



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

# ANALÝZA VLIVU PEVNÝCH PŘEKÁŽEK V BLÍZKOSTI POZEMNÍ KOMUNIKACE NA PRŮBĚH DOPRAVNÍ NEHODY

ANALYSIS OF THE IMPACT OF FIXED OBSTACLES NEAR ROADS ON THE  
COURSE OF TRAFFIC ACCIDENTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

BC. VERONIKA HEJSKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. VLADIMÍR PANÁČEK

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2013/14

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Veronika Hejsková

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

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

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

### **Analýza vlivu pevných překážek v blízkosti pozemní komunikace na průběh dopravní nehody**

v anglickém jazyce:

### **Analysis of the Impact of Fixed Obstacles near Roads on the Course of Traffic Accidents**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Diplomová práce se bude zabývat výběrem reálných dopravních nehod vozidla s pevnou překážkou, které měly závažné následky na životě, zdraví, majetku. Na základě dokumentace těchto vybraných nehod provést jejich analýzu. Dále pak provést analýzu nehodového děje při odstranění pevné překážky a následně porovnat reálné nehody se simulovaným dějem (bez překážky), komparace následků nehody v obou případech (s překážkou a bez překážky).

Cíle diplomové práce:

1. Podrobný rozbor pevných překážek umístěných v bezprostřední blízkosti pozemních komunikací.
2. Statistické vyhodnocení dopravních nehod s pevnou překážkou na vybraném územním celku.
3. Provést analýzu nehodového děje - reálných dopravních nehod vozidel s pevnou překážkou, popsat a shrnout následky nehody (poškození vozidel, zranění účastníků, poškození okolí, atd.).
4. S využitím podpory počítačového simulačního programu provést analýzu dopravních nehod uvedených v bodě 3 při shodných parametrech předstřetového pohybu, v případě, že by se na místě nehody pevná překážka nenacházela. Popsat a shrnout následky této nehody (poškození vozidel, zranění účastníků, poškození okolí, atd.).
5. Vyhodnocení vlivu pevných překážek na průběh dopravní nehody, porovnání následků nehody, návrh opatření.

Seznam odborné literatury:


- [1] JANATA, Martin et al. Pasivní bezpečnost pozemních komunikací: zkušenosti z České republiky a ze zahraničí. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2007, 165 s. ISBN 978-80-86502-72-4.
- [2] SEMELA, Marek. Analýza silničních nehod I. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012, 83 s. ISBN 978-80-214-4548-2.
- [3] SEMELA, Marek. Analýza silničních nehod II. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012, 83 s. ISBN 978-80-214-4549-9.
- [4] HIRT, Miroslav. Dopravní nehody v soudním lékařství a soudním inženýrství. Vyd. 1. Praha: Grada, 2012, 151 s. ISBN 978-80-247-4308-0.
- [5] BRADÁČ, A. a kol. Soudní inženýrství. 1. vydání. Brno : AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o. Brno, 1997. 725 s. ISBN 80-7204-057-X.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Vladimír Panáček

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 30.10.2013



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

## ***Abstrakt***

Tato diplomová práce s názvem Analýza vlivu pevných překážek v blízkosti pozemní komunikace na průběh dopravní nehody se zabývá rozdělením pevných překážek v blízkosti pozemních komunikací, stručnou teorií silničních nehod, možnými následky a udává statistiky dopravních nehod s pevnou překážkou. Cílem je provést analýzy reálných dopravních nehod s pevnou překážkou se závažnými následky na zdraví, životě a majetku a za pomoci simulačního počítačového programu totožné nehody opět analyzovat, ale už za podmínky, pokud by byla pevná překážka odstraněna. Nakonec jsou porovnány následky nehod, vyhodnoceny analýzy a posouzena navrhovaná opatření pro eliminaci následků.

## ***Abstract***

This thesis named Analysis of the impact of fixed obstacles near roads on the course of traffic accidents deals with the diversification of fixed obstacles near the roads, brief theory of road accidents, possible consequences and shows statistics of road accidents with a fixed obstacle. The aim is to perform analysis of real traffic accidents with a fixed obstacle with serious consequences for health, life and property and with the help of a computer simulation software to analyze the same accident again, but for the condition if the fixed obstacle was removed. Finally, the consequences of accidents are compared, the analysis are evaluated and the proposed measures to eliminate the consequences are assessed.

