



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Bc. Tereza Ptáčková

**Možnost využití dat digitálních tachografů při  
analýze dopravních nehod**

Diplomová práce

**2021**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



**K622..... Ústav soudního znalectví v dopravě**

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE** (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Tereza Ptáčková**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – DS – Dopravní systémy a technika**

Název tématu (česky): **Možnost využití dat digitálních tachografů při analýze dopravních nehod**

Název tématu (anglicky): Use of the Digital Tachograph Data in Road Traffic Accident Analyses

### **Zásady pro vypracování**

Při zpracování diplomové práce se řiďte následujícími pokyny:

- Popis digitálních tachografů II. generace
- Vyhodnocení simulované jízdy v laboratorním prostředí
- Testování digitálních tachografů - návrh testovacích jízd (trasa, manévry, externí měřicí zařízení)
- Vyhodnocení testovacích jízd - srovnání dat z tachografu s externím měřicím zařízením
- Analýza dopravní nehody s pomocí dat z tachografů - využití a přínos v konkrétních případech
- Zhodnocení možnosti využití dat z tachografů pro analýzu nehod




- Rozsah grafických prací: dle zadání vedoucího práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: ZEMAN P.: Digitální tachografy ve znalecké praxi, ExFoS Brno 2013.  
ŠACHL, J. a kol. Analýza nehod v silničním provozu. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2010.  
BRADÁČ, A. a kol. Soudní inženýrství. Brno: Cerm, s.r.o., 1997. p. 1-725. ISBN: 80-7204-057-X.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Michal Frydrýn, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **7. července 2020**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **17. května 2021**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

  
.....  
doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu soudního znalectví v dopravě



  
.....  
doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

  
.....  
Bc. Tereza Ptáčková  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 7. července 2020

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala panu Ing. Michalu Frydrýnovi, Ph.D. za všechny cenné rady, věcné připomínky, trpělivost a vstřícnost při mé cestě ke kompletaci této práce. Děkuji také panu doc. Ing. Tomáši Mičunkovi, Ph.D. za pomoc při praktické části této práce. Poděkování patří také společnosti Mechanika Teplice za přínosnou konzultaci a vstřícný přístup. V neposlední řadě patří poděkování společnostem Mercedes-Benz PRAHA s.r.o. za poskytnutí cenných informací a společnosti A.L.C.Z. Logistic s.r.o. za poskytnutí vozidla pro jízdní zkoušku.

## **Prohlášení autora**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze, dne 9.8.2021

.....

Bc. Tereza Ptáčková

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Možnost využití dat digitálních tachografů při analýze dopravních nehod

USE OF THE DIGITAL TACHOGRAPH DATA IN ROAD TRAFFIC ACCIDENT ANALYSIS

**Diplomová práce**

Srpen 2021

Bc. Tereza Ptáčková

## ABSTRAKT

Diplomová práce navazuje na bakalářskou práci svým zaměřením na problematiku dopravních nehod nákladních automobilů a zejména na využití dat o rychlosti z tachografů při řešení a analýze dopravních nehod. Práce se zabývá popisem tachografů II. generace a principem jejich fungování. Dále se práce zabývá testováním tachografů jak v laboratorním prostředí, tak při jízdě na zkoušce, kde jsou data srovnána s kontrolními přístroji. V neposlední řadě se práce věnuje využití dat z tachografů při řešení konkrétních dopravních nehod a zhodnocení míry využití těchto dat pro znaleckou praxi.

## ABSTRACT

The subject of the diploma thesis is focused on evaluating the use of tachograph data in road traffic accident analyses. The thesis is conceptualized as an extension to previous bachelor thesis which concerned theoretical research on the topic of tachographs. The diploma thesis deals with the matter of introducing smart tachographs and the description of its functionalities. Secondly, the thesis is focused on testing the tachograph in laboratory environment as well as on the road in specific conditions. Comparison of the data provided by said digital tachograph and two independent devices was made. Lastly, the thesis is focused on evaluating the benefits of tachograph data in particular road traffic accidents.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Tachograf, digitální tachograf, analogový tachograf, právní úprava, rychlost, zrychlení, dopravní nehoda

## KEYWORDS

Tachograph, digital tachograph, analogue tachograph, legislation, velocity, acceleration, road traffic accident

# OBSAH

Seznam použitých zkratk	7
Úvod	8
1 Právní úprava a vysvětlení pojmů	10
2 Popis tachografů II. generace	12
3 Vyhodnocení zkušebních jízd v laboratorním prostředí	20
3.1 Simulace prudkého zrychlení	22
3.2 Simulace prudkého zpomalení	22
3.3 Simulace odpojení tachografu od napájení nebo snímače otáček	23
4 Návrh testovacích jízd	26
5 Měřicí přístroje pro testovací jízdy	29
6 Zpracování dat a vyhodnocení testovacích jízd	32
6.1 Příprava a zpracování dat	32
6.2 Vyhodnocení dat	34
6.2.1 Celkový průběh rychlosti	34
6.2.2 Odchytky v rychlosti zaznamenané při jízdě	34
6.2.3 Celkový průběh zrychlení	43
6.3 Zhodnocení průběhu a výsledků jízdni zkoušky	45
7 Využití dat tachografů při řešení konkrétních dopravních nehod	47
7.1 Střet nákladního vozidla s motocyklem	47
7.2 Střet dvou osobních vozidel a nákladního vozidla	53
7.3 Střet motocyklu a nákladního vozidla na dálnici	62
7.4 Střet nákladního a osobního automobilu na silnici II. třídy	69
7.5 Střet dvou nákladních vozidel a jednoho osobního na dálnici	72
8 Zhodnocení možnosti využití dat z tachografů pro analýzu nehod	78
Závěr	82
Seznam obrázků	84
Seznam grafů	87

Seznam použité literatury..... 88



# Seznam použitých zkratek

DN – dopravní nehoda

UTC – United Time Coordinated (Koordinovaný světový čas)

AETR – Evropská dohoda o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě

EU – Evropská unie

ATCO – analogový tachograf

DTCO – digitální tachograf

TCO – tachograf

IT – inteligentní tachograf

VU – vehicle unit; jednotka ve vozidle

NA – nákladní automobil

OA – osobní automobil

RTK – Real-time kinematic positioning

GNSS – Global Navigation Satellite Systems

EDR – Event Data Recorder

# Úvod

Analýza dopravních nehod je komplexním dějem sdružujícím několik inženýrských odvětví. S dopravními konflikty se společnost setkává denně a staly se tak celospolečenským problémem. Jedním z typů dopravních nehod jsou nehody s účastí nákladních vozidel.

Dle studií je zřejmé, že dopravní nehody, kde jedním z účastníků je nákladní automobil, jsou závažnější, tedy mohou mít vážnější následky než nehody jiných druhů vozidel. Jedním z důvodů fatálnosti tohoto typu dopravních nehod je rozdíl ve hmotnosti, a tedy hybnosti mezi nákladním a osobním vozidlem. Dalším aspektem, který tyto nehody ovlivňuje, je zejména únava a ztráta pozornosti řidičů nákladních vozidel v kombinaci s nepřiměřenou rychlostí.

Lidský faktor ovlivňuje a způsobuje až 85 % dopravních nehod nákladních automobilů. I tato hodnota byla jedním z důvodů vybavení nákladních vozidel kontrolním přístrojem – tachografem. Tachografy slouží ve vozidle zejména jako kontrola řidiče, upozorňují ho na povinné přestávky při řízení nebo na překročení nejvyšší dovolené rychlosti. Zároveň slouží pro záznam porušení těchto povinností, a tedy jejich penalizaci kontrolními orgány. [17]

Tato diplomová práce úzce navazuje na bakalářskou práci s názvem „Tachografy nákladních vozidel“, kde byl podrobně zpracován teoretický výzkum na téma tachografů jako zařízení. Byly zde popsány veškeré technické parametry zařízení, legislativní úprava jak pro Českou republiku, tak Evropskou unii, požadavky na ověření a kalibraci. Zároveň se práce věnovala i historickému vývoji zařízení. V neposlední řadě byla provedena jízdní zkouška.

Navazující diplomová práce je zaměřena více na praktické využití tachografů, a to zejména pro znaleckou praxi. V úvodu se práce krátce věnuje vysvětlením konkrétních souvisejících pojmů a právní úpravě.

Teoretickou část této práce doplňuje popis tzv. inteligentních tachografů neboli digitálních tachografů II. generace. Technologický vývoj a zvýšení potřeb zrychlení nákladní dopravy zapříčinilo nutnost změny i v oblasti digitálních tachografů. Inteligentní tachografy s sebou přinášejí zefektivnění a zjednodušení kontroly řidičů i dopravců kontrolními orgány. Jedná se zejména o možnost komunikace s vozidlem na dálku pomocí vln krátkého dosahu nebo zapisování automatické polohy pomocí GNSS.

V praktické části se práce zaměřuje na dva typy testování funkce a přesnosti záznamu digitálních tachografů. Nejprve práce popisuje provedení a vyhodnocení zkušebních jízd v laboratorním prostředí za pomoci simulátoru jízdy. Tento simulátor slouží ke zkouškám funkce nových typů tachografů, nebo ke školení servisních techniků způsobilých k ověřování

tachografů. Zároveň byly provedeny simulované manévry vztahující se k dopravním nehodám a vyhodnocen výstup pro následnou analýzu záznamů.

Druhým typem testování, kterému se práce věnuje, je reálná jízdní zkouška nákladním vozidlem se zabudovaným digitálním tachografem. Zkouška je koncipována jako srovnání naměřených údajů tachografem a dvěma kontrolními přístroji. Práce se věnuje popisu návrhu této jízdní zkoušky i popisem využitých kontrolních přístrojů, způsobu jejich měření a práci s naměřenými daty. Jedním z cílů této zkoušky je posouzení přesnosti naměřených hodnot, zejména údajů o rychlosti a zrychlení měřených různými způsoby.

V neposlední řadě je část práce věnována využití dat z tachografů při řešení konkrétních dopravních nehod. Byly zvoleny dopravní nehody s různorodými okolními podmínkami i vozidly, analyzována jsou vozidla s tachografy jak analogovými, tak digitálními. Zároveň je posouzena míra využití těchto údajů a představení situace za jiných podmínek, například situace bez těchto dat nebo s jiným typem přístroje.

V závěru práce jsou shrnuty výsledky analýzy zmíněných konkrétních dopravních situací a laboratorního i praktického testování a zhodnocen přínos údajů z tachografů pro znaleckou praxi.

# 1 Právní úprava a vysvětlení pojmů

Tachograf jako zařízení se stal povinnou výbavou vozidel registrovaných na českém území s hmotností převyšující 7 t v roce 1972. Řidiči se s tímto pravidlem mohli poprvé setkat ve Vyhlášce federálního ministerstva dopravy č. 32/1972 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Tato vyhláška mimo jiné stanovila, že každé z nově registrovaných nákladních vozidel s hmotností vyšší než 7 t a zároveň s nejvyšší maximální rychlostí přesahující 40 km/h musí být vybaveno tachografem schopným zaznamenat průběh rychlosti jízdy, ujetou vzdálenost a dobu řízení. [1]

Po přistoupení České republiky do Evropské unie došlo zároveň k přijetí povinností pro všechny členské státy. Vozidla, která musí být tachografem vybavena, jsou tedy vozidla určená ke komerčnímu využití s hmotností převyšující 3,5 t, vozidla určená k přepravě více jak 9 osob a vozidla s maximální rychlostí větší než 40 km/h. [2][3]

Výjimkou z této povinnosti jsou převážně vozidla, „*kteřá jsou ve vlastnictví ozbrojených sil, požárních sborů a sil odpovědných za udržování veřejného pořádku nebo specializovaná vozidla pro lékařské účely.*“ Zároveň se může jednat i o některá vozidla hromadné dopravy nebo havarijní vozidla. [3][7]

*„Tachograf nebo záznamové zařízení je zařízení určené k montáži do silničních vozidel a k automatickému či poloautomatickému zobrazování, záznamu, tisku, ukládání a výstupu podrobných informací o pohybu, včetně rychlosti, těchto vozidel a podrobných informací o některých dobách činnosti jejich řidičů.“* [2]

Z výše uvedené definice vyplývá, že tachograf jako záznamové zařízení je primárně určen ke sledování chování řidičů nákladních vozidel a k penalizaci protiprávního jednání, jako je například nedodržení maximální povolené rychlosti nebo minimální doby odpočinku mezi jízdami a v rámci nich. Tyto skutečnosti, jako mnoho dalších, mohou vést k dopravním nehodám.

Legislativa převážně určuje maximální počet odjetých hodin řidičem a zároveň řidičům vymezuje povinné přestávky jak v rámci jedné jízdy, tak mezi na sebe navazujícími cestami.

*„Týdenní doba řízení nesmí přesáhnout 56 hodin a nesmí být překročena maximální týdenní pracovní doba stanovená ve směrnici 2002/15/ES.“* [3]

Pro dva po sobě následující týdny zároveň ale nesmí celková doba řízení přesáhnout 90 hodin. Tento údaj se váže k jízdám na území EU a zemí v dohodě AETR. AETR je Evropská dohoda o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě a týká se jak zemí Evropské unie tak i mimo ni. [7]

Článek 7 stejného nařízení určuje v prvním odstavci: „Po čtyřech a půl hodinách řízení musí mít řidič nepřerušenu přestávku nejméně 45 minut, pokud mu nezačíná doba odpočinku.“ [7][9]

Tuto přestávku si může řidič rozdělit do maximálně třech kratších úseků v délce nejméně 15 minut. [7]

Dle nařízení EU je dovoleno se odchýlit od maximální doby řízení o nezbytně nutný čas pro dojetí na vhodné místo k zastavení a vyčerpání povinné přestávky, pokud je to nutné k zajištění bezpečnosti osob, vozidla nebo jeho nákladu. Tuto odchylku je řidič povinen neprodleně zaznamenat do zařízení. [7]

Co se týče technických požadavků a parametrů pro tachografy v České republice, platí pro zařízení Metrologický předpis MP 018 a Opatření obecné povahy ČMI. Mimo jiné tyto předpisy určují nejvyšší dovolené chyby měření pro různá stadia provozu tachografů, stanovené pracovní podmínky a intervaly měření. Zároveň udávají závaznou formu ověření tachografů v autorizovaných servisech. Nejdůležitější z povolených nepřesností měření jsou dovolené chyby při normálním používání, které jsou zobrazeny v tabulce 1.

**Tabulka 1: Největší dovolené chyby tachografů v používání [12]**

<b>Veličina</b>	<b>Největší dovolená chyba</b>
Ujetá vzdálenost	$\pm 4$ % od skutečné vzdálenosti, která je nejméně 1 km
Rychlost	$\pm 6$ km/h
Čas	$\pm 2$ s za 24 h

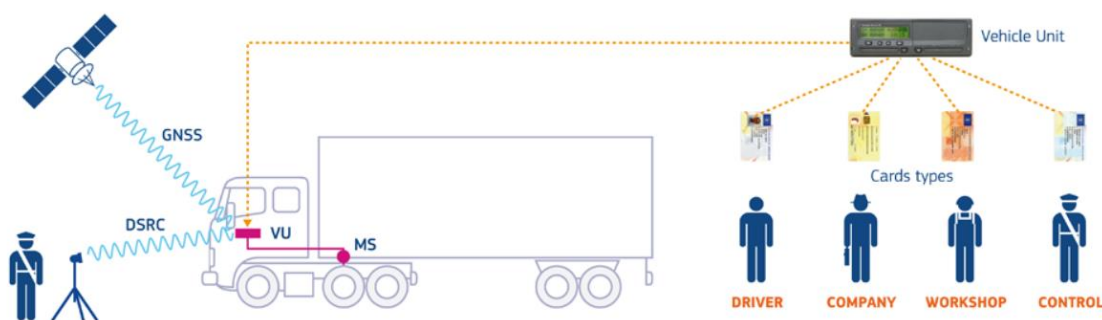
K tachografům jako zařízením pro záznam jízdních veličin NA existuje množství jak legislativní, tak technické teorie. Podrobně je tato rešerše sepsána v bakalářské práci s názvem „Tachografy nákladních automobilů“, na kterou tato diplomová práce navazuje. [7]

## 2 Popis tachografů II. generace

Tachografy II. generace, neboli inteligentní (smart) tachografy, jsou následníky digitálních tachografů. Povinnou výbavou všech nově provozovaných nákladních vozidel se staly dnem 15. června 2019. První zmínku v evropské legislativě, která zaštiťuje nákladní provoz v Evropské unii, je možné najít v Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 165/2014, kde je vyslovena potřeba pro využití ITS systému v dopravě jako celku:

*„Inteligentní dopravní systémy (ITS) mohou napomoci řešení problémů v evropské dopravní politice, jako jsou rostoucí objem silniční dopravy a přetížení a růst spotřeby energie. Je tedy třeba pro tachografy stanovit standardizovaná rozhraní, aby byla zajištěna jejich interoperabilita s dalšími aplikacemi inteligentních dopravních systémů.“ [2]*

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2016/799, kterým se provádí nařízení EP a Rady č. 165/2014, kterým se stanoví požadavky na konstrukci, zkoušení, montáž, provoz a opravy tachografů a jejich součástí, zavedla přílohu IC. Tato příloha uvádí právě všechny konstrukční a provozní požadavky na digitální tachografy II. generace. Mimo jiné toto zavazuje dopravce k vybavení všech nákladních vozidel pro mezinárodní přepravu vybavením své flotily vozidel inteligentními tachografy, a to nejpozději do 15 let od vstoupení tohoto nařízení v platnost. Pro vnitrostátní přepravu toto nepožaduje, vozidla tedy mohou až do konce své životnosti jezdit s původními tachografy. To je důvodem, že se stále můžeme, byť výjimečně, na tuzemských komunikacích setkat s vozidly s tachografy analogovými. [5]



Obrázek 1: Princip Smart tachografů a příslušenství [4]

Popis:

- Vehicle unit (VU) = jednotka ve vozidle
- MS (Motion Sensor) = snímač rychlosti/impulsů
- Cards types = typy karet
- Driver = řidič
- Company = společnost
- Workshop = dílna

- Control = silniční kontrola

Na obrázku 1 je zjednodušeně zobrazen princip funkce tachografů II. generace. Jedná se stejně jako u digitálních tachografů I. generace primárně o jednotku ve vozidle neboli vehicle unit. Tento přístroj představuje hlavní součást celého systému. Nachází se zde interní paměť, do které se všechny údaje o jízdě a řidičích ukládají. Zároveň tato jednotka slouží k nastavení veškerých parametrů pro řidiče i pro kontrolu jak dopravcem, tak kontrolními orgány. Lze zde nastavit například jazyk, počet řidičů nebo čas na přestávku v řízení. Na rozdíl od tachografů I. generace, kde bylo třeba ručně nastavit místo výjezdu a příjezdu, tachografy II. generace mají zabudovaný GNSS přijímač. Díky tomuto lze polohu vozidla získávat automaticky. Dále zde také existuje možnost ovládat VU přes aplikaci v chytrém telefonu. Kalibraci digitálního tachografu II. generace je také možno provést přes různé aplikace, zejména pro tablet. Jednotka ve vozidle je, stejně jako pro DTCO I. generace, vybavena tiskárnou pro výtisky při kontrole na cestě, nebo při kalibraci.

Největší výhodou tachografů II. generace je nově zabudovaná možnost komunikace přes DSRC. Této komunikace nejvíce využívají kontrolní orgány při silniční kontrole. Právě díky této komunikaci je možné vozidlo zkontrolovat „na dálku“, tedy bez nutnosti nákladní vozidlo zastavit. Toto by mělo přispět k větší plynulosti v oblasti přepravy zboží a zefektivnění celého procesu kontroly dodržování povinných přestávek nebo dodržování povolené rychlosti.

Na obrázku 2 je zobrazena jednotka digitálního tachografu II. generace výrobce VDO a všechny její funkce, kterými disponuje.



**Obrázek 2: Inteligentní tachograf VDO DTCO 4.0 a jeho funkce [6]**

Další klíčovou součástí systému tachografu je snímač impulsů. Právě tento snímač vysílá do jednotky ve vozidle informaci o pohybu vozidla, zejména o jeho rychlosti. Nachází se na převodové skříně vozidla a musí být vždy zaplombován. Zaplombování je důležité zejména při kontrole na manipulaci se snímačem, která se provádí vždy při kalibraci nebo cejchování tachografu. Pokračování technického vývoje tachografů má za účel nejenom zjednodušit kontroly a používání těchto přístrojů, ale zejména co nejvíce zamezit neoprávněnému nakládání s naměřenými daty nebo jejich zkreslování. K tomuto napomáhá také nemožnost neodborně vyjmout jak snímač, tak jednotku ve vozidle, která je taky zaplombována.

Další nenahraditelnou součástí systému digitálního tachografu jsou čipové karty. Těchto karet existují 4 druhy. Pro novou generaci digitálních tachografů je zapotřebí opatření nových karet vzhledem k tomu, že karty pro tachografy I. generace nejsou s novým přístrojem kompatibilní. Po vydání příkazu o zavádění tachografů II. generace bylo tedy nutné opatřit jak kontrolní orgány, kalibrační servisy, tak řidiče a provozovatele dopravy kartami novými. Pro servisy byly nové karty vydávány od 15. března 2019, tedy 3 měsíce před zavedením povinnosti vybavit nově zavedená vozidla novým typem tachografu. Tato lhůta byla zavedena zejména proto, aby měly servisy po uplatnění tohoto nařízení již plný přístup pro kalibraci přístrojů a zároveň aby byl dán adekvátní čas na proškolení specializovaných techniků k této činnosti. [5]



Co se týče konstrukce tachografů II. generace, tato práce se detailněji zabývá tachografy výrobce VDO. Inteligentní tachografy svou konstrukcí či maskou zůstávají podobné tachografům předchozí generace. Jediným rozdílem je přidání dvou nových výstupů vzadu u napájení tachografu, což je vidět na obrázku 3. Byly přidány dva konektory typu FAKRA pro připojení DSRC a GNSS antén. Moduly DSRC a GNSS jsou zabudovány přímo uvnitř jednotky.



Obrázek 3: Nově zavedené konektory na zadní straně VU

S přidáním nových funkcí souvisí a výskyt nových piktogramů, typů chyb nebo hlášení, která se mohou zobrazit na displeji tachografu. Tato hlášení jsou zobrazena na obrázcích 4, 5, 6.

- ⚡ zařízení GNSS
- ⚡ zařízení pro dálkové odhalování
- ⚡ rozhraní ITS

Obrázek 4: Piktogramy pro nová zařízení tachografu

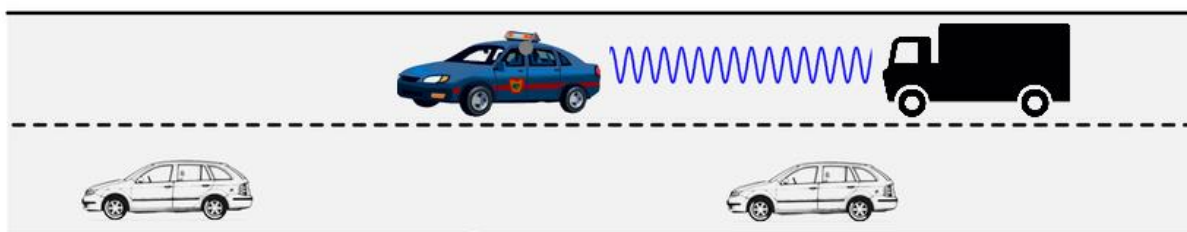
!⚡ Chybí GNSS	Bez pozičních dat více než tři hodiny kumulované doby řízení.
!⚡ DSRC porucha komunik.	Mezi DTCO 4.0 a externím modulem DSRC-CAN se vyskytla chyba komunikace.

Obrázek 5: Piktogramy událostí GNSS a DSRC

x# Interní porucha GNSS	Na zařízení GNSS se vyskytla chyba. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interní chyba přístroje.</li> <li>• Zkrat externí antény GNSS (volitelně).</li> <li>• Není spojení s externí anténou GNSS (volitelně).</li> </ul>
xY Interní porucha DSRC	Vyskytla se interní chyba modulu DSRC. Vyskytla se chyba na externí anténě nebo není anténa připojena.

**Obrázek 6: Hlášení chyb DRSC a GNSS**

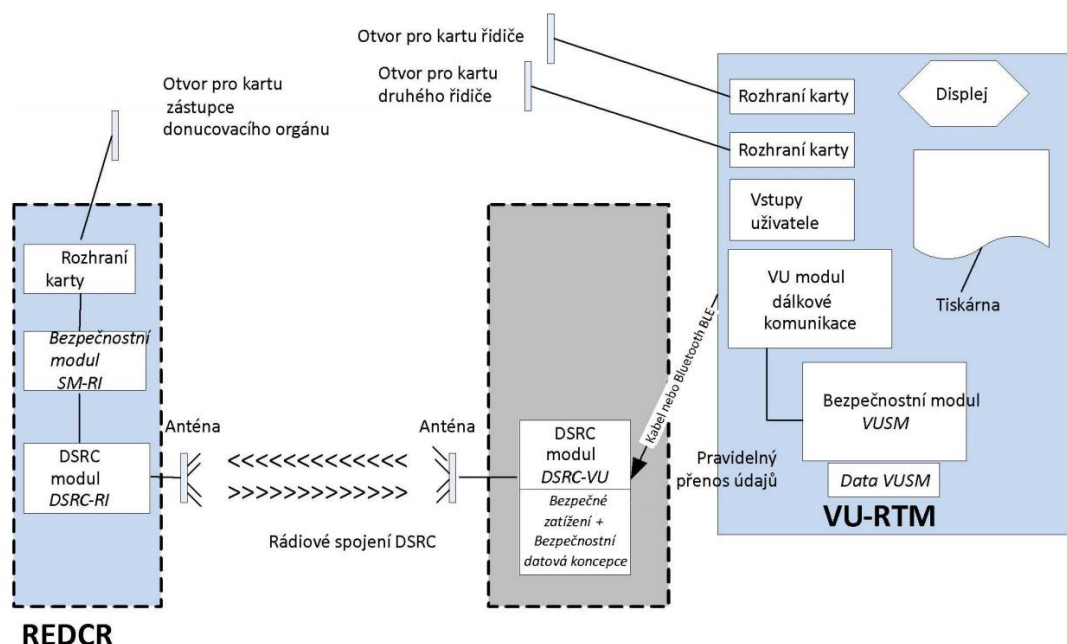
Jak již bylo zmíněno, největším přínosem nové generace tachografů je zavedení modulu DSRC. DSRC neboli Dedicated Short Range Communication je vyhrazená komunikace pomocí vln krátkého dosahu. Je to zařízení umožňující vzdáleně komunikovat s jednotkou ve vozidle, a tím pádem bezkontaktně získávat zaznamenané informace. Jedná se o podobný princip komunikace jako například u mýtných bran. Využití této vlastnosti přináší zejména pro kontrolní orgány, kdy nákladní vozidlo nemusí být kvůli silniční kontrole zastaveno, jak ukazuje obrázek 7. Jediné, co musí být ve vozidlech nově namontováno, je DSRC anténa pro připojení komunikace.



**Obrázek 7: Princip získání informací pomocí DSRC kontrolními orgány**

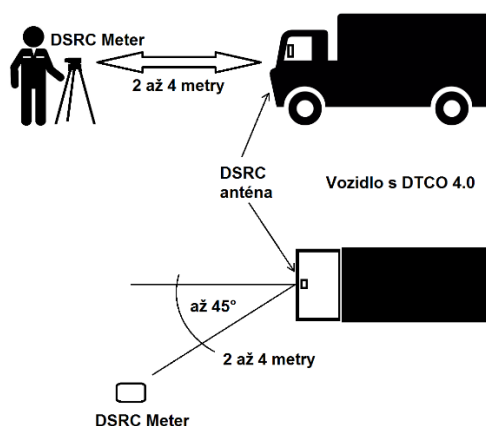
DSRC pro kontrolní orgány slouží primárně pro vytipování vozidel porušujících předpisy přímo v provozu. Je tedy možné zkontrolovat mnohem více vozidel než v minulosti. Tím se zefektivňuje celý proces nákladní přepravy a její kontroly. DSRC každou minutu monitoruje tachograf a získává z něj RTM data o 19 položkách, která při kontrole vysílá. Tato komunikace probíhá za 25 ms, není tedy časově náročná a omezující. Vzhledem k prakticky okamžitému přenosu informací lze komunikovat s nákladním vozidlem z jedoucího i ze stacionárního vozidla kontrolních orgánů. V případě, že kontrolní orgány pojmou podezření na porušení předpisů, je vozidlo zastaveno a podrobena silniční kontrole. Princip komunikace mezi těmito dvěma zařízeními je ukázán na obrázku 8.

Anténa by měla být nainstalována co nejbližší středu vozidla, kde přesně ale není právně specifikováno. Musí být přilepena nebo umístěna v držáku, aby nedocházelo k její ztrátě. Zároveň by anténa měla pokrýt kužel 45° ve vzdálenosti 2–10 m před vozidlem.



