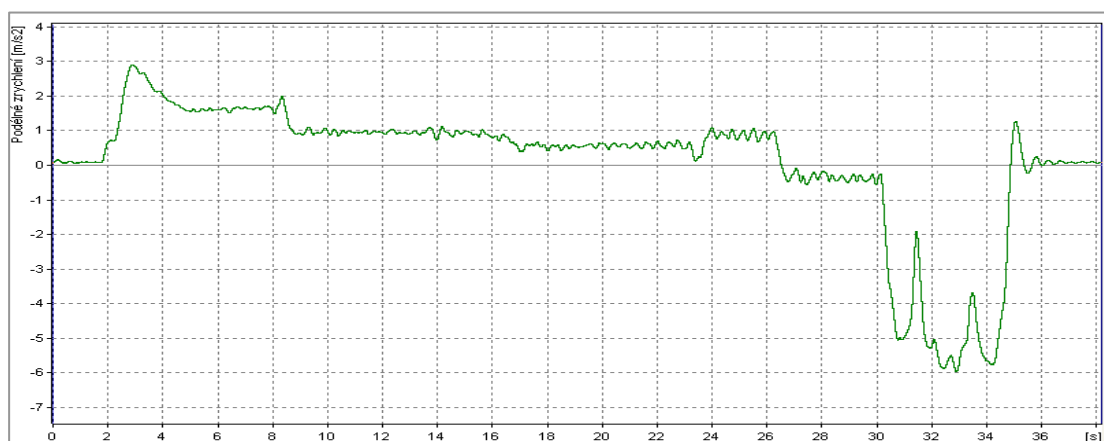
Obr. 212 – Míra korekce zpomalení s vyobrazením celkové hmotnosti soupravy



Obr. 213 – Posun dat vůči časové ose XL metru umístěného v automobilu a na přívěsu. Počátek naměřených dat přívěsu byl přemazán šumem po skončení měření – omezená datová kapacita měřidla. Automobil se do datového rozmezí vešel.



Obr. 214 – Průběh zrychlení po synchronizaci – vodítka maximální a minimální špičky



Obr. 215 – Nekorigovaný grafický výstup programu XL Vision pro stejné měření

7. 8 Zpracování měření

Z důvodu nutnosti popsané korekce zkreslení a potřeby invertovat data získaná z měřidla umístěného na přívěsu proti směru jízdy bylo nutné využít namísto programu XL Vision tabulkový kalkulátor Microsoft Excel a všechna potřebná kritéria a výpočty vytvořit v tomto prostředí. Výhodou toho velmi pracného způsobu je zcela otevřený přístup k datům a o to širší výstupy získané z měření.

Tabulka s komplexními záznamy a výpočty z měření je elektronickou přílohou této práce. Pro přesnou interpretaci výsledků je vhodné pracovat přímo s ní.

Přehled naměřených a vypočtených dat							Croma Nebrzděný Brzděný	Pomocné ukazatele							
Měření	m s [kg]	m n [kg]	m c [kg]	Data	Brzděná dráha - zaměření metrem [m]			Použitý typ	K a " p	K a , p	Horní mez v	Horní mez vb	Záznam rychlosti		
13	1626	500	2126	2-5	76,79			0	1,063	1,053	E5467	J5747	90		
Popis							Auto s nebrzděným přívěsem - zatížení 500 kg								
Poznámka							Kamera proti autu, foto 9511, teplota vzduchu 6 C								
a max [ms ⁻²]	a brzd max [ms ⁻²]	a brzd střední [ms ⁻²]	s (80 km/h) [m]	t (80 km/h) [s]	v brzd [km/h]	Ujetá dráha k počátku brzděné dráhy [m]	Brzděná dráha [m]	Korekce zkreslení náklonem vozidla							
							517,96							409,32	
									S _{0,0}						
2,69	-8,09	-4,69	235,68	20,58	97,71	442,86	75,10	Korekce a ↑ Korekce a ↓							
							0,819							1,481	517,15
Automobil							Přívěs							Brzděná dráha ze snižující se rychlosti	
t [s]	a auto kor [ms ⁻²]	v [m/s]	v [km/h]	s [m]	a auto filtr [ms ⁻²]	a přívěs kor [ms ⁻²]	a přívěs filtr [ms ⁻²]	v [km/h] zaokrouhleno	a auto XL [ms ⁻²]	a přívěs XL [ms ⁻²]	Směrnice v	vbx [km/h]	sbx [m]		
0	0,16	0,00	0,00	0,00	0,10	0,15	0,15	0,00	0,20	0,10	0,72	130,00		0,00	
0,005	0,23	0,00	0,00	0,00	0,11	0,22	0,15	0,00	0,28	0,15	0,72	120,00		0,00	
0,01	0,24	0,00	0,01	0,00	0,12	0,22	0,14	0,00	0,29	0,15	0,72	110,00		0,00	
0,015	0,19	0,00	0,01	0,00	0,12	0,18	0,14	0,00	0,23	0,12	0,72	100,00		0,00	
0,02	0,14	0,00	0,01	0,00	0,13	0,13	0,13	0,00	0,17	0,09	0,72	97,71	75,10	0,00	
0,025	0,13	0,00	0,02	0,00	0,13	0,12	0,13	0,00	0,16	0,08	0,72	80,00	54,00	0,00	
0,03	0,16	0,01	0,02	0,00	0,14	0,15	0,12	0,00	0,19	0,10	0,72	70,00	41,37	0,00	
0,035	0,17	0,01	0,02	0,00	0,14	0,16	0,12	0,00	0,21	0,11	0,72	60,00	29,57	0,00	
0,04	0,23	0,01	0,03	0,00	0,14	0,22	0,11	0,00	0,28	0,15	0,72	50,00	21,18	0,00	
0,045	0,25	0,01	0,03	0,00	0,15	0,23	0,11	0,00	0,30	0,16	0,72	40,00	13,28	0,00	
0,05	0,18	0,01	0,03	0,00	0,16	0,17	0,11	0,00	0,22	0,11	0,72	30,00	7,03	0,00	
0,055	0,18	0,01	0,04	0,00	0,16	0,17	0,10	0,00	0,22	0,11	0,72	20,00	3,35	0,00	
0,06	0,18	0,01	0,04	0,00	0,17	0,17	0,09	0,00	0,22	0,11	0,72	10,00	0,92	0,00	
0,065	0,18	0,01	0,04	0,00	0,17	0,17	0,09	0,00	0,22	0,11	0,72	0,00	0,01	0,00	

Obr. 216 – Část hlavní výpočtové tabulky ke každému měření

Doba každého měření je cca 35 sekund, za kterou bylo pořízeno 7000 vzorků (řádků) momentálního zrychlení.

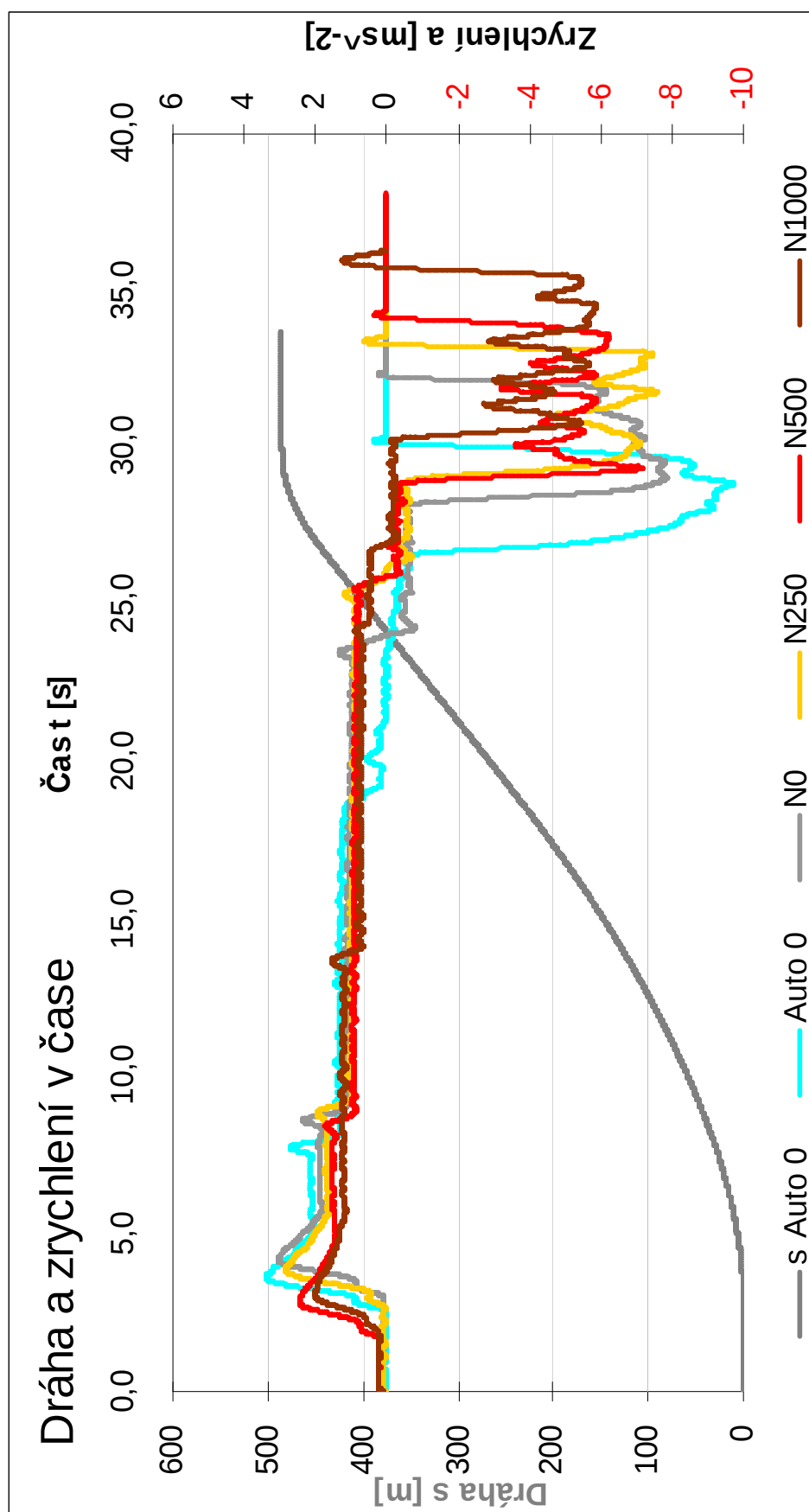
Kromě popsané korekce zkreslení bylo nutné pro některé grafy a výpočty data filtrovat (metoda aritmetického průměru nejbližších hodnot), zaokrouhlit, vypočítat směrnici – pro aplikaci stejného kritéria na určení momentu poklesu rychlosti – počátku brzdění.

Zrcadlo s [m] je kopie sloupce s [m] na pravou stranu od výpočtu – omezení vyhledávací funkce programu Excel, která neumí pracovat se zdrojovými daty umístěnými vlevo od požadovaného výpočtu.

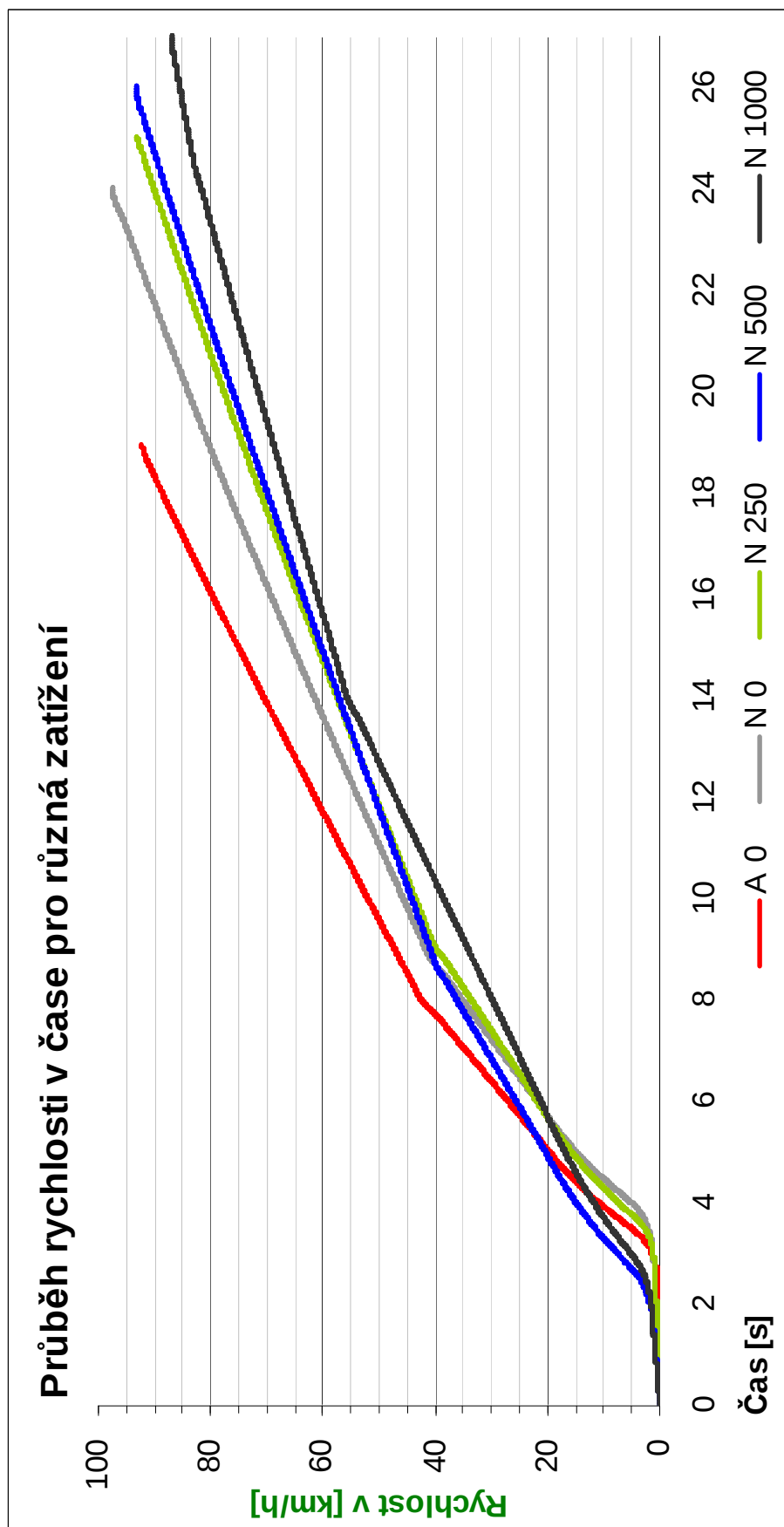
Přehled měření										
Měření	A	N	B	m s [kg]	m n [kg]	m c [kg]	B dráha [m]	X918	X919	Poznámka
1				1430	0	1430	49,40	1-1	-	rychlost 90 km/h
2				1430	0	1430	?	1-2	-	plný plyn bez omezení rychlosti
3				1430	0	1430	44,94	1-3	-	plný plyn u 95 km/h ubere plyn
4				1430	0	1430	44,34	1-4	-	brzdy naplno bez uvolnění
5				1626	0	1626	54,47	1-5	1-1	brzdy naplno bez uvolnění
6				1626	0	1626	67,17	1-6	1-2	brzdění s uvolněním při zablokování
7				1626	250	1876	68,37	1-7	1-3	náklad nezajištěn, teplota před. kotoučů 72 °C
8				1626	250	1876	66,30	1-8	1-4	náklad zajištěn
9				1626	250	1876	69,75	2-1	2-1	kalibrace
10				1626	500	2126	82,59	2-2	2-2	kamera z boku
11				1626	500	2126	82,29	2-3	2-3	kamera z čáry
12				1626	500	2126	75,36	2-4	2-4	kamera proti autu
13				1626	500	2126	76,79	2-5	2-5	kamera proti autu, teplota vzduchu 6 °C
14				1626	500	2126	58,60	2-6	2-6	rychlost 78 km/h, kamera z boku
15				1626	500	2126	71,44	2-7	2-7	rychlost 90 km/h, kamera z čáry
16				1626	500	2126	67,09	2-8	2-8	rychlost 88 km/h, kamera proti autu
17				1626	1000	2626	68,79	3-1	3-1	rychlost 81 km/h kamera z boku
18				1626	1000	2626	74,53	3-2	3-2	rychlost 92 km/h kamera z čáry, defekt
19				1355	400	1755	49,40	3-3	-	posádka 2 lidé, bez přívěsu, v kufru 400 kg
20				1696	0	1696	51,25	3-4	3-4	kamera z boku, přívěs uhnul
21				1696	0	1696	53,25	3-5	3-5	
22				1696	0	1696	53,25	3-6	3-6	
23				1696	250	1946	57,40	3-7	3-7	kamera z boku
24				1696	250	1946	55,10	3-8	3-8	kamera z čáry
25				1696	250	1946	54,00	4-1	4-1	
26				1696	500	2196	59,30	4-2	4-2	teplota před. kotoučů po dokončení jízdy 190 °C
27				1696	500	2196	55,30	4-3	4-3	
28				1696	500	2196	58,80	4-4	4-4	
29				1696	500	2196	56,65	4-5	4-5	
30				1696	500	2196	58,00	4-6	4-6	teplota vzduchu 5 °C
31				1696	500	2196	56,25	4-7	4-7	
32				1696	1000	2696	58,05	4-8	4-8	
33				1696	1000	2696	62,92	5-1	5-1	
34				1696	1000	2696	60,92	5-2	5-2	
35				1696	1000	2696		5-3	5-3	s vlekem obloukem od rovinky dál
36				1696	1000	2696		5-4	5-4	s vlekem obloukem zpět k rovince
37				1430		1430		5-5		samotné auto obloukem, teplota kotoučů 200 °C

A – automobil, N – nebrzděný přívěs, B – brzděný přívěs, ms - hmotnost soupravy, mn – hmotnost nákladu, mc – hmotnost celková (soupravy, nákladu, posádky), b dráha – brzdná dráha, X918/X919 – označení XL metru, 5-3 – páté stahování – třetí měření