## ***Klíčová slova***

Dopravní nehoda, analýza, pevná překážka, vozidlo, následky

## ***Keywords***

Traffic accident, analysis, fixed obstacles, vehicle, consequences

***Bibliografická citace***

HEJSKOVÁ, V. *Analýza vlivu pevných překážek v blízkosti pozemní komunikace na průběh dopravní nehody*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2014. 131 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Vladimír Panáček.

***Prohlášení***

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

V Brně dne 30. 5. 2014

.....

podpis diplomanta

### ***Poděkování***

Na tomto místě bych chtěla poděkovat panu inženýru Vladimíru Panáčkovi za vedení diplomové práce a cenné rady při jejím zpracovávání. Dále bych chtěla poděkovat kolektivu Dopravního inspektorátu PČR v Jihlavě, a to hlavně panu nadporučíku Radku Hamžovi za ochotné poskytnutí podkladů k analýze dopravních nehod. A zajisté bych chtěla poděkovat i rodičům a přátelům za podporu při studiu.

# OBSAH

ÚVOD.....	10
1 ZÁKLADNÍ TÉMATIKA.....	11
1.1 Dopravní nehoda .....	11
1.2 Pasivní bezpečnost pozemní komunikace .....	11
1.3 Analýza silničních nehod.....	11
2 ROZBOR PEVNÝCH PŘEKÁŽEK .....	13
2.1 Problematika pevných překážek.....	13
2.2 Rozdělení.....	13
2.2.1 <i>Stromy</i> .....	14
2.2.2 <i>Podpěrné konstrukce dopravního značení</i> .....	18
2.2.3 <i>Svodidla</i> .....	18
2.2.4 <i>Překážka vzniklá provozem jiného vozidla</i> .....	19
2.2.5 <i>Závory</i> .....	19
2.2.6 <i>Stavební činnost</i> .....	19
2.2.7 <i>Mostní pilíře</i> .....	20
2.2.8 <i>Zábradelní konstrukce</i> .....	20
2.2.9 <i>Čela betonových propustků</i> .....	21
2.2.10 <i>Billboardy</i> .....	22
2.2.11 <i>Směrové sloupky, patníky</i> .....	23
2.2.12 <i>Sloupy, osvětlení komunikace a drobná zařízení místních služeb</i> .....	24
2.2.13 <i>Protihlukové stěny a zídky</i> .....	25
3 TEORIE NEHOD S PEVNOU PŘEKÁŽKOU.....	26
3.1 Nehoda samostatného vozidla .....	26
3.2 Využití simulačních programů .....	27
3.2.1 <i>Ekvivalentní energetická rychlost</i> .....	29



4	NÁSLEDKY NEHOD A JEJICH PREVENCE .....	30
4.1	Častá zranění či usmrcení posádky vozidla .....	30
4.1.1	<i>Formy zranění u řidiče</i> .....	31
4.1.2	<i>Formy zranění spolujezdce na předním sedadle</i> .....	33
4.1.3	<i>Zranění cestujících na zadních sedadlech a v dětských autosedačkách</i> .....	34
4.1.4	<i>Vliv zádržných systémů na posádku vozidla při dopravní nehodě</i> .....	34
4.1.5	<i>Ostatní nebezpečné případy DN s následkem zranění</i> .....	35
4.2	Hmotné škody .....	35
5	STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ DOPRAVNÍCH NEHOD .....	37
6	TECHNICKÁ ANALÝZA SILNIČNÍCH NEHOD .....	43
6.1	Analýza skutečných nehod s pevnou překážkou a varianty řešení vzniklé dopravní situace po navržených opatřeních.....	43
6.1.1	<i>Dopravní nehoda č. 1</i> .....	44
6.1.2	<i>Dopravní nehoda č. 2</i> .....	55
6.1.3	<i>Dopravní nehoda č. 3</i> .....	65
6.1.4	<i>Dopravní nehoda č. 4</i> .....	73
6.1.5	<i>Dopravní nehoda č. 5</i> .....	81
6.1.6	<i>Dopravní nehoda č. 6</i> .....	88
6.1.7	<i>Dopravní nehoda č. 7</i> .....	94
6.1.8	<i>Dopravní nehoda č. 8</i> .....	100
6.1.9	<i>Dopravní nehoda č. 9</i> .....	107
7	VYHODNOCENÍ ANALÝZ A POSOUZENÍ NÁVRHŮ OPATŘENÍ PRO ELIMINACI NÁSLEDKŮ .....	115
8	ZÁVĚR .....	119
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	121
10	SEZNAM ZKRATEK .....	123
11	SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK.....	124
12	SEZNAM PŘÍLOH.....	131