Obrázek 8: Komunikace mezi VU a kontrolními orgány

Při ověření tachografu musí specializovaný mechanik provést kontrolu správnosti funkce DSRC modulu. Provádí se dvěma testy – ECHO testem a RTM testem. K tomu slouží DSRC meter, jehož použití je zobrazeno na obrázku 9. Princip ověřování digitálního tachografu byl již vysvětlen ve zmíněné bakalářské práci. [7]



Obrázek 9: Ověření IT, kontrola funkce DSRC

Druhým nově zavedeným modulem je modul GNSS. Global Navigation Satellite System slouží pro získávání polohy vozidla, a to před začátkem jízdy, po jejím ukončení a v průběhu každých 3 hodin. U některých typů inteligentních tachografů je GNSS anténa integrována uvnitř VU

s možností využití externího zařízení nebo antény. GNSS zároveň převezme úlohu kontroly měření rychlosti místo ABS, které tuto funkci zajišťuje u DTCO I. generace. V případě pětiminutového pohybu vozidla a dostupnosti signálu GNSS jsou tyto dva zdroje automaticky současně monitorovány. Rozdíl mezi snímačem impulsů a GNSS je zaznamenáván maximálně každých 10 s. Maximální povolená odchylka rychlosti pro měření pomocí GNSS je 10 km/h. Ověření funkce GNSS při kalibraci nebo ověření tachografu se provádí pomocí srovnání reálné polohy vozidla a polohy, kterou vozidlo ukazuje v zařízení. K měření pomocí GNSS je zapotřebí nejméně signálu ze 4 satelitů, doporučeno je však 15. Povolená odchylka polohy při ověření je maximálně 500 m.

Pro digitální tachografy II. generace výrobce VDO je snímačem impulsů KITAS na obrázku 10. Nachází se na něm plombovací fólie, jedinečný QR kód snímače spárovaný s VU a výrobní číslo. Tento nový typ snímače má vylepšené zabezpečení proti manipulaci tím, že je výrobně spárovatelný pouze s jedním zařízením a permanentně zaznamenává stav komunikace s VU. Snímače jsou zaevidovány v centrální evidenci, je tedy možné zkontrolovat správnost evidenčního čísla při cejchování. Nadále snímač zapisuje veškerou podezřelou aktivitu, jako je například pokles napětí, podezření na manipulaci nebo časté odpojování. Může dojít až k internímu zablokování celého systému. Tímto vznikla nutnost výměny snímače v případě poškození VU.



**Obrázek 10: Snímač impulsů KITAS**

Ochranu proti manipulaci s naměřenými daty zajišťují zejména plomby. I ty prošly inovací při zavedení DTCO II. generace. Plomba snímače otáček nově obsahuje valivé těleso, které zajistí napájecí kabeláž a zabraňuje snadnému rozpojení. Každá taková plomba je opatřena unikátním QR kódem a výrobním číslem, které musí být ověřeno, zapsáno do paměti tachografu a zavedeno v evidenci plomb. Taková plomba pro DTCO výrobce VDO je na obrázku 11.



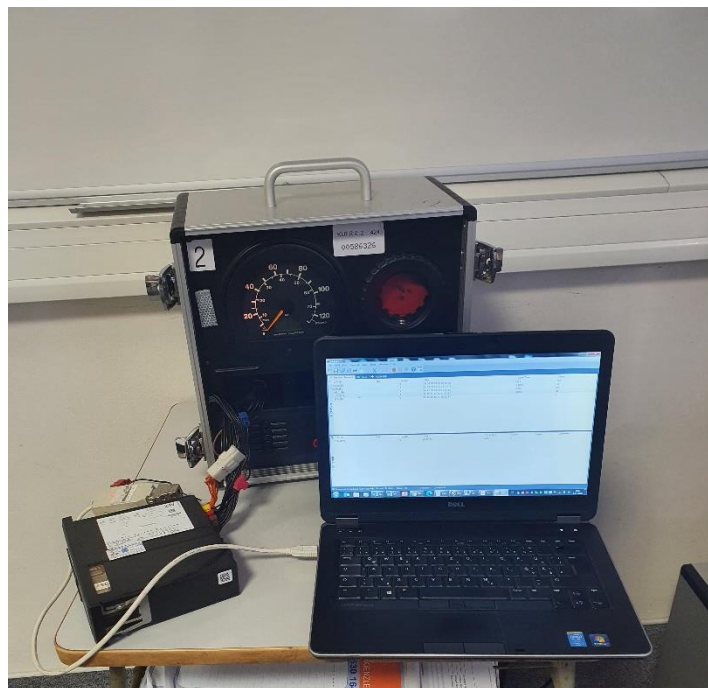
**Obrázek 11: Plomba snímače KITAS**

Dle nařízení Komise (EU) 2016/799 musí být každá plomba i snímač dohledatelné napříč všemi výrobci i servisy uzpůsobenými k ověřování tachografů. To s sebou přináší zvýšené nároky na AMS (autorizovaná měřící stanice) a na TCO počítač ve vozidle, neboť každá plomba musí být zavedena i v databázi údajů ve vozidle. Tyto všechny databáze mají několik úrovní – výrobce, dodavatel, dílna. Při ověření dochází i ke změně vylepeného štítku na dveřích řidiče. Byly zde přidány údaje o sériovém čísle plomby i snímače a údaje o DSRC a GNSS.

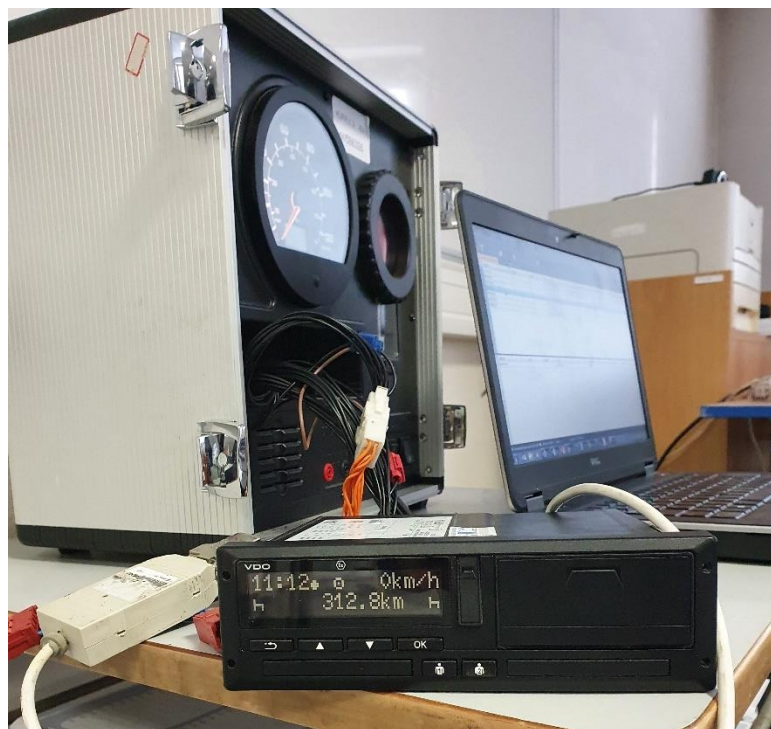
### 3 Vyhodnocení zkušebních jízd v laboratorním prostředí

Před uvedením na trh, ale i v rámci používání, jsou tachografy testovány mimo vozidla. Tato testování slouží zejména k nalezení chyb při fungování těchto přístrojů a poté ke školení příslušného personálu k jejich obsluze. Ve většině případů se jedná o školení techniků způsobilých k cejchování tachografů v určených servisech držících servisní kartu. V rámci tohoto školení byly pro tuto práci převzaty informace o digitálních tachografech II. generace a zároveň další různá data použita pro tuto práci.

Předmětem třetí kapitoly této práce je právě jedno ze zmíněných školení a testování chování digitálního tachografu v určitých situacích. Jedná se primárně o tři simulované manévry, se kterými se lze v provozu setkat. Prvním z nich je prudké zrychlování, druhým prudké zpomalování a třetí simulace se zabývá vypojením napájení nebo přerušení signálu ze senzoru otáček například při dopravní nehodě. Zapojení tachografu do simulátoru a počítače je zachyceno na obrázku 12 a 13.



Obrázek 12: Simulační setup pro testování chování digitálního tachografu



**Obrázek 13: Digitální tachograf při testování v laboratorních podmínkách**

Výstupem těchto měření byla data stažena pomocí speciálního klíče, který je zobrazen na obrázku 14. Dále byla data zpracována pomocí softwaru PCAN View, který slouží k transformaci naměřených dat do potřebné formy ke zpracování v softwaru TachoFile Viewer. Ve druhém zmiňovaném byla provedena následná analýza průběhu naměřené rychlosti v této práci.



**Obrázek 14: Stahování naměřených dat pomocí speciálního klíče**









z tachografů ve znalecké praxi, protože dopravní nehoda je komplexní děj, při jehož řešení je třeba využít všech dostupných podkladů na maximum.

## 4 Návrh testovacích jízd

V rámci řešení problematiky využití údajů z tachografů při řešení a analýzu dopravních nehod bylo třeba rozebrat počinání si tachografu nejen v laboratorních podmínkách, ale také při reálných manévrech při reálné jízdě. K tomuto bylo třeba navrhnout testovací jízdu, tedy určitý okruh s co nejpříznivějšími podmínkami pro měření nejen tachografem, ale i kontrolními přístroji. Tyto přístroje, využitě k porovnání přesnosti měření tachografem, jsou blíže popsány v kapitole 5.

Zkušební jízda byla provedena i v rámci již zmíněné předcházející bakalářské práce. [7] Při vyhodnocení tehdejší zkušební jízdy bylo doporučeno provedení jízdy delší, provedení více manévrů a jízdu vyšší konstantní rychlostí po dálnici. Pro jízdu analyzovanou v této práci byla tato doporučení brána v potaz. Zároveň bylo využito dvou kontrolních přístrojů pro zhodnocení správnosti a využitelnosti dat z digitálního tachografu při jízdě nákladního automobilu.

Při jízdě bylo zapůjčeno vozidlo Mitsubishi Fuso Canter, zobrazené na obrázku 23 od společnosti A.L.C.Z. Logistic s.r.o. Zkušební jízda probíhala v okolí Velkých Popovic na trase dlouhé přibližně 25 km dne 19. května 2021. Trasa byla zaznamenána pomocí GNSS signálu ze zařízení MTi-G a pomocí geodetického přístroje Leica GS18 T a je zobrazena na obrázku 22. Digitální tachograf značky VDO nainstalovaný ve vozidle byl naposledy ověřen dne 23. dubna 2020.



Obrázek 22: Trasa zkušební jízdy [9]



**Obrázek 23: Vozidlo využitě pro zkušební jízdu**

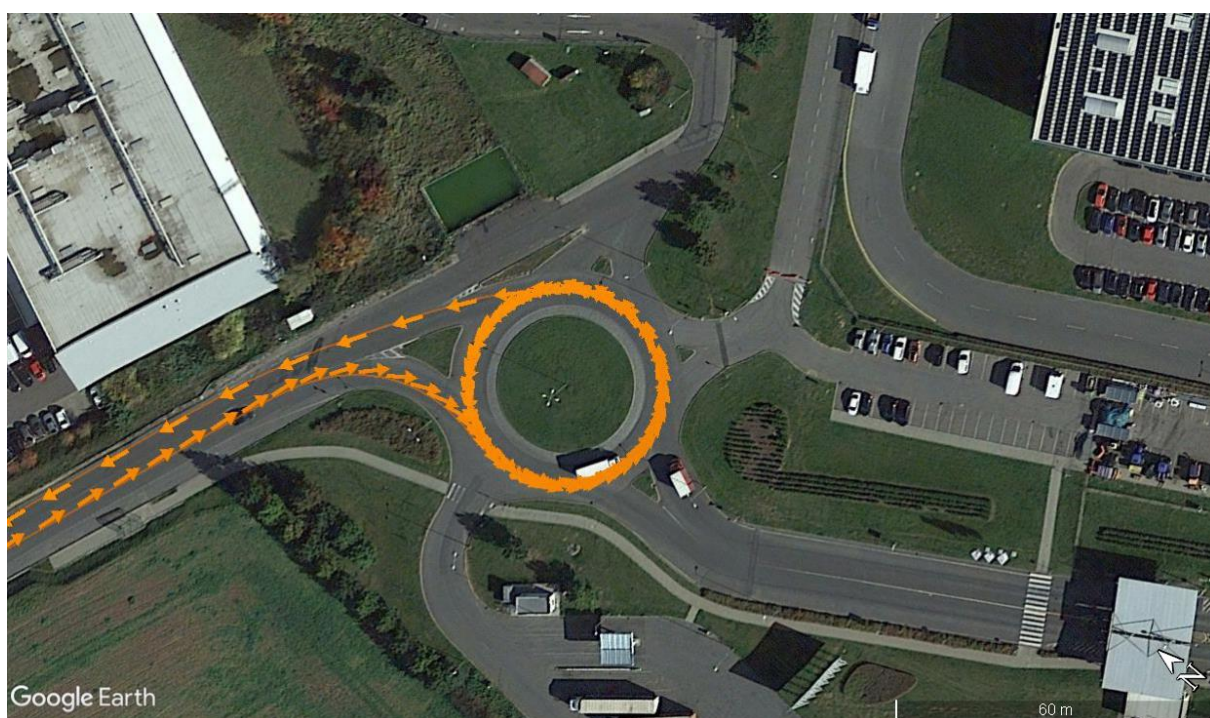
Trasa byla navržena, jak již bylo zmíněno, aby splňovala co nejlepší podmínky pro měření kontrolními přístroji. Jednalo se zejména o zajištění dostatečně silného GPS signálu pro zaznamenání co nejpřesnější polohy. Bylo nutné se v co největší míře vyhnout hustě zastavěnému území výškovými budovami a zároveň zalesněnému území. Proto byl zvolen okruh přes obce Velké Popovice, Mirošovice, Mnichovice, Všestary a Strančice. V původním návrhu byl plánován průjezd dálničního úseku mezi sjezdy č. 15 a 21 směrem z Prahy, nicméně vzhledem k dopravní situaci v místě a koloně pomalu jedoucích vozidel v tomto úseku byl zvolen opačný směr, a tedy byla jízda po dálnici provedena až v druhé polovině zkušební jízdy. Byl projet 5,5km úsek dálnice D1.

Kromě průjezdu určitého úseku vyšší konstantní rychlostí bylo provedeno také několik specifických manévrů. Nejdůležitějším z nich bylo provedení tzv. nouzového brzdění, tedy simulace reakce řidiče před nebezpečnou situací nebo nehodovým dějem. Tento typ brzdění byl proveden dvakrát v posledním úseku jízdy. Jedná se o nejdůležitější manévr jak pro znalce, tak pro kontrolní orgány, protože tento manévr se vyskytuje v naprosté většině případů dopravních nehod, kde hrálo roli nákladní vozidlo. Pro posouzení průběhu nehodového děje

jak zpětnou, tak dopřednou metodou je právě prudká decelerace nejdůležitějším časovým úsekem.

Opakem tohoto zpomalování je agresivní akcelerace. Tento manévr můžeme pozorovat zejména při předjíždění nebo výjezdu z křižovatky.

Dále byl proveden průjezd okružní křižovatkou o vnějším poloměru 22 m pro posouzení vlivu bočního zrychlení na zaznamenávání tachografem. Popsaný manévr byl proveden konsekutivně třikrát. Na mapě je tato křižovatka zobrazena na obrázku 24. Dále bylo provedeno přejetí přes železniční přejezd, a to z důvodu posouzení vlivu nerovností na pozemní komunikaci, tj. otřesů vozidla, na zaznamenávání rychlosti senzorem rychlosti a otáček pro DT.



**Obrázek 24: Mapa okružní křižovatky s průjezdem [9]**

Při provedení zkušební jízdy byl déšť s kroupami, vozovka byla mokrá, byly zhoršeny adhezní podmínky. Teplota se pohybovala okolo 15 stupňů Celsia.

## 5 Měřicí přístroje pro testovací jízdy

Pro provedení testovací jízdy bylo využito dvou měřících přístrojů. Prvním z nich je XSENS MTi-G na obrázku 25. Je to přístroj integrující nejen akcelerometr a GPS přijímač ale i gyroskop, 3D magnetometr a čidla statického tlaku a teploměr. Senzor je založen na technologii MEMS. [8]



Obrázek 25: XSENS MTi-G [8]

Vzhledem k citlivosti přístrojů tohoto typu na okolní vlivy jako jsou vibrace, elektromagnetické vlnění nebo teplota okolí, je nutné umístit přístroj do vhodné polohy uvnitř vozidla, nejlépe do jeho středu. Vybráno bylo místo na podlaze před prostředním sedadlem ve vozidle. Přístroj bylo nutné řádně upevnit k povrchu podlahy. Dále byla na střechu vozidla vyvedena GPS anténa pro příjem signálu k výpočtu rychlosti vozidla.

Kontrolním přístrojem pro měření rychlosti a zrychlení vozidla byl přístroj Leica GS18 T LTE s kontrolerem CS20 na obrázku 26. Jedná se o jeden z nejmodernějších GNSS přijímačů světa. Dokáže přijímat signál ze všech GNSS systémů světa (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou). Výhodou tohoto přístroje je jeho absence citlivosti na magnetické vlnění. Měření tedy nebylo ovlivněno kovovou konstrukcí vozidla. Díky funkci SmartLink Fill dokáže přístroj pokrýt občasné výpadky mobilní komunikace tak, že po dobu až deseti minut výpadku udrží polohovou přesnost měření na 5 cm. [10]



**Obrázek 26: Měřicí stanice Leica GS18 T [13]**

Metoda RTK (Real-Time Kinematic) je v posledních letech jednou z nejvyžívanějších metod pro získání bodových polí v reálném prostoru. Jedná se o určování polohy probíhající na základě využití alespoň dvou přijímačů signálu GPS. Tato metoda se zakládá na přenosu korekcí fázových měření od referenční stanice (base) k tzv. roveru, což je pohybující se přijímač. [18]

Přesnost měření těmito přístroji závisí zejména na počtu satelitů, ze kterých je přijímán signál, na síle přijímaného signálu a na typu frekvenčního přijímače. [19]

Měření tímto přístrojem s RTK probíhalo tak, že stanice byla upevněna na střechu vozidla magnetickým držákem, ovládací panel Leica byl ovládán posádkou vozidla. Tento ovládací panel je zobrazen na obrázku 27. Samotný záchyt bodů probíhal s frekvencí 1 Hz. Pro příjem korekcí pro RTK byl využit signál služby Czepos ze stanice Pecný. Umístění této stanice je zobrazeno na obrázku 28.





Obrázek 27: Kontroler CS20 [14]



Obrázek 28: Zobrazení stanic Czepos [11]

## 6 Zpracování dat a vyhodnocení testovacích jízd

### 6.1 Příprava a zpracování dat

Pro zpracování naměřených dat bylo využito několik počítačových softwarů. Patří mezi ně MS Excel, PC Crash, MT Manager, NI DIAdem nebo Tachograph File Viewer.

Naměřená data digitálním tachografem je nutné stáhnout pomocí karty podniku. Využívá se při tom čtečka, která se připojí do jednotky ve vozidle. Toto zapojení je na obrázku 29. Takto stažená data lze po uložení zpracovat v programu PC Crash a následně upravit, aby mohla být nahrána do prostředí NI DIAdem pro další zpracování.



Obrázek 29: Stahování dat z DT pomocí karty podniku

Data z přístroje XSENS MTi-G byla stažena pomocí vlastního softwaru MT Manager, kde lze získat jak textový soubor s přímo naměřenými daty o rychlosti nebo zrychlení v osách, GPS souřadnicemi a časem, tak i soubor se záznamem trasy jízdy pro zobrazení v geodetickém programu, např. Google Earth Pro, jak je vidět na obrázku 22. Zmíněný textový soubor lze dále upravit v programu MS Excel, nebo rovnou nahrát do prostředí programu DIAdem.

Co se týče naměřených dat pomocí RTK, lze stáhnout data ze sběru dat o poloze. Ze znalosti souřadnic ve třech osách a době, která uběhla mezi jednotlivými zápisy polohy, lze spočítat rychlost vozidla mezi jednotlivými místy. Zároveň lze spočítat i zrychlení jako změnu rychlosti za změnu času. Při dostatečném GNSS signálu zapisuje stanice polohu s frekvencí 1 s. Při ztrátě signálu může být tato časová prodleva delší, v řádu jednotek sekund.

Pro samotné srovnání naměřených dat zmíněnými třemi přístroji – DTCO, MTi-G a Leica – je nutné si uvědomit rozdíly ve způsobu, kterým jsou tato data zaznamenána a vypočtena. Tachograf, jak je známo, zapisuje hodnotu okamžité rychlosti s frekvencí 1 s. Hodnotu zrychlení není ze své podstaty schopen měřit, je tedy vypočtena jako změna rychlosti za přírůstek času derivací. Lze říci, že údaje o zrychlení z DTCO nejsou dostatečně přesné pro hledání drobných výchylek v hodnotách nebo rychlých změnách zrychlení vzhledem k průměrování naměřených dat.

Přístroj XSENS MTi-G měří okamžitou rychlost s frekvencí 100 Hz zejména za pomoci zaznamenávání GNSS polohy. S touto frekvencí je možné zjistit víceméně přesnou křivku průběhu rychlostí při jízdě zkušence. Veličinu zrychlení měří zařízení přímo, a to ve třech osách. Pro porovnání s DTCO bylo třeba provést transformaci souřadnic za účelem eliminace vlivu náklonů, které ovlivňují měření. Transformace souřadnic se vypočítá pomocí matic rotací pro všechny tři osy (rovnice 1). Bližší popis průběhu zpracování dat je popsán ve zmíněné bakalářské práci. [7] [8]

$$R = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon \cos \varphi & 0 & -\sin \varphi \\ \cos \varepsilon \sin \varphi \sin \psi & \cos \varepsilon \cos \psi & \cos \varphi \sin \psi \\ \cos \varepsilon \sin \varphi \cos \psi & -\cos \varepsilon \sin \psi & \cos \varphi \cos \psi \end{bmatrix} \quad (1)$$

Data byla dále upravena, očištěna od šumu a filtrována. Co se týče sběru dat o rychlosti vozidla, přístroj i rychlost měří ve třech osách. Bylo tedy nutné spočítat výslednici těchto tří osových rychlostí a až poté srovnávat s naměřenými daty z DT.

Jako kontrolní data byla zvolena RTK data z GNSS stanice Leica. Jak již bylo zmíněno, tento přístroj zapisuje údaje o poloze s frekvencí 1 s při dostatečném signálu GNSS. Při ztrátě signálu může být interval zápisu vyšší. Při zpracování takto naměřených hodnot bylo třeba spočítat ujetou vzdálenost a zároveň i čas, který uběhl mezi jednotlivými zápisy polohy. Poté lze spočítat rychlost, kterou se vozidlo mezi zápisy pohybovalo. Z rychlosti lze jednoduše spočítat údaje o zrychlení stejným způsobem, jako jsou získána z tachografu, tedy derivací podle času.

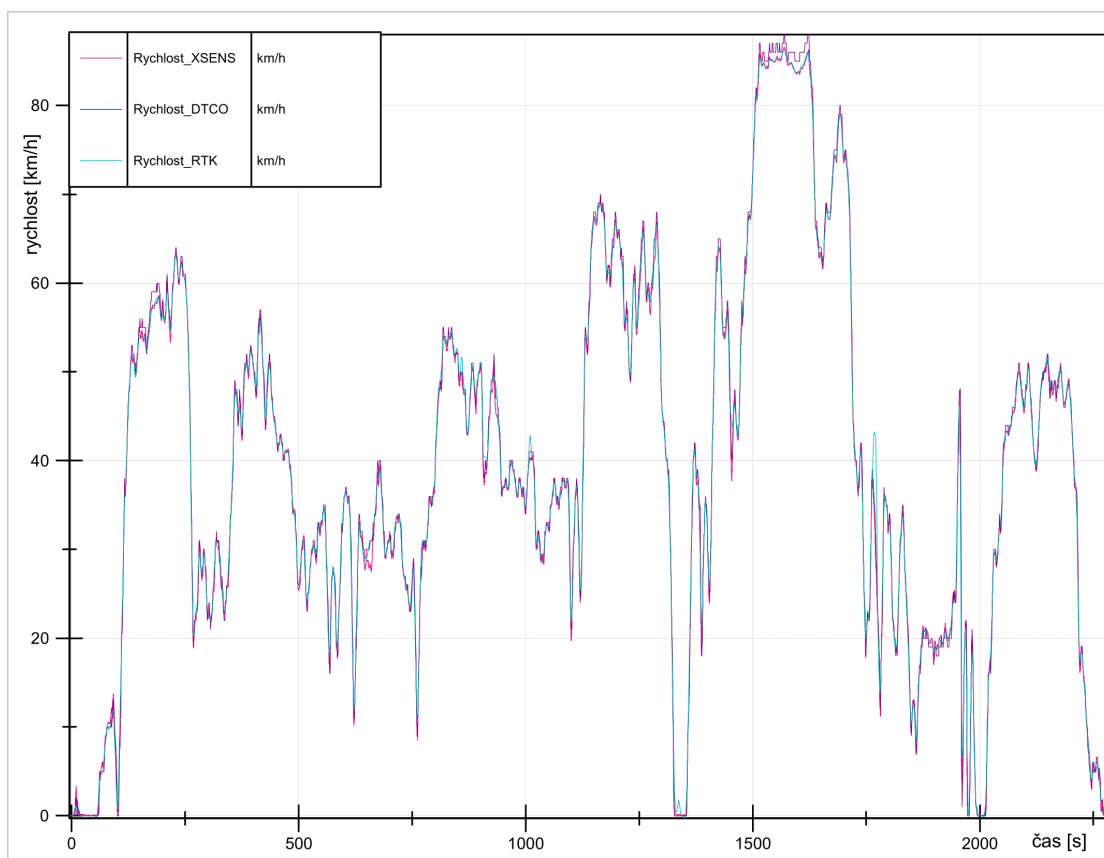
Samotné srovnání a výstupy dat byly zpracovány v softwaru NI DIAdem.

## 6.2 Vyhodnocení dat

Co se týče vyhodnocení naměřených dat, následující kapitola ukazuje několik zpracovaných grafů v programu NI DIAdem. Primárně jsou data naměřená tachografem srovnávána s daty naměřenými pomocí XSENS přístroje. Data naměřená RTK stanicí slouží jako kontrolní hodnota.

### 6.2.1 Celkový průběh rychlosti

Graf 1 zobrazuje průběh naměřených hodnot rychlosti pro všechna měřící zařízení za celou dobu zkušební jízdy. Je vidět, že až na určitá místa, kterým se práce věnuje dále, jsou hodnoty stejné nebo zanedbatelně odlišné. Z celkového pohledu lze konstatovat, že tachograf data zaznamenává dostatečně přesně.