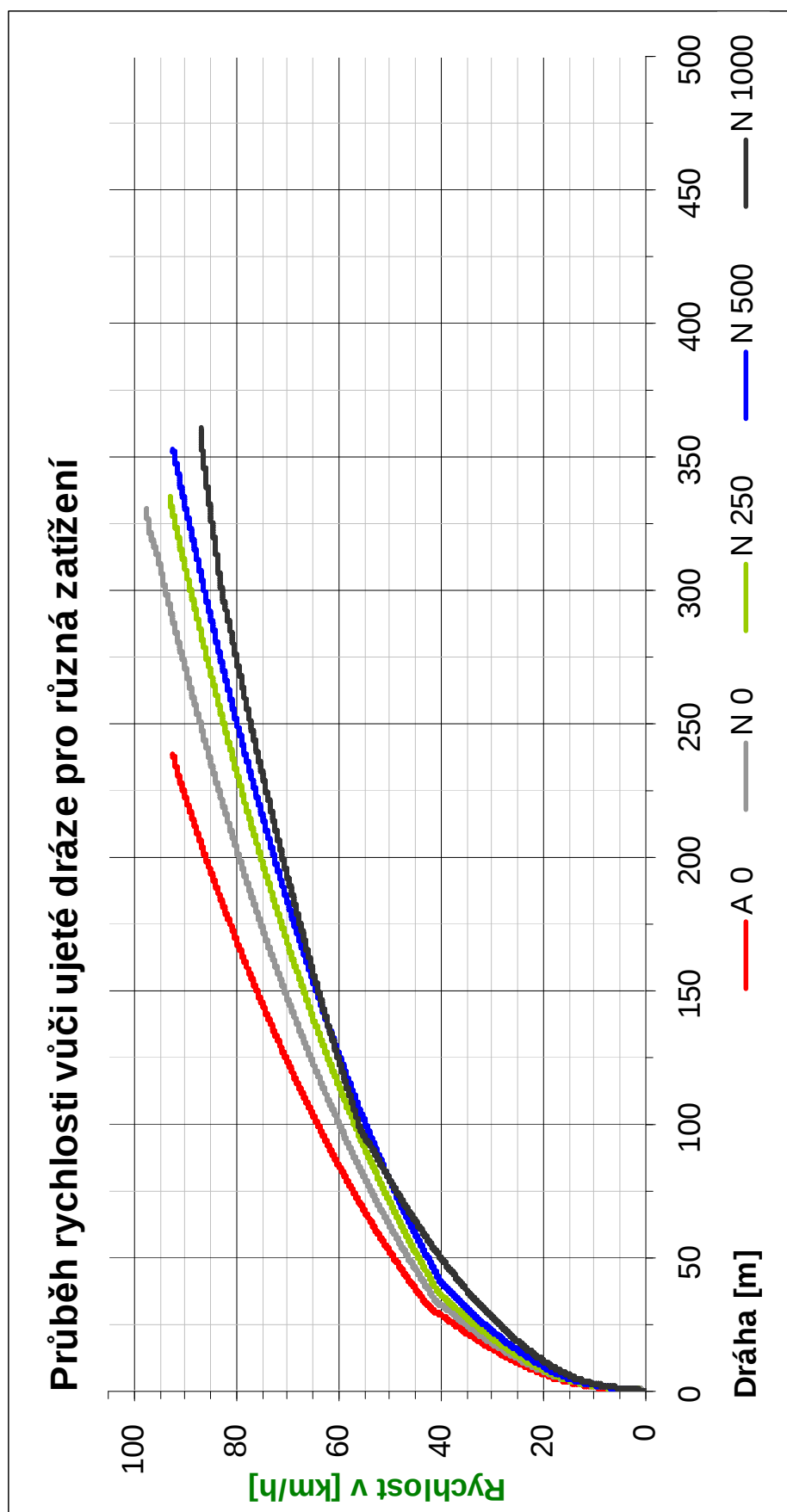
7.9 Výsledky měření - akcelerace



Obr. 217 – Průběh zrychlení pro různé zátěže nebrzděného přívěsu. Při akceleraci je rozdíl mezi vlastnostmi brzděného a nebrzděného přívěsu minimální proto je vynesena pouze nebrzděná varianta – v nejspěšném brzděném přívěsu hovoří pouze vyšší provozní hmotnost a s ní spojené mírně zhoršené dynamické vlastnosti

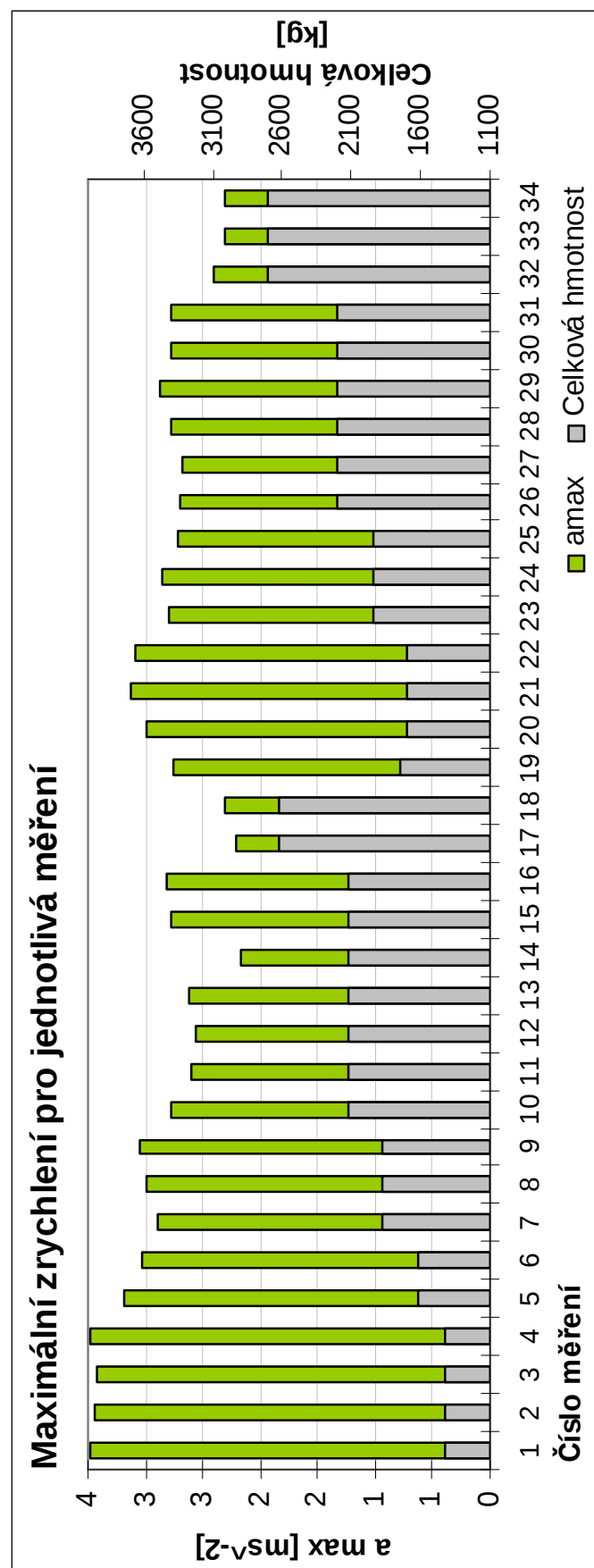


Obr. 218 – Průběh růstu rychlosti v čase pro různá zatížení. Zlomky křivek jsou místa řazení na vyšší rychlostní stupeň. Např. V čase, kdy nezátížený automobil při plném zrychlení dosáhne rychlosti 80 km/h souprava vezoucí náklad o hmotnosti 500 kg jede teprve rychlostí cca 65 km/h.



Obr. 219 – Průběh rychlosti při akceleraci vůči dráze pro různá zatížení. Z grafu je možné odečíst dráhu potřebnou k urychlení soupravy na určitou rychlost, popř. dosaženou rychlost na určité vzdálenosti.

Např. Souprava vezoucí náklad o hmotnosti 500 kg potřebuje pro dosažení rychlosti 80 km/h oproti nezatíženému automobilu cca 80 m delší dráhu.



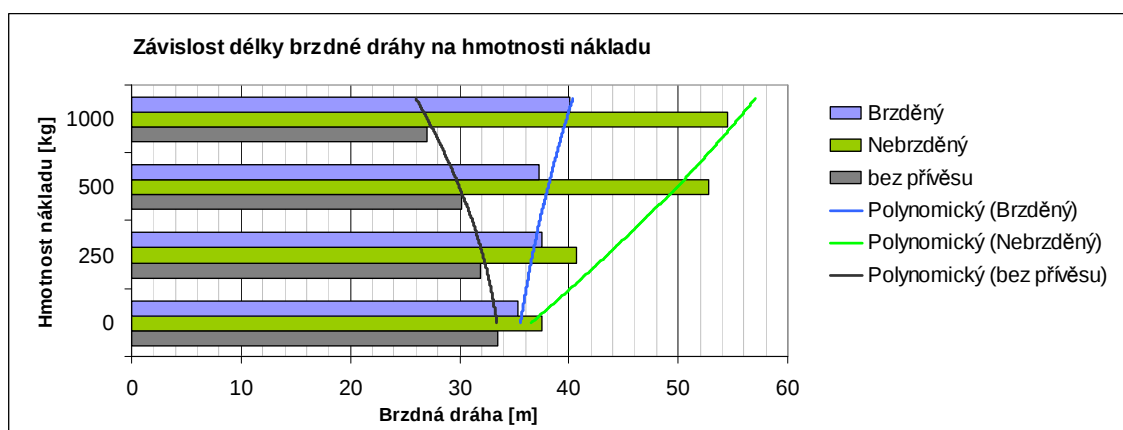
Obr. 220 – Hodnoty maximálního zrychlení pro jednotlivá měření se zobrazením celkové hmotnosti. Od měření 5 byl za automobil připojen nebrzděný přívěs, od 19 brzděný. Z grafu je patrný pokles hodnot zrychlení pro vyšší zatížení, popř. rozdíly pro různé varianty umístění zátěže – viz přehled měření.

7. 10 Výsledky měření – brzdění

Aby bylo možné délky brzdné dráhy pro různé konfigurace porovnávat, je nutné stanovit referenční brzdou rychlost a brzdné dráhy porovnávat k ní. K porovnání délek brzdných drah byly hodnoty zjišťovány pro rychlost 80 km/h. Získané údaje jsou nepřesné o zanedbání přechodových dějů, jako je nástup brzdného účinku a reakční doba řidiče. Ve skutečnosti by tedy byly uvedené brzdné dráhy delší. Prodloužení by se ovšem týkalo většiny údajů a na rozdíly mezi nimi by mělo malý vliv.

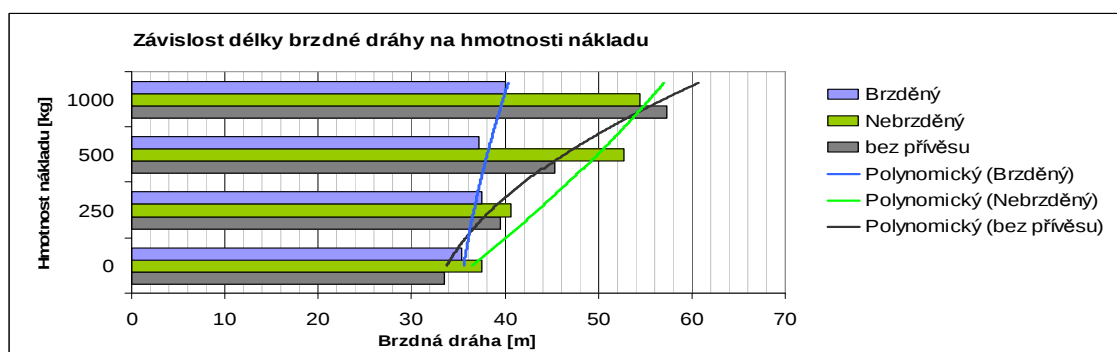
Závislost brzdné dráhy na hmotnosti nákladu zobrazuje prodloužení brzdné dráhy při zvýšení zatížení vozidla, popř. soupravy. Jednotlivé vzorky dat jsou získány průměrem hodnot jednotlivých jízd při stejném zatížení a pro danou kategorii (bez přívěsu/nebrzděný/brzděný) jsou proloženy polynomicou spojnicí trendu.

U kategorie bez přívěsu jsou data dopočítávaná ze známé hodnoty pro nulové zatížení a zatížení 400 kg v kufru vozidla. Získaný průběh neodpovídá empirickým poznatkům, kdy by se zvyšujícím se zatížením měla vzrůstat i brzdná dráha. Na vině je jednak malý počet měření (časové omezení) a skutečnost, že při měření se zátěž 400 kg v kufru na rozdíl od všech ostatních měření vozidlo neřídil testovací jezdec, ale jeho majitel. Důvodem výměny jezdců byly obavy testovacího jezdce o bezpečné provedení jízd.



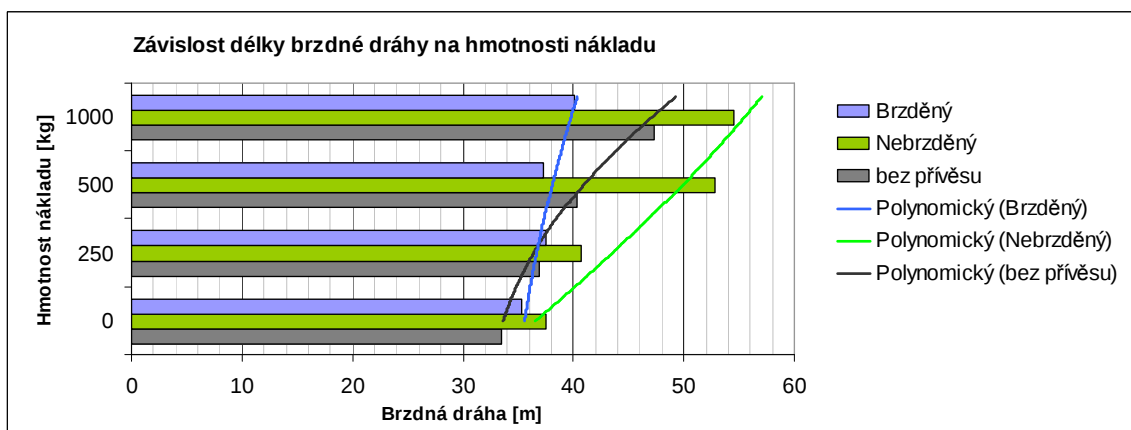
Obr. 221 – průběh neodpovídající empirickým poznatkům

Na základě empirických zkušeností byla provedena náhrada kategorie bez přívěsu očekávaným průběhem, kdy automobil bez přívěsu brzdí zprvu na kratší dráze oproti soupravě s nebrzděným přívěsem (souprava je lehčí o vlastní hmotnost přívěsu), od určité hmotnosti se ale brzdné vlastnosti zhoršují vlivem nerovnoměrného zatížení vozidla (přetížení zavazadlové části, odlehčení druhé z náprav).



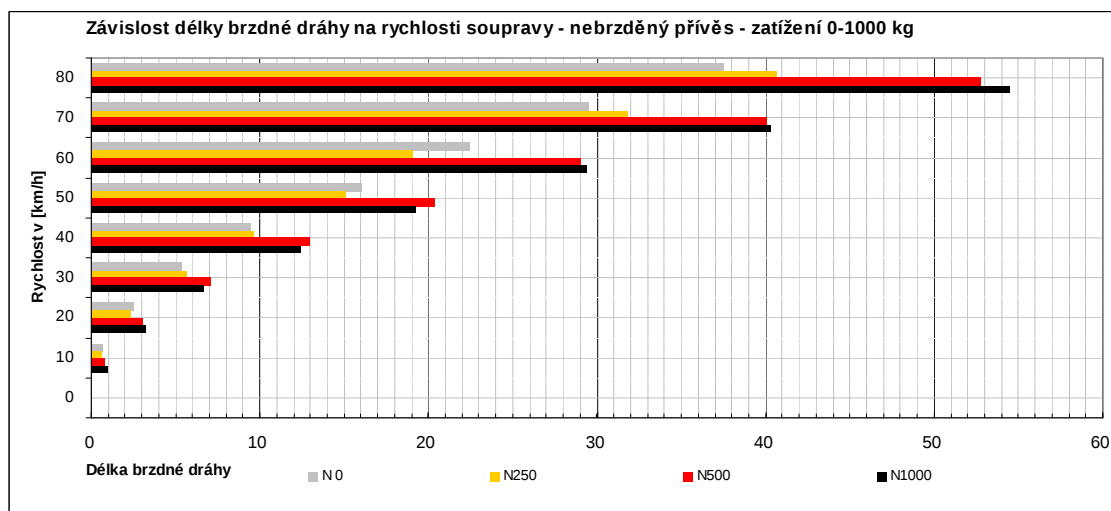
Obr. 222 – upravený graf pro variantu s nerovnoměrným zatížením vozidla

Při rovnoměrném zatěžování (např. ukládáním zavazadel do prostoru pro cestující) může být tento jev eliminován. Jakákoliv přeprava nákladu v prostoru pro cestující je ale riziková. Díky setrvačnosti může dojít při prudké změně rychlosti k jeho přesunu a kontaktu s řidičem, pasažéry, ovládacími prvky vozidla nebo poškození některé části. Náklad v prostoru pro cestující může navíc řidiče rozptylovat např. hlukem nebo zápachem.