## ÚVOD

Pevné překážky v okolí pozemních komunikací mají v současnosti velký význam v bezpečnosti dopravy a při vzniku dopravních nehod. Největší nebezpečí hrozí u stromů a konstrukcí z betonu nebo železa, proto je třeba je sledovat. Jsou nedílnou součástí dopravní infrastruktury a mnohdy mají sice pozitivní vliv na účastníky dopravního proudu, ale bohužel se i stává, že dojde ke střetu vozidla s touto překážkou. Přáním nás všech by bylo předejít těžkým dopravním nehodám a následkům na zdraví a životech zúčastněných, případně i zamezit poškození majetku. Ne vždy je ale možné nehodě předejít, proto je třeba se zabývat alespoň tím, jak následky nehod minimalizovat nebo střetům s pevnou překážkou úplně zabránit.

V teoretické části práce rozdělují pevné překážky v blízkosti pozemních komunikací, popisují teorii analýzy silničních nehod a vyhodnocují statistiky dopravních nehod s pevnou překážkou. V praktické části provádím analýzu reálných dopravních nehod s pevnou překážkou z kraje Vysočina a jejich analýzu po provedených navržených opatřeních za pomoci simulačního programu Virtual Crash 2.2. Vyžádala jsem si proto poklady reálných dopravních nehod od Dopravního inspektorátu Policie ČR v Jihlavě. Závěrem vyhodnocuji analýzy a posuzuji návrhy opatření pro eliminaci následků.

Téma bezpečnosti dopravy se mě dotklo již v mateřské škole, kdy jsem získala diplom ve výtvarné soutěži okresního kola pořádaného organizací BESIP na téma Děti, pozor, červená! Dodnes mě problematika bezpečnosti provozu a dopravních nehod zajímá, proto věřím, že i s touto prací dosáhnu zdárného výsledku.

# **1 ZÁKLADNÍ TÉMATIKA**

## **1.1 DOPRAVNÍ NEHODA**

Tento pojem je dle zákona č. 361/2000 Sb. definován následovně: „*Dopravní nehoda je událost v provozu na pozemních komunikacích, například havárie nebo srážka, která se stala nebo byla započata na pozemní komunikaci a při níž dojde k usmrcení nebo zranění osoby nebo ke škodě na majetku v přímé souvislosti s provozem vozidla v pohybu.*“ [17, § 47]

Dopravní nehoda obvykle vzniká hned z několika příčin. Jedná se o narušení rovnováhy mezi 3 činiteli, a to jsou: řidič, prostředí a vozidlo. Samotné prostředí ovlivňuje vysoké procento vzniklých nehod, proto je třeba dbát na bezpečné utváření pozemních komunikací včetně jejich okolí, aby se snížila nehodovost nebo alespoň zmírnily její následky. [3, s. 6]

## **1.2 PASIVNÍ BEZPEČNOST POZEMNÍ KOMUNIKACE**

Mimo hlavní provozní funkci musí pozemní komunikace plnit i další požadavky. Jedná se o srozumitelnost trasy, správnou viditelnost, plynulost a předvídatelnost. Dle toho řidič volí rychlost jízdy a analyzuje celkový provoz na silnici. Pro splnění zmiňovaných neopomenutelných funkcí se navrhují správné poloměry směrových oblouků, příčné sklony, dopravní značení, svodidla a další prvky.

Pasivní bezpečnost komunikací slouží pro všechny účastníky provozu k jejich udržení co nejvyššího bezpečí. Uspořádání nejbližšího okolí vozovky musí promíjet náhlé opuštění komunikace z důvodu úhybného manévru a povolit postupně snížit rychlost nebo zastavit, aniž by došlo ke střetu s pevnou překážkou nebo se vozidlo převrátilo. Pak teprve je možné uvažovat o snížení případných následků dopravní nehody. [3, s. 7-10]

## **1.3 ANALÝZA SILNIČNÍCH NEHOD**

Úkolem analýzy silničních nehod je zkoumání příčin a průběhu nežádoucích jevů ve spojení se silničním provozem a pomáhání k jejich objasnění. Jedná se o interdisciplinární obor uplatňující znalosti z několika technických odvětví a jeho výsledky se využívají v právních záležitostech. Povětšinou jsou dopravní nehody způsobovány jen lidským faktorem, popřípadě v kombinaci s okolím.