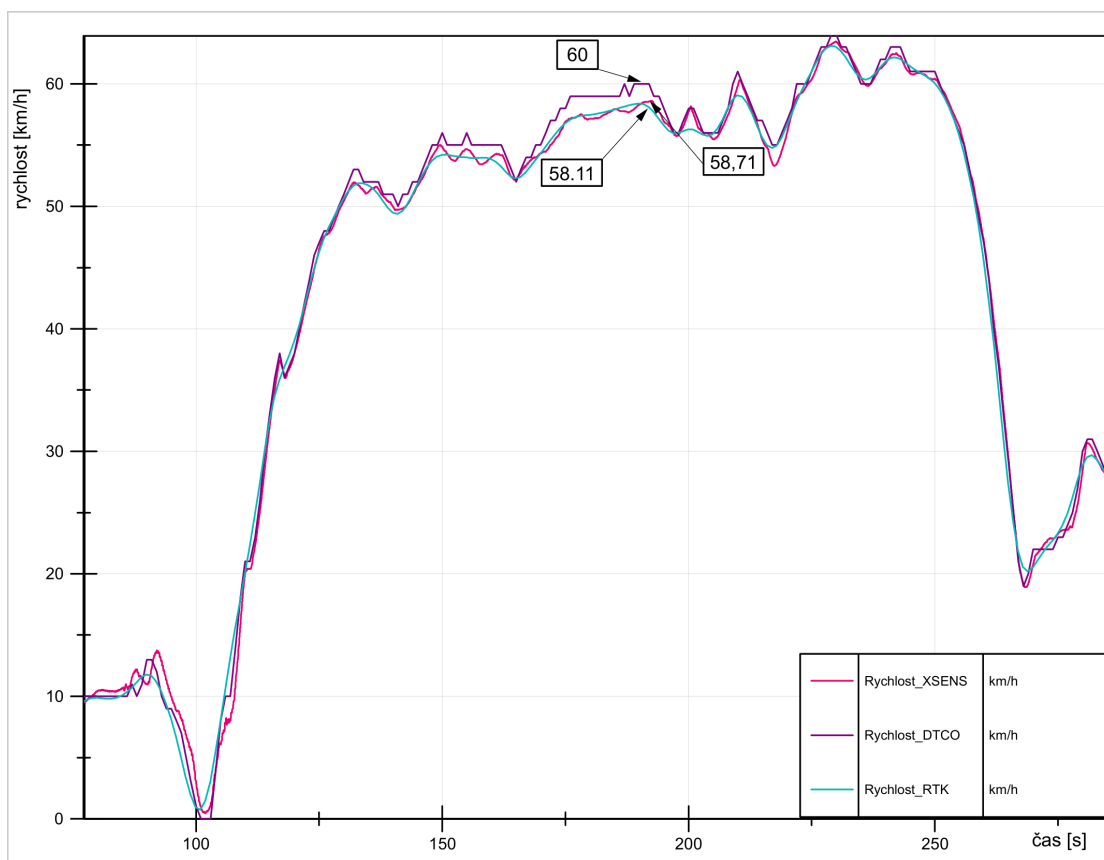


Graf 1: Celkový průběh rychlosti jízdy

### 6.2.2 Odchyly v rychlosti zaznamenané při jízdě

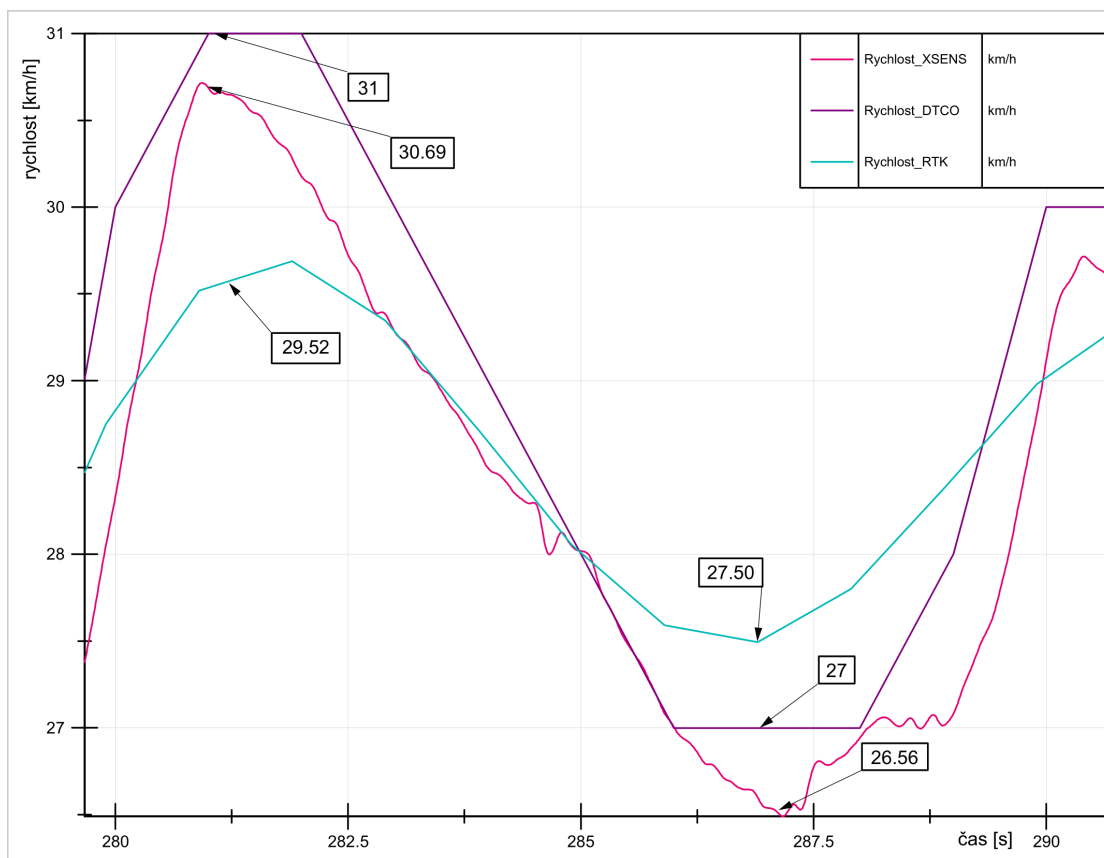
První z odchylek měření rychlosti, kterou se tato práce zabývá, je zobrazena na grafu 2. Jedná se o měření v časovém úseku o délce přibližně 32 s, kdy tachograf naměřil vyšší rychlost než zbývající dva přístroje. V tomto úseku se jednalo o zrychlování do mírného kopce. Tachograf byl sice schopen toto zrychlování zaznamenat, nicméně zaznamenával rychlosti o 1-1,5 km/h vyšší. Příčinou této odchylky může být právě ona jízda do kopce, kdy řazení převodových

stupňů ovlivňuje impulsy vysílané senzorem do jednotky ve vozidle. Je nutné doplnit, že tato odchylka splňuje maximální možnou odchylku i pro nový přístroj, tedy i přístroj v používání, kde tato odchylka může dosáhnout až 5 km/h.



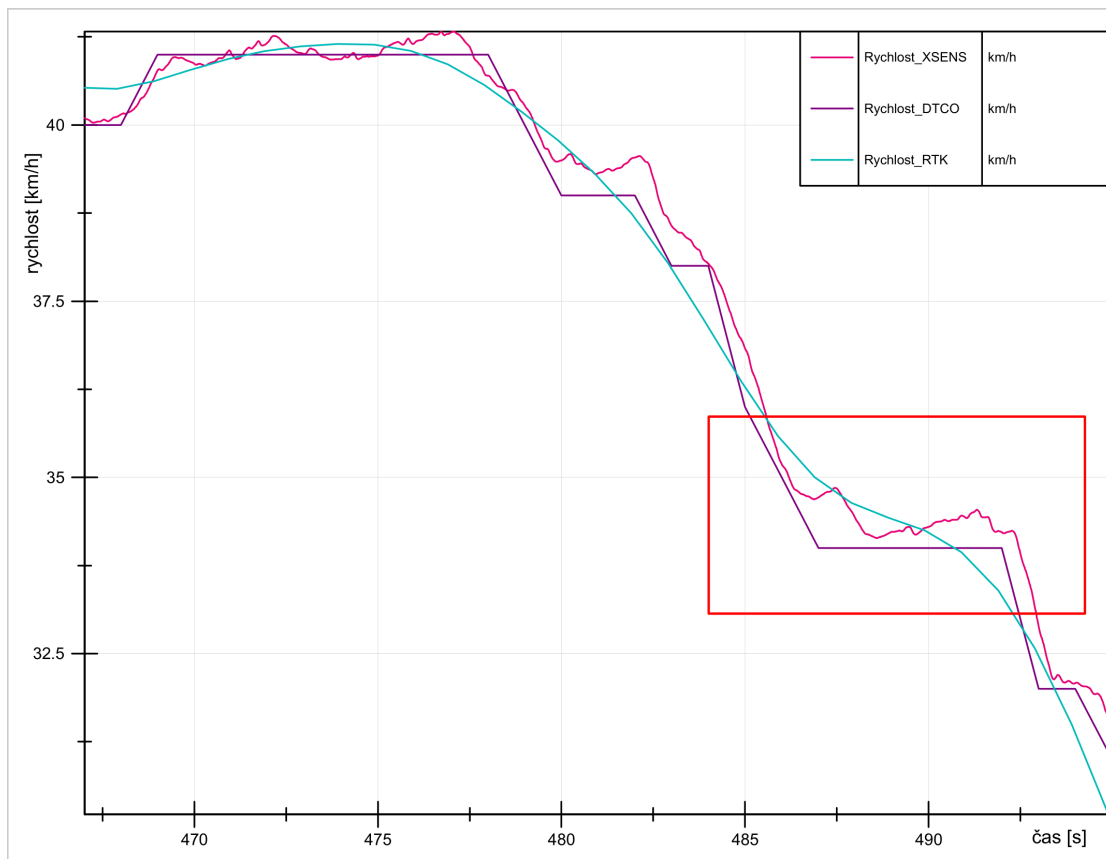
**Graf 2: Odchylka měření rychlosti č.1**

Graf 3 ukazuje způsob, jakým tachograf naměřené hodnoty zaokrouhluje. Protože tachograf zapisuje pouze celé hodnoty km/h, není možné, aby se jeho přesnost vyrovnala vícefrekvenčním měřením. Na tomto grafu je znázorněno, že tachograf po překonání určité celé rychlosti zapisuje rychlost zaokrouhlenou nahoru. Tento trend se projevuje téměř po celé délce měření.



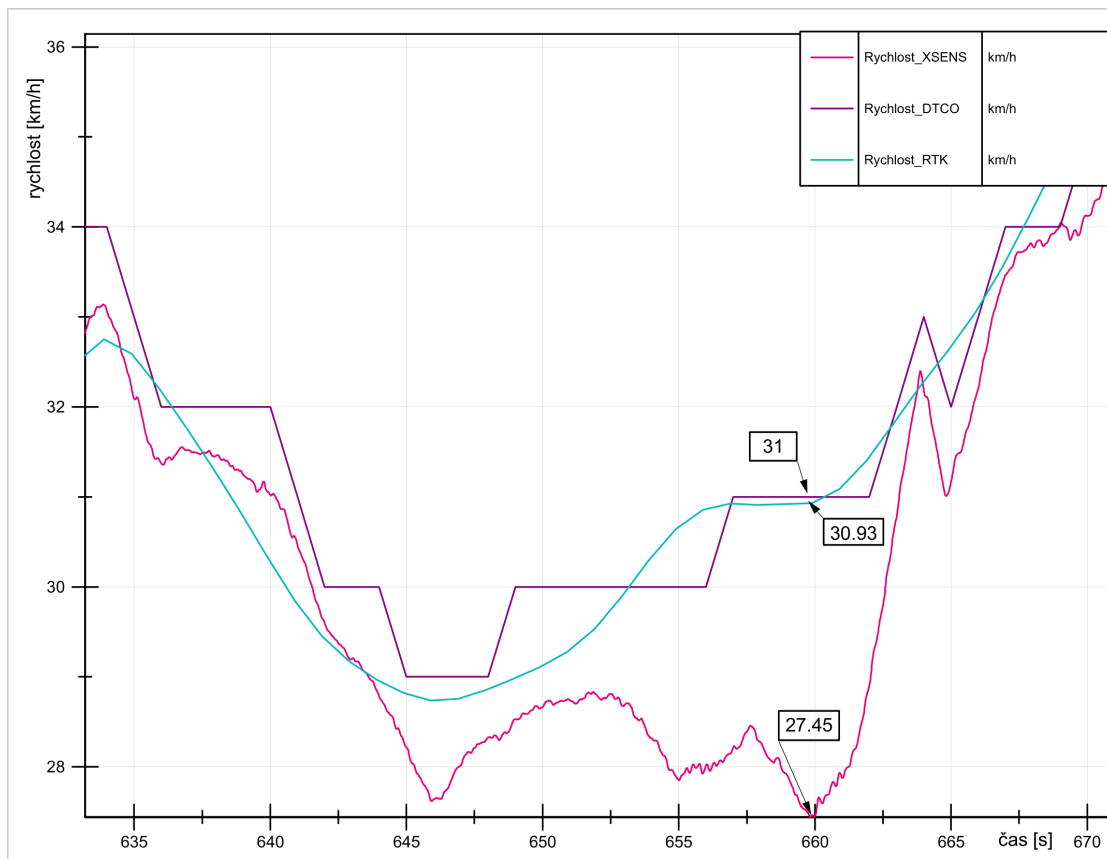
**Graf 3: Odchyly měření rychlosti č. 2**

Výjimkou z předchozího příkladu jsou například data zobrazena v grafu 4. Na tomto grafu je názorně ukázáno, že tachograf nedokáže zaznamenat rychlé změny rychlosti v řádu desetin km/h. Vzhledem k tomu, že rozdíl rychlostí v tomto úseku nepřekročil 1 km/h, je jasné, že tachograf tuto změnu vyhodnotí jako konstantní rychlost.



**Graf 4: Odchyly měření rychlosti č. 3**

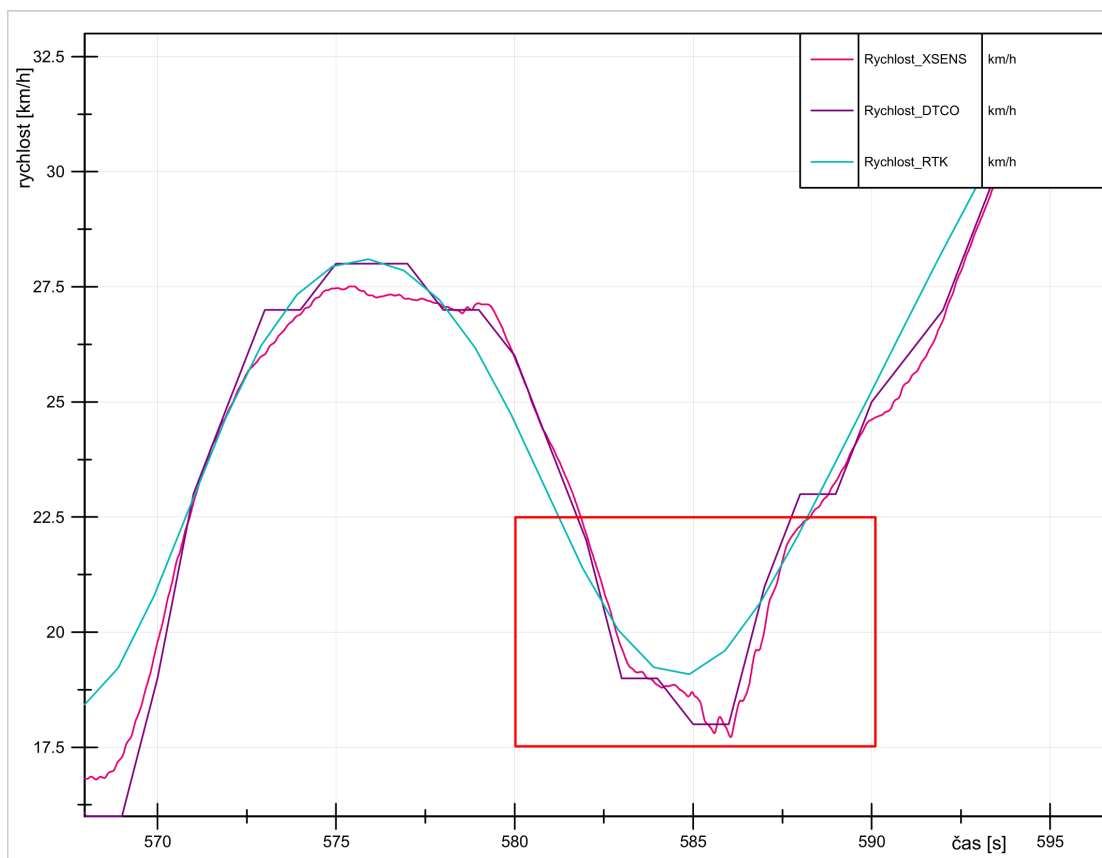
Dalším z grafů reprezentujících naměřené odchyly rychlosti je graf 5. V tomto případě se jedná o úsek, kde byla pozemní komunikace ve velmi špatném stavu. Jedná se tedy o úsek, kdy tachograf měřil data přesněji než zařízení XSENS po porovnání s RTK zařízením. Na rozdíl od XSENS na tachograf nepůsobí vibrace a jiná rušení v tak vysoké míře. Lze konstatovat, že měření tachografu není ovlivněno stavem vozovky ani jinými vlivy vozidla nebo okolí, jako je magnetické pole nebo tlak.



**Graf 5: Odchyly měření rychlosti č. 4**

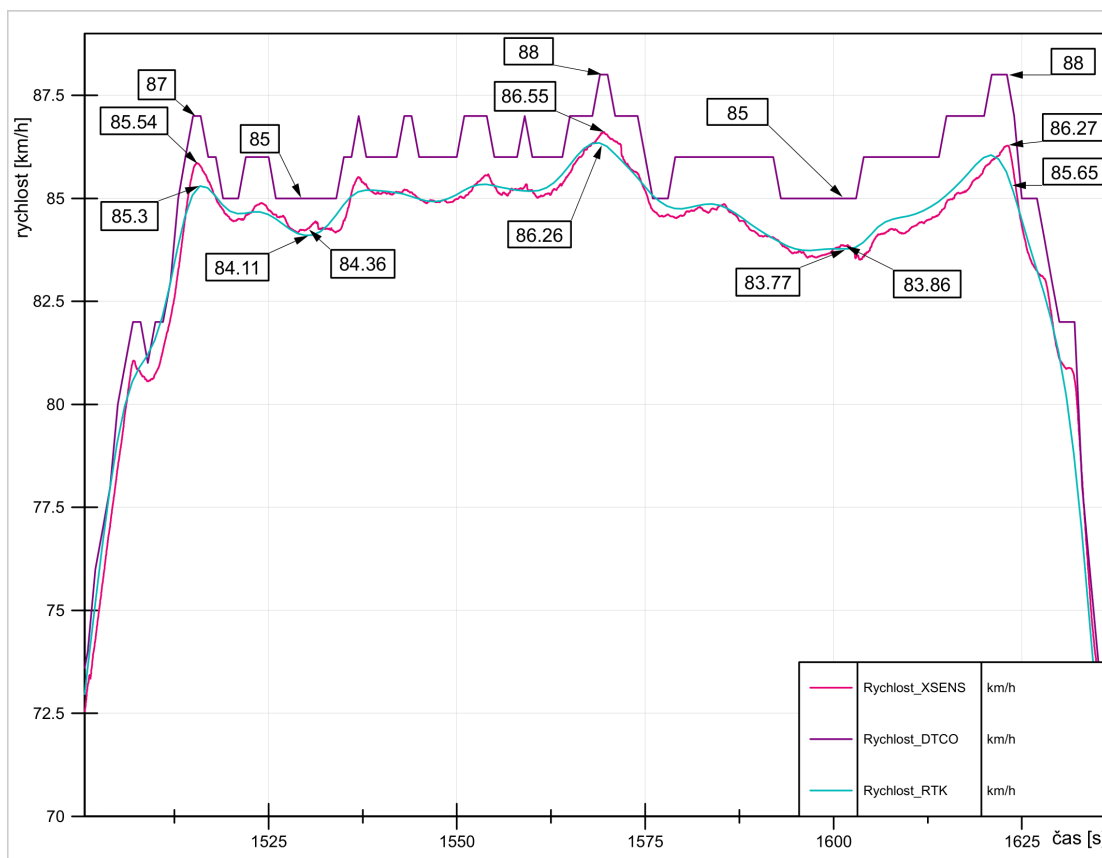
Dalším z příkladů nepůsobení vibrací jsou data naměřená na grafu 6. Vyznačený úsek je úsekem s jízdou po železničním přejezdu. Jsou zde vidět znovu výkyvy přístroje XSENS, přestože v menší míře než v předchozím případě. Tachograf tímto ovlivněn nebyl, tedy je možné považovat naměřené hodnoty za správné.





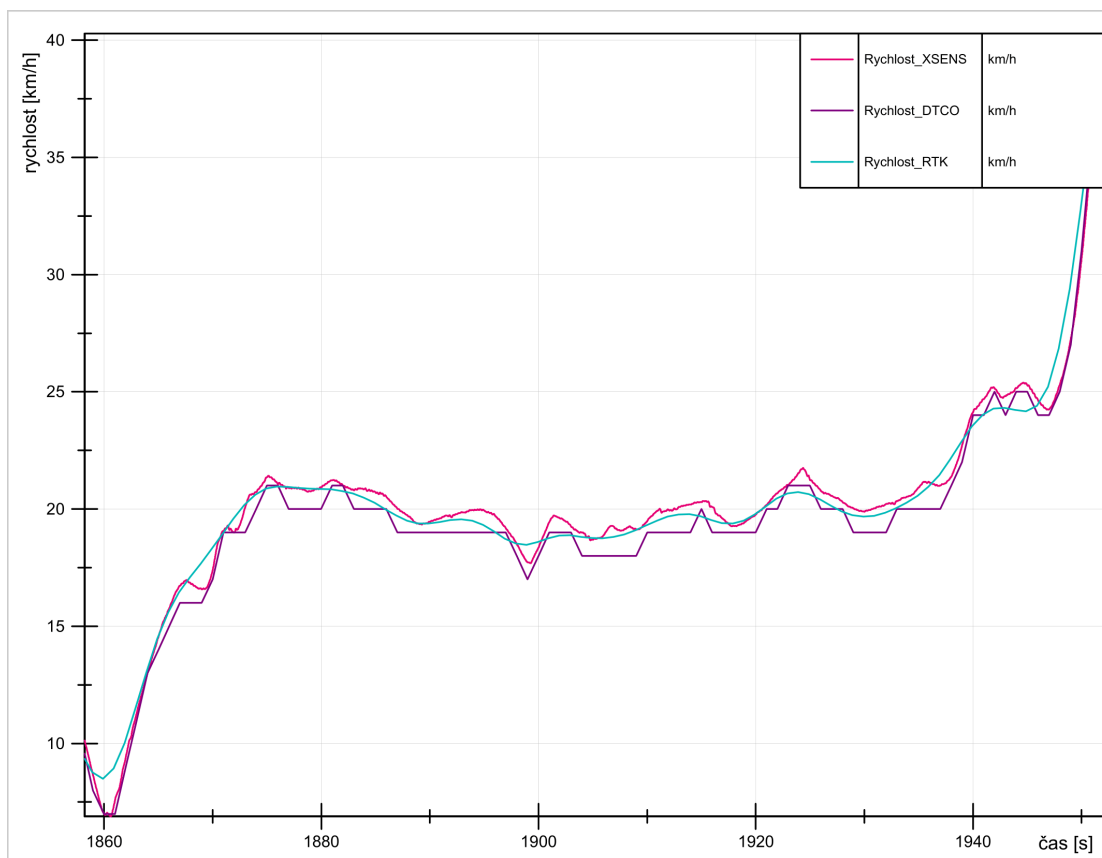
**Graf 6: Odchyly měření rychlosti č. 5 - železniční přejezd**

V grafu 7 jsou zobrazena data naměřená při jízdě po dálnici. Jízda vyšší, víceméně konstantní rychlostí po delší časový úsek byla jedním ze stěžejních bodů celého měření. V již zmiňované bakalářské práci se objevila nejvyšší hodnota měřené rychlosti pouze na dobu několika sekund, proto bylo zapotřebí provést jízdu delší s co nejkonstantnějším průběhem vyšší rychlosti. Z grafu je jasně patrné, že po celou dobu jízdy trvající přibližně 125 s rychlostí vyšší, než je 80 km/h, byla rychlost naměřená tachografem o 1-1,5 km/h vyšší, než rychlost naměřená přístrojem XSENS i RTK. Přestože rozdíl naměřených hodnot zdaleka nepřesahuje povolený limit odchyly, není tento rozdíl pro svou konstantní povahu možné považovat za zanedbatelný. Lze usuzovat, že pro rychlosti vyšší, než je 80 km/h se nepřesnost měření tachografu zvyšuje a není tedy možné data vydávat za přesná. Pro úplné potvrzení této hypotézy by bylo zapotřebí provést opakovaná měření za stejných podmínek s různými vozidly, nebo naopak za různých podmínek se stejným vozidlem.



**Graf 7: Odchyly v měření rychlosti č. 6**

V rámci jízdní zkoušky byl proveden průjezd okružní křižovatkou. Křižovatkou bylo projeto třikrát konsekventně za čas přibližně 100 s a naměřená data z této části jízdy jsou zobrazena v grafu 8. Jak je patrné ze všech tří křivek, data spolu víceméně korespondují. Nejvyšší odchylkou mezi daty naměřenými tachografem a přístrojem XSENS byla odchylka 1,2 km/h, která však trvala zanedbatelnou dobu. V ostatních částech grafu byla odchylka menší než 1 km/h. Co se týče vlivu podmínek na měření, je nutné si uvědomit, že průjezd okružní křižovatkou je typickým dějem, kde může být příjem signálu GNSS problematickou záležitostí. Vzhledem k tomu, že přístroj XSENS zaznamenává rychlost především pomocí signálu GNSS, hraje roli jakákoliv odchylka při zaznamenání jednotlivých poloh. Lze tedy předpokládat nepřesnost spíše na straně přístroje kontrolního než u tachografu.

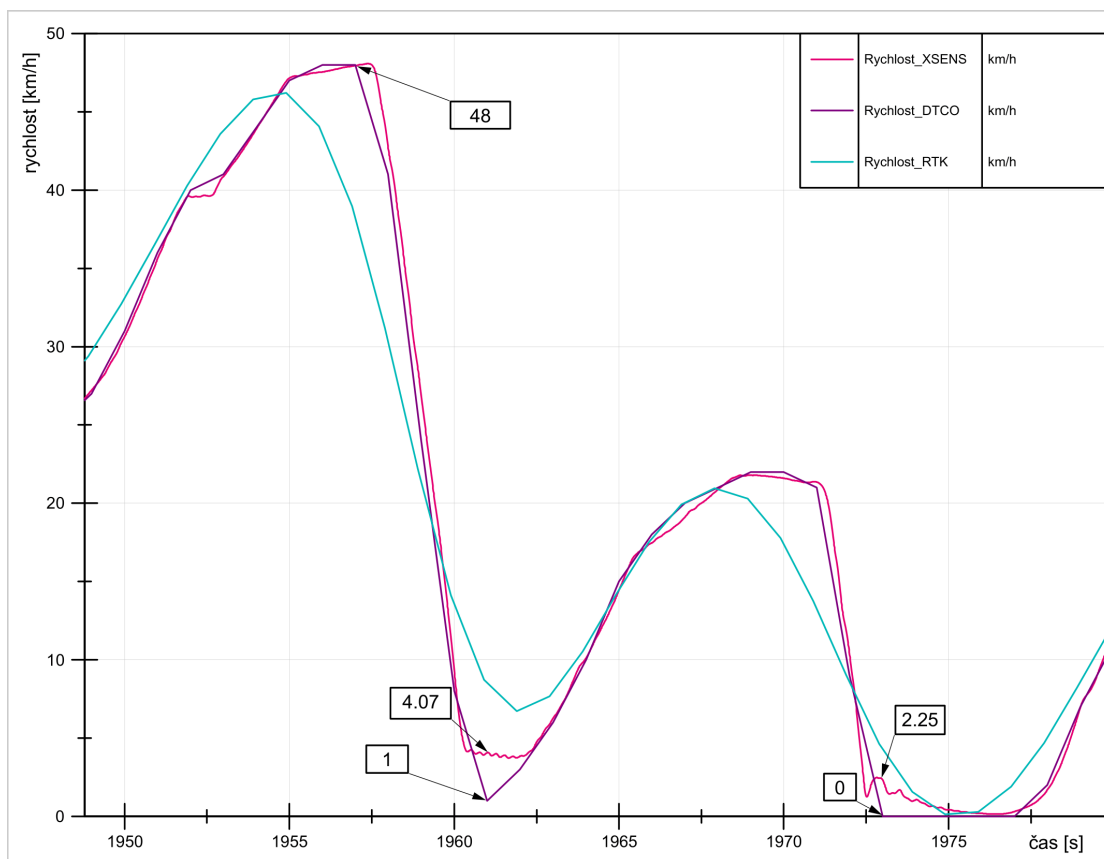


**Graf 8: Odchylyky měření rychlosti č. 7 - okružní křižovatka**

Následující graf 9 ukazuje naměřené hodnoty z dalšího stěžejního manévru, který je pravděpodobně tím nejdůležitějším pro znaleckou praxi. Je nutné však znovu připomenout, že vzhledem ke zhoršením adhezním podmínkám nebylo možné provést tento manévr ideálně. Tímto manévrem je prudké brzdění. Brzdění bylo provedeno dvakrát v po sobě jdoucích intervalech. První z manévru bylo zpomalení z rychlosti 48 km/h, která byla zaznamenána oběma přístroji stejně. V tomto případě bylo vozidlo plně zastaveno, nicméně pouze na velmi krátký časový úsek. Lze tedy říci, že tachograf byl s naměřenou hodnotou 1 km/h nejbližší skutečné události. Je otázkou, zdali tato hodnota pouze neodpovídá průběhu zapisování rychlosti popsanému při laboratorních zkouškách, nebo zdali by byla hodnota jiná, pokud by k zastavení došlo v jiný čas, např. o 0,5 s později, kdy by tachograf zápis neudělal.