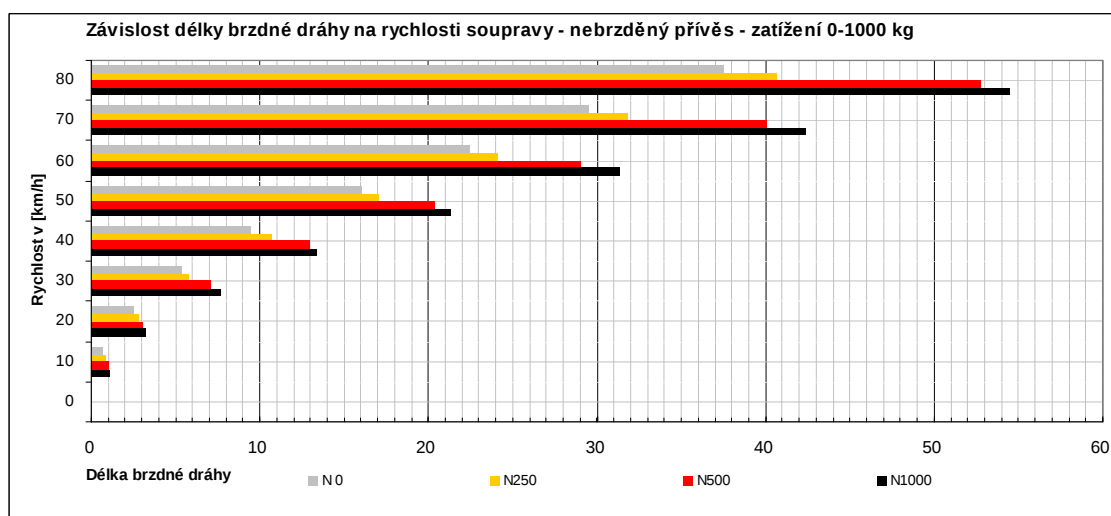


Obr. 223 – upravený graf pro variantu s rovnoměrným zatížením vozidla

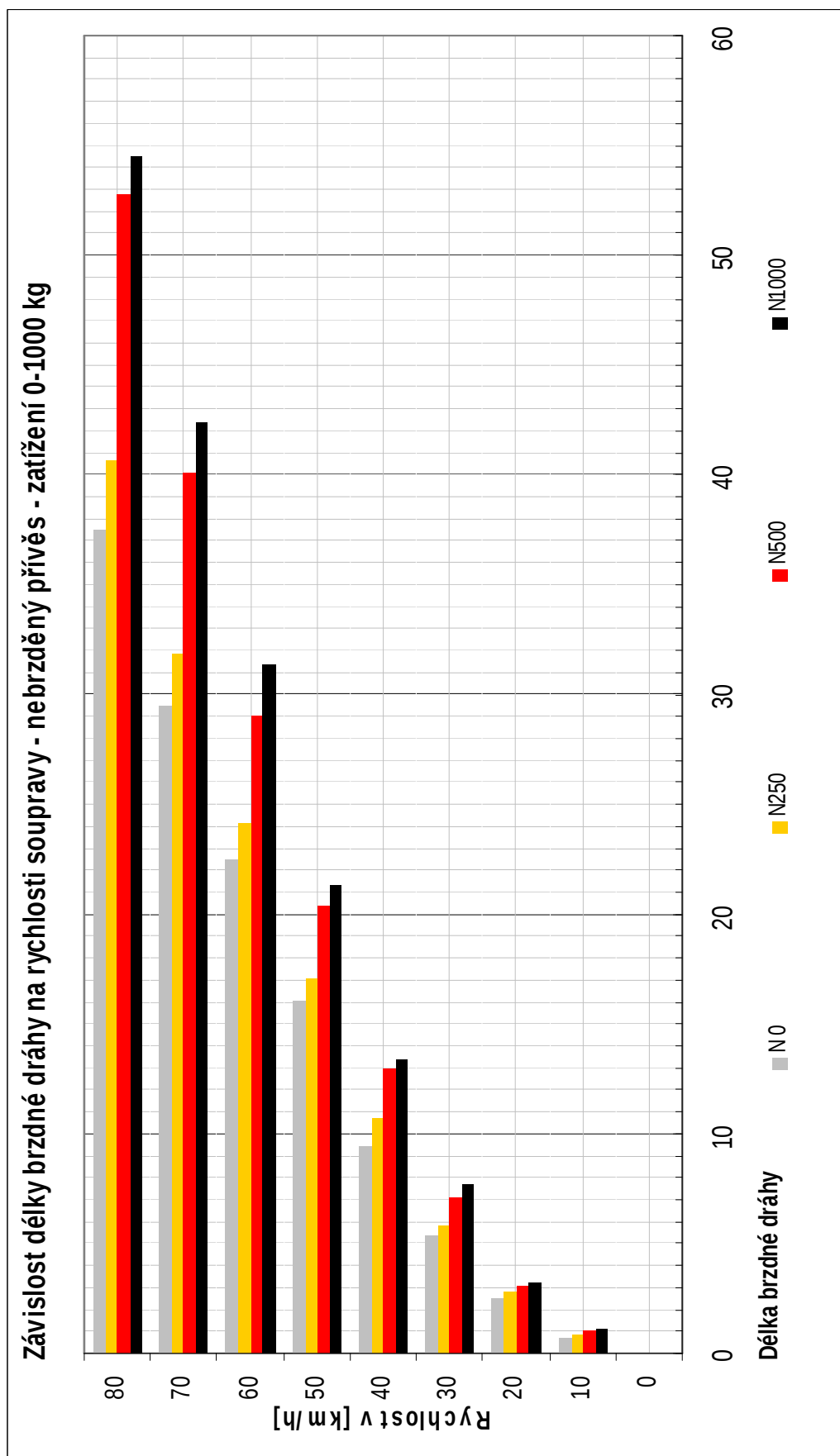
I další typ grafu bylo nutné upravit vyvážením některých hodnot tak, aby odpovídaly trendu a empirickým zkušenostem.



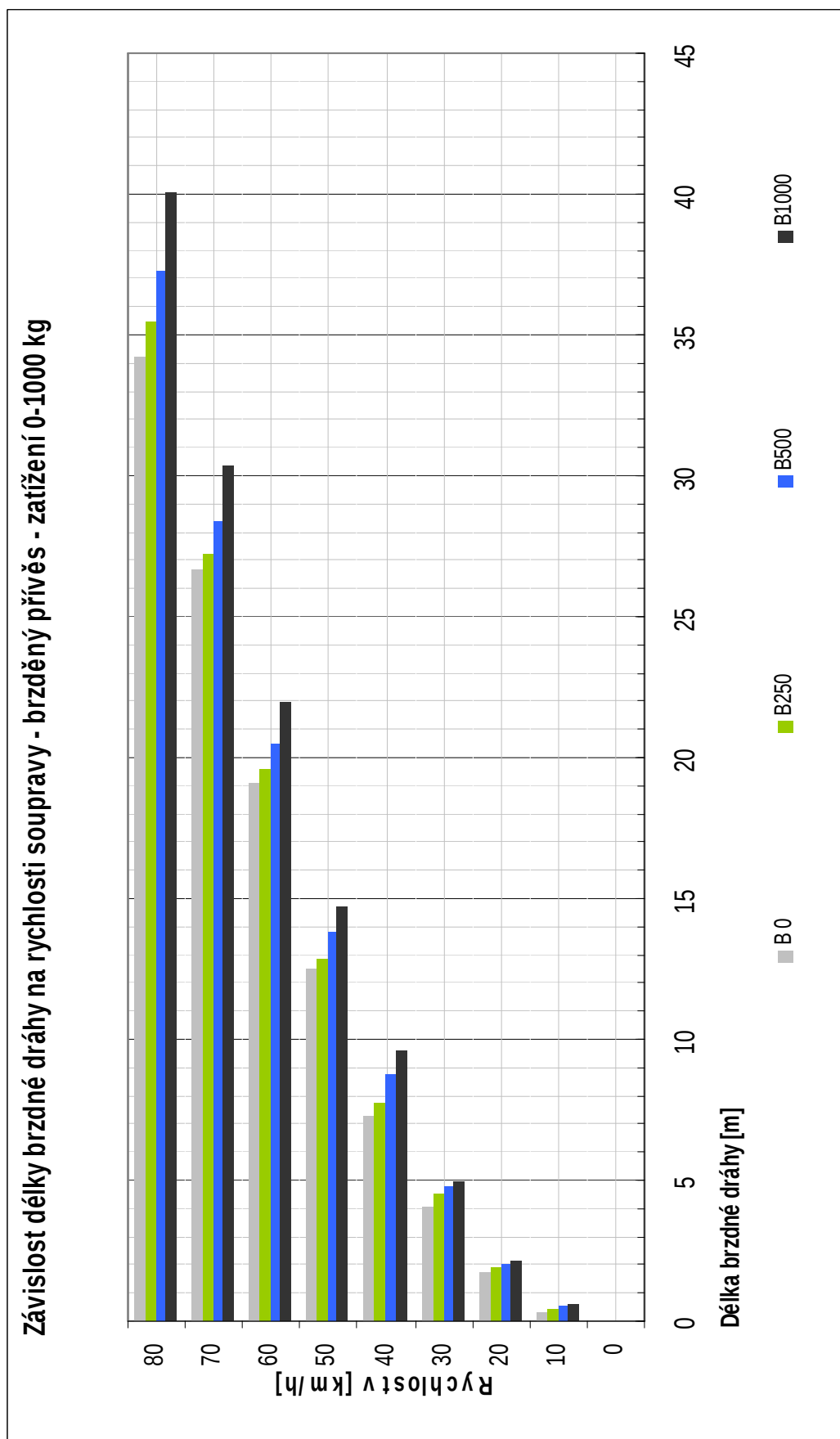
Obr. 224 – graf před vyvážením hodnot. Pro rychlost 20, 50 a 60 km je vynesena brzdná dráha při zatížení 250 kg nižší než pro zatížení 0 kg. Obdobně hodnoty pro zatížení 1000 kg jsou v některých případech nižší než pro zatížení 500 kg.



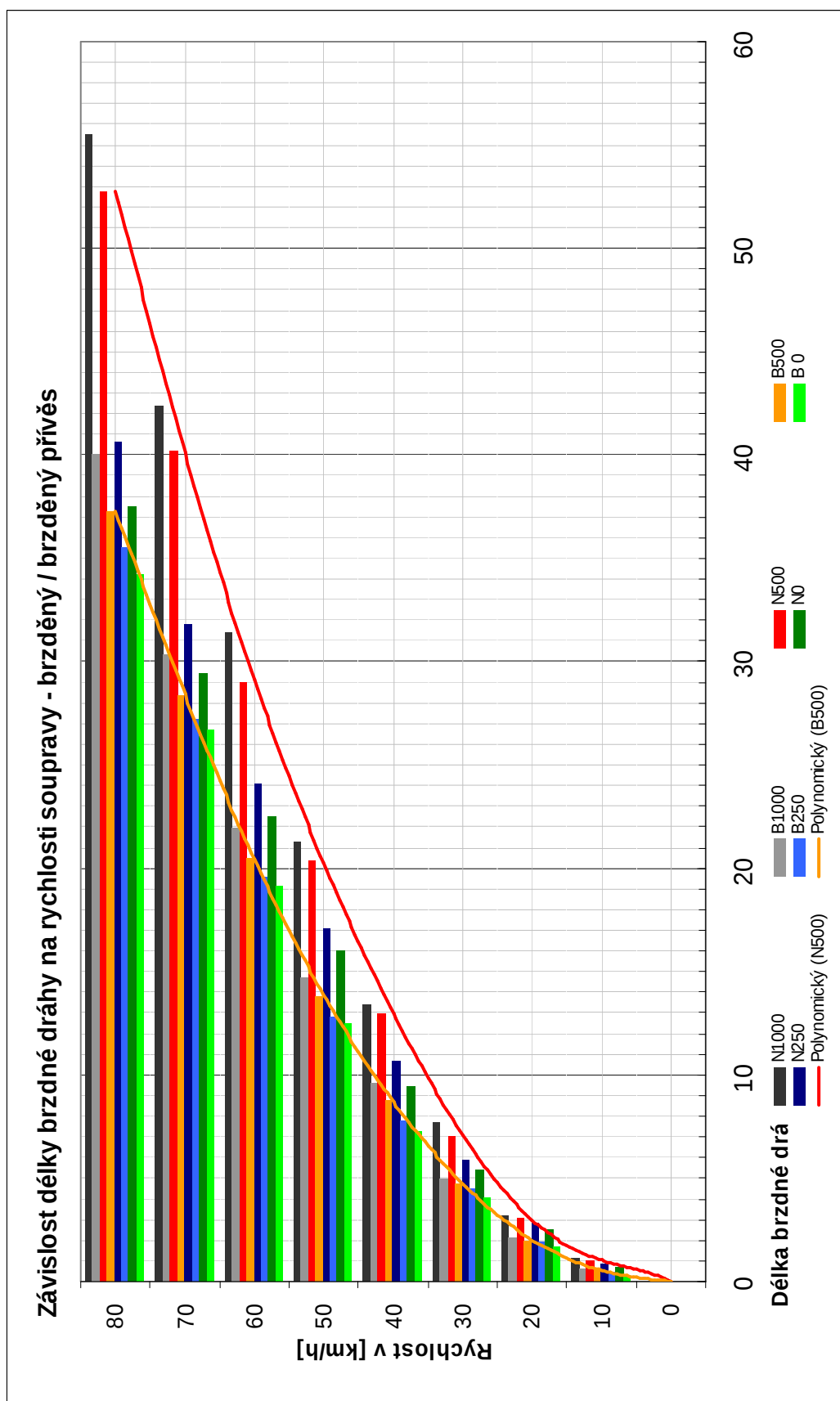
Obr. 225 – graf po vyvážení hodnot přiblížených celkovému trendu.



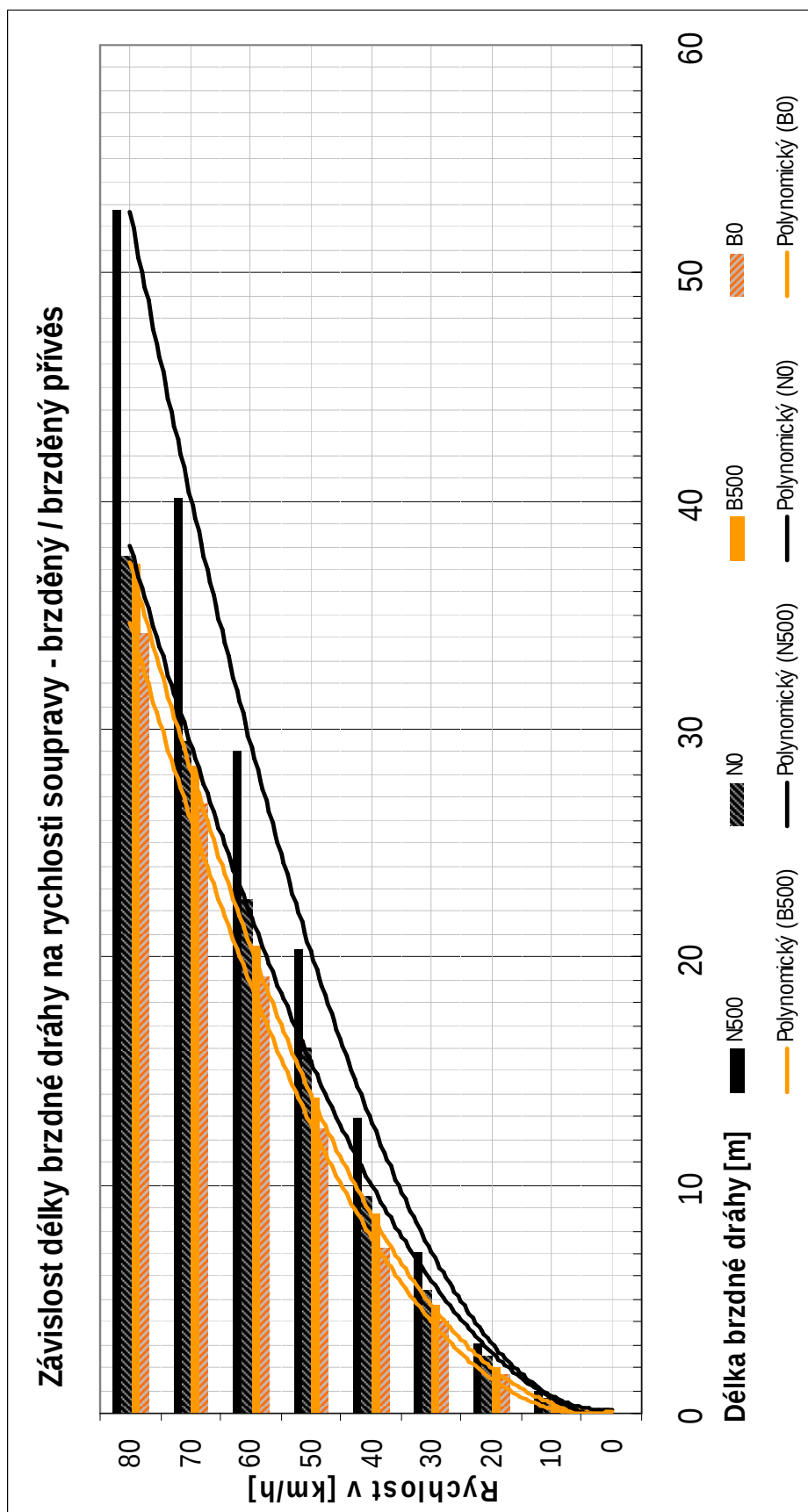
Obr. 226 – Zvětšení předchozího grafu. Délky brzdné dráhy soupravy s nebrzděným přívěsem pro různá zatížení a výchozí brzdné rychlosti. Zajímavé je, že přetížení (zátěž 1000 kg) neprodlužuje brzdnou dráhu takovou mírou, jak by se dalo čekat.



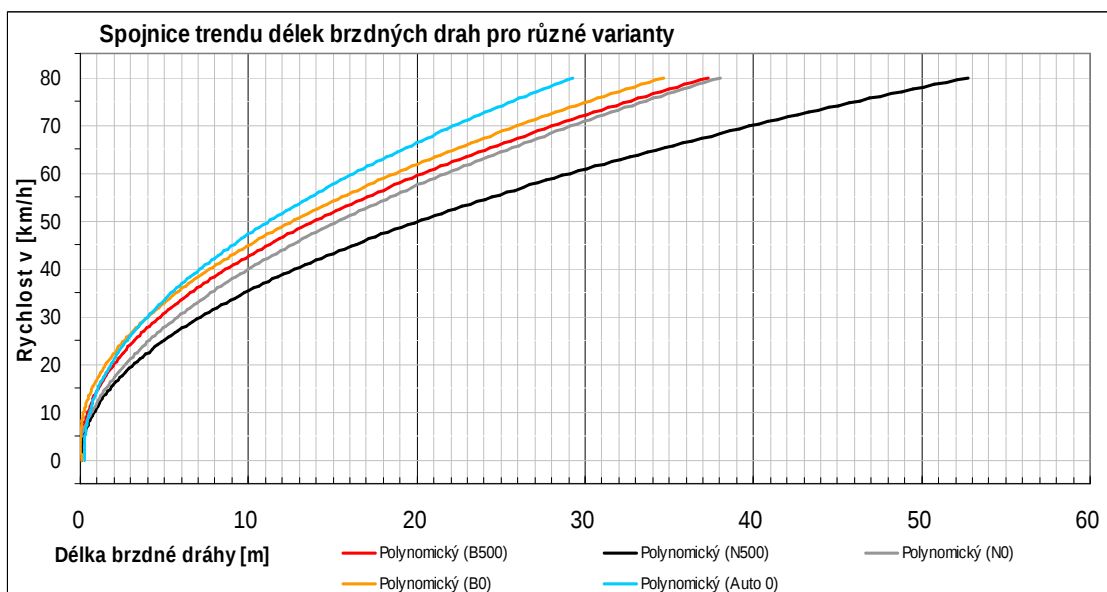
Obr. 227 – obdobný graf pro variantu s brzděným přívěsem v soupravě



Obr. 228 – porovnání brzděné a nebrzděné varianty. Rozdíly zvýrazněné vynesemím spojnic pro obě varianty při zatížení 500 kg



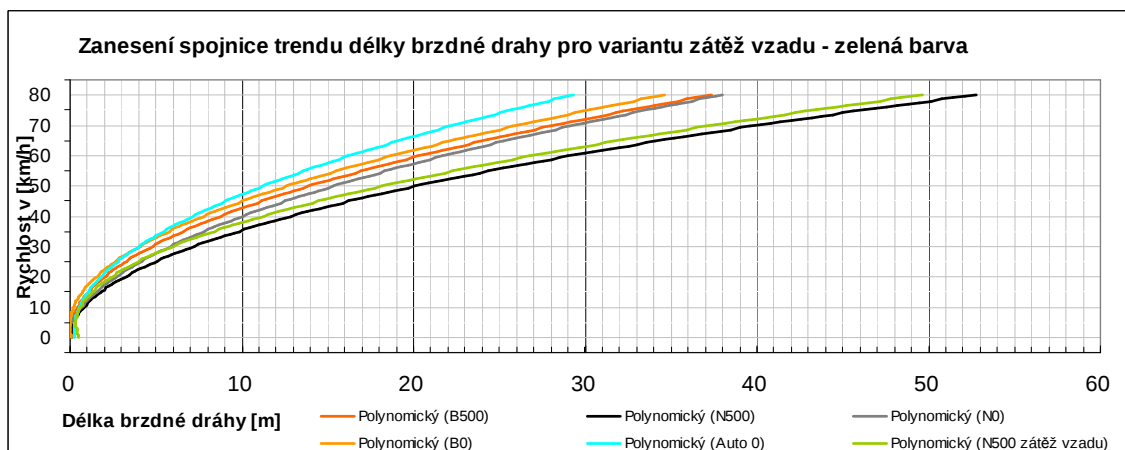
Obr. 229 – porovnání brzděné a nebrzděné varianty pro zatížení 500 kg (plná nosnost)



Obr. 230 – brzdné charakteristiky nezatíženého automobilu a obou variant souprav pro zatížení 0 a 500 kg. **Nejzajímavější graf celého měření.**

Zde je patrná vysoká citlivost soupravy s nebrzděným přívěsem na zatížení – rozbíhající se charakteristiky pro 0 a 500 kg, oproti brzděné variantě, kde jsou charakteristiky 0 a 500 kg rovnoběžné. Dále je zřejmé, že souprava s plně zatíženým brzděným přívěsem má lepší brzdné vlastnosti než s prázdným nebrzděným přívěsem! Prodloužení brzdné dráhy připojením brzděného přívěsu oproti jízdě nezatíženého automobilu přitom není příliš vysoké.