Nehodu je nutné řešit systematicky, jako mezník se pro tyto účely udává střet vozidel. Ten rozdělí průběh nehody na jednotlivé části: pohyb postřetový a pohyb předstřetový. Pak tedy můžeme nehodový děj počítat zpětně (konečná poloha → počátek nehodového děje) nebo dopředně pomocí simulačního programu (vznik nehody → konečná poloha).

Analýzou silniční DN je:

- Popsání pohybu vozidel a chodců účastněných na nehodě na základě podkladů a vypočítaných výsledků
- Nalezení, vyhodnocení a popis možností nehodě jako účastník zabránit
- Sdělení faktů zjištěných analýzou pro případ vlivu na rozhodnutí ve věci

Pro analýzu silničních nehod jsou nutné technické podklady, např. výpovědi účastníků, náčrtek nebo plánek s výchozím bodem měření, popis a identifikace účastníků, vozidel a poškození, fotodokumentace a zpráva o zraněních. [6, s. 7-11]

Základem pro úspěšný rozbor dopravních nehod je analýza sil působících na vozidlo. Přesně to definoval Ing. Smrček následovně:

*„Nehoda je důsledkem působení sil přesných směrů a přesných velikostí. Úkolem znalce je zjistit velikosti a směry působících sil a z nich odvodit průběh nehodového děje.“* [1, s. 347]

## **2 ROZBOR PEVNÝCH PŘEKÁŽEK**

### **2.1 PROBLEMATIKA PEVNÝCH PŘEKÁŽEK**

Z hlediska statistik dopravních nehod mají nehody s pevnými překážkami přírodními (stromy, aleje) či umělými vysoký podíl mezi ostatními nehodami v mnoha státech celého světa. V posledních letech se tato míra u nás v České republice pohybuje okolo 23 %. O něco horší vychází s ohledem na úmrtnost při těchto nehodách, kdy mluvíme o 25 % vůči celkovému počtu nehod. Pevné překážky sice nebývají příčinou dopravní nehody, ale pokud k takovému střetu dojde, značně se zvýší jejich následky. Jako nebezpečnou překážku můžeme určovat i nesprávně ukončená svodidla, odvodňovací strouhy, nevhodné utvoření krajnic a v neposlední řadě z hlediska rozhledových poměrů i zavazující a rozptylující billboardy. Jejich úpravou či odstraněním je ale možno tyto následky povětšinou omezit.

Nejčastější a nejzávažnější nehody se vyskytují většinou mimo obce tam, kde jsou směrově neoddělené komunikace. Stává se tak při vyjetí vozidla ze silnice a následného střetu s pevnou překážkou. Řidiči nepřizpůsobují rychlost při jízdě směrovým obloukem, špatně odhadují dopravní situaci a nesprávně předjíždějí. Někdy k nehodě přispějí i omezené rozhledové poměry či špatný stav komunikace. Je proto třeba utvářet komunikace a jejich okolí tak, aby vozidlo mělo možnost udržet svou požadovanou trajektorii nebo v případě vyjetí z ní do pevné překážky nenarazilo.

V současné době se nabízí několik řešení, jak snížit nebezpečnost pevných překážek v okolí pozemních komunikací. Při návrzích nových komunikací je využíváno bezpečnostního auditu a následně doporučováno snížení nebezpečnosti již před realizací stavby. U dříve vystavěných komunikací se provádí bezpečnostní inspekce a lokality s častou nehodovostí se sanují. Dnešní vývoj umožňuje využít např. pro podpěrné konstrukce moderní materiály se snadnou deformovatelností, jejichž vstupní náklady jsou sice vysoké, ale následná účinnost způsobí, že se zmírní náklady při odstraňování následků nehod a taková investice se v budoucnu stane výhodnou. [3, s. 17-18]

### **2.2 ROZDĚLENÍ**

Pevné překážky v blízkosti pozemní komunikace je vhodné rozdělit na 2 celky: první se bude týkat přírodních překážek, a to hlavně stromů nebo alejí a druhý celek zahrne umělé

překážky, kam patří sloupy, mostní pilíře, betonové propustky a další. Dalším nespecifikovaným celkem mohou být ještě skály, domy či další překážky umístěné taktéž v blízkém okolí silnic.