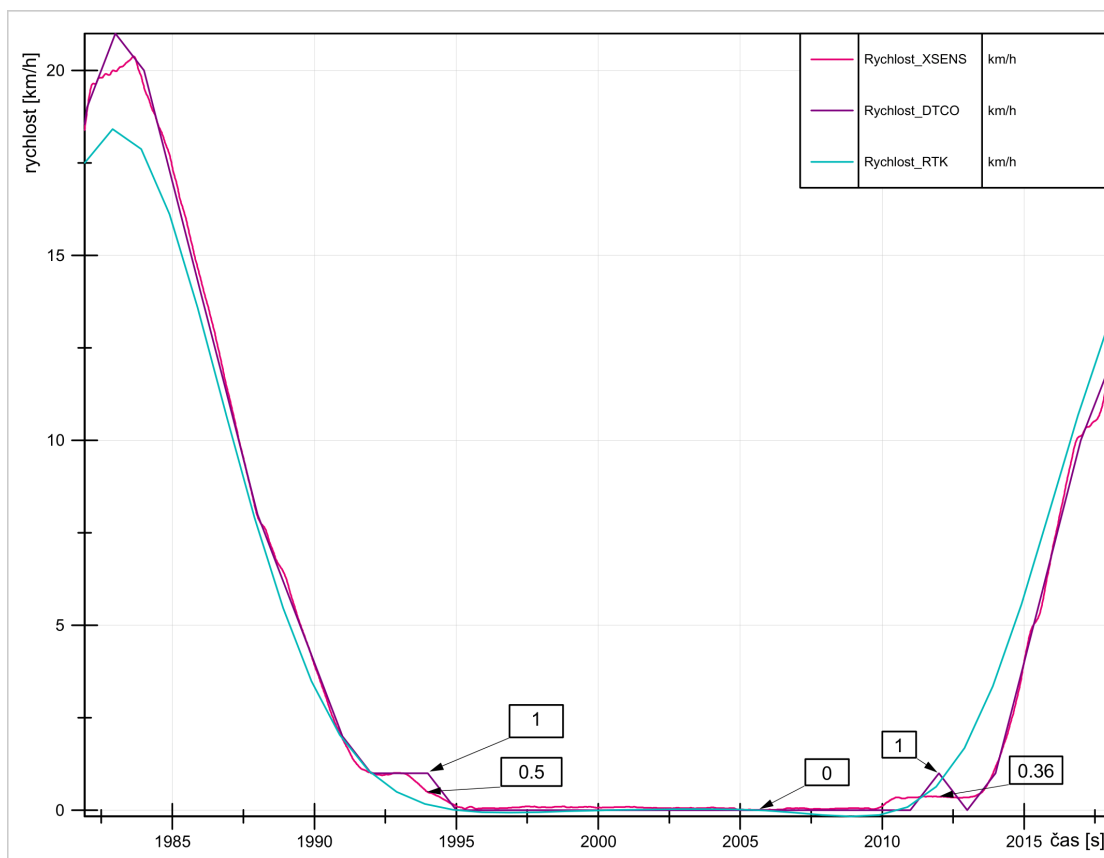
V druhé části graf ukazuje zpomalení z rychlosti okolo 22 km/h. V tomto případě bylo již zastaveno na delší časový úsek, přibližně na 4 s. Na odchylkách křivek lze spatřit pomalejší odezvu přístroje XSENS. I v tomto případě vzhledem k roztřesenosti křivky lze usuzovat, že vliv příjmu signálu z GNSS hrál roli při sběru dat o rychlosti, kde se může projevit určitá časová prodleva. Zároveň vzhledem k tomu, že přístroj XSENS využívá k predikci minulé hodnoty, které jsou potom dále upravovány Kalmanovým filtrem, může se časová prodleva určení zastavení více prodloužit. Protože je zřejmé, že vozidlo po nějakou dobu stálo,

Ize usoudit, že tachograf byl i v tomto případě přesnějším přístrojem. Nicméně vzhledem ke sklonu křivky není zcela zřetelné, do jaké míry hrálo roli ovlivnění dopočtem rychlostí popsaných v kapitole o laboratorních testech.



**Graf 9: Odchytky v měření rychlosti č. 8 - Průběh rychlosti při dvou nouzových brzdění**

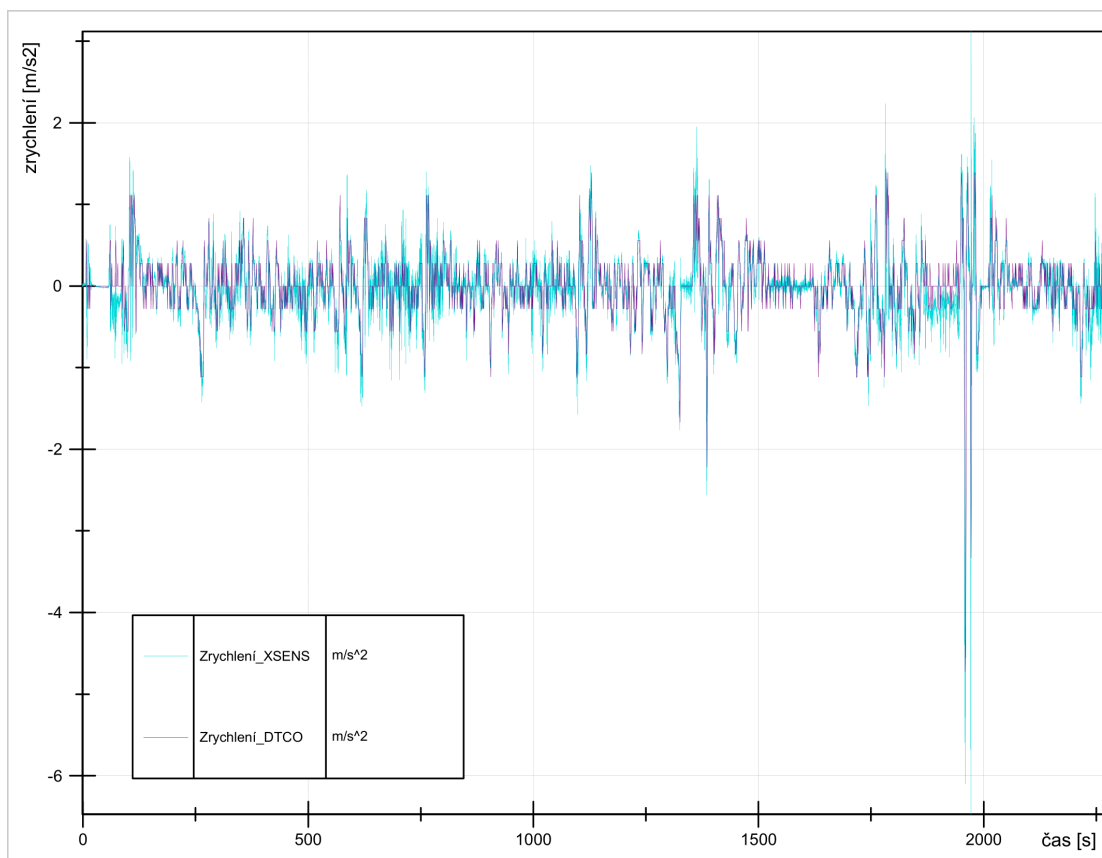
Graf 10 ukazuje postupné zpomalování až zastavení před křižovatkou. Z grafu je patrné, že při pozvolnějším zpomalování spolu křivky korespondují, zejména analyzovaná data z tachografu a zařízení XSENS. Při velmi nízké rychlosti lze znovu nalézt již popsané zaokrouhlení hodnoty zapsané tachografem, kde rychlost naměřená XSENS byla 0,5 km/h a tachograf zapsal hodnotu 1 km/h. Po dobu stání, která se rovná přibližně 16 s, lze analyzovat charakteristické roztřesení křivky XSENS. Jediným výkyvem křivky tachografu jsou hodnoty na konci doby stání. Z dat naměřených ostatními přístroji je vidět, že vozidlo mírně zrychlovalo. S tak nízkou rychlostí nedokáže tachograf pracovat příliš přesně. Tedy se na křivce nachází skok na 1 km/h a poté zpět na 0 km/h. Poté již rozjezd znovu koresponduje s přístrojem XSENS.



Graf 10: Odchylky v měření rychlosti č. 9

### 6.2.3 Celkový průběh zrychlení

Graf 11 zobrazuje celkový průběh zrychlení měřeného dvěma přístroji – XSENS a DTCO. V grafu je vidět množství odchylek způsobených především způsobem, jakým oba přístroje zrychlení měří nebo počítají. Z grafu lze usuzovat, že tachograf není důvěryhodným zdrojem údajů o zrychlení nebo zpomalení při řešení dopravních nehod.

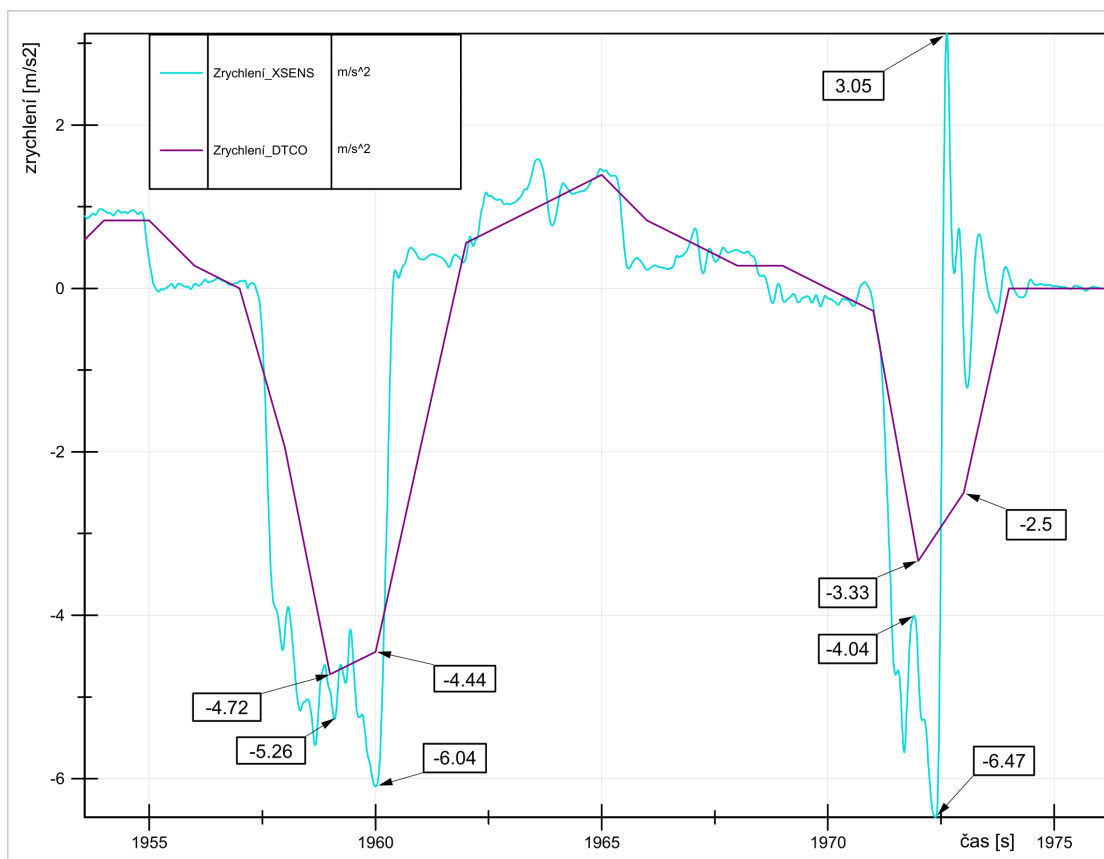


**Graf 11: Celkový průběh zrychlení jízdy**

Největší odchylky se objevily právě při prudkém brzdění, kdy s frekvencí 1 s není tachograf schopen zaznamenat tak rychlou změnu rychlosti, aby bylo vypočítané zpomalení relevantní. V grafu 12 jsou vyznačeny největší hodnoty zpomalení, které oba přístroje naměřily. V levé části grafu se nachází oblast dat naměřená při prvním nouzovém brzdění. Při tomto manévru vozidlo dle naměřené rychlosti nebylo plně zastaveno, jak je vidět v grafu 9. Nicméně, jak bylo vysvětleno výše, k zastavení vozidla došlo. Tachograf naměřil nejvyšší hodnotu v první fázi brzdění, a to  $-4,72 \text{ m/s}^2$ , zatímco dle XSENS se v tomto momentě zpomalení pohybovalo na hodnotě  $-5,26 \text{ m/s}^2$ . O 1 s později bylo již naměřeno tachografem zpomalení  $-4,44 \text{ m/s}^2$ , nicméně zpomalení naměřené druhým přístrojem se ještě zvýšilo na hodnotu  $-6,04 \text{ m/s}^2$ . Je tedy vidět, že tachograf nedokázal v rámci časového úseku o délce 1 s správně dopočítat průběh zpomalení vozidla. To může být připisováno již zmíněnému dopočtu hodnot rychlosti při prudkém zpomalení.

V pravé části grafu, kde se nachází data o druhém provedeném prudkém zpomalování (nyní se zastavením), bylo naměřené zpomalení tachografem nižší než v prvním případě. Jedná se o hodnoty  $-3,33 \text{ m/s}^2$ , respektive  $-2,5 \text{ m/s}^2$ . Zatímco dle zařízení XSENS bylo právě v tomto čase naměřené zpomalení  $-4,04 \text{ m/s}^2$ , respektive  $-6,47 \text{ m/s}^2$ , kde se jedná o maximální hodnotu zpomalení naměřenou druhým přístrojem. Toto maximum tachograf nedokázal

zaznamenat vzhledem k velmi krátkému časovému úseku, jak již bylo vysvětleno. Zároveň je zde vidět i nejvyšší naměřená hodnota zrychlení a to  $3,05 \text{ m/s}^2$ , kterou tachograf se svou frekvencí také nedokázal zaznamenat. Z těchto údajů vyplývá, že tachograf jako měřicí zařízení nemůže sloužit jako zdroj informací o hodnotách zrychlení při rychlých manévrech, kterými jsou nenadálé události jako prudké brzdění nebo zrychlení.



Graf 12: Detail maximální hodnoty zpomalení a zrychlení

### 6.3 Zhodnocení průběhu a výsledků jízdní zkoušky

Jízdní zkouška analyzovaná v této práci byla provedena jako návazná zkouška k jízdě provedené pro předchozí bakalářskou práci. Při jízdě bylo dodrženo postupů doporučených v rámci předmětné bakalářské práce, zejména délka nebo opakování manévrů. Především byla provedena jízda vyšší konstantní rychlostí pro zhodnocení sběru dat tachografem, která měla potvrdit nebo vyvrátit hypotézu vznešenou při první zkoušce. Dále bylo provedeno opakované testování manévrů důležitých pro analýzu dopravních nehod.

Přestože pro jízdní zkoušku nebyly vhodné povětrnostní podmínky, zkouška splnila veškeré požadavky vznešené při plánování. Při zkoušce bylo využito digitálního tachografu namontovaného ve vozidle Mitsubishi Fuso Canter a dalších dvou zařízení měřících zejména

rychlost, respektive zrychlení. Zkouška byla provedena na okruhu o délce 25 km a trvala přibližně 38 minut. Za tuto dobu byla provedena již zmiňovaná jízda po dálnici vyšší rychlostí, dvě nouzová brzdění, prudký rozjezd, jízda po kruhovém objezdu a další.

Co se týče zhodnocení výsledků analýzy naměřených dat, lze konstatovat, že tachograf jako zařízení pro měření rychlosti má svá využití i ve znalecké praxi. Zejména pokud se jedná o analýzu přednehodového pohybu, lze pokládat naměřená data za věrohodná. Všechny odchylky v naměřené rychlosti, které byly popsány v předchozích kapitolách, se pohybovaly v mezi určené Metrologickým předpisem. Nicméně při analýze jízdy po dálnici bylo potvrzeno, že tachograf při vyšší rychlosti ukazuje rychlost vyšší, než je reálná hodnota. Tento rozdíl se pohybuje v rozmezí od 1 do 1,5 km/h. Dále může být tachograf mírně ovlivněn stylem jízdy.

Byla provedena i analýza naměřeného zrychlení jak tachografem, tak přístrojem XSENS. Tato kapitola ukázala, že tachograf není využitelný pro analýzu předstřetového zpomalení dle dat, která spočítá. Vzhledem k frekvenci 1 s nelze zaznamenat dostatečně přesně změnu rychlosti, a tedy dané zpomalení nebo zrychlení vykazuje vysokou míru nepřesnosti.

Tachografy jako zařízení primárně neslouží ke sběru dat pro následnou analýzu pohybu, ale jako kontrolní zařízení dodržování daných předpisů. Přesto lze data o rychlosti z tachografů využít pro znaleckou praxi s přihlédnutím k limitům, které toto zařízení má.



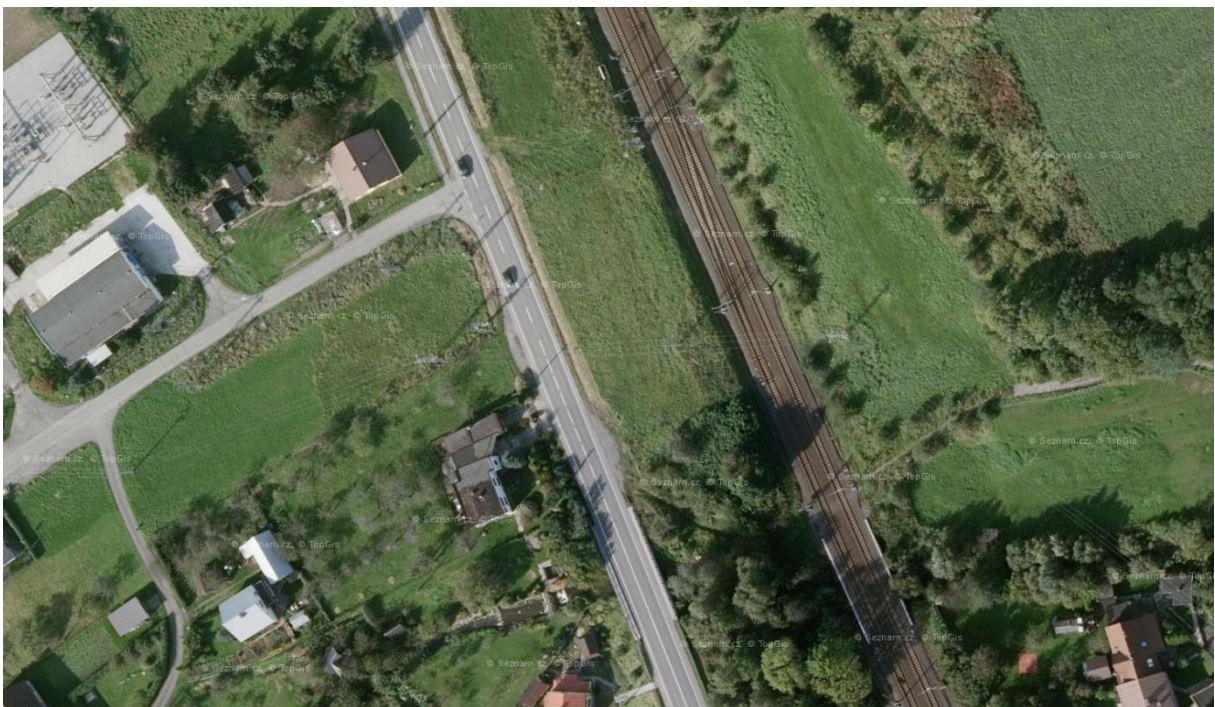
## 7 Využití dat tachografů při řešení konkrétních dopravních nehod

V rámci této diplomové práce je řešeno, jakým způsobem mohou být data získaná z tachografů nákladních vozidel přínosná pro vytvoření uceleného a co nejpřesnějšího obrazu o nehodovém ději pro znalecký posudek. Následující kapitola pojednává o několika konkrétních případech využití těchto dat a jejich přínosu.

### 7.1 Střet nákladního vozidla s motocyklem

Dopravní nehoda, při které došlo ke střetu motocyklu s nákladním vozidlem odbočujícím z komunikace, je prvním z příkladů, kterými se tato práce zabývá. Na obrázku 30 je zobrazeno místo předmětné dopravní nehody.

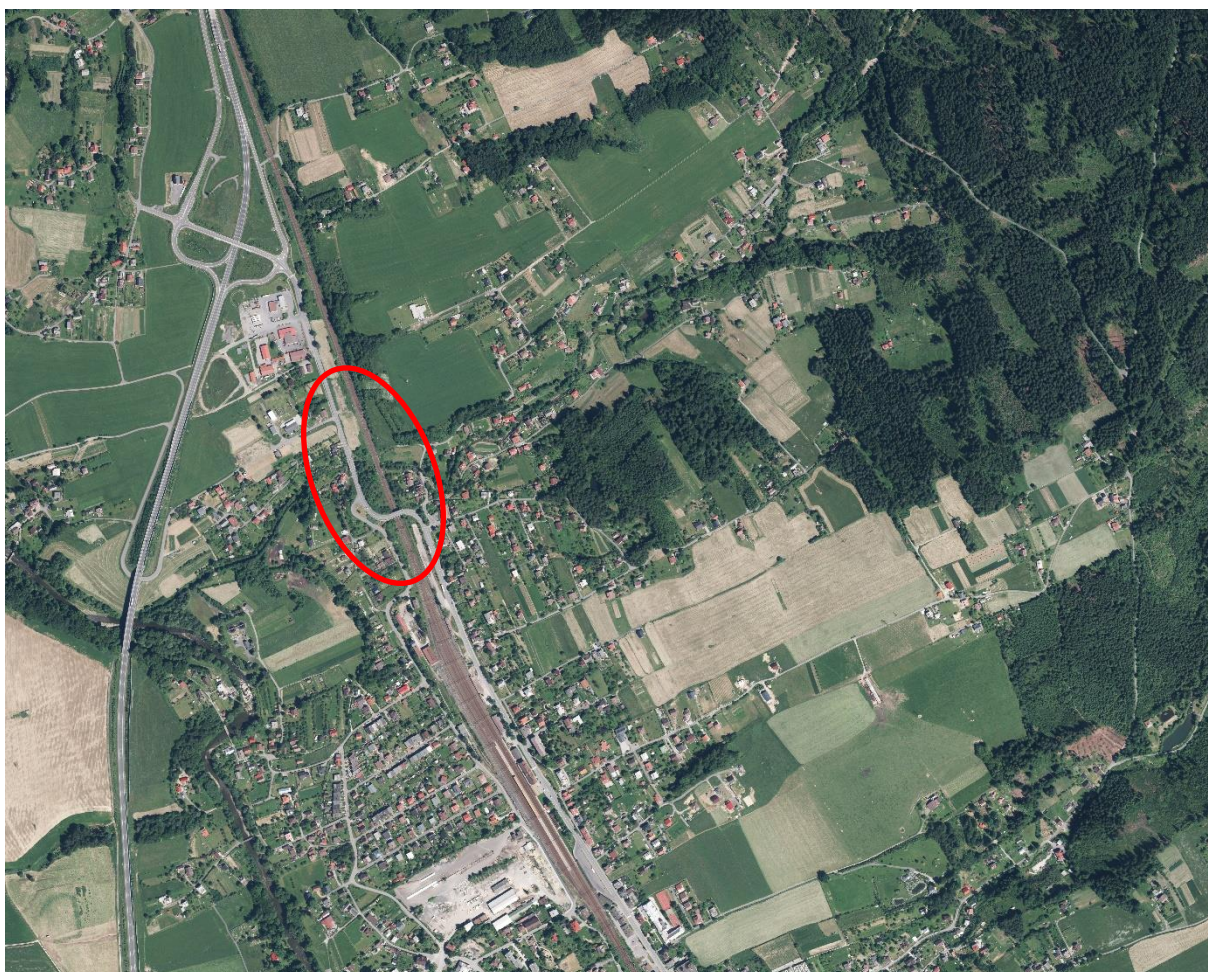
Dle protokolu o nehodě v silničním provozu nákladní vozidlo s návěsem odbočovalo vlevo ze silnice II. třídy na místní komunikaci v době, kdy tímto ohrozil motocykl v předjíždějícím manévru. Následně došlo ke střetu obou vozidel, kde motocykl narazil do zadní části návěsu nákladního vozidla. V místě nehody je rychlost stanovena zákonem na 50 km/h.



Obrázek 30: Místo DN

Dle protokolu o nehodě v silničním provozu se dopravní nehoda udála jako sled několika předcházejících okolností ústící k danému nehodovému ději. K dopravní nehodě došlo na stykové třiramenné křižovatce tvaru „T“ v ranních hodinách. Nákladní automobil s návěsem

se pohyboval nevelkou mírně klesající rychlostí. Před daným úsekem se nachází železniční most a pravotočivá zatáčka, za kterou následuje klesání. Samotné místo DN i úsek komunikace před ním jsou vyznačeny na obrázku 31.



**Obrázek 31: Ortofoto mapa situace DN**

Dle výpovědi účastníků a svědků DN se po přejetí železničního mostu vytvořila kolona přibližně 4 osobních vozidel, z nichž jedno bylo dodávkové vozidlo. Po přejezdu mostu jelo nákladní vozidlo konstantně se snižující rychlostí, která byla přizpůsobena mírnému klesání. Poté nákladní vozidlo svoji rychlost zvyšovalo až na maximální hodnotu 45 km/h přibližně 20 s před srážkou. Z této rychlosti dle záznamu z tachografu dále NV zpomalovalo až k rychlosti odbočení, tedy 18 km/h, což nastalo v čase cca 4 s před střetem.

Z výpovědi účastníků dopravní nehody také vyplývá, že se nákladní vozidlo před odbočením pohybovalo rychlostí 20 až 30 km/h, což lze ze záznamu z digitálního tachografu potvrdit, neboť můžeme z výpisu rychlosti vozidla, který je zobrazen na obrázku 33, vidět rychlosti mezi 24 a 30 km/h přibližně 4 s před začátkem odbočování. Tuto skutečnost lze považovat za objektivní, a to právě díky psanému záznamu z tachografu.

Jedním z problémů, se kterými se znalci museli potýkat, byla neznámá rychlost motocyklu a také doba a místo, kdy začal motocykl soupravu předjíždět. Zároveň bylo třeba vyřešit otázku viditelnosti, blíže kdy mohl motocykl poprvé spatřit vybočující nákladní automobil.



**Obrázek 32: Nákladní vozidlo s návěsem při vyšetřovacím pokusu**

Pro přezkoumání nehodového děje byly zpracovány celkem tři znalecké posudky, z nichž jeden byl revizní. Zároveň byl také proveden vyšetřovací pokus přímo v místě dané dopravní nehody. Fotografie při něm pořízená je zobrazena na obrázku 32.

První znalecký posudek data z digitálního tachografu využívá pro simulování nehodového děje pro tzv. simulaci dopředného děje, kde je známa konečná poloha vozidel a jsou pouze měněny vstupní parametry, aby se simulace blížila s co největší přesností výslednému uspořádání. Pro simulaci předstřetového pohybu nákladního vozidla jsou analyzována data z digitálního tachografu, kde je zaznamenána rychlost s frekvencí 1 s.

Detailní výpis rychlosti vozidla																															
Vozidlo	[redacted]																														
Stát	Česká rep.																														
<input checked="" type="checkbox"/> Upravit výběr	od 27.06.2014 06:00														do 27.06.2014 07:00																
Interval kontroly:	od 27.06.2014 00:00 do 27.06.2014 07:00																														
	Výkaz v LOKÁLNÍM čase																														
datum	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
27.06.2014 06:32	53	->	54	->	->	->	->	->	->	55	->	->	->	->	->	->	->	54	53	->	52	->	->	->	->	51	->	->	52	->	
27.06.2014 06:33	61	->	59	58	57	->	62	->	61	60	59	58	57	->	54	55	56	->	61	->	->	->	->	55	54	53	->	->	->	60	55
27.06.2014 06:34	56	57	58	->	57	->	56	->	55	->	54	->	53	->	52	->	51	->	50	->	->	->	51	->	52	53	54	55	56	57	
27.06.2014 06:35	60	->	59	->	60	->	61	->	60	->	->	->	->	->	59	57	55	54	->	55	56	57	58	59	60	61	->	->	62	->	
27.06.2014 06:36	53	->	52	51	49	->	50	->	51	52	->	53	54	->	55	->	56	->	->	->	->	53	53	52	51	49	48	45	43	43	
27.06.2014 06:37	44	->	45	47	49	50	52	53	->	54	->	55	56	57	->	58	->	59	->	->	->	60	->	59	->	->	->	58	->	49	
27.06.2014 06:38	48	47	44	42	39	38	->	39	->	38	39	40	42	43	->	44	->	45	46	47	->	48	->	49	50	->	51	52	->	46	
27.06.2014 06:39	45	->	->	->	->	->	44	42	39	38	37	36	->	35	36	->	35	->	34	33	->	->	->	->	->	->	40	41	->	32	
27.06.2014 06:40	42	43	44	45	->	46	45	->	44	42	39	38	37	36	->	35	->	34	33	->	44	43	42	->	43	44	->	45	46	47	
27.06.2014 06:41	55	->	->	->	->	56	->	->	57	->	->	->	->	->	->	->	->	->	56	->	55	->	54	->	53	->	52	->	47	47	
27.06.2014 06:42	->	->	51	->	->	->	->	52	->	51	->	->	->	->	->	->	51	->	->	->	->	50	49	48	47	46	44	41	39	39	
27.06.2014 06:43	39	34	30	26	24	21	18	->	19	13	11	10	->	10	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	

Obrázek 33: Výpis z DT nákladního vozidla

Z tohoto záznamu je zjištěno výpočtem, že pokud nákladní vozidlo zastavilo za místem střetu 14,2 m, byla rychlost vozidla z místě střetu 18 km/h a vozidlo nebrzdilo. Dále je ze záznamu patrné, že rychlost vozidla před započítáním brzdění před odbočením se pohybovala okolo 45 km/h. Dá se tedy předpokládat, že kolona vozidel jedoucích za nákladní soupravou jela touž rychlostí. Tato kolona byla blíže určena výpověďmi svědků a účastníků dopravní nehody na v průměru 4 osobní vozidla. Dále znalec v posudku uvedl vypočtenou rychlost předjíždějícího motocyklu na 85 km/h s přesností 5 %. Dalším výpočtem byla uvedena rychlost, ze které začal motocyklista plně brzdit, a to 78 km/h, což bylo asi 1 s před střetem. Znalec z těchto skutečností vyvodil nárazovou rychlost motocyklu 49 až 55 km/h.