Podle charakteristiky je brzdná dráha s prázdným brzděným přívěsem pro oblast nižších rychlostí dokonce kratší než brzdná dráha nezatíženého automobilu. Vzhledem k tomu, že přívěs brzdí jen při vyvolání silového účinku na mechanismus nájezdové brzdy (tedy v momentě, kdy tlačí do automobilu a nemá ho jak zpomalovat), je na první pohled tato anomálie vyloučena a jedná se pravděpodobně o nepřesnost měření. Tento efekt ale může být způsobený vlivem přívěsu na rovnoměrnost zatížení náprav automobilu a i přesto, že do automobilu při brzdění tlačí, ten efektivněji brzdí díky lepšímu styku s vozovkou daným výhodnějším zatížením náprav.



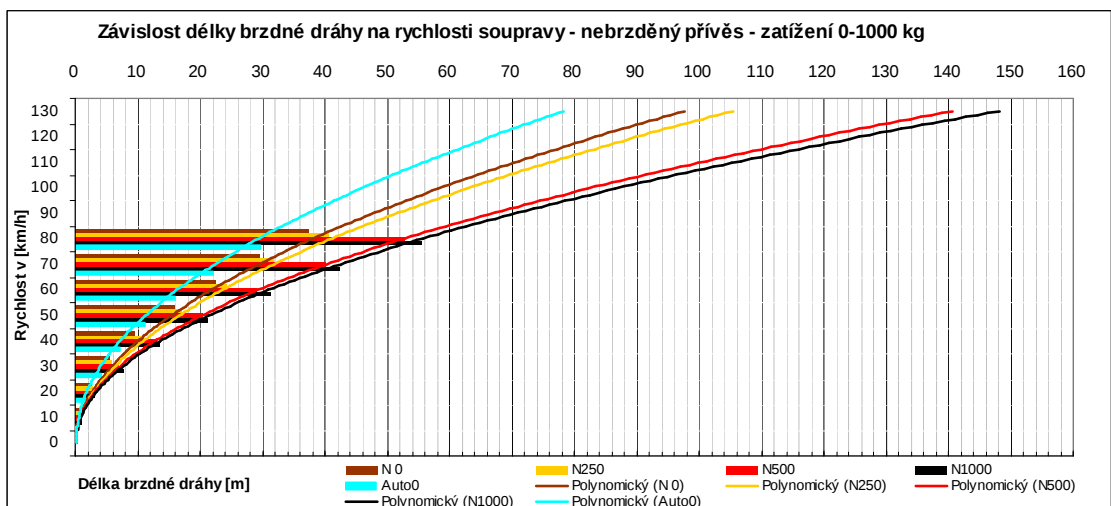
Obr. 231 – do stejné charakteristiky je zanesena varianta nerovnoměrného zatížení přívěsu zátěží o hmotnosti 500 kg – zelená barva. Přestože při brzdění došlo k extrémnímu náklonu vozidla a silnému odlehčení zadní části, kdy kola zadní nápravy ztrácela kontakt s vozovkou, brzdila souprava efektivněji než při řádném naložení s těžištěm nákladu umístěným nad nápravou přívěsu.



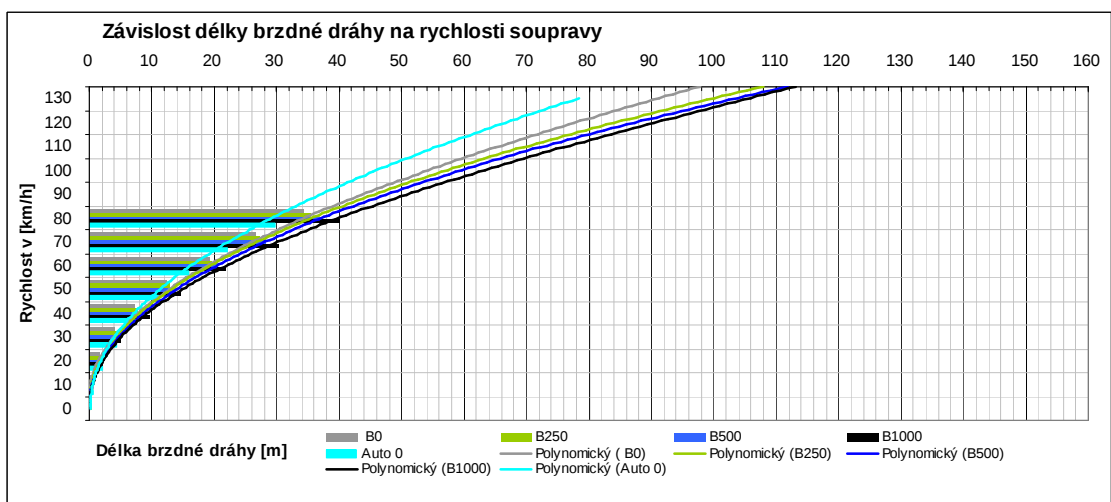
Obr. 232 – souprava brzdí se zátěží posunutou k zadní části přívěsu. Přestože délka naměřené brzdné dráhy je překvapivě kratší, než při řádném umístění nákladu, je třeba mít na paměti, že odlehčení zadní části má velký vliv na stabilitu soupravy. Stačilo malé vychýlení z přímého směru, aby došlo ke smyku zadní části a zalomení soupravy, popř. jejímu rozkmitání a ztrátě kontroly nad vozidlem.

Přestože všechna měření vycházela z dnes již historického maximálního rychlostního limitu pro přívěsy stanoveného na 80 km/h, je aktuální zkoumat vliv zvýšení rychlosti na 100, resp. 130 km/h.

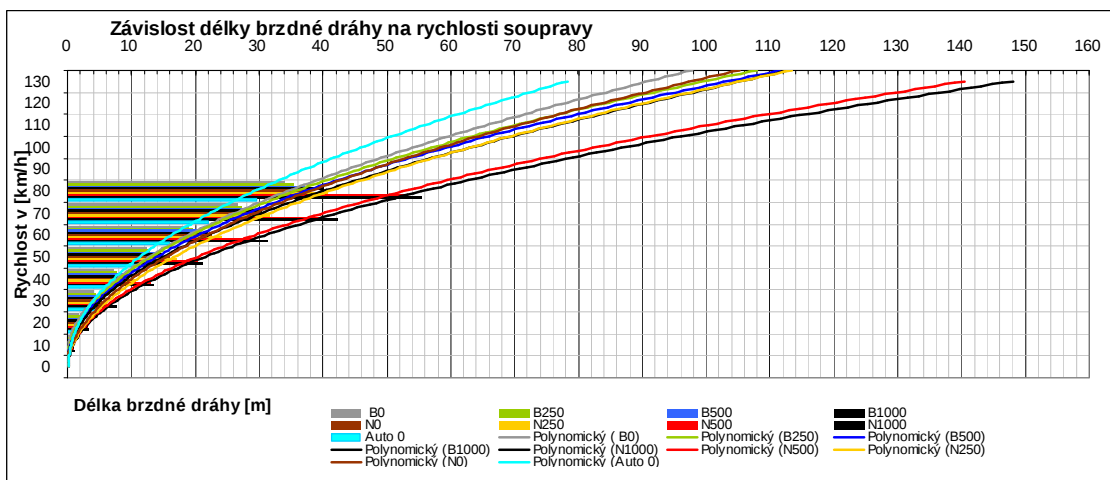
Po racionální úvaze, že míra rizika při měření v těchto rychlostech je v rámci zpracování diplomové práce příliš vysoká, bylo zvoleno nalezení přibližných hodnot pomocí promítnutí trendu k těmto hodnotám. Určitá nepřesnost je stále lepší než škody na majetku a zdraví, které hrozily. Celodenní měření z těchto rychlostí by nemusel vydržet ani automobil, který i tak byl průběhem testovacího dne silně amortizován (opotřebení brzd, pneumatik, pohonné jednotky).



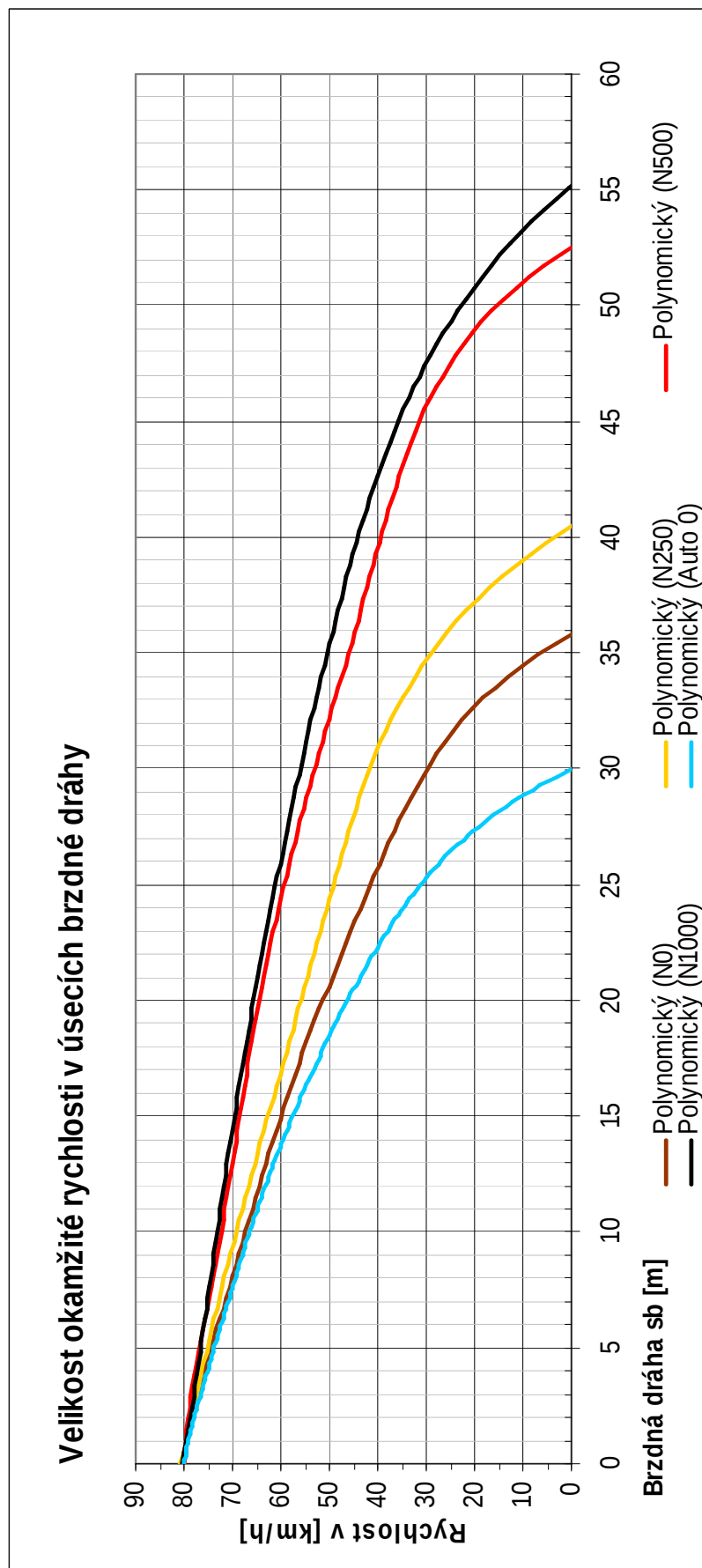
Obr. 233 – průmět spojnic trendu k rychlosti 130 km/h – již tak vysoká citlivost soupravy s nebrzděným přívěsem na míře zatížení při zvyšující se rychlosti dále narůstá



Obr. 234 – průmět spojnic trendu k rychlosti 130 km/h – brzděný přívěs

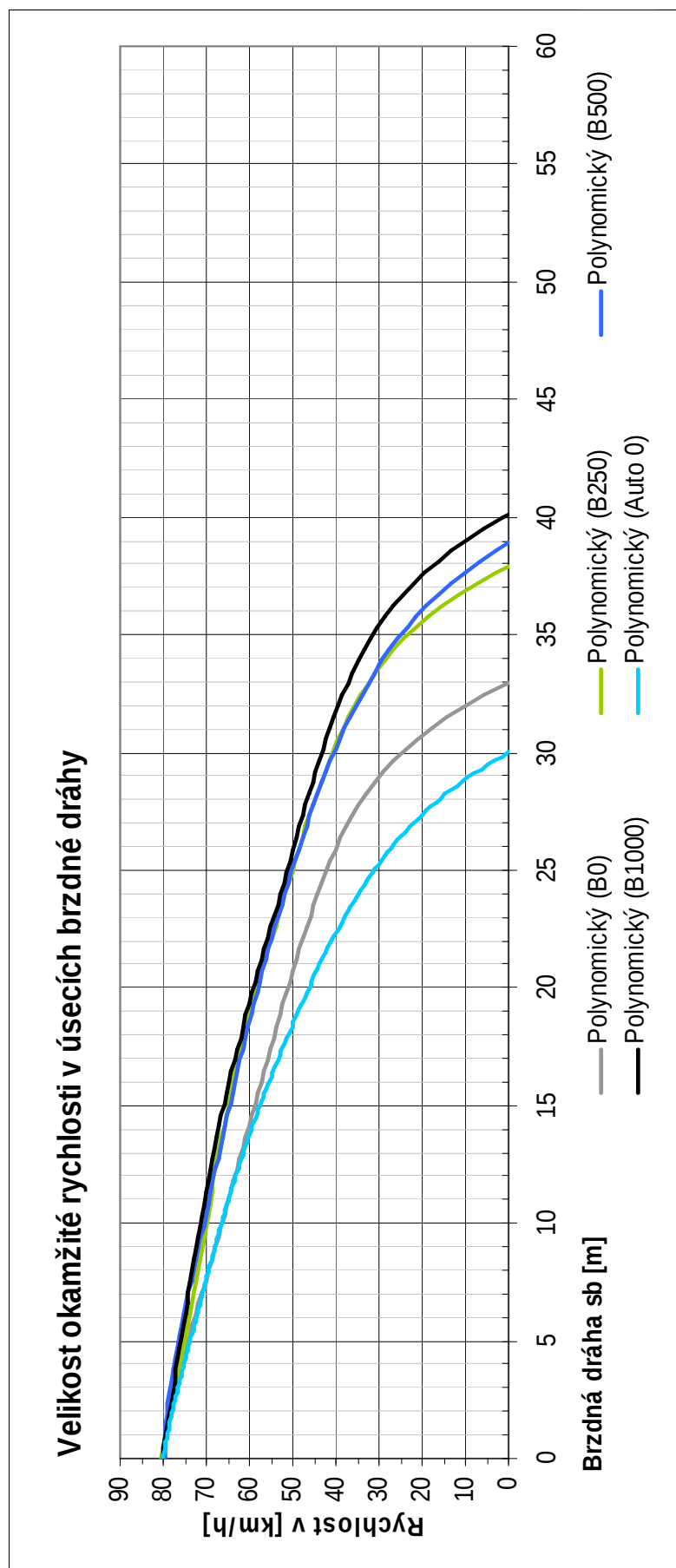


Obr. 235 – průmět spojnic trendu k rychlosti 130 km/h – porovnání nebrzděného a brzděného přívěsu

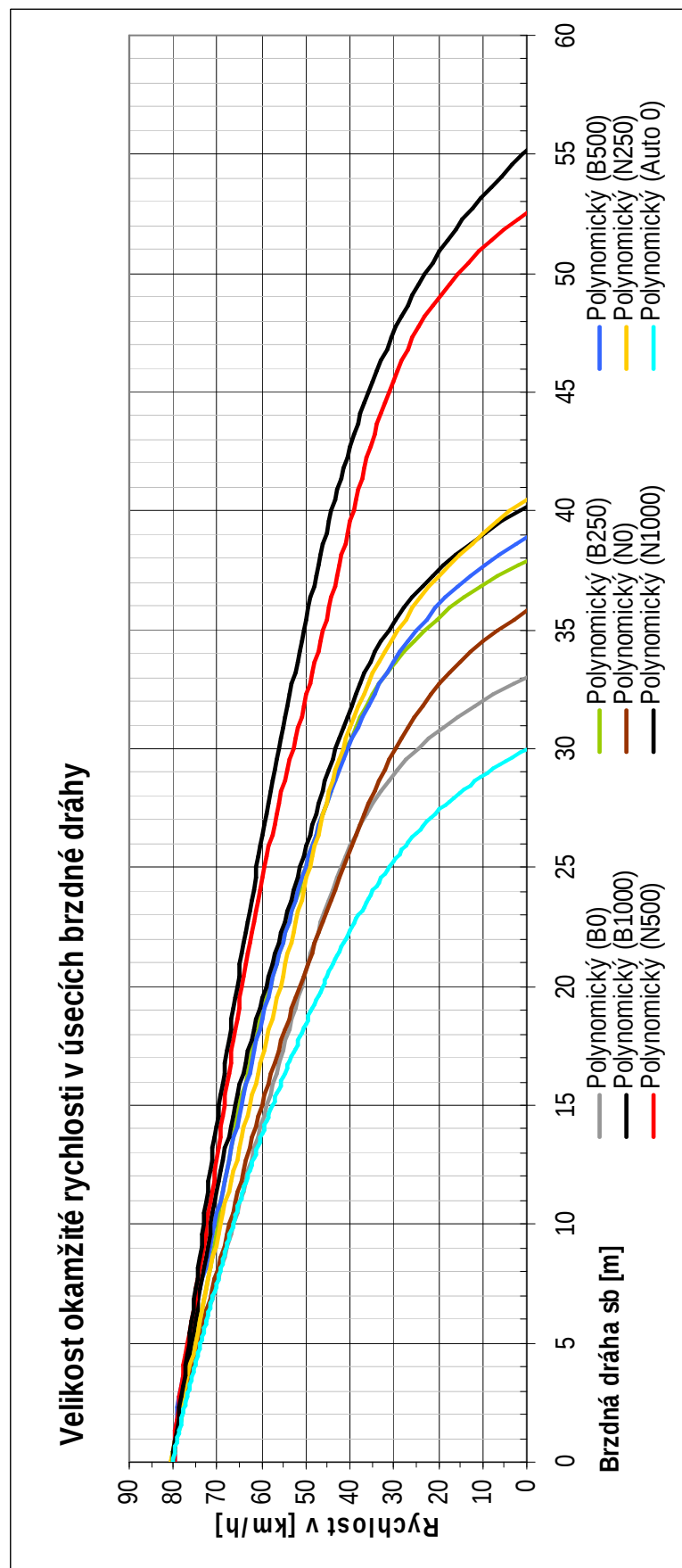


Obr. 236 – pokles velikosti rychlosti v různých úsecích brzdné dráhy – nebrzděný přívěs

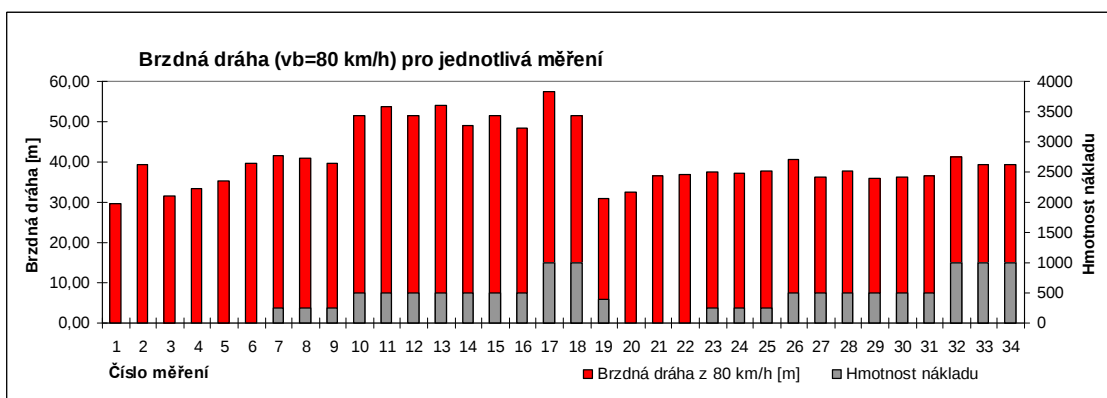
Např. vidíme, že nezatížený automobil zcela zabrzdí z rychlosti 80 km/h na dráze 30 m, kdy automobil v soupravě s přívěsem bez zátěže se stále pohybuje rychlostí 30 km/h, popř. 53 km/h při zatížení přívěsu 500 kg.