## **2.2.1 Stromy**

### ***Historie výsadby stromů***

První zmínky o alejích vstupujících do volné krajiny se u nás objevují v 17. století. Slovo alej (z francouzštiny „allee“ – cesta, chůze) neboli z češtiny stromořadí chápeme jako řadu stromů vysázených podél cesty. Historicky první takovou alejí byla a ještě stále je lipová alej se stovkami stromů, která vede skoro 2 km z Jičina do Libosadu, přesně od sídla panství Albrechta z Valdštejna k jeho baroknímu letohrádku. Druhou alej podobného rázu vysázenou Lichtenštejny původně ze smrků (dnes lípy, javory, topoly) si můžeme prohlédnout mezi Valticemi a Lednicí. Takováto organizace krajiny měla zajišťovat důstojnost a velkolepost příjezdových cest zámků či velkých usedlostí. Následně se začaly mezi stromořadími od mlýnů, kováren a bělidel také objevovat křížky a kapličky a takové aleje společně spojovaly vesnice s okolím tzv. cestními sítěmi a vytvořila se tak celistvá krajina.

Od roku 1752 se musely stromy vysazovat u každé nové silnice kvůli estetice, orientaci, bezpečnosti a hospodářským účelům. Jednalo se hlavně o lípy, jasany, buky, ořešáky, jeřáby či divoké ovocné stromy. Mezi dvěma stromy musela být vždy mezera 6 sáhů tj. 11,4 metru. Krajinářství za vlády Napoleona na přelomu 18. a 19. století dostalo změny a začaly se vysazovat podél silnic pyramidální topoly. V polovině 19. století při výstavbě vedlejších nestátních silnic se dle zákona vysazovaly ovocné a morušové stromy. Výsadba ovocných stromů se udržela i ve 20. století kvůli hospodářskému využití ovoce. Výsadba alejí přešla i do měst, kde tvoří dobré životní prostředí pro obyvatele, podobně jako lesy u vesnic či na okrajích měst. [3, s. 30-32]

### ***Vlivy zeleně na bezpečnost dopravy***

Stromy i keře vysazované podél silnice nepochybně ovlivňují dopravu. Na její bezpečnost mají vliv jak pozitivní tak i negativní. Mezi obě skupiny lze zařadit mnoho dílčích vlivů, které působí právě pozitivně nebo naopak negativně.

Zeleň v okolí pozemních komunikací ovlivňuje kladně prostředí u silnic, estetiku, bezpečí a ekologii. Přesněji řečeno jde o zlepšování mikroklimatu, snižování prašnosti, útlum hluku, záchyt zplodin z motorů nebo příjemnější vzhled silnic a tendenci volit nižší rychlost

vozidla. Dále se jedná o nenásilné propojení technického díla s krajinou, vytváření krajinného rázu a navyšování ekologické stability narušeného území, zdůrazňování trasy, ochranu proti oslnění protijedoucími vozidly i sluncem, proti větru, sněhu i vodě.

Naopak záporně působí na řidiče při rozhlížení se za jízdy obloukem a křižovatkou, při pohledu na dopravní značení, vozidla a další prvky pozemní komunikace. Zeleň způsobuje špatnou sjízdnost při opadávání listů, větví, plodů a hlavně při vichřicích, kdy vznikají polomy. Kde se nachází větší množství stromů, je pravděpodobnější vznik náledí kvůli zadržované vlhkosti. A jak už bylo zmiňováno výše, hrozí nebezpečí pro posádku vozidla při vyjetí z pozemní komunikace.