Druhý znalecký posudek data z digitálního tachografu rovněž využívá pro výpočty spojené s posouzením nehodového děje. Jako rychlost před započítáním děje u nákladního automobilu udává 26 km/h. Jako původní rychlost motocyklu před započítáním předjíždějícího manévru znalec uvádí rychlost 40 km/h, což je rychlost nižší než rychlost jedoucí kolony za nákladním vozidlem, která ze záznamu o rychlosti vyplývá 45 km/h. Z tohoto údaje byla vypočtena jako maximální dosažená rychlost motocyklu, tedy rychlost, ze které začal plně brzdit, 72,5 km/h. Jako nárazovou rychlost uvedl znalec rychlost 46,8 km/h. Jedná se tedy o rychlost nižší než v prvním znaleckém posudku.

Dále byl při zkoumání této dopravní nehody proveden vyšetřovací pokus na místě DN, při kterém byla pořízena fotografie na obrázku 34 a 35.



**Obrázek 34: Pohled na místo DN**

Pro určení a simulaci jízdy nákladního vozidla před a během odbočení byla využita data o rychlosti zaznamenaná digitálním tachografem. Data zároveň sloužila pro upřesnění trajektorie vozidla a časový průběh děje, což znamená, že je znám přesně předstřetový pohyb nákladního vozidla. Lze tedy konstatovat, že údaje o rychlosti nákladního vozidla byly do jisté míry důležitou znalostí, kterou by nebylo možné získat jiným způsobem.

Pokud by tyto údaje známé nebyly, změnil by se i průběh vyšetřovacího pokusu odbočování. Přestože je komunikace, na kterou nákladní vozidlo odbočovalo, úzká, 18 km/h není jedinou možnou rychlostí, kterou mohlo vozidlo odbočovací manévry provést. Pokud by například jelo vozidlo rychlostí vyšší, výrazně by se tím zkrátila doba manévru, což by negativně ovlivnilo dobu, po kterou mohli oba účastníci na danou situaci reagovat. Zároveň by došlo k posunu místa, ze kterého mohl motocyklista NV vidět odbočovat.

Znalost rychlosti odbočování také znamená zpřesnění trajektorie odbočování, a tedy přesnější určení místa střetu. Počáteční místo odbočování bylo vyšetřovateli určeno ve vzdálenosti cca 17,2 m před místem střetu.

Pohyb motocyklu nebylo možné určit se stejnou přesností, jakou byla přesnost u pohybu nákladního vozidla. Rychlost před dějem byla uvažována v intervalu 40 až 50 km/h.

Tyto hodnoty uvažoval třetí, revizní posudek. Zde byla nárazová rychlost určena jako 20 km/h vzhledem k rozsahu poškození motocyklu i nákladního vozidla. Výpočty byla maximální rychlost motocyklu uvedena v rozmezí mezi 80,2 a 92,2 km/h.

Díky znalosti přesné trajektorie odbočování nákladního vozidla, délky kolony a dalším skutečnostem bylo možno určit místo, kde začal motocyklista předjíždět. Toto místo bylo určeno 95,5 m před místem střetu, kde byla vyznačena mezi jízdními pruhy podélná čára souvislá, přibližně 12 m před přechodem značení na podélnou čáru přerušovanou. Jízda motocyklu byla vyhodnocena jako prudké zrychlování při počátku předjíždění kolony, následované prudkým brzděním, které je doprovázeno i brzdnými stopami na vozovce.

Z vyšetřovacího pokusu bylo potvrzeno, že oba účastníci začali provádět své manévry (odbočovací a předjížděcí) s minimálním časovým rozmezím, maximálně 1,5 s. Vzhledem k takto krátkému časovému úseku nelze považovat skutečnost, že ani řidič NV, ani motocyklista nemohli v dostatečném předstihu vyhodnotit situaci jako nebezpečnou. Zároveň je nutno vyzvednout fakt, že motocyklista začal pomalu jedoucí kolonu předjíždět, aniž by věnoval pozornost a předvídal důvod této pomalé jízdy. Zároveň začal svůj manévr přejetím podélné čáry souvislé a při předjíždění dosáhl rychlost až o 30 až 40 km/h vyšší, než je nejvyšší dovolená rychlost v daném úseku.



**Obrázek 35: Místo, kde souprava po střetu zastavila**

Z pohledu řidiče soupravy nemohlo dojít k odvrácení střetu, protože se plně věnoval odbočujícímu manévru a přizpůsobil mu maximálně charakter jízdy.

Řidič motocyklu, přestože není důkazu, že by se plně nevěnoval řízení, nepřizpůsobil svoji jízdou okolnostem a překročil nejvyšší dovolenou rychlost v místě. Z výpočtů vyplývá, že pokud by jeho rychlost při předjíždění nepřesáhla 50 km/h a začal by zpomalovat ve stejném místě jako v realitě (36 až 49 m před střetem), pak by dokázal bezpečně zastavit svůj motocykl ve vzdálenosti 21 m před střetovým místem a nehodovou situaci tedy mohl bezpečně odvrátit.

Závěrem lze konstatovat, že znalost údajů o rychlosti nákladního vozidla před střetem s motocyklem usnadnila a zpřesnila popis samotného nehodového děje a zároveň přispěla k přesnějším výsledkům znaleckých posudků. Pokud by tyto údaje známy nebyly, bylo by nutné pohyb nákladního vozidla do jisté míry odhadnout na základě prostorového uspořádání komunikace a výpovědí účastníků a svědků dopravní nehody. Vzhledem k tomu, že výpovědi nejsou považovány za objektivní podklady, ale subjektivní, je možné vyslovit, že znalost objektivních podkladů, jako je výpis rychlosti nákladního vozidla, je velkým přínosem pro zkoumání dopravní nehody. Jak již bylo zmíněno, pokud by údaje o přesné rychlosti nákladního vozidla nebyly známy, bylo by nutné pouze odhadnout na základě vyšetřovacího pokusu nejpravděpodobnější místa počátku odbočování vzhledem k možným rychlostem průjezdu zatáčkou, a tedy by nebylo možné s přesností určit ani místo, kde začal motocykl předjížděcí manévr.

## **7.2 Střet dvou osobních vozidel a nákladního vozidla**

Dalším příkladem dopravní nehody, kde byl jedním z účastníků nákladní automobil vybaven tachografem, a kterým se tato práce zabývá, je nehoda tří vozidel. Nákladní vozidlo bylo v tomto případě vybaveno kotoučovým tachografem, tedy starším typem, než byl příklad uvedený výše. Při této dopravní nehodě došlo k usmrcení jednoho z účastníků DN.

Dle protokolu o nehodě v silničním provozu došlo k dopravní nehodě na čtyřramenné přehledné křižovatce, kde je přednost upravena svislými dopravními značkami. Jako hlavní PK je určena silnice I. třídy. Jak již bylo zmíněno, DN se účastnila tři vozidla, mezi nimiž došlo ke dvěma sousledným srážkám. Pro přehlednost budou vozidla označena jako vozidlo A, vozidlo B a nákladní vozidlo.

Vozidlo A a nákladní vozidlo se pohybovala po hlavní pozemní komunikaci proti sobě v příslušných jízdnicích pruzích. Vozidlo B přijíždělo do křižovatky po vedlejší komunikaci po pravé straně vozidla A s úmyslem odbočovat na hlavní komunikaci vlevo. Místo dopravní nehody se nachází v extravilánu, je zde tedy nejvyšší dovolená rychlost 90 km/h.

Dle výpovědi účastníků DN, řidiče a spolujezdce z vozidla B, se nehoda stala v momentě, kdy přijeli k místu křižovatky nízkou rychlostí a řidič vozidlo před křižovatkou zastavil, aby měl rozhled na místní poměry a mohl bezpečně odbočit. Zároveň dával signál o změně směru jízdy. Řidič vypověděl, že „najel tak, aby viděl na auta jedoucí po hlavní silnici. Vjel do křižovatky, aby viděl na projíždějící vozidla, tam zastavil, rozhlížel se, jestli po hlavní silnici je volno. Najednou, až byl překvapený, kolem nich projelo auto, dá se říct větší rychlostí, že si nevšiml, co je to za vozidlo. To vozidlo muselo jet hodně při kraji, protože jejich vozidlo (vozidlo B) škrtilo o nárazník.“ Tento střet byl spouštěčem událostí, které vedly ke srážce vozidla A a NV. Vozidlo A narazilo svým pravým zadním bokem do pravé přední části vozidla B, což bylo patrné ze stop na nárazníku odbočujícího vozidla. Vozidlo B nebylo po příjezdu PČR v konečné poloze po nehodě, nýbrž se nacházelo odstavené na přilehlém prostoru zastávky. Z tohoto důvodu není možné s přesností určit, kde se vozidlo B před a během dopravní nehody nacházelo, tedy jestli vjelo do trajektorie vozidla A nebo zdali jelo vozidlo A mimo vyhrazený jízdní pruh v prostoru krajnice. Možný výhled vozidla B před křižovatkou je patrný z obrázku 36.



**Obrázek 36: Možný výhled vlevo z vedlejší komunikace**

Po prvním nárazu bylo vozidlo A nasměřováno do protisměrného jízdního pruhu, kde se čelně, s přesahem okolo 25 %, střetlo s protijedoucím nákladním vozidlem. Řidič vozidla A utrpěl v důsledku dopravní nehody zranění neslučitelná se životem a na místě jim podlehl. Poškození vozidla A je patrné z obrázku 37. Poškození nákladního vozidla je vidět na obrázku 38.





**Obrázek 37: Poškození vozidla A po střetu s nákladním vozidlem**

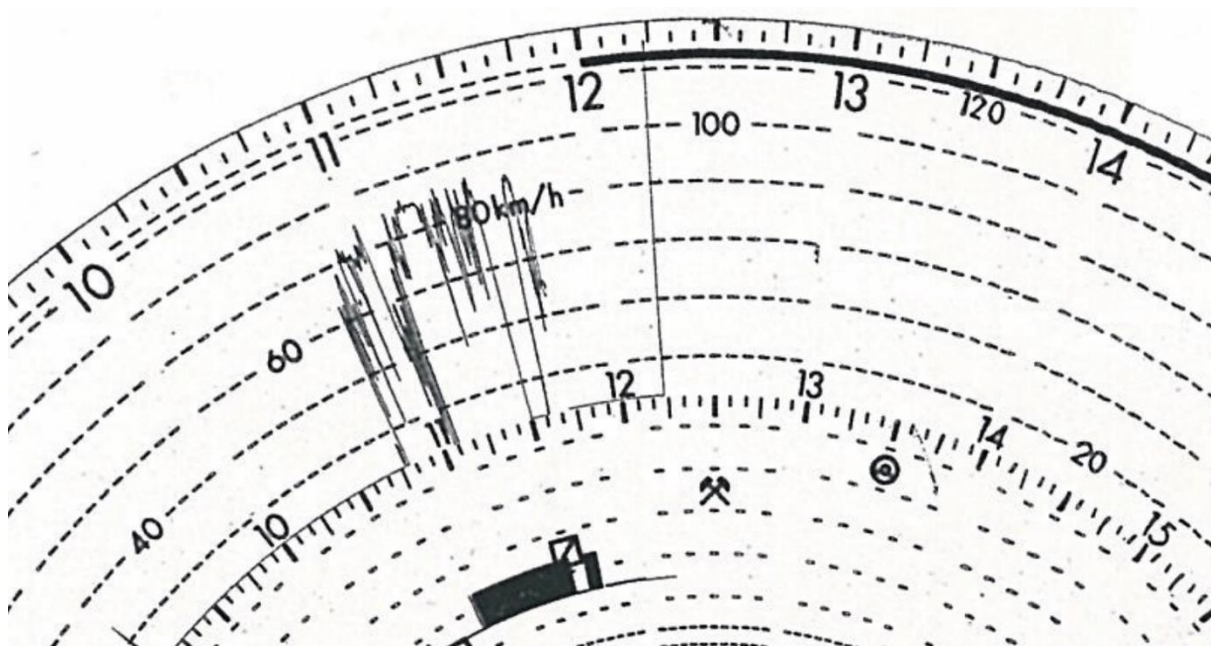


**Obrázek 38: Poškození masky nákladního vozidla**

Při řešení této dopravní nehody bylo nutné určit místo prvotního střetu mezi vozidly A a B, určit rychlost projíždějícího vozidla A a řešení otázky zabránění střetu všech vozidel.

V nákladním vozidle byl již výše zmíněný analogový kotoučový tachograf, jehož výpis je vidět na obrázku 39. Z tohoto záznamu je možné odečíst předstřetovou rychlost vozidla mezi 70

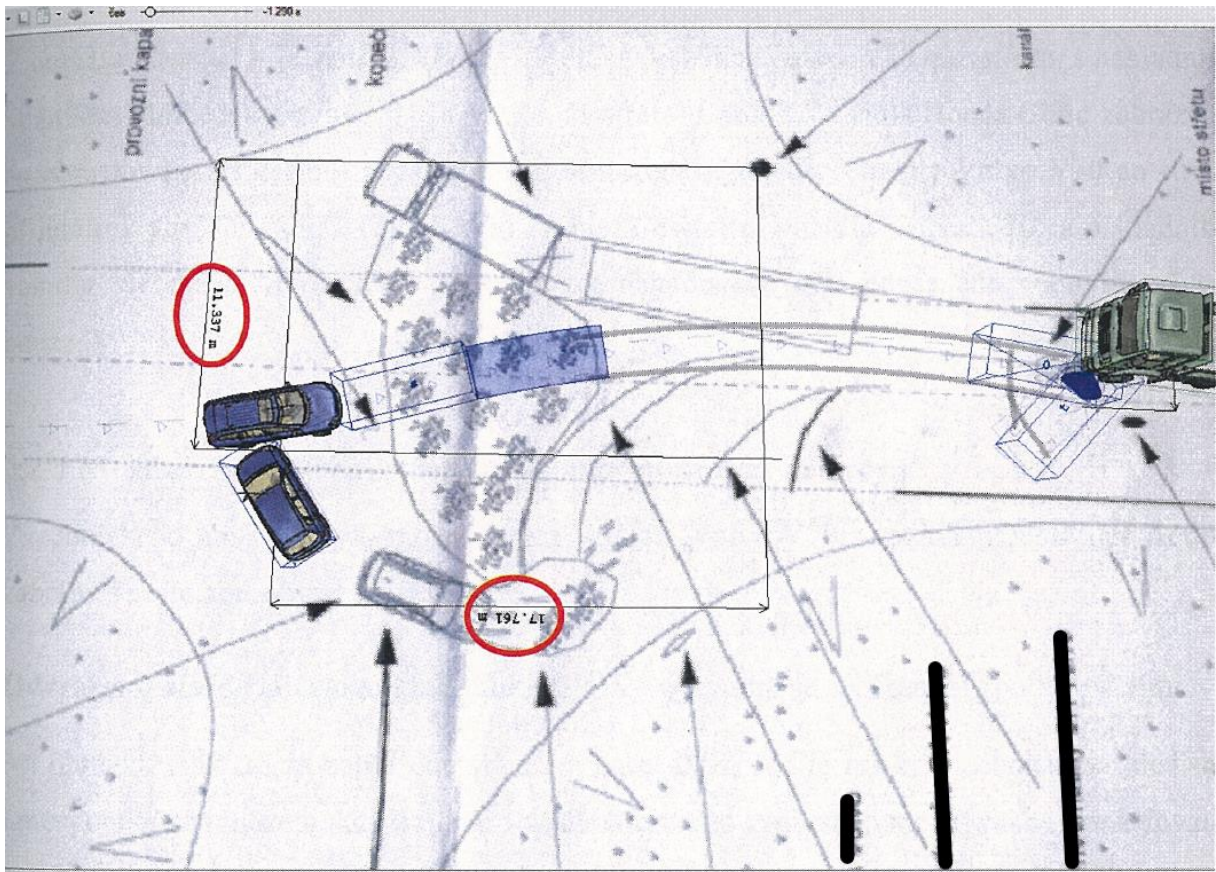
a 80 km/h, což lze označit za rychlost nárazovou vzhledem k faktu, že řidič nákladního vozidla neměl velké časové rozmezí reagovat, přestože brzdil a vozidlo stáčel vpravo.



**Obrázek 39: Výpis kotoučového tachografu NV**

Při řešení dopravní nehody byly vypracovány tři znalecké posudky, z nich jeden byl revizní. Všechny posudky využily prostředí simulačního programu Virtual Crash pro vyloučení či potvrzení sledu událostí tak, jak je vylíčili účastníci a svědkové dopravní nehody.

První znalecký posudek byl vypracován znalcem, který byl na místě dopravní nehody, tedy mohl vidět vozidla v konečných polohách a zaznamenat jednotlivé stopy vozidly způsobené. Znalec určil jako primární příčinu dopravní nehody střet mezi vozidly A a B, kdy nepřipouští, že by vozidlo B v době kolize bylo v klidné poloze. Znalec uvádí, že pokud by vozidlo stálo, tak jako vypověděl řidič vozidla, byly by stopy vytvořené otěrem vozidla A „ve větší délce a souvisle“. Znalec dále nepřipouští, že by ke střetu došlo tak, že by vozidlo A jelo mimo svůj jízdní pruh, vzhledem k faktu, že se na krajnici nenacházely žádné stopy. Nárazovou rychlost vozidla A určil znalec jako 60 km/h, čemuž odpovídá i hodnota zaražena na palubních přístrojích vozidla A. Postavení vozidel dle prvního posudku je zobrazeno na obrázku 40.



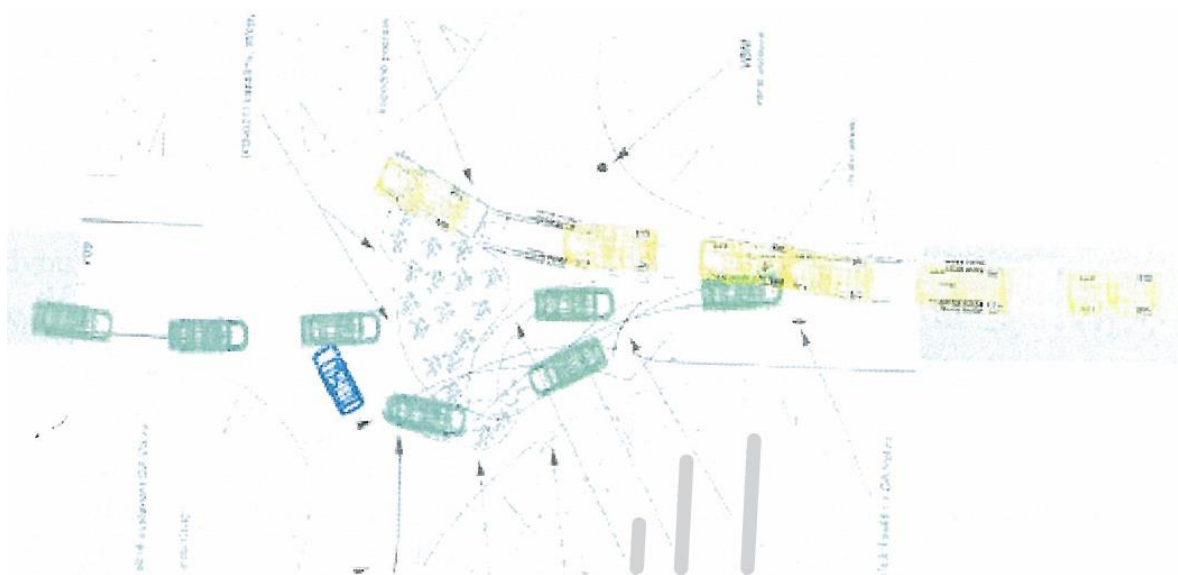
**Obrázek 40: Situace DN dle prvního znaleckého posudku**

Znalec dále uvádí, že ani vozidlo A, ani nákladní vozidlo nemohla střetu zabránit, přestože obě vozidla byla brzděna na maximální hranici adhezních možností. Dle prvního posudku nehodu zavinila nesprávná technika jízdy řidiče vozidla B a to, že nezastavil na hranici křižovatky, ale nízkou rychlostí do ní vjížděl.

Druhý znalecký posudek určil střet vozidla A a NV jako excentrický s 40 až 50% přesahem, kde nárazovou rychlost vozidla A určil stejně jako první posudek na hodnotu 60 km/h a nárazovou rychlost jízdní soupravy jako 72 km/h, kdy je přímo zmíněno, že hodnota vychází ze zápisu na kotoučovém tachografu. Dále znalec uvádí několik variant míst střetu a pohybu všech vozidel, která ale nekorelují se skutečnostmi reálné polohy vozidel.

Znalec ve svém posudku uvádí, že vozidlo B muselo při prvotní kolizi s vozidlem A stát, protože pokud by se pohybovalo jakoukoliv nízkou rychlostí, byla by trajektorie vozidla A po nárazu jiná, než jak se DN udála. Znalec ale neuvažuje reakci řidiče vozidla A, tedy reakci takovou, že se svým vozidlem chtěl vozidlu B vyhnout a provedl k tomu odpovídající úhybný manévr, čímž mohl být nasměrován do protisměrného jízdního pruhu.

Znalec tedy vycházel při simulaci v prostředí programu Virtual Crash ze znalosti, že vozidlo B stálo před křižovatkou a vozidlo A tedy z neznámých důvodů přešlo na pravou krajnici a narazilo do vozidla B. Výsledek ze simulace ukazuje obrázek 41.



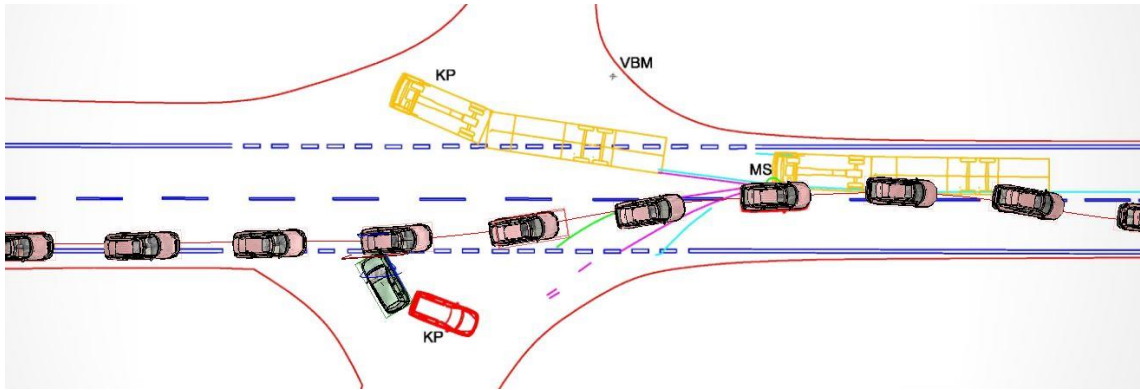
**Obrázek 41: Trajektorie vozidla A podle druhého zn. Posudku**

Co se týče možnosti zabránění střetu, znalec uvádí, že střetu mohlo zabránit pouze vozidlo A, pokud by řidič nejel chybnou technikou jízdy, tedy by se držel ve svém jízdním pruhu a nevybočil z něj.

Třetí znalecký posudek této dopravní nehody byl revizním posudkem, kde znalci popisují průběh děje a zároveň se vyjadřují k předchozím dvěma posudkům.

Z deformace nákladního vozidla znalci vyvodili, že přesah nárazu byl okolo 20 %. Nárazová rychlost vozidla A byla určena vzhledem k deformacím na vozidle jako 60 až 80 km/h, kdy právě spodní hranice tohoto rozsahu zůstala být vidět na zaseknutých palubních přístrojích. Je ale technicky přijatelné, že vozidlo mělo střetovou rychlost vyšší. Střetová rychlost nákladního automobilu byla určena z tachografového kotouče na 70 až 80 km/h, což koresponduje s výše uvedenými znaleckými posudky.

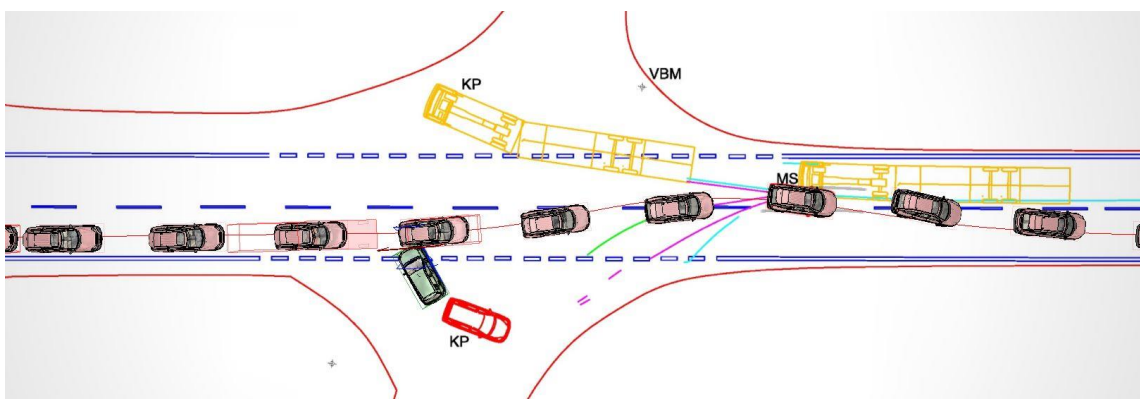
Znalci se zabývali dvěma variantami průběhu prvotního střetu mezi vozidly A a B, a to skutečností, kdy automobil B stál před křižovatkou, a skutečností, kdy do místa křižovatky vjel. Při variantě, kde automobil B stál před přerušovanou čarou, muselo vozidlo stát v její těsné blízkosti, aby nezasahovalo do konečné polohy vozidla A. Při této variantě by muselo vozidlo A opustit svůj jízdní pruh, nicméně tomuto nenasvědčovaly žádné stopy zachycené na policejní fotodokumentaci ani znalcem na místě. Simulace v programu Virtual Crash však prokázala, jak lze vidět na obrázku 42, že tento průběh DN byl technicky možný vzhledem k adhezním možnostem i technickým možnostem vozidel.



**Obrázek 42: Varianta, kdy vozidlo B nevjelo do prostoru křižovatk**

Jak znalecký posudek uvádí, první varianta je sice málo pravděpodobná, ale technicky přípustná, a to v situaci, kdy by automobil A v místě nárazu do předě automobilu B již prováděl vyhýbací manévr, a to takový, kdy by se automobil A pohyboval na hranici adheze, přičemž pokud se automobil A nacházel v situaci intenzivního brzdění, mohlo dojít ke smyku zadní nápravy, což by mohlo způsobit poškození pouze v oblasti pravé zadní nápravy.

Druhou variantou byla situace, kdy vozidlo B přerušovanou čáru značící hranici křižovatk přejelo a vjelo tedy do trajektorie vozidla A. V tomto případě se mohl automobil A pohybovat například uprostřed svého jízdního pruhu a vyhýbat se buď stojícímu, nebo dobrzdujícímu automobilu B, kde důvodem k poloze automobilu B mohla být vysoká rychlost před křižovatkou nebo nedostatečně odhadnutá vzdálenost potřebná k zastavení automobilu ještě před přerušovanou čarou. Tímto mohla být automobilu A vytvořena náhlá překážka v jízdě, a tedy nemohl zabránit následujícímu sledu událostí. Z prostředí Virtual Crash je tato varianta zobrazena na obrázku 43.