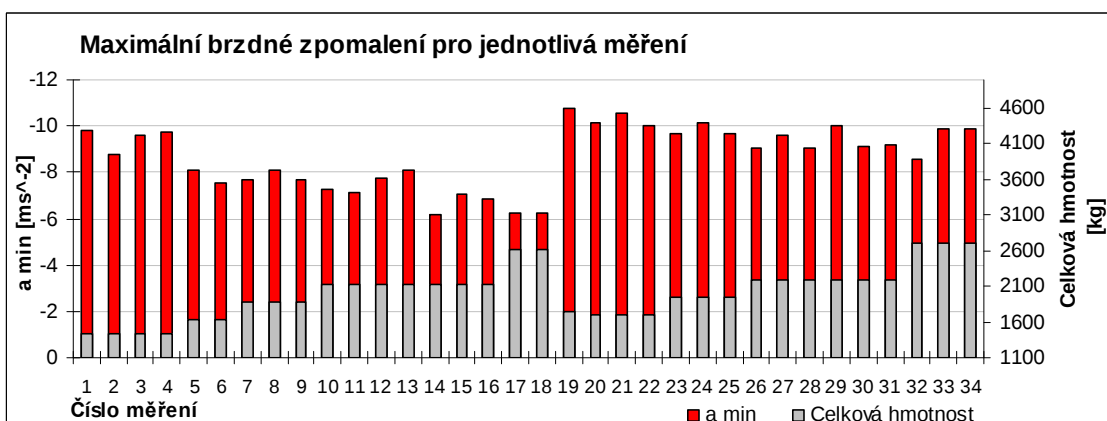
Obr. 237 – pokles velikosti rychlosti v různých úsecích brzdné dráhy – brzděný přívěs



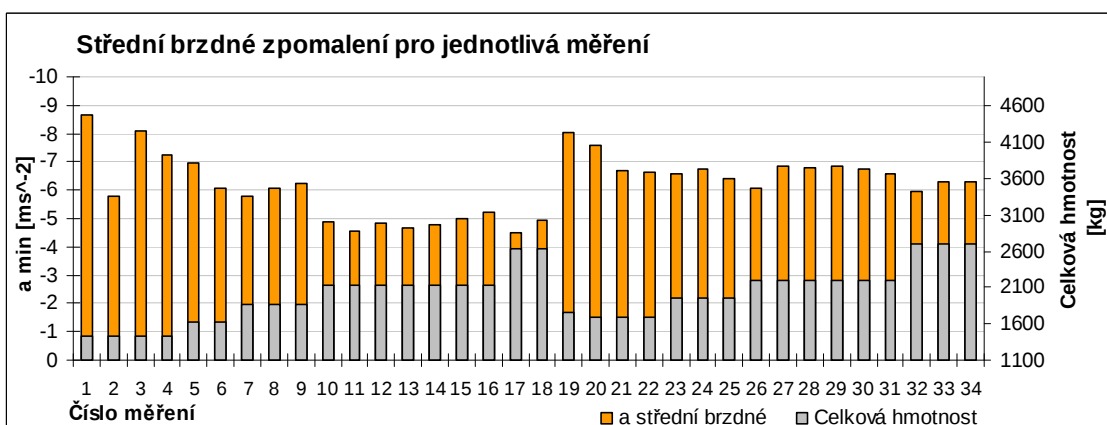
Obr. 238 – porovnání brzděného a nebrzděného přívěsu



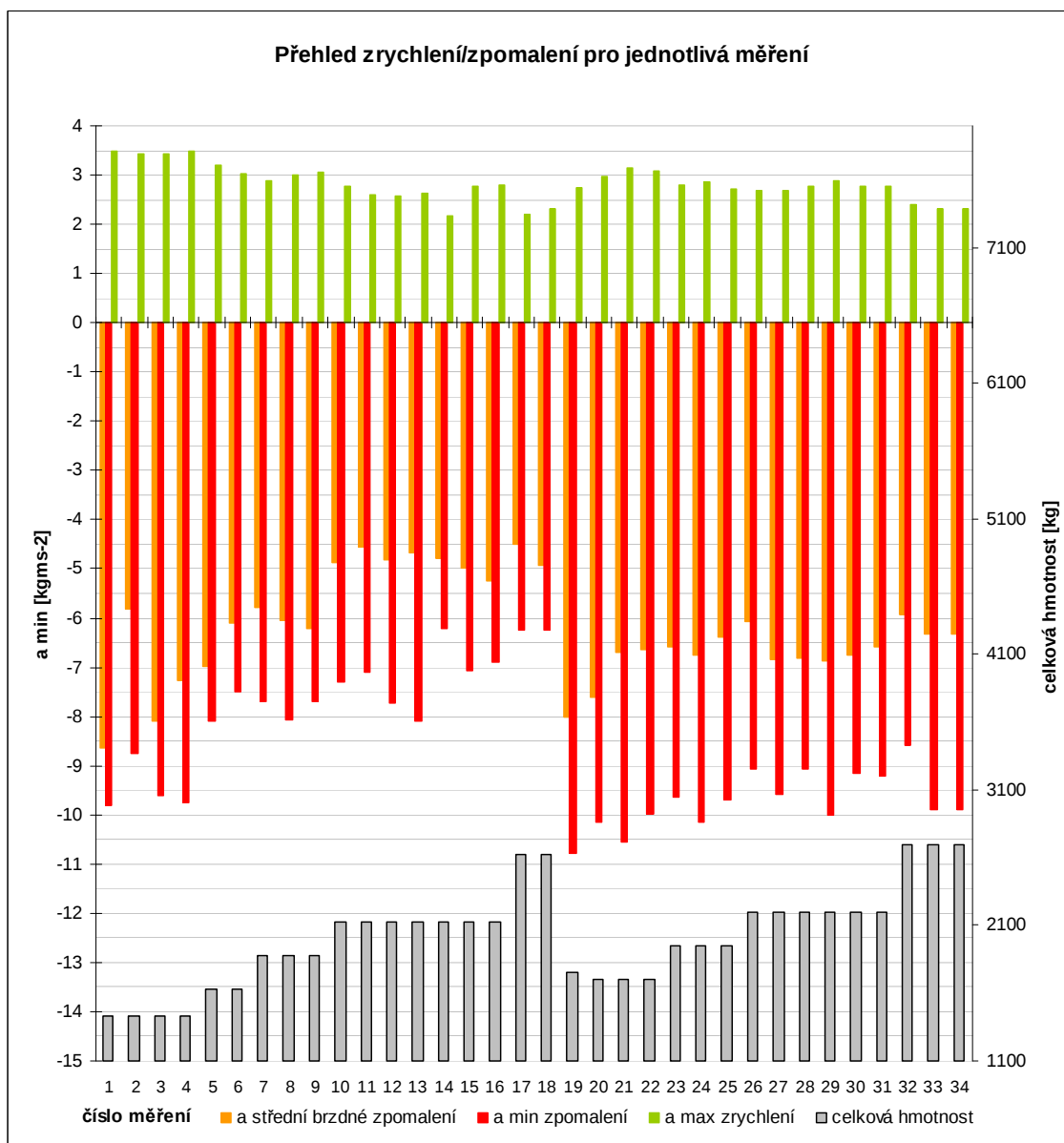
Obr. 239 – brzděné dráhy pro jednotlivá měření z rychlosti 80 km/h s vynesáním hmotnosti nákladu



Obr. 240 – hodnoty maximálního brzděného zpomalení pro jednotlivá měření



Obr. 241 – hodnoty středního brzděného zpomalení pro jednotlivá měření



Obr. 242 – Přehled maximálního zrychlení, maximálního a středního brzdného zpomalení pro jednotlivá měření s vynesemím celkové hmotnosti soupravy/vozidla

7.11 Závěr praktické části

Podnětem provedeného testování byl fakt, že data získaná měřeními nebyla do současné doby na našem území dostupná. Přívěsy u nás vyráběné testují tuzemští výrobci pouze kvalitativně – např. směrovou stabilitu při výhybném manévru, při schvalovacím procesu je důraz kladen na splnění zákonných požadavků (rozměry, osvětlení, ochrana proti podjetí, ochrana proti ostříku, atd.), jízdní vlastnosti nejsou zevrubně zkoumány.

Překvapivě kladně vyšly brzdné charakteristiky brzděného přívěsu, zejména s ohledem na nízkou citlivost brzdné charakteristiky na hmotnost nákladu. Dá se předpokládat, že zveřejnění této charakteristiky přesvědčí velkou část potenciálních zájemců o vhodnosti příplatku za toto provedení a přispěje tak ke snížení počtu nehod způsobených nedobrzdním.

Dalším zajímavým závěrem je, že přetížení přívěsu zátěží o hmotnosti 1000 kg nevedlo k velkému zhoršení parametrů, stejně jako uložení nákladu za nápravu přívěsu. Přesto je třeba zdůraznit, že vyvarovat se podobného počínání je nasnadě, neboť předložená práce zkoumala pouze dynamické vlastnosti v přímém směru a nikoliv např. směrovou stabilitu, na kterou mohou mít uvedené prohřešky proti řádnému užití přívěsu negativní vliv.

Dosud chyběly v propagačních materiálech tuzemských výrobců přívěsů zmíněné srovnávací grafy mezi brzděnou a nebrzděnou variantou přívěsu nebo v učebnicích autoškoly grafy změny dynamických vlastností při využití přívěsu.

Předložená práce tuto mezeru zčásti zacelila a poskytla jasné výsledky, které mohou být využity pro osvětu i další výzkumnou práci v oblasti dopravních nehod.

8. Analýza negativních jevů

Z rešerše problematiky zakládající se na studiu literatury a výzkumné činnosti související s popisovanou problematikou, výsledků praktické části a provedených praktických šetření lze vymezit několik negativních jevů souvisejících s provozem přívěsu za osobním automobilem. Jejich rozbořem poté navrhnout konkrétní opatření minimalizující zjištěné negativní jevy.

Přehled zjištěných negativních jevů je uveden v tabulce na konci této kapitoly.

8.1 Dynamické vlastnosti – snížená akcelerace

Spolu se zvýšením jízdních odporů při provozu vozidla s přívěsem dochází ke snížení schopnosti vozidla akcelarovat.

Řešení: Výběr vozidla s dostatečnou výkonovou rezervou. Obezřetné počínání řidiče např. při vjíždění z vedlejší komunikace na hlavní.

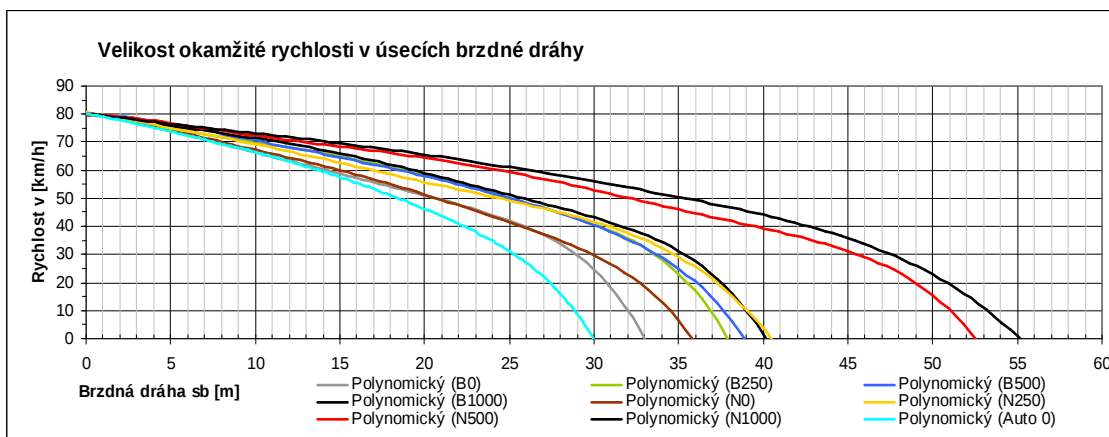


Obr. 243 – Připojování soupravy do proudu vozidel jedoucích vyšší rychlostí

8.2 Dynamické vlastnosti – prodloužení brzdné dráhy

Provoz vozidla s přívěsem s sebou nese zvýšení setrvačnosti soupravy oproti provozu samotného automobilu. Vlivem toho se zvyšují nároky na brzdňý systém vozidla a dochází k prodloužení brzdňé dráhy při brzdění stejnou intenzitou (zpravidla maximální).

Řešení: Výběr vozidla s dostatečně dimenzovanou brzdovou soustavou, volba brzděné varianty přívěsu, rychlost přiměřená vzdálenosti, na kterou lze vozidlo bezpečně zastavit, vyšší odstup od vozidel jedoucích před soupravou. V zimním období použití zimních pneumatik na brzděném přívěsu.



Obr. 244

Nezatížený automobil bez přívěsu zastavil z rychlosti 80 km/h na dráze 30 m.

Souprava s plně zatíženým nebrzděným přívěsem zastavila ze stejné rychlosti na dráze 52 m. V době, kdy automobil bez přívěsu stál, jela stále rychlostí 53 km/h.

Souprava s plně zatíženým brzděným přívěsem zastavila ze stejné rychlosti na dráze 39 m. V době, kdy automobil bez přívěsu stál, jela stále rychlostí 40 km/h.

Pokud by řidič nezohlednil změnu jízdních vlastností soupravy, narazil by s přívěsem rychlostí 53 km/h, resp. 40 km/h tam, kde by s nezatíženým automobilem bez přívěsu zvládl z rychlosti 80 km/h před překážkou těsně zastavit.

8.3 Jízdní stabilita – vybočení přívěsu na kluzkém povrchu

Vlivem odstředivé síly dochází zvláště na kluzkém povrchu k vybočení přívěsu, který se tímto dostává do protějšího jízdního pruhu. Poté se stabilizuje nebo stáčí tažené vozidlo.

Řešení: Povinné vybavení přívěsu zimními pneumatikami v zimním období. Proti stržení vozidla může dopomoci systém ESP.



Obr. 245 – přívěs ve smyku po průjezdu obloukem kříží dráhu protijedoucího vozidla



Obr. 246



Obr. 247



Obr. 248



Obr. 249



Obr. 250



Obr. 251



Obr. 252



Obr. 253

8.4 Jízdní stabilita – vybočení přívěsu na adhezivním povrchu

K vybočení přívěsu může dojít při výhybném manévru i na adhezivním povrchu, kterým je zpravidla suchý asfaltový povrch. Přívěs může vybočit i při přebrzdění brzděného přívěsu, kdy brzdící kola ztrácejí schopnost přenést boční sílu – viz. Kammova kružnice přilnavosti.



Obr. 254 – Vychýlená souprava ve smyku po výhybném manévru

Řešení: Přiměřená rychlost, vyhýbání se zbytečně náhlým změnám směru, rovnoměrné ložení nákladu.

Jízdní stabilita – vybočení přívěsu vlivem ztráty tlaku v pneu při překročení kritické hodnoty závleku pneumatiky

Vlivem odstředivé síly může závlek pneumatiky překročit kritickou hranici, kdy dojde k oddělení patky pneumatiky od disku a náhlému úniku tlaku.



Obr. 255 – defekt vlivem oddělení patky pneumatiky od disku při otáčení soupravy

Řešení: Odpovídající hodnota tlaku v pneumatice. Povinné označení předepsané hodnoty tlaku v pneumatikách na přívěsu.

8.5 Jízdní stabilita – rozkmitání soupravy

V určitých situacích může dojít k rozkmitání soupravy. Kmitání může být vybuzeáno poryvem větru, přejezdem nerovnosti, výchylkou volantu. Na rozkmitání se podílí boční tuhost pneumatik, umístění těžiště nákladu, odpružení přívěsu a rychlost soupravy.



Obr. 256 – Rozkmitaná souprava automobilu s autopřepravníkem na dálnici

Řešení: Povinné zavádění ESP se stabilizací přívěsu pro nově vyrobené automobily, vybavení přívěsu stabilizační hlavicí spojovacího zařízení, přiměřená rychlost.

8.6 Jízdní stabilita – převrácení přívěsu

Vlivem rozkmitání při prudkém výhybném manévru, poryvem větru, přílišným náklonem nebo po opětovném nabytí styku s vozovkou při smyku přívěsu může dojít k situaci, kdy dojde k jeho převrácení. Nepříznivě působí vysoké těžiště přívěsu při nevhodném ložení nákladu a rychlost.