*Obr. č. 1 - Stromy v těsné blízkosti vozovky [11]*



*Obr. č. 2 - Nová výsadba u Jihlavy [vlastní zdroj]*

Některé zahraniční studie řeší jako samostatný problém vliv zeleně podél silnic na rychlost jízdy vozidel, ale zatím nebylo dosaženo jednoznačných výsledků. Dle těchto studií se přesto dá říci, že nepravidelně vysazované stromy nabádají rychlost snížit a pravidelná výsadba v řadách podporuje řidiče rychlost naopak zvyšovat. Pokud jsou koruny stromů vysokých alejí přes silnici spojené, vzniká tzv. tunelový efekt, který funguje jako vodící prvek a řidiči tak mají snahu jet rychleji. V pravotočivých zatáčkách zeleň vysazovaná vně oblouku podporuje vyšší rychlost a uvnitř oblouku zase rychlost nižší. Kmeny natírané bílou barvou dle studií rychlost jízdy neovlivňují. Jistý vliv mají i takto vysazované stromy na příčnou pozici vozidel v jízdním pruhu. Stromy vysázené podél rovných úseků silnic nabádají řidiče k jízdě blíže krajnici. Ale i v případě zeleně u nepřímých úseků je tento jev sledován naproti

tomu, kdy nejsou pozemní komunikace lemovány stromy či keři, a řidiči jezdí dále od krajnice. [3, s. 32-35]

### ***Legislativa týkající se stromů v blízkosti pozemní komunikace***

K výsadbě nových stromů u komunikací existuje několik norem. Např. ČSN 73 6101 stanoví odstupy stromů a keřů od silnice a dálnice. Druhou takovou normou je ČSN 73 6110, která řeší tento problém u místních komunikací. O silniční vegetaci se zajímají i technické podmínky TP 99, které jsou potřebné hlavně pro správce komunikací.

ČSN 73 6101 přesněji určuje, že je zákaz porostu tam, kde by bránil průhledu, keře a stromy nesmí bránit viditelnosti svislého dopravního značení a udává přesné vzdálenosti:

- minimálně *1,0 m* mezi větvemi stromů a keřů a hranou koruny silnice (dálnice) při její šířce do *10 m*, *1,5 m* mezi větvemi a hranou koruny silnice při šířce od *10* do *15 m* a *2,0 m* při šířce nad *15 m* u dvou-pruhových silnic
- min. *2,5 m* při šířce koruny silnice do *25 m* a *3,0 m* při šířce nad *25 m* u čtyřpruhových a vícepruhových silnic
- *4,5 m* mezi kmenem stromu a hranou koruny silnice při neosazení krajnice svodidlem či nezabezpečení neprůjezdnou keřovou výsadbou
- pro případ příkopu (rigolu) vzdálenost *1,0 m* mezi větvemi a vnější hranou příkopu
- *1,0 m* mezi větvemi keřů či stromů a součástmi mostů, tunelů, bezpečnostních zařízení a zdí
- *10,0 m* mezi hranou koruny silnice (dálnice) a kmeny odvětvených stromů lesa v jeho průjezdných úsecích, vzdálenost stromu *2,0 m* vysoko nad hranou koruny silnice v zářezových svazích s podmínkou vysazení plynulého výškového přechodu k odvětveným stromům.

V současnosti je doprava tak hojná, že se častěji stávají nehody a tím pádem i narůstají počty střetů se stromy. Nejjednodušším řešením se nabízí kácení stromů a alejí, ale to přichází v úvahu pouze jako poslední možnost. Většinou je snaha nebezpečná místa se stromy řešit jinými šetrnějšími způsoby. Například se jedná o značení stromů bílou barvou či reflexními prvky, osazování svodidel, instalaci dopravního svislého i vodorovného značení a úpravu povrchu komunikace.



Kácení stromů nastane, když ohrožují bezpečnost např. v rizikových obloucích, zabraňují údržbě, zapřičiňují střídavou námrazu, neboli vrhají stín na komunikaci ve střídavých intervalech, opadávají z nich staré větve a už nejsou živé, rostou v těsné blízkosti silnice nebo brání rozhledu.



*Obr. č. 3 - Střídavé intervaly světla a stínu [vlastní zdroj]*



*Obr. č. 4 - Neudržovaná alej lemující velmi úzkou silnici [vlastní zdroj]*

S vykácením a odklizením dřeva souvisí i odstranění zbylých pařezů nad 20 cm, jež zůstávají stále pevnou překážkou. Před vykácením se doporučuje vysadit nové dřeviny dle již zmiňovaných norem. Zajistí se tak ochrana mladých stromků před nežádoucím větrem a vysycháním, pokud jsou současně vysazovány tak, aby jim staré stromy nebránily před průchodem slunečního světla.