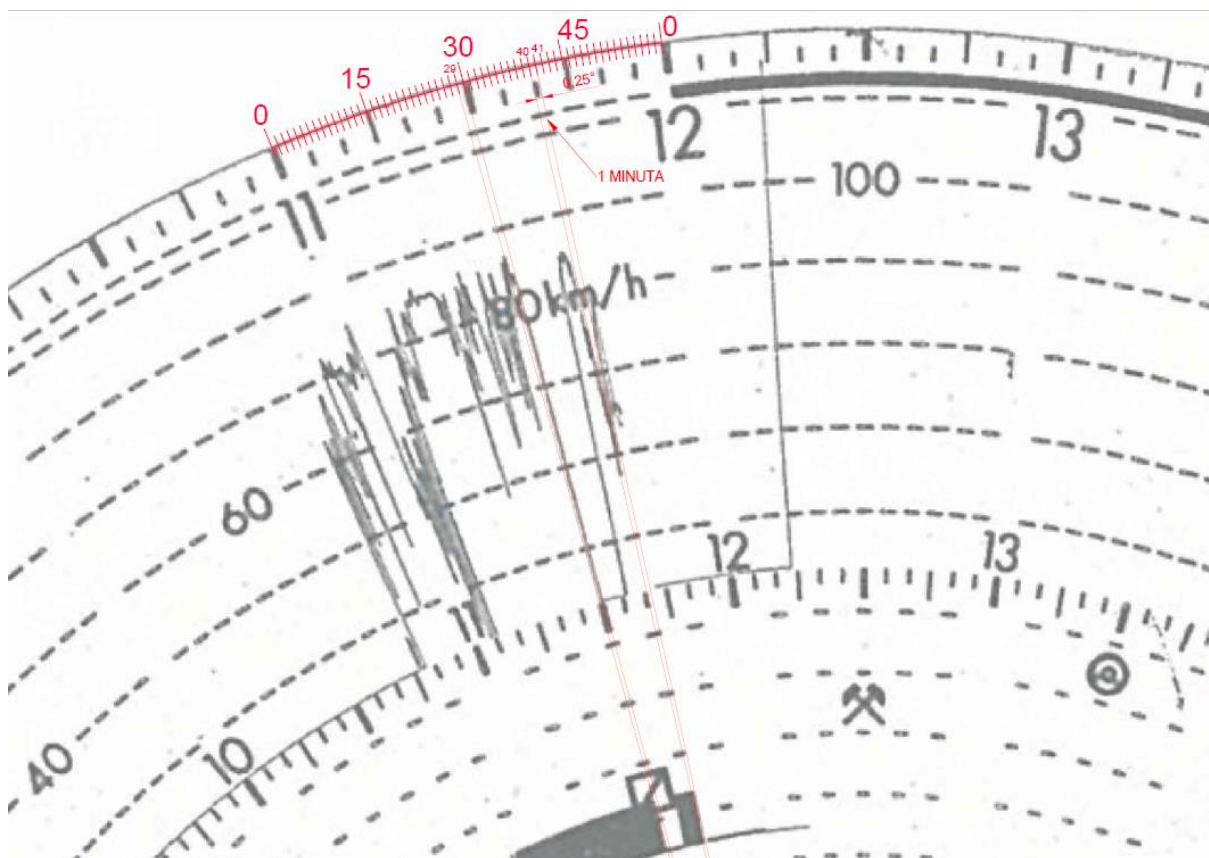
**Obrázek 43: Varianta, kdy vozidlo B vjelo do prostoru křižovatk**

Přestože nemusí být patrná důležitost údajů z tachografu nainstalovaného v nákladním vozidle, vzhledem k víceméně pasivní účasti jízdní soupravy na dopravní nehodě patří tento

údaj mezi klíčové pro řešení a simulování dopravní situace. Díky znalosti o předstřetové rychlosti alespoň jednoho z vozidel bylo možné podle deformací na vozidlech určit nárazovou rychlost vozidla A podle provedených nárazových zkoušek. Pokud by údaj z tachografu chyběl, bylo by nutné obě rychlosti odhadovat právě pouze na základě poškození vozidel a charakteru jízdních a dřecích stop na místě dopravní nehody. Toto by vedlo ke značnému znepečsnění jak časových, tak prostorových údajů v místě střetu i před ním. Jedinou informací o rychlostech vozidel by zůstávaly informace podané účastníky DN.

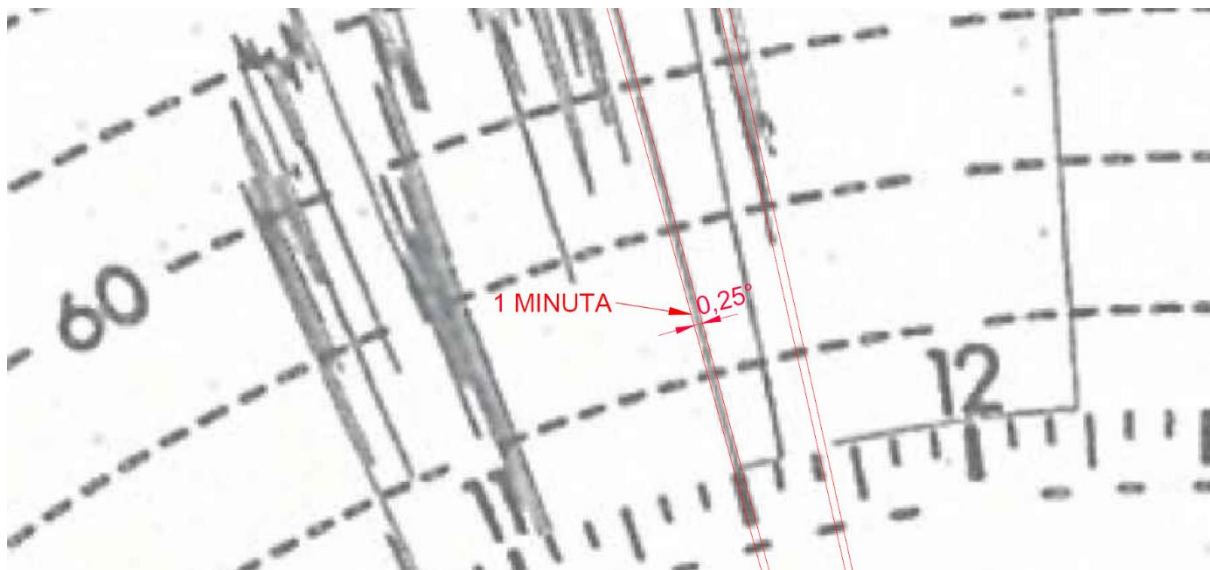
Na druhou stranu, pokud by bylo nákladní vozidlo vybaveno tachografem pozdější generace, např. digitálním nebo inteligentním, bylo by možné získat údaje přesnější než ty z pouhého odečtu z křivky vepsané do kotouče. Toto by vedlo k přesnějšímu určení nárazové rychlosti i lepšímu vysvětlení pohybu nákladního vozidla před samotným nehodovým dějem. Může se jednat například o dobu reakce nebo čas a velikost brzdění soupravy. Je známo, že souprava po střetu nezastavila hned, bylo by tedy ještě možné zjistit údaj o změně rychlosti, a tedy hybnosti soupravy po střetu s automobilem A přesněji než při odečtu z kotouče.

Analýzou kotouče tachografu získaného při této nehodové události bylo zjištěno, že údaje o rychlosti, a tedy pohybu vozidla lze získat pouze s přesností okolo 1 minuty. Na obrázku 44 je zobrazena časová osa pro jednu hodinu záznamu rozdělená na minutové sekvence. Je nutné si také uvědomit, v jak vysoké kvalitě je vůbec možné tyto kotouče získat. Znalec ve většině případů obdrží pouze scan kotouče z vozidla.



**Obrázek 44: Údaje zaznamenané z kotouče tachografu**

Na obrázku 45 je zobrazen detail ze záznamu, kde je znovu vidět minutová sekvence zápisu. Z tohoto detailu je patrné, že tloušťka čáry, tedy tloušťka pera, kterým je zápis proveden, neumožňuje přesnější čtení záznamu. Jedna minuta je pro řešení tak krátkého děje jako je ten nehodový příliš dlouhý časový úsek pro vyhodnocení náhlých změn rychlosti. Záznam z kotoučového tachografu je tedy nejlépe využitelný pro analýzu přednehodového děje, tedy pro rychlost, kterou se nákladní vozidlo pohybovalo před tím, než vůbec kritická situace mohla začít. Zároveň s touto časovou prodlevou není možné odhadovat nebo odměřit rychlost přesněji než na celé km/h.



Obrázek 45: Detailní výřez pro 1 minutu zázpisu

Záznam z digitálního tachografu je pro nehodový děj více vypovídající vzhledem k tomu, že rychlost vyčtenou pomocí speciálního softwaru lze získat s frekvencí 1 s. Je tedy možné získat i informace o náhlejších změnách rychlosti těsně před střetem.

### 7.3 Střet motocyklu a nákladního vozidla na dálnici

Další z dopravních nehod, kterou se tato práce zabývá, je dopravní nehoda nákladního vozidla (jízdní soupravy) a motocyklu při jízdě na dálnici. Nákladní vozidlo zde bylo vybaveno kouřovým záznamovým zařízením. Při této nehodě byl motocyklista těžce zraněn.

Dle protokolu o nehodě v silničním provozu se dopravní nehoda stala na přehledném, rovném a suchém úseku dálnice. V zázpisu je uvedeno, že řidič motocyklu nepřizpůsobil rychlost jízdy svým schopnostem, jízdu nezvládl a v levém pruhu narazil do zadní části návěsu nákladního automobilu před ním. Jelikož se DN udála na dálnici, nejvyšší dovolená rychlost byla i v tomto úseku 130 km/h.

Podle výpovědí účastníků a svědků předmětné dopravní nehody se událost stala tak, že motocykl jel v levém pruhu dálnice a rychlostí okolo 120 až 140 km/h předjížděl vozidlo v pruhu pravém. Nákladní automobil jedoucí v neznámé vzdálenosti před ním v pravém pruhu náhle započal předjížděcí manévr, přičemž znamení o změně směru jízdy dal až v momentě vybočování se svého jízdního pruhu. Řidič motocyklu na tento signál reagoval prudkým brzděním, nicméně nedokázal srážce zabránit a narazil do levé zadní části návěsu svou pravou stranou. Z výpovědí také vyplývá, že motocykl narazil do zadní části návěsu až poté, co se nákladní automobil zařadil do levého jízdního pruhu, tzn. po dokončení bočního

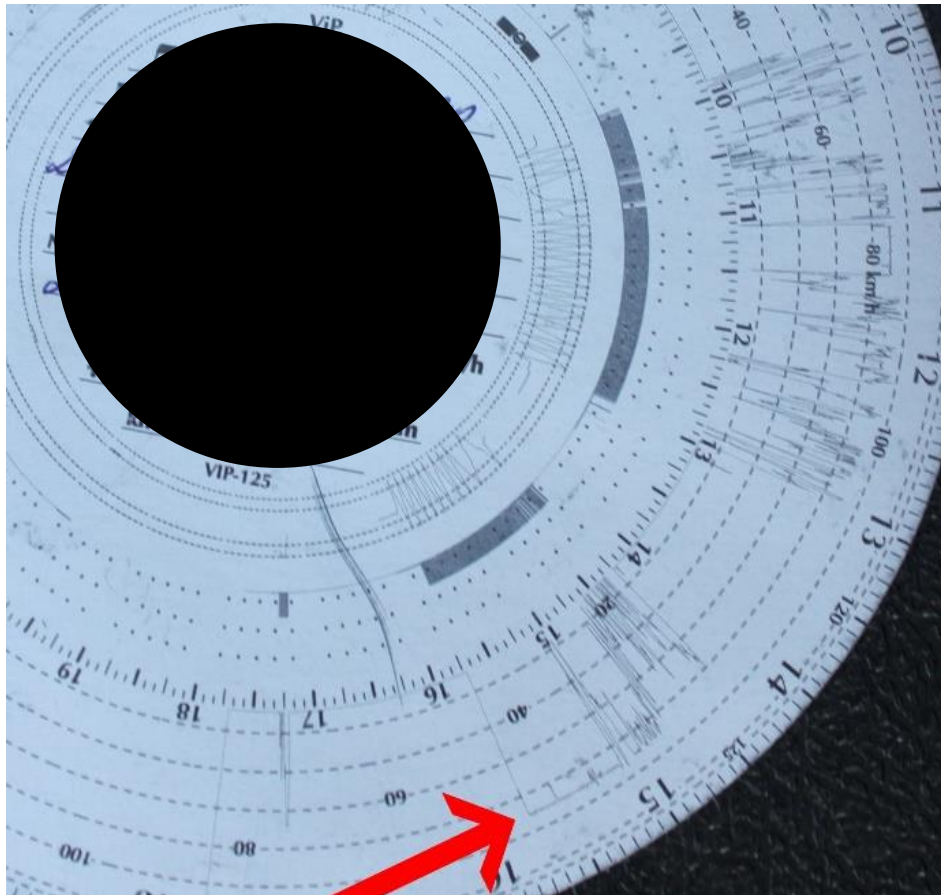


přemístění z pruhu pravého. Motocykl poté doklouzal do konečné polohy, která je vidět na obrázku 46.



**Obrázek 46: Poškození motocyklu, konečná poloha po DN**

Rychlost nákladního vozidla bylo možno zjistit odečtem z kotouče tachografu, tyto hodnoty lze odečíst na obrázku 47. Rychlost se před střetem pohybovala mírně přes 90 km/h. Z kotoučového záznamu nelze přesně určit například mírné zrychlování nebo zpomalení, jak již bylo zmíněno při analýze předešlé DN, tudíž bylo uvažováno, že při předjížděcím manévru nákladní automobil nezrychloval. Z tohoto typu záznamu je nutné provést co nejpřesnější odečet hodnot, nicméně jak bylo ukázáno v předchozím případě odečtu ze záznamového kotouče, změnu rychlosti má smysl uvažovat s frekvencí alespoň 1 minuta. Toto rozmezí je příliš dlouhé na posouzení změny rychlosti při bočním přemístění. Pokud by bylo vozidlo ale vybaveno novějším typem záznamového zařízení, tedy digitálním nebo inteligentním tachografem, bylo by možné rychlost při předjíždění určit přesněji.



**Obrázek 47: Výřez kotouče tachografu NV**

Při řešení této dopravní nehody byly vypracovány 4 znalecké posudky, z nichž jeden byl revizní.

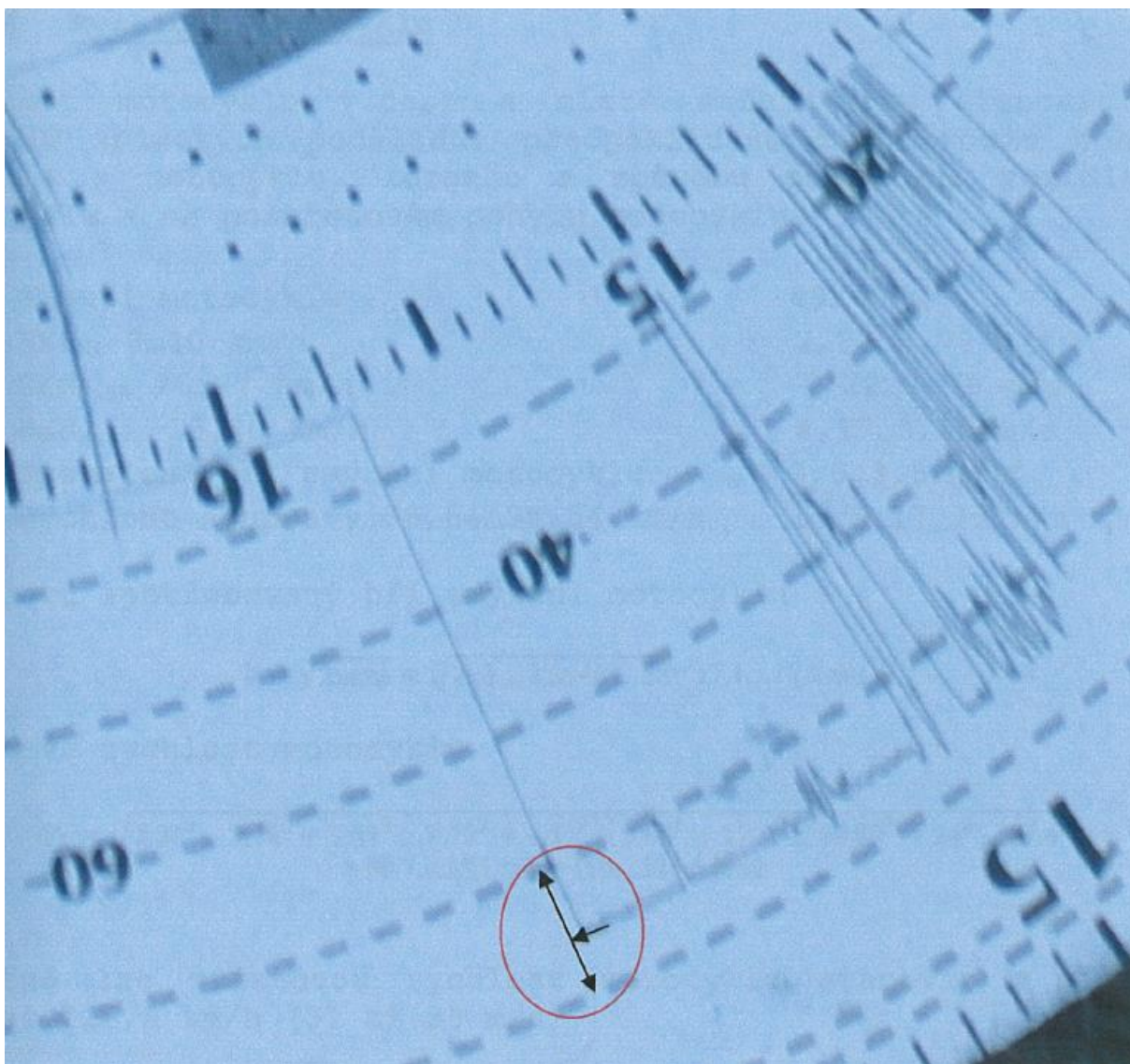
První znalecký posudek byl vypracován za pomoci počítačového softwaru PC-CRASH, zejména výpočet doby a vzdálenosti, kterou ujel nákladní automobil při bočním přemístění, a také výpočet přednehodové rychlosti motocyklu. Znalec uvádí, že je zjevné, že rychlost nákladního automobilu se pohybovala okolo 90 km/h, tedy využil údaje ze záznamového kotouče tachografu. Co se týče rychlosti motocyklu před událostí, výpočtem znalec ukazuje, že se pohybovala mezi 135 až 144 km/h. Řidič motocyklu tedy překročil nejvyšší dovolenou rychlost na úseku dálnice. Pokud by tomu tak nebylo, tedy pokud by motocykl nepřesáhl rychlost 130 km/h, musela být jeho reakce na vzniklou překážku zjevně zpomalená a nedostatečná.

Znalec také uvádí, že doba, po kterou nákladní automobil přejížděl mezi jízdními pruhy, byla 4,5–5,6 s a vzdálenost, kterou za tento čas ujel byla 115–140 m. Z brzdných, dřecích a smykových stop znalec určil i nárazovou rychlost motocyklu, a to na 99–122 km/h.

Druhý znalecký posudek byl vypracován za pomoci počítačového softwaru Virtual Crash a výpočtového softwaru určeného pro znalecké účely. Znalec se v posudku vyjádřil, že existují

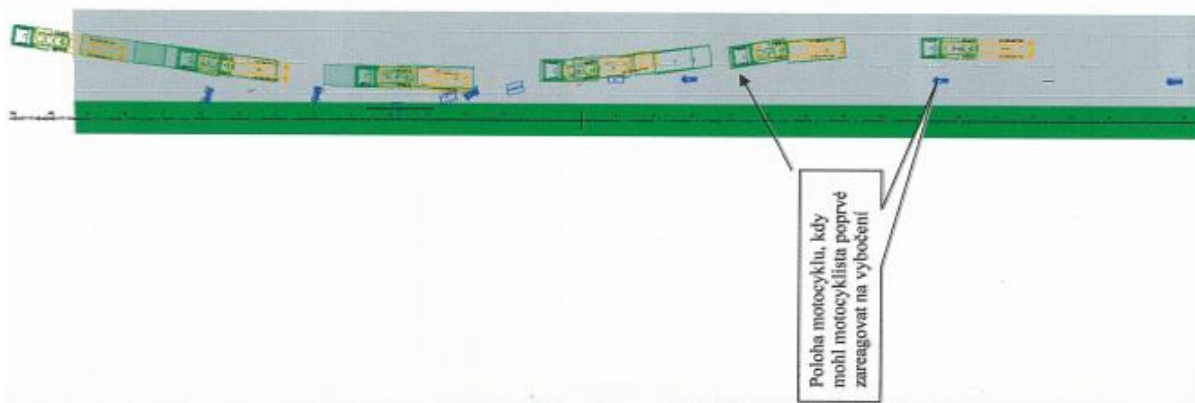
dvě varianty nehodového děje. První z variant je situace, kdy řidič soupravy náhle vybočil ze svého pruhu a tím vjel motocyklu do trajektorie tak, že motocykl narazil do zadní části soupravy. Druhou variantou je situace, kdy motocyklista vlivem vysoké rychlosti a opožděné reakce na pohyb soupravy nedokázal zabránit střetu a narazil do zadní části soupravy.

Pro výpočty rychlosti nákladní soupravy znalec využil tachografického záznamu a určil z něj nárazovou rychlost NV na 92,64 km/h, po výpočtu tolerance chyby záznamu určil rychlost v rozmezí 86,64 km/h až 98,64 km/h. Do posudku bylo vloženo i grafické znázornění zjištění rychlosti z kotoučového záznamu, které je zobrazeno na obrázku 48. Jak již bylo zmíněno výše, zjištění rychlosti s přesností na dvě desetinná místa z kotouče analogového tachografu není bez zjednodušení možné vzhledem k tloušťce čáry zápisu. Znalec neuvedl způsob změření této rychlosti do spisu, nelze tedy posoudit přesnost postupu tohoto výpočtu.



Obrázek 48: Způsob zjištění rychlosti z ATCO druhým znalcem

Znalec provedl simulaci situace, která je zobrazena na obrázku 49. V tomto případě je situace zobrazena tak, jak ji uvedl jeden ze svědků dopravní nehody, a to že motocykl se pohybuje uprostřed levého pruhu komunikace, nenalézá se před ním žádné vozidlo a zrychluje. Souprava náhle vybočuje z pravého pruhu. V okamžiku, kdy je motocyklista schopen posoudit vybočení soupravy jako hrozící nebezpečí, se motocykl nalézá 25 m za zádí soupravy a 1,4 s před střetem. Znalec dále uvádí, že reakční doba řidiče motocyklu se v tomto případě se pohybuje mezi 0,7 s a 1,1 s. Nárazovou rychlost motocyklu do zadní části soupravy určil znalec výpočty a simulací jako 126,7 km/h. Rychlost NV určil 88,8 km/h.



**Obrázek 49: Simulační plánec střetu motocyklu s NV**

Dobu, za kterou se souprava příčně přesunula z pravého do levého pruhu určil znalec jako 0,92–1,19 s. Dráha ujetá soupravou za tuto dobu byla vypočtena na 25–27 m.

Jako příčinu DN znalec uvedl, že řidič motocyklu nemohl střetu zabránit, vzhledem k poměru reakční doby a doby před střetem, kdy mohl poprvé spatřit soupravu při příčném přemístování. Přestože znalec zmínil dvě možné varianty sledu událostí, výpočty se zabývaly pouze výše uvedenou situací.

Třetí znalecký posudek byl zpracován s podporou počítačového softwaru Virtual Crash, kde bylo využito analýzy tzv. dopředného děje, tedy znalec upravuje vstupní parametry tak, aby konečná poloha odpovídala v co nejvyšší míře reálné konečné poloze vozidel po střetu. Místo střetu se podle znalce nacházelo 30 až 35 m před VBM, které se nacházelo 37 m od místa, kde se nacházela konečná poloha motocyklu.

Při posouzení pohybu a rychlosti soupravy znalec vyházel ze záznamu analogového tachografu. Tuto rychlost NV určil na 92 km/h, kdy technicky přijatelné rozmezí rychlosti určil jako 90–94 km/h. Pro výpočet doby a dráhy, po kterou souprava prováděla příčné přemístění, určil znalec hodnotu dostředivého zrychlení  $1,0 \text{ m/s}^2$ . Dobu, za kterou se souprava přemístila

příčně o 3,2 m vlevo určil znalec jako 6,3 s. Ujetá vzdálenost za tento čas byla vypočtena jako 160 m.

Zpětným výpočtem polohy soupravy i motocyklu bylo zjištěno, že v čase 2,8 s před střetem bylo možné zřetelně rozpoznat příčné přemísťování soupravy, tedy se jedná o čas, kdy mohl řidič motocyklu upozorovat jemu hrozící nebezpečí. V tomto čase se motocykl nacházel 103 m před místem střetu a mohl se pohybovat rychlostí v rozmezí 130–138 km/h. Ze svědeckých výpovědí vyplynulo, že motocyklista brzdil před střetem. Střetovou rychlost motocyklu určil znalec jako 120 km/h. Z výpočtů plyne, že pokud by řidič motocyklu adekvátně reagoval na situaci v čase, kdy mohl soupravu poprvé spatřit, a započal by intenzivní brzdění, musela být jeho rychlost v čase před započítáním brzdění 161 km/h.

K možnostem odvrácení střetu soupravou znalec uvedl, že řidič soupravy střetu mohl zabránit, pokud by vozidlo před sebou nepředjížděl, tedy neprováděl by příčné přemísťování do trajektorie motocyklu. Z technického hlediska řidiči ale nic nebránilo manévr provést, protože před započítáním předjíždění se motocykl pohyboval ve vzdálenosti 244 m za soupravou. Byl tedy v dostatečné vzdálenosti na to, aby pokud by se řidič pohyboval rychlostí 130 km/h, řidiče motocyklu pouze omezil, ne ohrozil.

K možnostem odvrácení střetu motocyklem znalec uvedl, že pokud by řidič motocyklu jel střetovou rychlostí 120 km/h, vůbec by nereagoval na vzniklou situaci. Pokud reagoval, jak je zjevné z výpovědí svědků nehody, musel se pohybovat rychlostí vyšší, než je nejvyšší dovolenou rychlostí, a to až o 31 km/h. Při rychlosti 130 km/h by řidič motocyklu byl schopen nehodě zabránit včasnou reakcí na vzniklou situaci a svoji rychlost by vyrovnal s rychlostí soupravy po ujetí 116 m.

K posouzení vzniku a průběhu nehody byl pořízen čtvrtý, revizní posudek. V revizním posudku se znalci vyjádřili k předcházejícím posudkům. Dále znalci uvedli, že se ve spisu jim doručeném nenacházel kotoučový záznam, pracovali tedy s fotografiemi pořízenými PČR, což výrazně snižuje míru přesnosti, se kterou je možné určit rychlost ze záznamu. Z fotografie, na obrázku 47, je zřejmé, že rychlost mírně přesáhla 90 km/h, byla tedy uvažována rychlost 92 km/h, kterou vyjádřili znalci v předcházejících posudcích.

Na základě odborné literatury a praktických zkoušek znalci uvedli, že možné dostředné zrychlení soupravy při příčném přemísťování dosahuje hodnot 0,8 – 1,5 m/s<sup>2</sup>. Doba, za kterou lze tedy tento manévr provést, se pohybuje v rozmezí 6,82 – 4,98 s. Vzhledem k tomu, že před střetem nákladní vozidlo nebylo schopno dokončit druhý oblouk při předjížděcím manévru, tedy se plně nesrovnalo v levém jízdním pruhu, bylo z času provedení celého manévru

odečteno přibližně 18 %. Čas, kdy tedy mohl motocyklista spatřit jemu hrozící nebezpečí, vybočující nákladní soupravu, byl 3,34 – 2,44 s.

Výpočty byla zjištěna nárazová rychlost motocyklu v rozmezí 106 – 116 km/h. Za předpokladu, že řidič motocyklu před střetem brzdil, byla jeho počáteční rychlost vypočtena na 141,1 – 156,5 km/h. Do výpočtů byly zahrnuty dvě možné doby pro náběh brzdného účinku, a to 0,4 / 0,7 s a reakční doba 0,69 – 1,34 s.

Provedením výpočtů dalších možných variant události bylo zjištěno, že pokud řidič motocyklu mohl poprvé spatřit předjížděcí manévr soupravy v čase 3,34 s, pak řidič soupravy neměl možnost střetu zabránit, protože z jeho pohledu mu nic nebránilo provést předjížděcí manévr a v zásadě nemohl předpokládat, že se za ním jedoucí motocykl bude pohybovat vyšší rychlostí než 130 km/h nebo že bude mít opožděnou reakci na situaci.

Pokud by se ale čas prvního spatření rovnal hodnotě 2,44 s, motocykl by se pohyboval před střetem rychlostí nejvýše 132,2 km/h. V tomto případě by ani včasnou reakcí nebyl schopen střetu zabránit a snížit tedy svou rychlost na rychlost soupravy nebo nižší. V tomto případě řidič soupravy neměl započít předjížděcí manévr, protože nedokázal zaručit, že manévrem neohrozí jiné účastníky silničního provozu.