Obr. 257 – převrácený přívěs s nosičem skleněných tabulí je typickým představitelem vysoko umístěného těžiště nákladu a zvýšené náchylnosti k převrácení



Obr. 258 – Ukázka nevhodného využití přívěsu s vysoko umístěným těžištěm nákladu

Řešení: Asi jediným účinným opatřením proti převrácení přívěsu se jeví přiměřená rychlost a vhodně zvolený typ přívěsu vůči přepravovanému nákladu.

8.7 Zajištění a přesun nákladu při nárazu, brzdění nebo ztrátě stability

Pokud je náklad přívěsu nedostatečně zajištěn, dochází zpravidla při nehodě k jeho uvolnění a střetu s částmi soupravy (zejména přední čelo přívěsu a zadní část automobilu) nebo okolí, kam náklad proniká a devastuje jej.

Řešení: Zákaz přepravy nezajištěného nákladu, povinné vybavení přívěsu stanovenými kotvícími body, povinná výbava přívěsu vázacími prostředky, zvýšení pevnosti předního čela přívěsu, přiměřená rychlost.



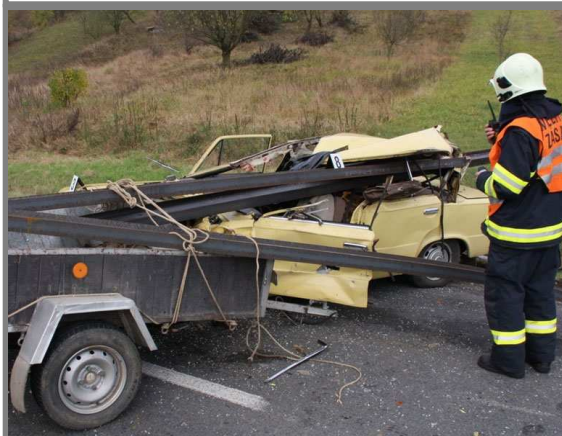
Obr. 259 – Průnik nákladu palivového dřeva do interiéru tažného vozidla Škoda Forman



Obr. 260



Obr. 261



Obr. 262



Obr. 263



Obr. 264



Obr. 265

Uherský Brod⁶⁹

Řidič osobního automobilu Škoda Favorit v soupravě s přívěsem na výjezdu z mírné pravotočivé zatáčky nezvládl řízení, došlo ke střetu přívěsu s protijedoucím osobním automobilem Fiat 125p. Uvolněný náklad tří ocelových traverz, který byl uchycen lanem na bočnicích přívěsu, pronikl vozem Fiat, v důsledku čehož na místě usmrtil jeho řidiče. Při střetu došlo k odpojení přívěsu od Škody Favorit, která se ve smyku otočila o 180 stupňů a zůstala stát u pravého okraje vozovky z pohledu původního směru jízdy soupravy.

8.8 Samovolný pohyb přívěsu – zajištění proti pohybu ve svahu

Brzděné přívěsy bývají vybaveny zajišťovací brzdou pro zajištění proti samovolnému rozjetí. Je třeba mít na paměti, že u většiny typů brzd je zároveň v činnosti couvací automat, který způsobuje, že brzda není účinná směrem vzad. Zde nalézají využití zakládací klíny. Nebrzděné přívěsy nejsou zajišťovací brzdou vybaveny a zakládání je nutné v obou směrech jízdy. Zastaví-li souprava ve svahu, jsou zvýšeny požadavky na brzdný účinek ruční brzdy automobilu. Neúčinná ruční brzda nemusí soupravu spolehlivě zajistit proti pohybu, i když na zajištění samotného automobilu její účinek postačuje.

Řešení: Povinné vybavení všech přívěsů sadou zakládacích klínů, parkování se zařazeným rychlostním stupněm a zataženou ruční brzdou v řádném technickém stavu.

8.9 Samovolný pohyb přívěsu – samovolné odpojení přívěsu

Při opotřebené spojovací kouli tažného vozidla nebo opotřebené hlavici spojovacího zařízení, kdy spojení vykazuje nadměrnou vůli, může dojít k vytržení koule z hlavice. Dalším případem je nefunkční zajišťovací mechanismus ovládací páky spojovací hlavice. V neposlední řadě může k odpojení dojít nadměrným zkřížením soupravy, zejména při převrácení přívěsu.

Řešení: Důsledné kontroly opotřebenosti spojovacího zařízení na STK, povinná montáž zajišťovacího lanka.

8.10 Deformace soupravy při nehodě - pronikání oje do karoserie vozidla

Vlivem nedostatečné pevnosti tažného zařízení a velké kinetické energie přívěsu může dojít při nárazu k proniknutí oje do zadní části karoserie nebo její deformaci. Ohrožení jsou zejména cestující na zadních sedadlech.

Řešení: Vyšší pevnost tažného zařízení, montáž nárazníku dle výzkumu HTW na oj přívěsu, popř. zavedení deformační zóny u přívěsu.



Obr. 266 –Pronikání oje zatíženého brzděného přívěsu do současně deformované zadní části karoserie vozidla Ford Escort. Náraz proběhl v rychlosti 50 km/h.

8.11 Střet s chodcem – vstup chodce do prostoru oje

Zejména ve městě, kde je velký pohyb chodců a souprava často zastavuje hrozí vkročení nedisciplinovaného chodce do prostoru oje, který si tak zkracuje cestu a jeho zachycení při rozjezdu.

Riziku zachycení chodce přívěsem není souprava ušetřena ani během pohybu. Zejména malé děti mají v oblibě přebíhat bezhlavě silnici. Pokud se chodec rozběhne hned jakmile okolo něj přejede automobil, nemusí postřehnout, že má připojen přívěs a dojde ke střetu.

Řešení: Řešením proti vstupování chodců do prostoru oje může být zábrana v prostoru oje. Tento účel může částečně splnit i pojezdové kolečko a V oj, která se špatně překračuje.

Proti zachycení přebíhajících chodců může pomoci zvýraznění přívěsu za automobilem, tedy obrysové svítilny nebo polep reflexní fólií.



Obr. 267 – Zastavení před křižovatkou v prostoru přechodu chodců – hrozí vstup chodců.

8.12 Osvětlení přívěsu – závady v elektroinstalaci přívěsu

Závady v osvětlení přívěsu mohou způsobovat zoxidované kontakty patič žárovek, přerušená vlákna žárovek nebo poškozené vodiče. Nejčastějším zdrojem poruch ale bývá spojení zásuvky a zástrčky elektroinstalace přívěsu. Kontakty bývají zoxidované, s malým mechanickým předpětím mezi dutinkou a kolíkem kontaktu, zanesené nečistotami nebo vnořené dovnitř. Elektroinstalace bývá nezděná špatně zapojená po neodborné opravě.



Obr. 268 – Vrstva oxidů způsobuje přehodový odpor

Řešení: Údržba kontaktů speciálním olejem, důsledná kontrola funkce světel po připojení přívěsu, automobil vybavený kontrolou funkce osvětlení přívěsu.

Automobil BMW 730i využitý ke zpracování této práce disponuje sledováním funkce světel přívěsu. Podobné zařízení by své uplatnění našlo i v jiných typech automobilů.

Zjištěné negativní jevy		Návrh opatření minimalizující zjištěné negativní jevy			
Okruh	Problém	Automobil	Přívěs	Řidič	Legislativa
Dynamické vlastnosti	Snížená akcelerace	Dostatečný výkon motoru	Lehká konstrukce přívěsu	Obezřetnost	
	Prodloužení brzdné dráhy	Dostatečně dimenzovaný brzdový systém	Brzděná varianta	Obezřetnost	
				Větší odstup od vozidel jedoucích před soupravou	
				Přiměřená rychlost	
Jízdní stabilita	Vybočení přívěsu na kluzkém povrchu	ESP	Zimní pneu pro zimní období	Přiměřená rychlost	Povinnost zimních nebo celoročních pneu na přívěsu v zimním období
	Vybočení přívěsu na adhezivním povrchu	ESP		Přiměřená rychlost + rovnoměrné zatížení	
	Vybočení přívěsu vlivem ztráty tlaku v pneu při překročení kritické hodnoty závleku pneumatiky		Štítek s předepsaným tlakem	Kontrola tlaku v pneu	Povinné označení přívěsu štítkem s předepsaným tlakem
	Rozkmitání soupravy	ESP	Vybavení stabilizační hlavicí spojovacího zařízení	Přiměřená rychlost	Povinné zavádění ESP s programem stabilizace přívěsu pro nově vyrobené automobily
	Převrácení přívěsu			Přiměřená rychlost	

Zjištěné negativní jevy		Návrh opatření minimalizující zjištěné negativní jevy			
Okruh	Problém	Automobil	Přívěs	Řidič	Legislativa
Zajištění nákladu	Přesun nákladu při nárazu, intenzivním brzdění nebo ztrátě stability		Dostatečná pevnost předního čela	Přiměřená rychlost	Zákaz přepravy nezajištěného nákladu
			Dostatečný počet kotvicích bodů		
			Vybavení prostředky pro zajištění nákladu	Důsledné zajištění nákladu	Povinné vybavení přívěsu zajišťovacími prostředky
Samovolný pohyb přívěsu	Zajištění proti pohybu ve svahu	Dostatečně účinná ruční brzda	Zajišťovací brzda u brzděného provedení, vybavení zakládacími klíny	Použití zakládacích klínů	Povinnost zajištění soupravy zakládacími klíny při stání ve svahu
	Samovolné odpojení přívěsu	Vybavení tažného zařízení kotvicím okem	Vybavení zajišťovacím lankem nebo řetízku	Kontrola spojení	Zpracování závazné metodiky pro kontrolu stavu spojovacího zařízení
		Neopotřebovaná spojovací koule	Spojovací hlavice s indikací nadměrné vůle		
Deformace soupravy při nehodě	Pronikání oje do zadní části karoserie tažného vozidla	Vyšší pevnost tažného zařízení	Ochranné konstrukční prvky viz. výzkum HTW		Vyšší požadavky na pevnost spojení soupravy a tažná zařízení
Střet s chodcem	Vstup chodce do prostoru oje		Zábrana	Obezřetnost	
Osvětlení přívěsu	Závady v elektroinstalaci přívěsu	Systém hlídání funkce osvětlení přívěsu		Kontrola před jízdou	

9. Závěr

Předložená práce poskytuje náhled na problematiku jízdy osobního vozidla s přívěsem. Po stránce rešeršní i výzkumné přináší množství informací, které nebyly dosud běžně přístupné v ucelené formě a mnohé z nich nejsou ani obecně známé.

Po celou dobu zpracování byl kladen důraz na maximální ilustrační hodnotu práce, kdy se většina úvah a teorie opírá o soubor reálných nehod a vyobrazení odpovídajících v co největší možné míře řešené situaci.

Přehled zachycených negativních jízdních vlastností a rizik spojených s provozem přívěsu je využitelný jak pro další výzkumnou činnost, tak pro inspiraci výrobců a konstruktérů nebo osvětu širší motoristické veřejnosti.

V rešeršní části jsou hodnotné zejména nárazové zkoušky soupravy s přívěsem a popis jízdních vlastností na hranici stability.

Praktické části dominuje svým významem kvantifikace rozdílů mezi vlastnostmi brzděného a nebrzděného přívěsu, která doposud chyběla jak v odborné literatuře, tak i prodejních materiálech výrobních podniků. Brzdný účinek brzděného přívěsu hluboce předčil očekávání.

Drobná nehoda, kdy při měření došlo k úniku tlaku z jedné z pneumatik, vedla k šetření, zda se dá řídit změřeným tlakem na zatíženém přívěsu. Závislost tlaku v pneumatice na běžné míře zatížení nebyla prokázána.

Měření tažných koulí na namátkou vybraných ojetých vozidlech neprokázalo jejich výraznější opotřebení. Pouze v jednom případě byla koule menší a to ve všech směrech patř v důsledku mimotoleranční odchylky při výrobě.

Podrobná dokumentace průběhu technické kontroly dokládá nevalný obraz úrovně půjčovny a zároveň poskytuje přehled o stavu přívěsu po téměř 20 letech intenzivního využití.

Všechny tyto získané poznatky o negativních jevech souvisejících s provozem přívěsů za osobním vozidlem dokládají, že k jízdě s přívěsem je třeba přistupovat zodpovědně.

10. Seznam příloh

A - PŘEHLED DAT ZÍSKANÝCH MĚŘENÍM NA MASARYKOVĚ OKRUHU

B - TLAK V PNEUMATIKÁCH V ZÁVISLOSTI NA ZATÍŽENÍ PŘÍVĚSU

C - PRŮBĚH TECHNICKÉ KONTROLY BRZDĚNÉHO PŘÍVĚSU

D - STUDIE TECHNICKÉHO STAVU TAŽNÝCH ZAŘÍZENÍ

11. Seznam použitých zkratek

OA – osobní automobil, NA – nákladní automobil, STK – stanice technické kontroly, ESP – elektronický stabilizační program, ABS – antiblokovací systém, ORV – osvědčení o registraci vozidla

12. Použité zdroje

12.1 Knižní zdroje

- [1] JAKUBEC, Julius. Přívěsy za osobní automobil. 2., upr. a dopl. vyd. Praha: Nadas, 1983, s. 144
- [2] VITÁSEK, Jiří a Jan LIBENSKÝ. Stavíme obytný přívěs. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1981, 208 s.
- [3] VLK, František. Dynamika motorových vozidel: jízdní odpory : hnací charakteristika : brzdění : odpruženost : řiditelnost, ovladatelnost : stabilita. 1. vyd. Brno: VLK, 2000, 434 s. ISBN 80-238-5273-6.
- [4] BRADÁČ, Albert. Soudní inženýrství. Dot. 1. vyd. Brno: CERM, 1999, 725 s. ISBN 80-7204-133-9.
- [5] FRANTIŠEK HLINĚNSKÝ. *Pneumatiky: a jejich údržba*. 1. vyd. Praha: čs. branné moci, 1953, 182 s.

12.2 Časopisecké zdroje

- [1] AXEL SPRINGER PRAHA A.S. *Svět motorů: týdeník motoristů*. 2740. vyd. Praha: AXEL SPRINGER a.s., 2011

12.3 Akademické práce

- [1] PAVLATA, Petr a Daniel PÝCHA. *Metodika klonění jízdních souprav*. Brno, 2007. Závěrečná práce. Ústav soudního inženýrství Vysokého učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Albert Bradáč, Ph.D.

12. 4 Legislativní zdroje

Pokud není uvedeno jinak, byly všechny použité právní předpisy použity v posledním aktuálním znění platném k datu 6.10.2013.

- [1] Česká republika. Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů: zákon o silničním provozu. In: 98/2000. 2000.
Dostupné z:
<http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=49756&nr=361~2F2000&rp=15#local->
- [2] Česká republika. Vyhláška 341/2002 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.
In: 123/2002. 2002. Dostupné z:
<http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=53698&nr=341~2F2002&rp=15#local-content>
- [3] Česká republika. Zákon 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb.
In: 21/2001. 2001. Dostupné z:
<http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=50994&nr=56~2F2001&rp=15#local-content>
- [4] Česká republika. Vyhláška č. 302/2001 Sb. o technických prohlídkách a měření emisí vozidel. In: 115/2001. 2001. Dostupné z:
<http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=51610&nr=302~2F2001&rp=15#local-content>
- [5] EU. Směrnice o hmotnostech a rozměrech určitých kategorií motorových vozidel a jejich přípojných vozidel a o změně směrnice 70/156/EHS. In: *Úřední věstník L* 233 , 25/08/1997 S. 0001 - 0031. 1997. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31997L0027:CS:HTM>
- [6] EU. Předpis č. 55 Evropské hospodářské komise Spojených národů (EHK/OSN) – Jednotná ustanovení týkající se schvalování mechanických spojovacích částí jízdních souprav vozidel. In: *Úřední věstník Evropské unie L* 227/1. 2010.
Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:227:0001:0061:CS:PDF>
- [7] EU. Směrnice o hmotnostech a rozměrech motorových vozidel kategorie M1.
In: *Úřední věstník L* 129 , 14/05/1992 S. 0001 - 0010. 1992. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1992:765:0001:01:CS:HTML>
- [8] EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES. In: *Úřední věstník L* 263 , 09/10/2007 S. 0001 - 0160. 2007. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:263:0001:01:CS:HTML>

- [9] EU. Předpis č. 55 Evropské hospodářské komise Spojených národů (EHK/OSN) – Jednotná ustanovení týkající se schvalování mechanických spojovacích částí jízdních souprav vozidel. In: *Úřední věstník Evropské unie L 227/1*. roč. 2010. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:227:0001:0061:CS:PDF>
- [10] EU. Předpis Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN) č. 13: Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel kategorií M, N a O z hlediska brzdění. In: *Úřední věstník Evropské unie L 257/1*. roč. 2010. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:257:0001:0196:CS:PDF>
- [11] Mezinárodní úmluva. ÚMLUVA O SILNIČNÍM PROVOZU (Vídeň 1968). In: Vídeň, 1968. Dostupné z: <http://www.forum.privet.cz/index.php?act=Attach&type=post&id=3348>
[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0021:CS:HTML](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0021:CS:HTML)

12.5 Rejstřík zdrojů

- 1, 2** - AERO - přívěsný vůz za osobní automobily. PETR HOŠTÁLEK. *Motomuseum: Jihočeské motocyklové museum* [online]. [cit. 2013-09-23]. Dostupné z: <http://www.eurooldtimers.com/cze/inzerat/48710-prospekt-privesny-vozik-aero.html>
- 3** - JAKUBEC, Julius. Přívěsy za osobní automobil. 2., upr. a dopl. vyd. Praha: Nadas, 1983, 218 s.
- 4** - VITÁSEK, Jiří a Jan LIBENSKÝ. Stavíme obytný přívěs. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1981, 208 s.
- 5** - VLK, František. Dynamika motorových vozidel: jízdní odpory : hnací charakteristika : brzdění : odpruženost : řiditelnost, ovladatelnost : stabilita. 1. vyd. Brno: VLK, 2000, 434 s. ISBN 80-238-5273-6.
- 6** - VLK, František. Dynamika motorových vozidel: jízdní odpory : hnací charakteristika : brzdění : odpruženost : řiditelnost, ovladatelnost : stabilita. 1. vyd. Brno: VLK, 2000, s. 368 ISBN 80-238-5273-6.
- 7** - BRADÁČ, Albert. Soudní inženýrství. Dot. 1. vyd. Brno: CERM, 1999, 725 s. ISBN 80-7204-133-9.
- 8** - BRADÁČ, Albert. Soudní inženýrství. Dot. 1. vyd. Brno: CERM, 1999, s. 493 ISBN 80-7204-133-9.
- 9** - FRANTIŠEK HLINĚNSKÝ. Pneumatiky: a jejich údržba. 1. vyd. Praha: čs. branné moci, 1953, 182 s.
- 10** - FRANTIŠEK HLINĚNSKÝ. Pneumatiky: a jejich údržba. 1. vyd. Praha: čs. branné moci, 1953, s. 94-96.

- 11** - Objemové hmotnosti materiálů: studijní pdf podpora. ČVUT. *Fakulta architektury: ČVUT*[online]. [cit. 2013-09-28]. Dostupné z: 15122.fa.cvut.cz/?download=/_predmet.nk3/pomucky/objem_hmot.pdf
- 12** - AXEL SPRINGER PRAHA A.S. *Svět motorů: týdeník motoristů*. 2740. vyd. Praha: AXEL SPRINGER a.s., 2011, 50 s.
- 13, 14** - AXEL SPRINGER PRAHA A.S. *Svět motorů: týdeník motoristů*. 2740. vyd. Praha: AXEL SPRINGER a.s., 2011, s. 6
- 15, 16, 17, 18** - AXEL SPRINGER PRAHA A.S. *Svět motorů: týdeník motoristů*. 2740. vyd. Praha: AXEL SPRINGER a.s., 2011, s. 7
- 19** - Kleiner Anhänger schwer beladen: Es geht rund. ADAC. *ADAC: Deutscher Automobil Allgemeiner-Club* [online]. 2013 [cit. 2013-09-28]. Dostupné z: http://www.adac.de/infotestrat/ratgeber-verkehr/sicher- unterwegs/ueberladene_pkw_anhaenger/default.aspx#tabid=tab2
- 20** - Der feine Unterschied: Schwere Hänger haben mehr Reserven. AUTOBILD. *Autobild.de*[online]. 2003 [cit. 2013-09-28]. Dostupné z: <http://www.autobild.de/artikel/anhaenger-vergleich-40569.html>
- 21** - Vehicle dynamics of cars with trailers. DR. GAŠPER ŠUŠTERŠIČ, dr. Miha Ambrož, prof. dr. Ivan Prebil. *UNIVERZA V LJUBLJANI: FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO* [online]. LJUBLJAN, 2010 [cit. 2013-09-28]. 15 s. Dostupné z: <http://kmtm.fs.uni-lj.si/slo/raziskave/lapn/sustersic.arec10.pdf>
- 22** - Vehicle dynamics of cars with trailers. DR. GAŠPER ŠUŠTERŠIČ, dr. Miha Ambrož, prof. dr. Ivan Prebil. *UNIVERZA V LJUBLJANI: FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO* [online]. LJUBLJAN, 2010 [cit. 2013-09-28]. s. 14 Dostupné z: <http://kmtm.fs.uni-lj.si/slo/raziskave/lapn/sustersic.arec10.pdf>
- 23** - Přípojný kloub se stabilizátorem: AKS 1300. AL-KO. *Karavan.cz* [online]. 2013 [cit. 2013-09-29]. Dostupné z: http://www.karavan.cz/images/navody/navod_k_pouziti_alko_1300.pdf
- 24** - ESP: Electronic Stability Programme. AUTOLEXICON.NET. *Autolexicon.net: náskok díky znalostem* [online]. 2013 [cit. 2013-09-29]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/esp-electronic-stability-programme/>
- 25** - ESP®: value-added functions. ROBERT BOSCH GMBH. *BOSCH: Automotive Technology* [online]. Stuttgart, 2013 [cit. 2013-09-29]. Dostupné z: http://www.bosch-automotivetechnology.com/en/de/specials/specials_for_more_driving_safety/bosch_esp__3/esp__facts_4/esp_mehrwertfunktionen_2/esp_questions_and_answers_17.html
- 26** - Knickdeichsel. STEINKE, Breitfeld, Rudolph, Cech. *Knickdeichsel* [online]. [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <http://knickdeichsel.npage.de/>

27 - PAVLATA, Petr a Daniel PÝCHA. *Metodika klonění jízdních souprav*. Brno, 2007. Závěrečná práce. Ústav soudního inženýrství Vysokého učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Albert Bradáč Ph.D.

28, 29, 30 – Česká republika. Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů: zákon o silničním provozu. In: *98/2000*. 2000. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=49756&nr=361~2F2000&rpp=15#local->

31, 32 - Česká republika. Vyhláška 341/2002 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. In: *123/2002*. 2002. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=53698&nr=341~2F2002&rpp=15#local-content>

33 – EU. Směrnice o hmotnostech a rozměrech určitých kategorií motorových vozidel a jejich přípojných vozidel a o změně směrnice 70/156/EHS. In: *Úřední věstník L 233*, 25/08/1997 S. 0001 - 0031. 1997. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31997L0027:CS:HTM>

34 - EU. Předpis č. 55 Evropské hospodářské komise Spojených národů (EHK/OSN) – Jednotná ustanovení týkající se schvalování mechanických spojovacích částí jízdních souprav vozidel. In: *Úřední věstník Evropské unie L 227/1*. 2010. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:227:0001:0061:CS:PDF>

35 - Mezinárodní úmluva. ÚMLUVA O SILNIČNÍM PROVOZU (Vídeň 1968). In: Vídeň, 1968. Dostupné z: <http://www.forum.privet.cz/index.php?act=Attach&type=post&id=3348>

36 - EU. Směrnice o hmotnostech a rozměrech motorových vozidel kategorie M1. In: *Úřední věstník L 129*, 14/05/1992 S. 0001 - 0010. 1992. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0021:CS:HTML>

37, 38, 39, 40 - Česká republika. Zákon 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb. In: *21/2001*. 2001. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=50994&nr=56~2F2001&rpp=15#local-content>

41 - EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES. In: *Úřední věstník L 263*, 09/10/2007 S. 0001 - 0160. 2007. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:263:0001:01:CS:HTML>

42 - Získání homologace typu dle směrnice 2007/46/ES: globální homologace. DEKRA AUTOMOBIL, a.s. *DEKRA: Automobil* [online]. [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <http://www.dekra-automobil.cz/index.php?file=titulka.php>

43 – TEMPO 100: Výjimka TEMPO 100 pro přípojná vozidla kategorie O1 a O2. DEKRA AUTOMOBIL, a.s. *DEKRA: Automobil* [online]. [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <http://www.dekra-automobil.cz/index.php?file=t100-prip-voz.php>

44, 45 Česká republika. Zákon 56/2001 Sb.o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb. In: *21/2001*. 2001. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=50994&nr=56~2F2001&rpp=15#local-content>

46 - EU. Předpis Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK/OSN) č. 13: Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel kategorií M, N a O z hlediska brzdění. In: *Ú CS řední věstník Evropské unie L 257/1*. roč. 2010. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:257:0001:0196:CS:PDF>

47, 48 - Česká republika. Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů: zákon o silničním provozu. In: *98/2000*. 2000. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=49756&nr=361~2F2000&rpp=15#local->

49, 50- Vymezení řidičského oprávnění skupiny "B" po datu 19.01.2013: - důležité upozornění. MINISTERSTVO DOPRAVY. *Agados: trailers* [online]. Praha, 2013 [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: http://www.agados.cz/file/93_1_1/

51, 52 – Česká republika. Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů: zákon o silničním provozu. In: *98/2000*. 2000. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=49756&nr=361~2F2000&rpp=15#local->

53 – Česká republika. Zákon 56/2001 Sb.o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb. In: *21/2001*. 2001. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=50994&nr=56~2F2001&rpp=15#local-content>

54 - Česká republika. Zákon 56/2001 Sb.o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb. In: *21/2001*. 2001. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=50994&nr=56~2F2001&rpp=15#local-content>

55 - Česká republika. Vyhláška č. 302/2001 Sb. o technických prohlídkách a měření emisí vozidel. In: *115/2001*. 2001. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonInfo.jsp?idBiblio=51610&nr=302~2F2001&rpp=15#local-content>

56 – Věstník dopravy: vydávaný Ministerstvem dopravy. MINISTESTVO DOPRAVY. *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. 2012 [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/6BBA34E8-0C2F-4913-8BF8-DFD0E6AC7DA7/0/2012080942012150ORG31.pdf>

57, 58, 59 – Předpis č. 55 Evropské hospodářské komise Spojených národů (EHK/OSN) – Jednotná ustanovení týkající se schvalování mechanických spojovacích částí jízdních souprav vozidel. In: *Úřední věstník Evropské unie L 227/1*. roč. 2010. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:227:0001:0061:CS:PDF>

60 - Srážku s vlakem odnesl vozík. BORGIS, a.s. *Novinky.cz* [online]. 2011 [cit. 2013-10-11]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/vase-zpravy/zlinsky-kraj/kromeriz/590-6134-srazku-s-vlakem-odnesl-vozik.html>

61, 62 - Vlak smetl přívěs s koněm, zvíře letělo dvacet metrů vzduchem. BORGES, a.s. *Novinky.cz* [online]. 2010 [cit. 2013-10-11]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/krimi/213262-vlak-smetl-prives-s-konem-zvire-letelo-dvacet-metru-vzduchem.html>

63, 64 - VLK, František. *Dynamika motorových vozidel: jízdní odpory, hnací charakteristika, brzdění, odpružení, řiditelnost, ovladatelnost, stabilita*. 1. vyd. Brno: VLK, 2000, s. 35. ISBN 80-238-5273-6.

65 - 2010 Cruiser RV ViewFinder travel trailer. ROAMING TIMES. *The Roaming Times* [online]. 2010 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.roamingtimes.com/rvreports/5/images/cruiser-viewfinder-exterior-v-cap-benefits.jpg>

66 - Nákladák natlačil mikrobús s dětmi ze školky na auto, dvě z nich se zranily. *MAFRA, a.s.* [online]. 2010 [cit. 2013-10-11]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/nakladak-natlacil-mikrobús-s-detmi-ze-skolky-na-auto-tri-se-zranily-1f1-/krimi.aspx?c=A101011_104441_hradec-

67 - S autem plným dřeva narazil do svodidel. *Chci žít.cz: ... aneb jak přežít v dnešní uspěchané době* [online]. 2011 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.chcizit.cz/s-autem-plnym-dreva-narazil-do-svodidel-2548/?url=s-autem-plnym-dreva-narazil-do-svodidel#> .

68 - Parametry dráhy. AUTOMOTODROM BRNO. *Brno Circuit: Masarykův okruh* [online]. 2013 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.automotodrombrno.cz/cz/parametry-drahy>

12.6 Zdroje fotografií, ilustrací a grafů

Obr. X - Přívěsný vozík VARIO A 08.2: s předním otevíracím čelem. VEZEKO S.R.O. *Vezeko: To naložíš!* [online]. Velké Meziříčí, 2012 [cit. 2013-09-28]. Dostupné z: http://www.vezeko.cz/images/com_xshop/products/331/varioa08-2.JPG

Obr. 1 – získáno úpravou z: Prospekt přívěsný vozík Aero. EUROOLDTIMERS.COM. *Eurooldtimers: The world of historic vehicles and classic cars* [online]. [cit. 2013-09-23]. Dostupné z: http://www.eurooldtimers.com/temp/inzerce_zoom_125233.jpg

Obr. 2 - AERO - přívěsný vůz za osobní automobily. PETR HOŠTÁLEK. *Motomuseum: Jihočeské motocyklové museum* [online]. [cit. 2013-09-23]. Dostupné z: http://www.motomuseum.cz/img2_crc.php?bl_handle=0x0001ca730000008a&f_type=jpg

Obr. 3 - Karoserie Sodomka Vysoké Mýto: perla Offtopiců na Flat4. FLAT4.ORG. *Flat4.org: 3908 dní vzduchem chlazeného potěšení* [online]. [cit. 2013-09-23]. Dostupné z: http://www.flat4.org/galerie/albums/userpics/10089/19_b.jpg

Obr. 4 – Motex. *Spartaky.cz* [online]. [cit. 2013-09-24]. Dostupné z: http://spartaky.cz/obr/MOTEX/mtx_01.jpg

Obr. 5 — Motex. *Spartaky.cz* [online]. [cit. 2013-09-24]. Dostupné z: <http://spartaky.cz/obr/MOTEX/vozikzwebu.jpg>

Obr. 6 - Návod k obsluze vozíku PAV 40. KÝVAČKÁŘI. *Jawa.snadno* [online]. [cit. 2013-09-24]. Dostupné z: http://www.motomagazin.cz/photo_doc.php?photo=photos/help/pav/manual40/str01.jpg

Obr. 7 - Návod k obsluze vozíku PAV 40. KÝVAČKÁŘI. *Jawa.snadno* [online]. [cit. 2013-09-24]. Dostupné z: http://www.motomagazin.cz/photo_doc.php?photo=photos/help/pav/manual40/str04.jpg

Obr. 8 - PAV-100 trailer towed by a Škoda 110R coupe. YAHOO. *Flickr: Photo Sharing* [online]. 2013 [cit. 2013-09-24]. Dostupné z: <http://www.flickr.com/photos/theadventurouseye/5803903319/in/photostream/>

Obr. 9 - PAV 100. DEJVV. *Rajče.net: místo pro vaše fotografie* [online]. 2012 [cit. 2013-09-24]. Dostupné z: http://img1.rajce.idnes.cz/d0101/6/6505/6505965_2bc575e0fc95d39c60fdc4661541f5aa/images/DSC_0776.jpg?ver=2

Obr. 10 – Sport Jacht LPB 207 R: prodej. *Tiptrucker.cz: Prodej, pronájem a realizace zakázek stavební a dopravní techniky. Profesionálové profesionálům.* [online]. 2013 [cit. 2013-09-24]. Dostupné z: http://www.tiptrucker.cz/wp-content/uploads/av/7_/av7_13_2-2.jpg

Obr. 11 – NP: vozíky pro dům, zahradu a podnikání. VEZEKO S.R.O. *Vezeko: to naložíš!* [online]. 2013 [cit. 2013-09-24]. Dostupné z: http://www.vezeko.cz/images/com_xshop/products/292/np21.jpg

Obr. 12 - VARIO A 13.3: profesionální přívěsy. VEZEKO S.R.O. *Vezeko: to naložíš!* [online]. 2013 [cit. 2013-09-24]. Dostupné z: http://www.vezeko.cz/images/marketplace/entries/419/large/419_1.jpg

Obr. 13 - JAKUBEC, Julius. Přívěsy za osobní automobil. 2., upr. a dopl. vyd. Praha: Nadas, 1983, s. 144

Obr. 14 - VLK, František. Dynamika motorových vozidel: jízdní odpory : hnací charakteristika : brzdění : odpruženost : řiditelnost, ovladatelnost : stabilita. 1. vyd. Brno: VLK, 2000, s. 368 ISBN 80-238-5273-6.

Obr. 15 - 7 - BRADÁČ, Albert. Soudní inženýrství. Dot. 1. vyd. Brno: CERM, 1999, s. 494, ISBN 80-7204-133-9.

Obr. 16 – AXEL SPRINGER PRAHA A.S. *Svět motorů: týdeník motoristů*. 2740. vyd. Praha: AXEL SPRINGER a.s., 2011, s. 1

Obr. 17 - AXEL SPRINGER PRAHA A.S. *Svět motorů: týdeník motoristů*. 2740. vyd. Praha: AXEL SPRINGER a.s., 2011, s. 10

Obr. 18-27 – snímky pořízené z videozáznamu: Kleiner Anhänger schwer beladen: Es geht rund. ADAC. *ADAC: Deutscher Automobil Allgemeiner-Club* [online]. 2013 [cit. 2013-09-28]. Dostupné z: http://www.adac.de/infotestrat/ratgeber-verkehr/sicher-unterwegs/ueberladene_pkw_anhaenger/default.aspx#tabid=tab2

Obr. 28 Kleiner Anhänger schwer beladen: Es geht rund. ADAC. *ADAC: Deutscher Automobil Allgemeiner-Club* [online]. 2013 [cit. 2013-09-28]. Dostupné z: http://www.adac.de/_mmm/jpg/110510_Anhaenger_600x400_121169.jpg

Obr. 29 Kleiner Anhänger schwer beladen: Es geht rund. ADAC. *ADAC: Deutscher Automobil Allgemeiner-Club* [online]. 2013 [cit. 2013-09-28]. Dostupné z: http://www.adac.de/_mmm/jpg/110510_Anhaenger_Richtig_600x400_121193.jpg

Obr. 30-48 – snímky pořízeny z videozáznamu: Kleiner Anhänger schwer beladen: Es geht rund. ADAC. *ADAC: Deutscher Automobil Allgemeiner-Club* [online]. 2013 [cit. 2013-09-28]. Dostupné z: http://www.adac.de/infotestrat/ratgeber-verkehr/sicher-unterwegs/ueberladene_pkw_anhaenger/default.aspx#tabid=tab2

Obr. 49 - Der feine Unterschied: Schwere Hänger haben mehr Reserven. AUTOBILD. *Autobild.de* [online]. 2003 [cit. 2013-09-28]. Dostupné z: <http://www.autobild.de/bilder/anhaenger-vergleich-13709.html>

Obr. 50 - Vehicle dynamics of cars with trailers. DR. GAŠPER ŠUŠTERŠIČ, dr. Miha Ambrož, prof. dr. Ivan Prebil. *UNIVERZA V LJUBLJANI: FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO* [online]. LJUBLJAN, 2010 [cit. 2013-09-28]. s. 5 Dostupné z: <http://kmtm.fs.uni-lj.si/slo/raziskave/lapn/sustersic.ared10.pdf>

Obr. 51 - Vehicle dynamics of cars with trailers. DR. GAŠPER ŠUŠTERŠIČ, dr. Miha Ambrož, prof. dr. Ivan Prebil. *UNIVERZA V LJUBLJANI: FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO* [online]. LJUBLJAN, 2010 [cit. 2013-09-28]. s. 12 Dostupné z: <http://kmtm.fs.uni-lj.si/slo/raziskave/lapn/sustersic.arec10.pdf>

Obr. 52 - Vehicle dynamics of cars with trailers. DR. GAŠPER ŠUŠTERŠIČ, dr. Miha Ambrož, prof. dr. Ivan Prebil. *UNIVERZA V LJUBLJANI: FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO* [online]. LJUBLJAN, 2010 [cit. 2013-09-28]. s. 13 Dostupné z: <http://kmtm.fs.uni-lj.si/slo/raziskave/lapn/sustersic.arec10.pdf>

Obr. 53 - Vehicle dynamics of cars with trailers. DR. GAŠPER ŠUŠTERŠIČ, dr. Miha Ambrož, prof. dr. Ivan Prebil. *UNIVERZA V LJUBLJANI: FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO* [online]. LJUBLJAN, 2010 [cit. 2013-09-28]. s. 10 Dostupné z: <http://kmtm.fs.uni-lj.si/slo/raziskave/lapn/sustersic.arec10.pdf>

Obr. 54 - Stabilizační přípojná hlavice WINTERHOF: WS 3000 - 136/419. CARAVAN SLEZSKO. *Caravan Slezsko: prodej, pronájem, servis, doplňky* [online]. 2013 [cit. 2013-09-29]. Dostupné z: http://www.caravan-slezsko.cz/eshop/files/100/136_419_2.jpg