Závěrem je nutné zmínit, že znalecký posudek označený jako „druhý“ byl pro technickou nepřijatelnost vyloučen ze soudního řízení. Na tomto faktu se shodli všichni ostatní znalci. Bylo tak určeno z důvodu extrémní hodnoty dostředivého zrychlení použitého znalcem pro výpočet příčného přemístění soupravy, kdy při pohybu tímto zrychlením by se souprava jistě převrátila.

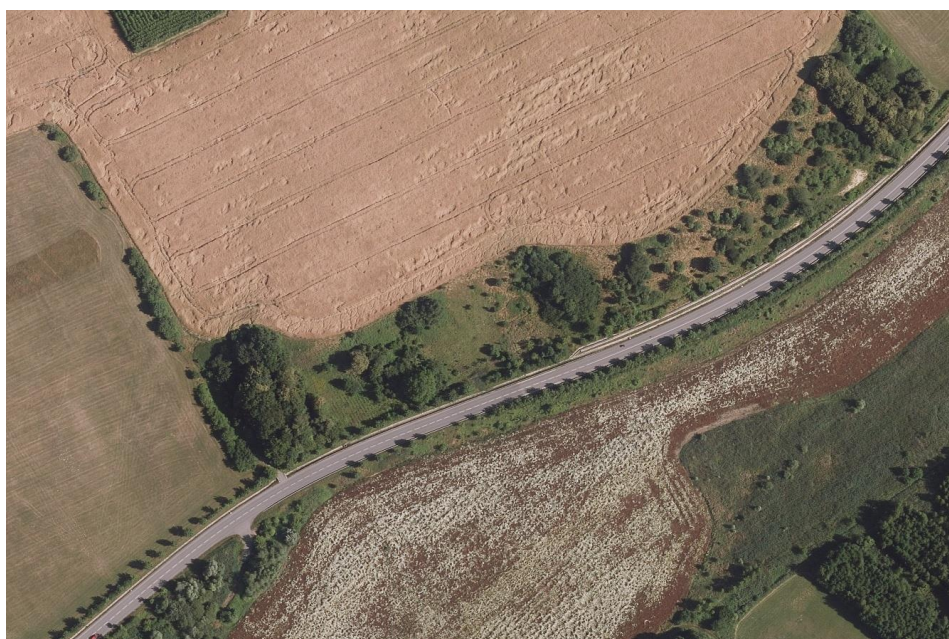
Co se týče využití údajů z tachografu pro posouzení rychlosti nákladní soupravy, těch bylo využito ve všech zmíněných znaleckých posudcích. Lišila se pouze míra přesnosti, se kterou znalci byli schopni vyčíst údaj o rychlosti. Z provedené analýzy možnosti výčtu co nejpřesnějších údajů o rychlosti však vyplývá, že rychlost nelze vyčíst v kratším časovém úseku, než je 1 minuta, a tedy zjištění okamžité rychlosti je možné pouze přibližně. Zejména v posudku označeném jako „druhý“ nelze považovat rychlost uvedenou na dvě desetinná místa jako technicky přijatelnou.

Při analýze pohybu vozidla ve znalecké praxi je jedním z nejdůležitějších faktorů znalost časové délky provedeného analyzovaného manévru. Pro tento údaj jsou ale data z DT nedostačující z hlediska míry přesnosti měřené rychlosti i z hlediska frekvence zápisu údajů do paměti. Změnou v tomto odvětví a určitou pomocí znalcům při řešení dopravních nehod, by mohlo být zavedení EDR do nákladních automobilů, jak je tomu teď v automobilech osobních. Díky EDR modulu lze vyčíst zpětně až 5 s jízdy před nárazem. Je možné získat údaje o rychlosti, zrychlení, změně rychlosti a času mezi různými událostmi při nehodovém ději. Je

možné získat i úhel natočení volantu, zdali byla zapnutá brzda a údaje o využití motorové brzdy, údaje o kumulativní změny rychlosti podél boční nebo podélné osy vozidla. Zároveň zjišťuje informace o funkci dalších počítačových systému nebo stav bezpečnostního pásu.

## 7.4 Střet nákladního a osobního automobilu na silnici II. třídy

Podle protokolu o nehodě v silničním provozu došlo k dopravní nehodě na silnici II. třídy na přímém úseku po projetí pravotočivou zatáčkou. Při této DN začal osobní automobil A předjíždět kolonu před ním jedoucích vozidel, přestože v protisměrném jízdním pruhu jel osobní automobil B, kde se jízdou vozidla A cítil řidič vozidla B ohrožen, a na situaci reagoval tak, že začal brzdit, čímž na mokré vozovce uvedl vozidlo do smyku, přešel do levého jízdního pruhu, kde levou přední částí vozidla narazil na levou přední část protijedoucího nákladního vozidla. Řidič vozidla A se ještě před střetem stihl zařadit za nákladní vozidlo, které jelo v koloně první. Prostorové uspořádání komunikace v okolí místa DN je zobrazeno na obrázku 50.



Obrázek 50: Prostorové uspořádání v okolí místa DN, ortofoto

Při střetu došlo k těžkým zraněním řidiče vozidla B a rozsáhlým hmotným škodám. V čase DN bylo deštivo, tedy byly snižené adhezní podmínky i viditelnost. Přiblížení okolních podmínek a konečného postavení vozidel po DN je zobrazeno na obrázku 51. Je zde vidět i povrch vozovky celý pokrytý vodním filmem.



**Obrázek 51: Konečné postavení vozidel po DN**

Dle výpovědi účastníků a svědků dopravní nehody začalo vozidlo A předjíždět kolonu vozidel jedoucích za nákladním automobilem, která se pohybovala přibližnou rychlostí 80 km/h. Kolonu tvořilo přibližně 7 – 8 vozidel.

Při řešení dopravní nehody byl zpracován jeden znalecký posudek, jedno odborné vyjádření a poté revizní znalecký posudek. Pro účely této práce byl zpracován revizní posudek.

Z výpovědi řidiče vozidla A vyplývá, že začal předjíždět kolonu šesti osobních vozidel, před kterými jelo nákladní vozidlo. Dále se vyjádřil, že když započal předjížděcí manévr, nejelo v protisměru žádné vozidlo. Když předjel všechna osobní vozidla a byl přední částí na úrovni zadní části nákladního vozidla, vyjelo v protisměru ze zatáčky vozidlo B, které začalo prudce brzdit, proto se zařadil za nákladní vozidlo a následně viděl, jak nákladní vozidlo jede k pravému okraji komunikace, a poté došlo k nárazu protijedoucího červeného vozidla do přední části před ním jedoucího nákladního vozidla. Vozidlo B bylo po střetu odhozeno zpět do levého jízdního pruhu a nákladní vozidlo přešlo do protisměru. Zároveň se řidič nedokázal vyjádřit ke své rychlosti před započátkem předjíždění, ani v jeho průběhu.

Řidič vozidla B se k situaci vyjádřil tak, že po projetí pravotočivé zatáčky uviděl v protisměru vozidlo A, které předjíždělo vozidla v koloně. Přestože přibrzdil a myslel si, že se vozidlo A zařadí při zaregistrování vozidla B v protisměru, řidič vozidla A však stále pokračoval v předjíždění. Tímto jednáním se cítil řidič vozidla B ohrožený, a proto prudce sešlápl brzdový



pedál. Po sešlápnutí brzdového pedálu se vozidlo stalo neovladatelným, přešel do protisměru, kde se střetl s protijedoucím nákladním vozidlem.

Výpovědi dalších účastníků a svědků DN, stejně jako výpovědi řidiče vozidla A, se v průběhu řešení DN měnila. Z tohoto důvodu bylo technicky nepřijatelné se o tyto subjektivní důkazy opírat při analýze průběhu pohybů všech tří vozidel.

Nákladní automobil byl vybaven digitálním tachografem. Pomocí vyčtení údajů z tohoto typu tachografu kontrolní kartou bylo možné získat průběh rychlosti nákladního vozidla. Bylo tedy možné určit přesnou rychlost, kterou se kolona vozidel pohybovala. Tento výpis je zobrazen na obrázku 52.

<b>Detailní výpis rychlosti vozidla</b>																														
Vozidlo:	[REDACTED]																													
Stát:	Česká rep.																													
<input type="checkbox"/> Upravit výběr	od 13.5.2016 11:38														do 13.5.2016 12:00															
Interval kontroly:	od 13.5.2016 11:38 do 13.5.2016 12:00														Výkaz v LOKÁLNÍM čase															
datum	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
13.5.2016 11:38	45	->	46	48	->	->	50	52	->	51	52	->	->	49	->	->	->	48	49	->	48	46	45	->	->	44	46	48	49	50
	51	53	54	53	->	->	->	54	53	->	52	53	54	56	59	61	64	66	67	66	68	69	->	70	71	72	->	73	74	73
13.5.2016 11:39	->	->	->	74	73	->	->	->	->	->	->	72	->	->	->	71	70	->	->	68	69	->	->	->	->	70	->	68	67	66
	65	63	62	60	59	57	56	55	54	52	51	49	48	46	->	45	44	43	44	43	45	->	44	->	45	->	46	48	->	->
13.5.2016 11:40	49	->	->	48	->	->	->	49	->	50	->	51	52	54	57	60	62	65	67	70	72	74	->	->	75	->	->	76	77	
	->	->	78	->	76	73	71	69	->	->	->	70	->	71	70	71	69	?	?	?	?	51	47	36	10	9	0	->	->	->
13.5.2016 11:41	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->
	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->

Obrázek 52: Detailní výpis rychlosti NA před nehodou

Z tohoto záznamu je vidět, že po projetí obce, kde se řidič pohyboval rychlostí okolo 49 km/h, plynule zrychloval až na maximální dosaženou rychlost 78 km/h, která byla dosažena přibližně 16 s před nárazem vozidla B. Ze záznamu dále vyplývá, že vteřinu před nárazem se NA pohyboval rychlostí 69 km/h. Poté jsou na záznamu vidět tři sekundy, kdy nebyl tachograf schopen zaznamenat hodnotu. Dle autorizovaného servisu i školení výrobce a distributora je tato neschopnost zaznamenat údaj nejpravděpodobněji způsobena právě nárazem, kdy mohlo dojít buď k částečnému poškození CAN kabeláže od snímače otáček, například ohnutím nebo skřípnutím, nebo odpojením a následným znovupřipojením napájení jednotky ve vozidle, kdy právě po tyto tři sekundy nebyl tachograf napájen, ale po vrácení zpět do normálu nedokázal doplnit zbývající informace o jízdě. Dalším rychlostním údajem v záznamu je hodnota 51 km/h, což je hodnota, ze které nákladní vozidlo již po nárazu brzdilo do úplného zastavení. Výpočtem bylo zjištěno, že po střetu brzdil nákladní automobil se zpomalením  $2,83 \text{ m/s}^2$ , tedy polovičním zpomalením, než je hodnota možná pro mokry povrch.

Pohyb vozidla B lze přiblížit pomocí analýzy zpětného odvíjení děje, nicméně vzhledem k absenci stop na PK není možné tyto údaje dostatečně zpřesnit. Nárazová rychlost vozidla B

byla určena na 35 – 65 km/h, pokud by jeho původní rychlost byla v rozmezí od 80 do 90 km/h. Doba trvání reakce řidiče a následného brzdění a smyku se pohybovala mezi 2 a 3 s, za které se dokázal i přesunout z levého do pravého jízdního pruhu. Co se týče ujeté vzdálenosti za tento čas, byla vypočtena na 40 – 50 m.

Rychlost vozidla A byla vzhledem k absenci kontaktu mezi ním a jiným účastníkem a k absenci jiných okolností nebo důkazů na 70 – 90 km/h. Tedy logicky rychlost vyšší než nákladní automobil, který předjížděl, ale maximálně nejvyšší povolená rychlost v místě.

Dále znalci uvedli, že z technického hlediska není pochyb o tom, že řidič automobilu B reagoval na vzniklou situaci, kde viděl protijedoucí automobil A, jak se pohybuje v protisměrném jízdním pruhu. Pokud by se totiž v jízdním pruhu automobilu B žádné protijedoucí vozidlo předjíždějící právě další vozidla nenacházelo, neměl by řidič automobilu B důvod započít intenzivní brzdění a tím se dostat do smyku, který následně vyústil ve střet s nákladním vozidlem.

Při řešení této konkrétní DN byla data z tachografu téměř nepostradatelným objektivním podkladem vzhledem k nedostatku fyzických stop a rozcházejícím se výpovědím. Pokud by například tachograf ve vozidle byl analogový, rozhodně by nebylo možné určit přesněji rychlost kolony vozidel, která byla předjížděna, ani nárazovou rychlost NA nebo zpomalení, kterým se pohyboval. Odhad místa střetu by byl značně nepřesný a zakládal by se z větší části na subjektivních podkladech a zpětné analýzy pohybu vozidla B.

Stejně jako u předchozí analyzované dopravní nehody by ještě více řešení usnadnila EDR data, pokud by byla získatelná nejen z nákladního vozidla, ale i vozidel osobních.

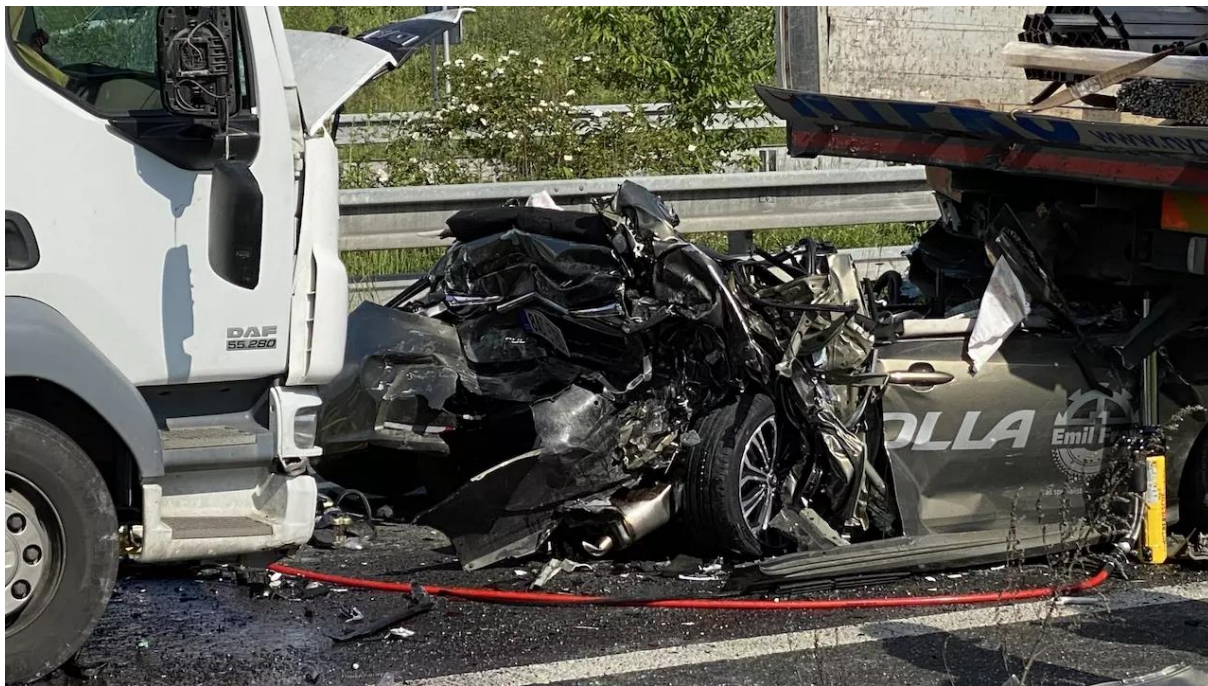
## **7.5 Střet dvou nákladních vozidel a jednoho osobního na dálnici**

Poslední analyzovanou dopravní nehodou je střet dvou nákladních vozidel a jednoho osobního. Dopravní nehoda se udála na úseku Pražského okruhu. Osobní vozidlo bylo vybaveno systémem eCall, tedy záchranné složky byly o události informovány neprodleně. Zároveň bylo vozidlo vybavené EDR jednotkou, bylo tedy možné zjistit průběh pohybu tohoto osobního vozidla. Obě nákladní vozidla byla vybavena digitálním tachografem.

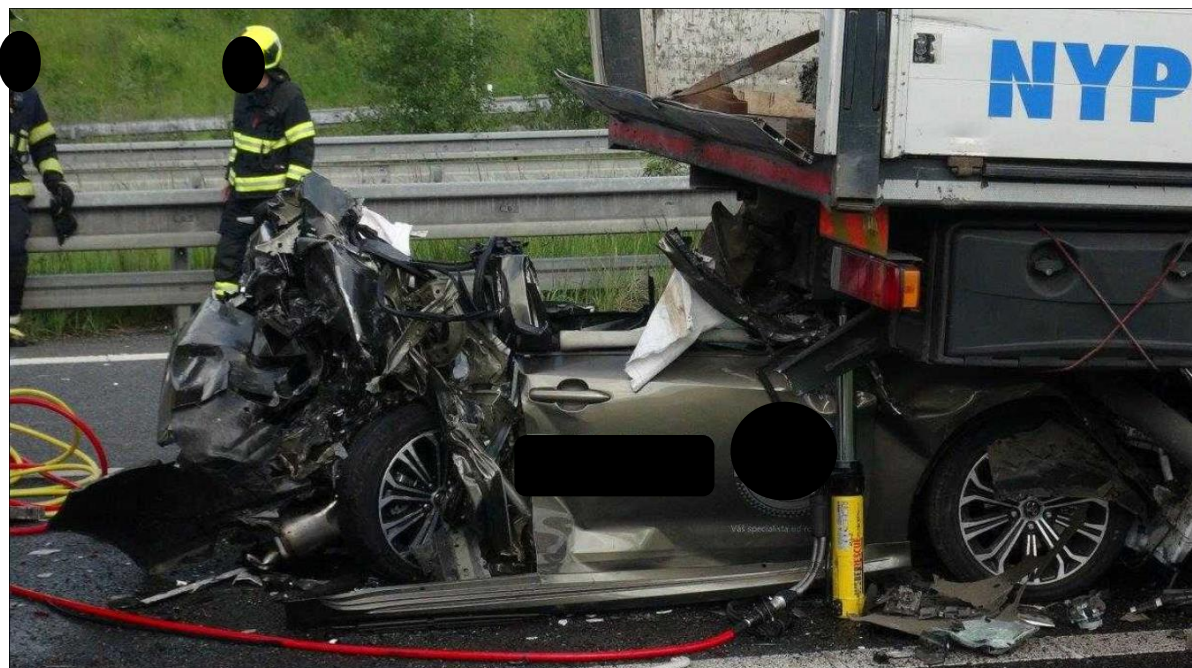
Jak je patrné z obrázku 53, osobní automobil se dostal mezi dva nákladní automobily, kde NA před OA označíme jako vozidlo A a NA za OA jako vozidlo B. Dopravní nehoda se s největší pravděpodobností udála tak, že osobní vozidlo jelo, nebo se zařadilo, za vozidlo A a vozidlo B nebylo schopno zabrzdit v dostatečné vzdálenosti za ním, když začalo vozidlo A brzdit.

Vozidlo B tedy urychlilo nárazem osobní automobil, který vrazil do vozidla A. Vzhledem k váhovému rozdílu, tedy rozdílu hybností všech tří účastníků, zůstalo osobní vozidlo slisované mezi oběma nákladními. Poničenou karoserii osobního vozidla a jeho zaklínění pod jeden z NA je vidět na obrázku 54. [15][16]

Při DN utrpěl jeden z posádky osobního automobilu těžká zranění.



Obrázek 53: Pohled na vzájemnou polohu OA a NA [15]



Obrázek 54: Detailní pohled poškození OA [16]

Analýzou zaznamenaných pohybů všech tří vozidel je možné zrekonstruovat konsekvenční průběh pohybů všech vozidel.

Ze záznamu digitálního tachografu vozidla B, který je zobrazen na obrázku 55, je vidět, že se vozidlo po dobu přibližně 1 minuty před střetem pohybovalo rychlostí okolo 85–90 km/h, je tedy zřejmé, že překračoval rychlostní limit pro vozidla o vyšší hmotnosti než je 3500 kg. Zároveň je možné konstatovat, že před střetem buď nebrzdil, nebo započal brzdění až těsně před střetem. Na vyznačené části výpisu je vidět rychlostní skok z hodnoty 85 km/h na 20 km/h. S největší pravděpodobností je tento pokles způsoben zbrzděním NA při nárazu do osobního automobilu. Pravděpodobná nárazová rychlost byla 85 km/h. Následný pohyb rychlostí 20 km/h měl za následek to, že osobní automobil byl vtlačen do nákladního vozidla A.

08.06.2020 7:36	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	85	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	86	->	->	->	->	->	->				
	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	78	77	76	74	72	70					
08.06.2020 7:37	66	62	60	58	57	55	52	49	46	45	42	41	38	36	34	33	32	31	32	->	33	35	37	39	41	42	44	45	47	49															
	51	53	55	58	60	->	->	61	62	63	64	65	66	67	69	70	71	72	73	74	76	77	78	->	79	80	->	81	->	82															
08.06.2020 7:38	->	->	->	83	84	85	86	87	->	88	89	->	->	90	->	91	->	->	->	->	90	89	->	->	88	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->
	->	87	->	->	->	86	->	->	->	85	20	5	1	0	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->

**Obrázek 55: Pohyb nákladního vozidla B 3 min před střetem**

Průběh rychlosti vozidla A dle digitálního tachografu je zobrazen na obrázku 56. Ze záznamu je vidět, že nákladní automobil přibližně 32 s zpomaloval z původní rychlosti okolo 74 km/h na rychlost 12 km/h. Na dalším záznamu zapsaném o 1 s později je hodnota rychlosti 21 km/h. Tento nárůst je způsoben právě popsáním vtlačení osobního vozidla do nákladního před sebou. Urychlením osobního vozidla a jeho následným nárazem se tedy zvýšila rychlost nákladního vozidla o 9 km/h. Zároveň lze předpokládat, že řidič vozidla A před střetem stále brzdil. Vlivem rozdílu hybností všech tří vozidel, zejména porovnání hybnosti osobního automobilu a nákladních vozidel, je zřejmé, že prostřední vozidlo muselo zůstat zaklíněno, až slisováno, mezi dvěma krajními.

08.06.2020 7:36	56	54	53	->	54	55	56	57	->	58	59	60	61	->	62	63	->	62	->	63	->	64	->	65	66	->	68	->	69	->																		
	70	->	71	->	->	72	->	->	73	->	->	74	->	->	->	->	->	->	73	->	->	->	->	->	74	73	72	71	70	69	68																	
08.06.2020 7:37	67	->	66	65	62	59	56	54	53	51	50	47	44	41	35	31	28	26	23	21	19	18	17	16	14	12	21	4	1	0																		
	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->	->

**Obrázek 56: Pohyb nákladního vozidla A 2 min před střetem**

Zároveň je nutné upozornit na rozdíl v UTC času obou tachografů. Rozdíl mezi DT vozidel A a B činí až 14 s. Dle metrologických požadavků na nejvyšší dovolené chyby je povolen rozdíl od UTC času maximálně  $\pm 2$  s za 24 h. [7][12]

Pohyb osobního vozidla lze přiblížit z vyčtených EDR dat. Na obrázku 57 je vyznačena maximální změna rychlosti dosažená při nárazu vozidla B do osobního vozidla. Tento náraz jednotka v osobním vozidle označila za zadní náraz, což koresponduje s vysvětlením, že jako

první narazilo vozidlo B do osobního vozidla před ním. Z tohoto záznamu je vidět, že osobní vozidlo bylo nárazem urychleno o více než 58 km/h.

#### Longitudinal/Lateral Crash Pulse (6th Prior Event, TRG 2)

Recording Status , Time Series Data	Complete
Power Supply Status at the time of Max. Delta-V	ON
Maximum Delta-V, Longitudinal (MPH [km/h])	36.6 [58.9]
Time, Maximum Delta-V, Longitudinal (msec)	105.0
Clipping Time, Longitudinal Delta-V (msec)	No
Clipping Time, Lateral Delta-V (msec)	No
Length of Delta-V (msec)	140

Obrázek 57: Zobrazení maximální změny rychlosti při nárazu vozidla B

Na obrázku 58 je zobrazen průběh rychlosti 5 s před střetem s automobilem B.

#### Pre-Crash Data -5 to 0 Seconds (6th Prior Event, TRG 2) - Table 1 of 4

Time (sec)	Vehicle Speed (MPH [km/h])	Accelerator Pedal, % Full (%)	Percentage of Engine Throttle (%)	Fuel Injection Quantity (mm <sup>3</sup> /st)	Engine RPM (RPM)	Motor RPM (RPM)	Service Brake, ON/OFF
-4.90	13.7 [22]	0.0	0.0	Invalid	800	Invalid	ON
-4.40	12.4 [20]	0.0	0.0	Invalid	800	Invalid	ON
-3.90	11.8 [19]	0.0	0.0	Invalid	800	Invalid	ON
-3.40	11.8 [19]	0.0	0.0	Invalid	800	Invalid	ON
-2.90	11.2 [18]	0.0	0.0	Invalid	800	Invalid	ON
-2.40	10.6 [17]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	ON
-1.90	10.6 [17]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	OFF
-1.40	9.9 [16]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	ON
-0.90	9.3 [15]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	ON
-0.40	8.1 [13]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	ON
TRG(0)	8.1 [13]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	ON

Obrázek 58: Průběh zpomalování osobního vozidla před nárazem vozidla B

Ze záznamu rychlosti, která je na prvním místě udávána v mph, v hranatých závorkách potom v km/h, je zřejmé, že osobní automobil plynule zpomaloval, pravděpodobně v reakci na zpomalování vozidla A před ním. Zároveň je ze záznamu o funkci brzdy zřejmé, že vozidlo bylo brzděno. Na obrázku 59 je znázorněno, že vozidlo během brzdění neměnilo směr jízdy.

#### Pre-Crash Data -5 to 0 Seconds (6th Prior Event, TRG 2) - Table 2 of 4

Time (sec)	ABS Control Status	BOS Control Status	Brake Oil Pressure (Mpa)	Longitudinal Acceleration, VSC Sensor (m/s <sup>2</sup> )	Yaw Rate (deg/s)	Steering Input (degrees)	Shift Position
-4.90	OFF	OFF	0.62	-1.148	0.00	1.5	Undetermined
-4.40	OFF	OFF	0.62	-1.077	0.00	1.5	Undetermined
-3.90	OFF	OFF	0.24	-0.431	0.00	1.5	Undetermined
-3.40	OFF	OFF	0.24	-0.431	0.00	1.5	Undetermined
-2.90	OFF	OFF	0.24	-0.431	0.00	1.5	Undetermined
-2.40	OFF	OFF	0.24	-0.431	0.00	1.5	Undetermined
-1.90	OFF	OFF	0.00	-0.144	0.00	1.5	Undetermined
-1.40	OFF	OFF	0.34	-0.718	0.00	1.5	Undetermined
-0.90	OFF	OFF	0.48	-0.861	0.00	1.5	Undetermined
-0.40	OFF	OFF	0.10	-0.287	0.00	1.5	Undetermined
TRG(0)	OFF	OFF	1.15	8.973	-0.98	0.0	Undetermined

Obrázek 59: Zaznamenaná data vozidla 5 s před nárazem vozidla B

Ze záznamu z digitálního tachografu vozidla A je patrná hodnota 12 km/h jako poslední údaj o rychlosti před střetem. Ze záznamu osobního vozidla je vidět, že se pohybovalo rychlostí 13 km/h.

Druhý záznam o průběhu rychlosti, který trigger v osobním vozidle spustil, je zobrazen na obrázku 60. Tato událost byla jednotkou zaznamenána 434 ms po spuštění triggeru 2. Vzhledem k tak krátkému časovému rozestupu je průběh rychlosti v části záznamu shodný se záznamem předchozím. Tato událost byla jednotkou vyhodnocena jako přední náraz, jedná se tedy o moment, kdy osobní vozidlo narazilo do vozidla A před ním.

**Pre-Crash Data -5 to 0 Seconds (5th Prior Event, TRG 3) - Table 1 of 4**

Time (sec)	Vehicle Speed (MPH [km/h])	Accelerator Pedal, % Full (%)	Percentage of Engine Throttle (%)	Fuel Injection Quantity (mm <sup>3</sup> /st)	Engine RPM (RPM)	Motor RPM (RPM)	Service Brake, ON/OFF
-4.85	12.4 [20]	0.0	0.0	Invalid	800	Invalid	ON
-4.35	11.8 [19]	0.0	0.0	Invalid	800	Invalid	ON
-3.85	11.8 [19]	0.0	0.0	Invalid	800	Invalid	ON
-3.35	11.2 [18]	0.0	0.0	Invalid	800	Invalid	ON
-2.85	10.6 [17]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	ON
-2.35	10.6 [17]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	OFF
-1.85	9.9 [16]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	ON
-1.35	9.3 [15]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	ON
-0.85	8.1 [13]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	ON
-0.35	28.0 [45]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	OFF
TRG(0)	41.0 [66]	0.0	0.0	Invalid	500	Invalid	OFF

**Obrázek 60: Průběh zpomalování OA a nárazu vozidla B, urychlení OA**

V tomto záznamu je znovu vidět průběh zpomalování osobního vozidla. Nicméně pohyb OA je razantně změněn v čase 0,85 sekund před spuštěním triggeru. Vozidlo je rázem urychleno na 45 km/h, o 0,35 sekundy později již dosáhlo rychlosti 66 km/h. Tento ráz vzniknul zadním nárazem vozidla B a vzhledem k masivnímu rozdílu hmotností obou vozidel došlo k urychlení o více než 58 km/h.

Poslední záznam triggeru důležitý pro analýzu tohoto nehodového děje je zobrazen na obrázku 61. Tato událost byla zaznamenána o 109 ms později než předchozí. Jednotka vyhodnotila tento náraz, stejně jako předchozí událost, jako přední náraz. Přesněji byl záznam spuštěn v momentě, kdy bylo osobní vozidlo vtlačeno do vozidla A před ním vozidlem B. Z naměřených hodnot je patrné zpomalení osobního vozidla za 0,1 s o přibližně 10 km/h způsobené prvním předním nárazem.

**Pre-Crash Data -5 to 0 Seconds (3rd Prior Event, TRG 6) - Table 1 of 4**

Time (sec)	Vehicle Speed (MPH [km/h])	Accelerator Pedal, % Full (%)	Percentage of Engine Throttle (%)	Fuel Injection Quantity (mm <sup>3</sup> /st)	Engine RPM (RPM)	Motor RPM (RPM)	Service Brake, ON/OFF
-5.00	12.4 [20]	0.0	0.0	Invalid	800	Invalid	ON
-4.50	11.8 [19]	0.0	0.0	Invalid	800	Invalid	ON
-4.00	11.8 [19]	0.0	0.0	Invalid	800	Invalid	ON
-3.50	11.2 [18]	0.0	0.0	Invalid	800	Invalid	ON
-3.00	10.6 [17]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	ON
-2.50	10.6 [17]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	OFF
-2.00	9.9 [16]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	ON
-1.50	9.3 [15]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	ON
-1.00	8.1 [13]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	ON
-0.50	28.0 [45]	0.0	0.0	Invalid	700	Invalid	OFF
TRG(0)	34.8 [56]	0.0	1.5	Invalid	Invalid	Invalid	OFF

**Obrázek 61: Průběh nárazu osobního vozidla do vozidla A**

Z analýzy této dopravní nehody vyplývá, že pokud jsou všechna vozidla vybavena alespoň některým typem záznamového zařízení, lze poměrně přesně popsat průběh jednotlivých dějů. Pro přesnější analýzu tohoto nebo jakéhokoliv jiného nehodového děje by bylo přínosem osazení nákladních vozidel záznamovou jednotkou EDR. V tomto konkrétním případě by bylo například výhodou znát údaje o využití, nebo případném nevyužití brzdy nákladním vozidlem B. Přestože z tachografového záznamu vyplynulo, že se rychlost vozidla B neměnila, nelze z něj vyčíst, zdali vozidlo B nezačalo brzdit těsně před střetem.

Co se týče přínosu tachografových záznamů v tomto konkrétním případě, je fakt, že zařízení byla digitální, důležitým faktorem. Pokud by byla vozidla vybavena tachografem analogovým, nebylo by možné provést analýzu průběhu rychlosti dostatečně přesně v porovnání s přesností záznamu EDR jednotkou.

## 8 Zhodnocení možnosti využití dat z tachografů pro analýzu nehod

Pro možnost posouzení míry využití dat naměřených tachografy při řešení dopravních nehod bylo využito několika praktických zdrojů. Zejména se jedná o laboratorní zkoušku, jízdní zkoušku a analýzu konkrétních dopravních nehod nákladních vozidel.

Laboratorní zkouška byla provedena jako simulace tří situací vyskytujících se při pohybu vozidla nebo funkce přístroje v kolizní situaci. První analyzovanou situací bylo provádění prudkých zrychlení. Dle naměřených hodnot tachografem bylo ukázáno, že vzhledem k zapisovací frekvenci není jednotka ve vozidle schopna zaznamenat prudkou změnu rychlosti a do určité míry data zkresluje zápisem jiných hodnot.

Druhým a zároveň nejdůležitějším simulovaným manévrem bylo provedení prudkého zpomalení při brzdění, nebo nárazu. Výsledkem zřejmým ze zapsaných hodnot byla situace obdobná k měření při zrychlení. Tachograf ze své podstaty nezaznamená prudkou změnu a data také zkresluje. V této situaci byla data zkreslena do větší míry než při zrychlování. V určitých popsanych případech byla data zkreslena až 3 s.

Poslední ze simulovaných situací bylo odpojení napájení jednotky ve vozidle nebo odpojení snímače otáček. Tento případ byl simulován zejména z důvodu čelních srážek, kdy právě může dojít k odpojení baterie nebo přerušení kabeláže při destrukci karoserie vozidla. Kromě chybové hlášky, která se na tachografu objeví při odpojení snímače, byla zaznamenána stejná situace jako při prudkém zpomalení. Znovu tachograf zaznamenal další hodnoty jako dopočet průběhu rychlosti.

Detailně jsou výsledky tohoto testování popsány a zanalyzovány v kapitole 3.

Druhým praktickým testem využití tachografů v analýze dopravních nehod bylo vyhodnocení reálné jízdy vozidla popsané v kapitole 6. Tento test se skládal zejména z porovnání naměřených a zapsaných dat digitálním tachografem a měření externími přístroji.

Vzhledem k podstatě tachografu jako měřícího zařízení byla provedena zejména analýza průběhu rychlosti během jízdy. Na těchto datech byly analyzovány zjištěné odchylky a byl blíže popsán jejich pravděpodobný vznik.

Přestože je tachograf primárně určen jako kontrolní zařízení, lze jej využít jako zdroj dat pro analýzu pohybu vozidla v kolizních situacích. Největší využití lze zejména nalézt při analýze předstřetového pohybu, kde vykazuje nejvyšší míru spolehlivosti vzhledem k jízdě bez extrémních manévru. Je možné jej tedy považovat za důvěryhodný zdroj těchto informací.



Nutností ovšem zůstává přihlížet při využití naměřených dat k limitům přístroje a možným anomáliím v měření výše popsaných.

Kapitola číslo 7 se věnovala popisu jednotlivých konkrétních dopravních nehod, kde sehrála důležitou roli data z tachografů. Díky těmto příkladům je možné zhodnotit, jak tato data napomohla řešení konkrétní dopravní situace a jakým způsobem by se analýza nehodového děje změnila nebýt těchto údajů.

Obecně lze říci, že jakýkoliv další objektivní podklad pro řešení dopravní nehody je velkým přínosem. V rámci znalecké praxe je množství objektivních podkladů stěžejní pro přesnost výsledků a rekonstrukci průběhu dopravní nehody. Zejména znalost průběhu rychlosti vozidla před nehodovým dějem je důležitým ukazatelem průběhu celého děje.

Pro zhodnocení důležitosti dat získaných z tachografů je důležité si uvědomit, s jakými podklady může znalec při posouzení nehodového děje pracovat. Tyto podklady se dělí na objektivní a subjektivní. Mezi subjektivní podklady patří zejména výpovědi a svědectví účastníků dopravní nehody nebo svědků. Každý člověk vnímá danou situaci způsobem sobě vlastním. Lidé mají zkreslené vnímání co se týče jak určení vzdálenosti, tak i rychlosti pohybu. Zejména při vyšších hodnotách těchto veličin bývá vlastní odhad nepřesný. Další proměnnou, která vstupuje do těchto podkladů, je lidská paměť. S odstupem času se z paměťového centra vytrácí vzpomínky na různé detaily, situace se může zdát jiná, než se zdála bezprostředně po dopravní nehodě. Vzhledem k tomu, že k řešení dopravní nehody se může přistoupit s delším časovým odstupem, nelze se na výpovědi spoléhat. U výpovědi přímo na místě DN může hrát roli i šok účastníků. Daná výpověď tedy může být více či méně zkreslená. Zároveň existují i dopravní nehody, kde výpověď účastníků není možné získat vzhledem ke zdravotním následkům, zejména je řeč o ztrátách na životech.

I proto je množství objektivních podkladů stěžejní pro analyzování nehodového děje. Mezi objektivní podklady patří zejména stopy na karoserii vozidel a jejich poškození, stopy na pozemní komunikaci a jejím příslušenství, pořízené fotografie Policií ČR nebo samotným znalcem při prohlídce místa, kamerové záznamy z okolí, protokol o dopravní nehodě a veškeré záznamy ze zařízení ve vozidlech mezi která patří i záznam z tachografu nákladních vozidel. Obecně platí, že čím více podkladů tohoto typu znalec má, tím je jeho rekonstrukce děje přesnější. Proto tedy je záznam z tachografu důležitou součástí každé analýzy.

V kapitole 7.1 byl podrobně rozebrán střet nákladního vozidla s motocyklem. Nákladní vozidlo bylo vybaveno digitálním tachografem. V tomto konkrétním případě, pokud by údaje o jízdě NV známy nebyly, musel by být pohyb nákladního vozidla do jisté míry odhadnut na základě prostorového uspořádání komunikace nebo provedeného vyšetřovacího pokusu.

Při podrobnějším popisu byly zmíněny varianty, jak by byl rekonstruovaný děj ovlivněn bez znalosti údajů o rychlosti vozidla. Například by nebylo možné zjistit přesné místo počátku odbočování NV nebo poloměr odbočování a zároveň ani místo, kde začal motocykl svůj předjížděcí manévr.

V kapitole 7.2 byl popsán střet dvou osobních vozidel a jednoho nákladního. Při této dopravní nehodě došlo k úmrtí jednoho z účastníků DN, tedy nebylo možné získat úplnou škálu výpovědí. Nákladní vozidlo bylo vybaveno kotoučovým, analogovým, tachografem. U této dopravní nehody byla provedena i analýza samotného kotoučového záznamu a posouzení, s jakou přesností lze údaje o rychlosti z takového záznamu získat. Vzhledem ke kvalitě záznamu, kdy se ke znalci může dostat pouze kopie nebo scan kotouče, a zejména k tloušťce zapisovacího pera nelze ze záznamu získat rychlost přesnější než odhadem na celé km/h a s časovým odstupem 1 minuta. Proto je záznam z analogového tachografu nejlépe využitelný pro analýzu celkového přednehodového pohybu než přímo pro přesné určení střetové rychlosti nebo posouzení zrychlování či zpomalování před DN. Pokud by bylo vozidlo vybaveno digitálním tachografem, bylo by možné nehodový děj posoudit přesněji. Jak ale bylo zmíněno při vyhodnocení testování tachografů na simulátoru, ani údaje z digitálního tachografu a zejména pak hodnotu zpomalení před nárazem nelze považovat za příliš přesnou.

Kapitola 7.3 byla věnována střetu motocyklu a nákladního vozidla na dálnici, kde se jednalo o zadní náraz. Nákladní vozidlo bylo vybaveno analogovým tachografem, tedy přesnost naměřených údajů nelze srovnat s tím, pokud by bylo vybaveno tachografem digitálním. Pokud by existoval záznam s frekvencí 1 s, bylo by možné rekonstruovat příčný pohyb vozidla mezi jízdami pruhy tak, jak se odehrál. Vzhledem k přesnosti kotoučového záznamu bohužel nebylo možné toto provést s dostatečnou přesností, protože kotoučový tachograf neposkytuje přesnější odhad, než je 1 minuta.

V kapitole 7.4 byla popsána dopravní nehoda nákladního a osobního vozidla. Nákladní vozidlo bylo v tomto případě vybaveno digitálním tachografem. Pro tuto dopravní nehodu byl záznam z tachografu důležitým podkladem vzhledem k množství svědků události, kde se jejich výpovědi značně rozcházejí co se rychlosti i vzdálenosti týče. Jak již bylo zmíněno, odhad vzdálenosti, navíc při nepříznivých povětrnostních podmínkách, je pro netrénovaného člověka obtížný. V tomto případě tedy měl údaj o rychlosti celé kolony zásadní úlohu. Nicméně v záznamu se objevila třísekundová mezera v zápisu, která byla s největší pravděpodobností způsobena interní chybou. Nebylo tedy možné přesně zanalyzovat pohyb vozidla.

Poslední dopravní nehodou, které se tato práce věnuje, je střet dvou nákladních a jednoho osobního vozidla v kapitole 7.5. Tento popis je specifický tím, že obě nákladní vozidla byla

vybavena digitálním tachografem a zároveň byl osobní automobil vybaven EDR jednotkou. Byla tedy k dispozici data ze všech tří vozidel. To přispělo k přesnější a hlubší analýze všech tří pohybů. Pokud by byl jeden záznam k dispozici nebyl, zvýšila by se tím míra odhadu pohybu jak před, tak při střetu těchto vozidel. K ještě většímu zpřesnění by dopomohlo, pokud by i nákladní vozidla byla vybavena EDR jednotkou.

K samotnému zhodnocení možnosti využití dat z tachografů nákladních vozidel při dopravních nehodách lze konstatovat, že data získaná z jakéhokoliv záznamu jsou přínosem pro řešení dopravních nehod. Míra využitelnosti je dána typem tachografu, kdy u digitálních je množství získaných informací větší a přesnější než u analogových, a typem dopravní nehody, přesněji řečeno analyzovaným manévrem. Pokud se řeší pouze konstantní pohyb a následný náraz, dokáží digitální tachografy podat víceméně přesné údaje. Nicméně pokud jde o menší nebo jemnější manévry, není frekvence záznamu 1 s dostatečná pro rozeznání těchto pohybů.

## Závěr

Diplomová práce byla zpracována jako navazující práce na bakalářskou práci s názvem „Tachografy nákladních vozidel“. Tachografy jsou nedílnou součástí všech nákladních vozidel pohybujících se v přepravě zboží. Přestože je v dnešní době většina nákladních vozidel vybavena digitálním tachografem, lze se setkat se staršími vozidly vybavenými tachografem analogovým. Od roku 2019 jsou nová vozidla vybavena digitálními tachografy II. generace, tzv. inteligentními tachografy.

Právě inteligentními tachografy, popisem jejich funkce a jejich výhodami se zabývá první část této práce. Tento typ tachografu s sebou přináší zefektivnění kontrol vozidel a řidičů kontrolními orgány i zjednodušení zaznamenávání pohybu daného vozidla díky GNSS přijímači. Efektivnější kontroly jsou důsledkem zavedením DSRC vysíláním pro komunikaci s příslušnými zařízeními za pohybu vozidla.

Ve zbytku teoretické části se práce věnovala vysvětlením konkrétních pojmů týkajících se zařízení a legislativním rámcům nezbytným pro popis činnosti zařízení.

Zaměřením této práce bylo zejména praktické posouzení reliability tachografů pro analýzu dopravních nehod. Byly provedeny dva typy testování funkce a míry přesnosti zaznamenaných veličin tachografem. Prvním z testů bylo provedení simulovaných manévru v laboratorním prostředí na simulátoru, který slouží zejména k testování nových zařízení a ke školení příslušných pracovníků servisních středisek. Právě v tomto testu byly simulovány situace úzce spjaté s ději při dopravních nehodách. Zejména se jednalo o prudké zpomalování nebo zrychlování, bylo též simulováno odpojení zdroje jednotky ve vozidle a snímače otáček. Závěry této analýzy byly dále použity při analýze druhého typu testování.

Dalším typem testování bylo provedení jízdní zkoušky v reálném prostředí. Tato práce poskytuje samotný návrh testovací jízdy, který jako celá práce navazuje na část předchozí bakalářské práce. Při návrhu jízdy bylo využito doporučení vyjádřených ve zmiňované práci. Dále jsou popsány využití měřicí přístroje a samotné zpracování. Zpracování dat bylo rozděleno do dvou částí, první z nich popisující přípravu naměřených dat, druhá přímé vyhodnocení v názorné formě. Při vyhodnocení údajů ze tří zdrojů byl kladen důraz na vyhledání odlišností, odchylek, které se v datech objevily. Tyto odchylky byly do největší možné míry popsány a byl vysvětlen jejich vznik a dopad na reliabilitu měření digitálního tachografu. Zároveň byly vyjádřeny závěry týkající se právě využití naměřených dat tachografy pro analýzu dopravní nehody.

V neposlední řadě byla práce věnována analýze konkrétních nehodových situací, kde byl alespoň jedním z účastníků nákladní automobil. Zejména byl kladen důraz na posouzení využitelnosti údajů naměřených tachografem pro vypracování konkrétních znaleckých posudků. Byl popsán jejich přínos pro danou situaci a zároveň byly představeny hypotetické situace řešení dopravní nehody bez těchto dat nebo s daty naměřenými jiným přístrojem. Tato část sloužila jako jeden z podkladů pro posouzení míry využitelnosti naměřených dat tachografy nákladních vozidel pro znaleckou praxi.

Z uvedených analýz a popisů lze usoudit, že tachografy jako zařízení, přestože jejich primární účel není poskytovat ucelené informace o dopravní situaci, jsou cenným zdrojem informací pro soudní znalce při zpracování analýz dopravních nehod. Analýzou jak simulovaných jízd, tak jízd reálné bylo dokázáno, že nejvěrohodnější průběh rychlosti jízdy přináší tachograf při jízdě konstantní rychlostí. Při extrémních manévrech je nutné si uvědomit limity zařízení, jako je způsob zápisu naměřených dat, zejména frekvence zápisu, a tomu uzpůsobit příslušné závěry.

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Princip Smart tachografů a příslušenství [4].....	12
Obrázek 2: Inteligentní tachograf VDO DTCO 4.0 a jeho funkce [6].....	14
Obrázek 3: Nově zavedené konektory na zadní straně VU .....	15
Obrázek 4: Piktogramy pro nová zařízení tachografu.....	15
Obrázek 5: Piktogramy událostí GNSS a DSRC .....	15
Obrázek 6: Hlášení chyb DRSC a GNSS.....	16
Obrázek 7: Princip získání informací pomocí DSRC kontrolními orgány .....	16
Obrázek 8: Komunikace mezi VU a kontrolními orgány.....	17
Obrázek 9: Ověření IT, kontrola funkce DSRC.....	17
Obrázek 10: Snímač impulsů KITAS.....	18
Obrázek 11: Plomba snímače KITAS.....	19
Obrázek 12: Simulační setup pro testování chování digitálního tachografu.....	20
Obrázek 13: Digitální tachograf při testování v laboratorních podmínkách .....	21
Obrázek 14: Stahování naměřených dat pomocí speciálního klíče .....	21
Obrázek 15: Naměřená data o zrychlování při simulaci .....	22
Obrázek 16: Detail analyzovaných dat o zrychlení.....	22
Obrázek 17: Naměřená data o zpomalování při simulaci .....	23
Obrázek 18: Detail naměřených dat o zpomalení.....	23
Obrázek 19: Chybová hláška po odpojení snímače otáček .....	24
Obrázek 20: Naměřená data při odpojení napájení nebo snímače.....	24
Obrázek 21: Detail naměřené rychlosti při odpojení napájení nebo snímače .....	24
Obrázek 22: Trasa zkušební jízdy [9].....	26
Obrázek 23: Vozidlo využitě pro zkušební jízdu .....	27
Obrázek 24: Mapa okružní křižovatky s průjezdem [9].....	28

Obrázek 25: XSENS MTi-G [8].....	29
Obrázek 26: Měřicí stanice Leica GS18 T [13].....	30
Obrázek 27: Kontroler CS20 [14] .....	31
Obrázek 28: Zobrazení stanic Czepos [11] .....	31
Obrázek 29: Stahování dat z DT pomocí karty podniku .....	32
Obrázek 30: Místo DN .....	47
Obrázek 31: Ortofoto mapa situace DN .....	48
Obrázek 32: Nákladní vozidlo s návěsem při vyšetřovacím pokusu .....	49
Obrázek 33: Výpis z DT nákladního vozidla .....	50
Obrázek 34: Pohled na místo DN.....	51
Obrázek 35: Místo, kde souprava po střetu zastavila .....	52
Obrázek 36: Možný výhled vlevo z vedlejší komunikace .....	54
Obrázek 37: Poškození vozidla A po střetu s nákladním vozidlem.....	55
Obrázek 38: Poškození masky nákladního vozidla .....	55
Obrázek 39: Výpis kotoučového tachografu NV .....	56
Obrázek 40: Situace DN dle prvního znaleckého posudku .....	57
Obrázek 41: Trajektorie vozidla A podle druhého zn. Posudku .....	58
Obrázek 42: Varianta, kdy vozidlo B nevjelo do prostoru křižovatky.....	59
Obrázek 43: Varianta, kdy vozidlo B vjelo do prostoru křižovatky.....	59
Obrázek 44: Údaje zaznamenané z kotouče tachografu .....	61
Obrázek 45: Detailní výřez pro 1 minutu zápisu .....	62
Obrázek 46: Poškození motocyklu, konečná poloha po DN .....	63
Obrázek 47: Výřez kotouče tachografu NV .....	64
Obrázek 48: Způsob zjištění rychlosti z ATCO druhým znalcem .....	65
Obrázek 49: Simulační plánek střetu motocyklu s NV .....	66
Obrázek 50: Prostorové uspořádání v okolí místa DN, ortofoto.....	69

Obrázek 51: Konečné postavení vozidel po DN .....	70
Obrázek 52: Detailní výpis rychlosti NA před nehodou.....	71
Obrázek 53: Pohled na vzájemnou polohu OA a NA [15].....	73
Obrázek 54: Detailní pohled poškození OA [16].....	73
Obrázek 55: Pohyb nákladního vozidla B 3 min před střetem .....	74
Obrázek 56: Pohyb nákladního vozidla A 2 min před střetem .....	74
Obrázek 57: Zobrazení maximální změny rychlosti při nárazu vozidla B .....	75
Obrázek 58: Průběh zpomalování osobního vozidla před nárazem vozidla B .....	75
Obrázek 59: Zaznamenaná data vozidla 5 s před nárazem vozidla B .....	75
Obrázek 60: Průběh zpomalování OA a nárazu vozidla B, urychlení OA .....	76
Obrázek 61: Průběh nárazu osobního vozidla do vozidla A .....	76

Neoznačené fotografie a obrázky byly pořízeny autorkou diplomové práce nebo převzaty, anonymizovány a upraveny ze znaleckých posudků.



## Seznam grafů

Graf 1: Celkový průběh rychlosti jízdy .....	34
Graf 2: Odchylnka měření rychlosti č.1 .....	35
Graf 3: Odchylnky měření rychlosti č. 2.....	36
Graf 4: Odchylnky měření rychlosti č. 3.....	37
Graf 5: Odchylnky měření rychlosti č. 4.....	38
Graf 6: Odchylnky měření rychlosti č. 5 - železniční přejezd .....	39
Graf 7: Odchylnky v měření rychlosti č. 6.....	40
Graf 8: Odchylnky měření rychlosti č. 7 - okružní křižovatka .....	41
Graf 9: Odchylnky v měření rychlosti č. 8 - Průběh rychlosti při dvou nouzových brzdění .....	42
Graf 10: Odchylnky v měření rychlosti č. 9.....	43
Graf 11: Celkový průběh zrychlení jízdy.....	44
Graf 12: Detail maximální hodnoty zpomalení a zrychlení.....	45

## Seznam použité literatury

- [1] *Vyhláška federálního ministerstva dopravy ze dne 18.května 1972 č. 32/1972 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.* 1972. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1972-32>
- [2] *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 165/2014 ze dne 4. února 2014 o tachografech v silniční dopravě, o zrušení nařízení Rady (EHS) č. 3821/85 o záznamové zařízení v silniční dopravě a o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 561/2006 o harmonizaci některých předpisů v sociální oblasti týkajících se silniční dopravy.* In: . Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0165&from=CS>
- [3] *Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 561/2006 ze dne 15. března 2006 o harmonizaci některých předpisů v sociální oblasti týkajících se silniční dopravy, o změně nařízení Rady (EHS) č. 3821/85 a (ES) č. 2135/98 a o zrušení nařízení Rady (EHS) č. 3820/85.* In: . Dostupné také z: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5cf5ebde-d494-40eb-86a7-2131294ccb9.0001.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5cf5ebde-d494-40eb-86a7-2131294ccb9.0001.02/DOC_1&format=PDF)
- [4] *Princip smart tachografů a příslušenství.* <https://dtc.jrc.ec.europa.eu> [online]. [cit. 2021-5-20]. Dostupné z: [https://dtc.jrc.ec.europa.eu/dtc\\_smart\\_tachograph.php.html#:~:text=Smart%20tachographs%20are%20the%20new,resting%20times%20\(social%20regulation\)](https://dtc.jrc.ec.europa.eu/dtc_smart_tachograph.php.html#:~:text=Smart%20tachographs%20are%20the%20new,resting%20times%20(social%20regulation)).
- [5] *PROVÁDĚCÍ NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/799 ze dne 18. března 2016, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 165/2014, kterým se stanoví požadavky na konstrukci, zkoušení, montáž, provoz a opravy tachografů a jejich součástí.* In: . Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0799&from=EN>
- [6] *Inteligentní tachograf DTCO 4.0 a jeho funkce* [online]. [cit. 2021-5-22]. Dostupné z: <https://www.mechanikadc.cz/digitalni-tachograf-vdo/digitalni-tachograf-dtco-4-0/>
- [7] PTÁČKOVÁ, Tereza. *Tachografy nákladních automobilů.* Praha, 2019. Bakalářská práce.
- [8] *MTi-G Brochure* [online]. [cit. 2021-7-2]. Dostupné z: [https://ti.arc.nasa.gov/dataset/KrexDataBasaltHills2012/refdoc/mti-g\\_leaflet.pdf](https://ti.arc.nasa.gov/dataset/KrexDataBasaltHills2012/refdoc/mti-g_leaflet.pdf)
- [9] Google Earth Pro
- [10] *GS18 T: GNSS systémy - produkty.* Gefos-leica.cz [online]. [cit. 2021-7-3]. Dostupné z: <https://www.gefos-leica.cz/o-produktech/geodeticke-pristroje/gnss-systemy/gs18-t>

- [11] *Zeměměřičský ústav* [online]. [cit. 2021-7-3]. Dostupné z: <http://czeapos.cuzk.cz>
- [12] *Metrologický předpis MP 018: Tachografy s registrací pracovní činnosti řidičů motorových vozidel, která jsem jimi povinně vybavena – analogové a digitální*. In: . Brno: Český metrologický institut, 2017. Dostupné také z: <https://www.cmi.cz/sites/all/files/public/download/MP%20018.pdf>
- [13] *Měřicí stanice Leica GS18 T*. <https://www.gefos-leica.cz> [online]. [cit. 2021-7-12]. Dostupné z: <https://www.gefos-leica.cz/o-produktech/geodeticke-pristroje/gnss-systemy/gs18-t>
- [14] *Kontroler CS20*. <https://www.gefos-leica.cz> [online]. [cit. 2021-7-12]. Dostupné z: <https://www.gefos-leica.cz/o-produktech/geodeticke-pristroje/kontrolery/cs20>
- [15] JAŇUREK, Pavel. *Pohled na vzájemnou polohu účastníků DN*. <https://www.novinky.cz> [online]. [cit. 2021-7-15]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/krimi/clanek/na-prazskem-okruhu-se-srazily-kamiony-a-osobni-auto-tvori-se-kolony-40326831>
- [16] ŠAFHAUSER, Roman. *Poškození OA*. <https://www.idnes.cz> [online]. [cit. 2021-7-15]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/praha/zpravy/vazna-dopravni-nehoda-prazsky-okruh.A200608\\_082418\\_praha-zpravy\\_rsr/foto/RSR83e99f\\_staensoubor.jpg](https://www.idnes.cz/praha/zpravy/vazna-dopravni-nehoda-prazsky-okruh.A200608_082418_praha-zpravy_rsr/foto/RSR83e99f_staensoubor.jpg)
- [17] *A Scientific Study "ETAC" European Truck Accident Causation* [online]. [cit. 2021-08-01]. Dostupné z: <http://www.evuonline.org/attachments/article/316/ETAC%20Full%20report.pdf>
- [18] ŘÍHA, Jan. *Moderní přístrojová technika: Vybrané kapitoly: GNSS* [online]. In: . 2014 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://spszem.cz/storage/files/1363/Moderni-pristrojova-technika-GNSS.pdf>
- [19] *GPS, GNSS AND GEODESY CONCEPTS* [online]. 2021 [cit. 2021-8-1]. Dostupné z: <https://northsurveying.com/index.php/soporte/gnss-and-geodesy-concepts#chapter-4-sources-of-inaccuracy-the-cures>