Obr. 55 - ESP: Electronic Stability Programme. AUTOLEXICON.NET. *Autolexicon.net: náskok díky znalostem* [online]. 2013 [cit. 2013-09-29]. Dostupné z: http://cs.autolexicon.net/obr_clanky/cs_esp_001.jpg

Obr. 56 - ESP: Electronic Stability Programme. AUTOLEXICON.NET. *Autolexicon.net: náskok díky znalostem* [online]. 2013 [cit. 2013-09-29]. Dostupné z: http://cs.autolexicon.net/obr_clanky/cs_esp_002.jpg

Obr. 57 - ESP: Electronic Stability Programme. AUTOLEXICON.NET. *Autolexicon.net: náskok díky znalostem* [online]. 2013 [cit. 2013-09-29]. Dostupné z: http://cs.autolexicon.net/obr_clanky/cs_esp_003.jpg

Obr. 58 – vzniklo úpravou z ESP: Electronic Stability Programme. AUTOLEXICON.NET. *Autolexicon.net: náskok díky znalostem* [online]. 2013 [cit. 2013-09-29]. Dostupné z: http://cs.autolexicon.net/obr_clanky/cs_esp_006.jpg

a
ESP: Electronic Stability Programme. AUTOLEXICON.NET. *Autolexicon.net: náskok díky znalostem* [online]. 2013 [cit. 2013-09-29]. Dostupné z: http://cs.autolexicon.net/obr_clanky/cs_esp_007.jpg

a
ESP: Electronic Stability Programme. AUTOLEXICON.NET. *Autolexicon.net: náskok díky znalostem* [online]. 2013 [cit. 2013-09-29]. Dostupné z: http://cs.autolexicon.net/obr_clanky/cs_esp_008.jpg

Obr. 59 – 67 - snímky pořízeny z videozáznamu: Bosch Trailer Sway Mitigation: Assists drivers of trailers ESP® value-added function "Trailer Sway Mitigation" assists

drivers of trailers. BOSCH AUTOMOTIVE. *YouTube* [online]. 2012 [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=LJMxeJSdmt4>

Obr. 68 - 75 - snímky pořízeny z videozáznamu: Car Trailer Fail: Car Accident in Poland. *YouTube* [online]. 2011 [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=mfLnLwFcSBc>

Obr. 76 – 84 - snímky pořízeny z videozáznamu: Crash test with a trailer: Crash test at AREC 2010 in Wildhaus, Switzerland. KMTM. *YouTube* [online]. 2010 [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=r23VoUhKk5I>

Obr. 85-92 - snímky pořízeny z videozáznamu: Ford Escort trailer crash test. HTW. *YouTube* [online]. 2011 [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=5A9fXXDHfI0>

Obr. 93 – 99 - Knick-Deichsel schützt Insassen. *AutoBild* [online]. 2010 [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <http://www.autobild.de/bilder/knick-deichsel-schuetzt-insassen-1188642.html>

Obr. 100 - Knickdeichsel. STEINKE, Breitfeld, Rudolph, Cech. *Knickdeichsel* [online]. [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <http://knickdeichsel.npage.de/>

Obr. 101 – 108 - snímky pořízeny z videozáznamu: Crash Test HTW Berlin 2012: Golf Anhänger Mondeo Dummyrettung. HTW. *YouTube* [online]. 2013 [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=hvRPBYhZoCc>

Obr. 109 - 116 – fotografie pořízeny v souvislosti s vypracováním této práce

Obr. 117 – 118 EU. Předpis č. 55 Evropské hospodářské komise Spojených národů (EHK/OSN) – Jednotná ustanovení týkající se schvalování mechanických spojovacích částí jízdních souprav vozidel. In: *Úřední věstník Evropské unie L 227/1*, roč. 2010. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:227:0001:0061:CS:PDF>

Obr. 119-139 – fotografie pořízeny v souvislosti s vypracováním této práce

Obr. 140 - Srážku s vlakem odnesl vozík. SEZNAM.CZ A.S. Novinky.cz [online]. 2011 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/vase-zpravy/zlinsky-kraj/kromeriz/590-6134-srazku-s-vlakem-odnesl-vozik.html>

Obr. 141 - OBRAZEM: Při srážce s vlakem zahynul kůň. VLTAVA-LABE-PRESS, a.s. *Klatovský deník* [online]. 2010 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://klatovsky.denik.cz/nehody/pri-srazce-s-vlakem-zahynul-kun20101005.html>

Obr. 142 - OBRAZEM: Při srážce s vlakem zahynul kůň. VLTAVA-LABE-PRESS, a.s. *Klatovský deník* [online]. 2010 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: http://klatovsky.denik.cz/galerie/dn_bezdekov0510101_gal.html?mm=2501129

Obr. 143 - OBRAZEM: Při srážce s vlakem zahynul kůň. VLTAVA-LABE-PRESS, a.s. *Klatovský deník* [online]. 2010 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: http://domazlicky.denik.cz/galerie/dn_bezdekov0510101_gal.html?mm=2501132

Obr. 144 - OBRAZEM: Při srážce s vlakem zahynul kůň. VLTAVA-LABE-PRESS, a.s. *Klatovský deník*[online]. 2010 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: http://domazlicky.denik.cz/galerie/dn_bezdekov0510101_gal.html?mm=2501127

Obr. 145 - OBRAZEM: Při srážce s vlakem zahynul kůň. VLTAVA-LABE-PRESS, a.s. *Plzeňský deník*[online]. 2010 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: http://plzen.idnes.cz/foto.aspx?r=plzen-zpravy&c=A101005_091153_plzen-zpravy_alt&foto=ALT364309_foto_013.jpg

Obr. 146 - VLK, František. *Dynamika motorových vozidel: jízdní odpory, hnací charakteristika, brzdění, odpružení. řiditelnost, ovladatelnost, stabilita*. 1. vyd. Brno: VLK, 2000, s. 35. ISBN 80-238-5273-6.

Obr. 147 - Nájezdy na dálnici jsou v okolí Brna bezpečnější. ČESKÁ TELEVIZE. *Česká televize: ČT 24*[online]. [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://img.ct24.cz/cache/900x700/article/31/3052/305111.jpg?1321974098>

Obr. 148 - Auto steckt unter Fahrschul-Anhänger. *Innsalzach24.de* [online]. 2013 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.innsalzach24.de/innsalzach/burghausen/burghausen/burghausen-unfall-ereignete-sich-fahrtrichtung-b20-marktl-innsalzach24-2706461.html>

Obr. 149 - Auto steckt unter Fahrschul-Anhänger. *Innsalzach24.de* [online]. 2013 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.innsalzach24.de/bilder/2013/01/18/2706858/1062670577-unfall-b20-anhaenger-ie34.jpg>

Obr. 150 - Auto steckt unter Fahrschul-Anhänger. *Innsalzach24.de* [online]. 2013 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.innsalzach24.de/bilder/2013/01/18/2706858/1940254709-unfall-b20-anhaenger-jx34.jpg>

Obr. 151 - Auto steckt unter Fahrschul-Anhänger. *Innsalzach24.de* [online]. 2013 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.innsalzach24.de/bilder/2013/01/18/2706858/702674656-unfall-b20-anhaenger-g77aNPOZT34.jpg>

Obr. 152 - Auto steckt unter Fahrschul-Anhänger. *Innsalzach24.de* [online]. 2013 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.innsalzach24.de/bilder/2013/01/18/2706858/1997002188-unfall-b20-anhaenger-jc34.jpg>

Obr. 153 - Auto steckt unter Fahrschul-Anhänger. *Innsalzach24.de* [online]. 2013 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.innsalzach24.de/bilder/2013/01/18/2706858/593060767-unfall-b20-anhaenger-gV34.jpg>

Obr. 154 - Nákladák natlačil mikrobus s dětmi ze školky na auto, tři se zranily Zdroj: http://zpravy.idnes.cz/nakladak-natlacil-mikrobus-s-detmi-ze-skolky-na-auto-tri-se-zranily-1f1-/krimi.aspx?c=A101011_104441_hradec-zpravy_klu. MAFRA

A.S. *IDnes.cz: Zprávy* [online]. 2010 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/foto.aspx?r=hradec-zpravy&c=A101011_104441_hradec-zpravy_klu

Obr. 155 - Nákladák natlačil mikrobuse s dětmi ze školky na auto, tři se zranily Zdroj: http://zpravy.idnes.cz/nakladak-natlacil-mikrobus-s-detmi-ze-skolky-na-auto-tri-se-zranily-1f1-/krimi.aspx?c=A101011_104441_hradec-zpravy_klu. MAFRA
A.S. *IDnes.cz: Zprávy* [online]. 2010 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/foto.aspx?r=hradec-zpravy&c=A101011_104441_hradec-zpravy_klu

Obr. 156 - Nákladák natlačil mikrobuse s dětmi ze školky na auto, tři se zranily Zdroj: http://zpravy.idnes.cz/nakladak-natlacil-mikrobus-s-detmi-ze-skolky-na-auto-tri-se-zranily-1f1-/krimi.aspx?c=A101011_104441_hradec-zpravy_klu. MAFRA
A.S. *IDnes.cz: Zprávy* [online]. 2010 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/foto.aspx?r=hradec-zpravy&c=A101011_104441_hradec-zpravy_klu

Obr. 157 - Nákladák natlačil mikrobuse s dětmi ze školky na auto, tři se zranily Zdroj: http://zpravy.idnes.cz/nakladak-natlacil-mikrobus-s-detmi-ze-skolky-na-auto-tri-se-zranily-1f1-/krimi.aspx?c=A101011_104441_hradec-zpravy_klu. MAFRA
A.S. *IDnes.cz: Zprávy* [online]. 2010 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/foto.aspx?r=hradec-zpravy&c=A101011_104441_hradec-zpravy_klu

Obr. 158 - Nákladák natlačil mikrobuse s dětmi ze školky na auto, tři se zranily Zdroj: http://zpravy.idnes.cz/nakladak-natlacil-mikrobus-s-detmi-ze-skolky-na-auto-tri-se-zranily-1f1-/krimi.aspx?c=A101011_104441_hradec-zpravy_klu. MAFRA
A.S. *IDnes.cz: Zprávy* [online]. 2010 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/foto.aspx?r=hradec-zpravy&c=A101011_104441_hradec-zpravy_klu

Obr. 159 - Nákladák natlačil mikrobuse s dětmi ze školky na auto, tři se zranily Zdroj: http://zpravy.idnes.cz/nakladak-natlacil-mikrobus-s-detmi-ze-skolky-na-auto-tri-se-zranily-1f1-/krimi.aspx?c=A101011_104441_hradec-zpravy_klu. MAFRA
A.S. *IDnes.cz: Zprávy* [online]. 2010 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/foto.aspx?r=hradec-zpravy&c=A101011_104441_hradec-zpravy_klu

Obr. 160 - S autem plným dřeva narazil do svodidel. *Chci žít.cz: ... aneb jak přežít v dnešní uspěchané době* [online]. 2011 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.chcizit.cz/uploads/images/2548/large/2548-11260.jpg>

Obr. 161 - S autem plným dřeva narazil do svodidel. *Chci žít.cz: ... aneb jak přežít v dnešní uspěchané době* [online]. 2011 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.chcizit.cz/uploads/images/2548/large/2548-11263.jpg>

Obr. 162 - S autem plným dřeva narazil do svodidel. *Chci žít.cz: ... aneb jak přežít v dnešní uspěchané době* [online]. 2011 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.chcizit.cz/uploads/images/2548/large/2548-11265.jpg>

Obr. 163 - S autem plným dřeva narazil do svodidel. *Chci žít.cz: ... aneb jak přežít v dnešní uspěchané době* [online]. 2011 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.chcizit.cz/uploads/images/2548/large/2548-11266.jpg>

Obr. 164 - S autem plným dřeva narazil do svodidel. *Chci žít.cz: ... aneb jak přežít v dnešní uspěchané době* [online]. 2011 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.chcizit.cz/uploads/images/2548/large/2548-11262.jpg>

Obr. 165 - S autem plným dřeva narazil do svodidel. *Chci žít.cz: ... aneb jak přežít v dnešní uspěchané době* [online]. 2011 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.chcizit.cz/uploads/images/2548/large/2548-11262.jpg>

Obr. 166 - MASARYKŮV OKRUH. ANERIS. *Brno: druhé největší město České republiky* [online]. 2003 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: Parametry dráhy. AUTOMOTODROM BRNO. Brno Circuit: Masarykův okruh [online]. 2013 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.automotodrombrno.cz/cz/parametry-drahy>

Obr. 167 - Parametry dráhy. AUTOMOTODROM BRNO. *Brno Circuit: Masarykův okruh* [online]. 2013 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.automotodrombrno.cz/upload/stranky/O%20okruhu/parametry%20drahy/profile.jpg>

Obr. 168 - Brno. GLOBINFO. *Poznavamesvet.cz: zeměpis, cestování, turistika* [online]. 2011 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.poznavamesvet.cz/images/obsah/Brno/velky/Automotodrom%20Brno%20-%20Masaryk%C5%AFv%20okruh.jpg>

Obr. 169 - VYBRANÉ CYKLOSTEZKY VHODNÉ PRO JÍZDU NA KOLEČKOVÝCH BRUSLÍCH. FSPS MUNI. *Výuka: Na hřišti i na vodě být s dětmi v pohodě* [online]. 2011 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/sdetmivpohode/kurzy/inline/foto/obr35.jpg>

Obr. 170 – 173 - fotografie pořízena v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 174 - Fiat Croma: O stupeň výš. FIAT 127 INTERNET FAN CLUB. *Fiat Encyklopedie: přehled modelů 1950-2000* [online]. 2002 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://fiat.mysteria.cz/croma/croma-clanek01-16.jpg>

Obr. 175 - Škoda TechWeb. INSIDEA S.R.O. *Octavia 2001: rozměry* [online]. 2012 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: http://skoda.panda.cz/obrazky/181_1.jpg

Obr. 176 - 183 - fotografie pořízeny v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 184 - IBC kontejner 1000 L, vhodný pro přepravu a skladování hořlavin. AB STORE S.R.O. *AB store: vybavení pro firmy, státní organizace, obce a školy* [online]. 2013 [cit. 2013-09-08]. Dostupné z: http://www.abstore.cz/editor/image/eshop_products/345a_l.gif

Obr. 185 – 190 - fotografie pořízeny v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 191 - Inventure XL Meter™ Pro Gamma Expert. EXPERT MARKET KIEV. *Expert Market Kiev*[online]. 2013 [cit. 2013-09-08]. Dostupné z: http://expert-market.kiev.ua/upload/images/service_photos/service_19467_1340688975.jpg

Obr. 192- 197 – fotografie pořízena v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 198 - kresba pořízena v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 199 - kresba pořízena v souvislosti se zpracováním této práce úpravou obrázku A44

Obr. 200 – 202 – kresba pořízena v souvislosti se zpracováním této práce úpravou obrázku A44, fotografie pořízena v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 203 - kresba pořízena v souvislosti se zpracováním této práce úpravou obrázku A44

Obr. 204 215 – grafy pořízené v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 216 – tabulka pořízená v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 217 – 231 - grafy pořízené v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 232 - fotografie pořízena v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 233 – 242 - grafy pořízené v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 243 - Nájezdy na dálnici jsou v okolí Brna bezpečnější. ČESKÁ TELEVIZE. *Česká televize: ČT 24*[online]. [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://img.ct24.cz/cache/900x700/article/31/3052/305111.jpg?1321974098>

Obr. 244 - graf pořízený v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 245 -253 snímky pořízeny z videozáznamu: Autofahrer mit anhänger zu schnell bei schnee in kurve. URS SPECKI. YouTube [online]. 2012 [cit. 2013-09-15]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=3oLzawEumrg>

Obr. 254 - snímek pořízen z videozáznamu: Kleiner Anhänger schwer beladen: Es geht rund. ADAC. *ADAC: Deutscher Automobil Allgemeiner-Club* [online]. 2013 [cit. 2013-09-28]. Dostupné z: http://www.adac.de/infotestrat/ratgeber-verkehr/sicher-unterwegs/ueberladene_pkw_anhaenger/default.aspx#tabid=tab2

Obr. 255 - fotografie pořízena v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 256 - snímky pořízeny z videozáznamu: Car Trailer Fail: Car Accident in Poland. *YouTube* [online]. 2011 [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=mfLnLwFcSBc>

Obr. 257 - Sklenáři vysypali náklad na křižovatce: OBRAZEM. MAFRA, a.s. *IDnes.cz: Můžete nám věřit.* [online]. 2006 [cit. 2013-10-11]. Dostupné z: http://i.idnes.cz/06/011/maxi/TON10406d_prives02.jpg

Obr. 258 - fotografie pořízena v souvislosti se zpracováním této práce

Obr. 259 - S autem plným dřeva narazil do svodidel. *Chci žít.cz: ... aneb jak přežít v dnešní uspěchané době* [online]. 2011 [cit. 2013-09-07]. Dostupné z: <http://www.chcizit.cz/uploads/images/2548/large/2548-11265.jpg>

Obr. 260 - Mladík nezvládl přívěs, uvolněné traverzy zabily řidiče protijedoucího auta. BORDIS, a.s. *Novinky.cz* [online]. 2006 [cit. 2013-10-11]. Dostupné z: http://media.novinky.cz/881/188819-top_foto2-iud8j.jpg

Obr. 261 – Mladík nezvládl přívěs, uvolněné traverzy zabily řidiče protijedoucího auta. BORDIS, a.s. *Novinky.cz* [online]. 2006 [cit. 2013-10-11]. Dostupné z: http://media.novinky.cz/881/188818-top_foto2-7qn2y.jpg

Obr. 262 – Mladík nezvládl přívěs, uvolněné traverzy zabily řidiče protijedoucího auta. BORDIS, a.s. *Novinky.cz* [online]. 2006 [cit. 2013-10-11]. Dostupné z: http://media.novinky.cz/881/188819-top_foto2-iud8j.jpg

Obr. 263 – Mladík nezvládl přívěs, uvolněné traverzy zabily řidiče protijedoucího auta. BORDIS, a.s. *Novinky.cz* [online]. 2006 [cit. 2013-10-11]. Dostupné z: http://media.novinky.cz/882/188820-top_foto2-rc0f9.jpg

Obr. 264 – Mladík nezvládl přívěs, uvolněné traverzy zabily řidiče protijedoucího auta. BORDIS, a.s. *Novinky.cz* [online]. 2006 [cit. 2013-10-11]. Dostupné z: http://media.novinky.cz/882/188822-top_foto1-c4fnk.jpg?1259310602

Obr. 265 - Mladík nezvládl přívěs, uvolněné traverzy zabily řidiče protijedoucího auta. BORDIS, a.s. *Novinky.cz* [online]. 2006 [cit. 2013-10-11]. Dostupné z: http://media.novinky.cz/882/188823-top_foto2-fwvs1.jpg

Obr. 266 . - snímek pořízen z videozáznamu: Ford Escort trailer crash test. HTW. *YouTube* [online]. 2011 [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=5A9fXXDHfI0>

Obr. 267, 268 - fotografie pořízena v souvislosti se zpracováním této práce