I zákon č. 13/1997 Sb. okrajově řeší silniční vegetaci. Je jím dáno, že nesmí ohrožovat bezpečnost při užívání silnic, dálnic a místních komunikací a nesmí bránit jejich řádné údržbě. Při hrozícím nebezpečí kvůli zeleni podél silnic může Policie České republiky dle uvedeného zákona upozornit vlastníka pozemní komunikace, že by měl z hlediska svého oprávnění skácet nevhodné dřeviny, pokud dodrží zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

Ve srovnání se sousedním Rakouskem a Německem je ČR v problematice silniční vegetace v blízkosti pozemních komunikací více benevolentní. Němci většinou vysazují stromy minimálně 4,5 m od krajnice, je přitom stále kladně ovlivňována psychika řidiče, ale překážka už není tolik nebezpečná. Mají určenou i vzdálenost 8-12 m mezi stromy ve stromořadí v obci a 20 m mimo obec. Rakušané vysazují aleje pouze z jedné strany komunikací a doporučují smíšenou zeleň v poměru 9 keřů na 1 strom. V Norsku je tato problematika řešena převážně svodidly. Na Slovensku se od nás nijak více neliší. Ostatní země Evropy udávají častou vzdálenost stromu 5,0 m od krajnice vozovky, popř. až 7,0 m a

ve vzniklém prázdném pásu lze vysadit nízké keře, čemuž se chceme přiblížit i u nás. V rozvinutých státech Evropy se také více dbá na varování před stromy v těsné blízkosti komunikace. Kromě u nás běžných opatření (odrazky, bílý nátěr) se nařizuje omezení rychlosti, profilově se označuje okraj vozovky, používají se směrové tabule a také existují dopravní značky „Alej“.

Se silniční vegetací souvisí mnoho dalších zákonů, norem a technických předpisů, které upravují projektování a výstavbu pozemních komunikací, životní prostředí, krajinářství a další. [3, s. 37-46]

### **2.2.2 Podpěrné konstrukce dopravního značení**

Svislé dopravní značení při pravém i levém okraji pozemních komunikací ani jejich podpěrné konstrukce nesmí sahat do volné šířky komunikace určené pro dopravu. Mohou ale zasahovat do prostoru pro chodce, pokud se zachová volná šířka 1,5 m. Nejkratší vzdálenost mezi nosnou konstrukcí značky a vnějšího okraje zpevněné části krajnice musí být minimálně 0,5 m, v obci lze tuto vzdálenost zkrátit na 0,3 m. Pokud jsou na pozemní komunikaci umístěna záchytná zařízení, musí se podpěrné konstrukce stavět až za deformační zónou těchto zařízení. [10]

Provedení podpěrných konstrukcí bývá deformovatelné nebo schopné oddělení při nárazu, což zajišťuje norma ČSN EN 12767. Existují 3 kategorie konstrukcí. První s vysokou absorpcí energie, druhá s nízkou absorpcí energie a poslední neabsorbující energii. Pokud konstrukce energii absorbuje, vozidlo se zpomalí a nehrozí tak vysoké nebezpečí sekundárního nárazu do chodce, stromu či stavby. Kategorie se vybírá dle uvážení běžných rychlostí vozidel, dle pravděpodobnosti zranění, zda jsou v místě záchytné systémy nebo zda jsou v blízkosti stromy nebo se zde pohybují chodci. [3, s. 56-57]

### **2.2.3 Svodidla**

Jedná se o nejběžnější z typů zádržných systémů navržených a instalovaných pro zmírnění následků při vyjetí vozidla mimo komunikaci tam, kde je to nebezpečné. Slouží primárně k ochraně účastníků silničního provozu před nebezpečím, nikoliv k samotné ochraně pevných překážek. Úkolem je usměrnit nebo vést vozidlo při vyjetí ze svého požadovaného směru, snižovat jeho zpomalení a tím zmírnit velikost přetížení posádky havarovaného vozidla.

Při osazování komunikace svodidly je nutné dodržovat několik pravidel. Je zapotřebí znát vlastnosti a použití svodidel, zejména brát na vědomí jejich pracovní šířku (vzdálenost mezi lícem svodidla a maximální dynamickou polohou) kvůli správnému plnění tlumící funkce. Nebezpečným prvkem svodidel bývá jejich zakončení, proto se musí volit správně vzhledem k podmínkám provozu. Nepoužívanějšími jsou svodidla ocelová (např. NH4 před opěrami mostů), dále svodidla betonová (ve středním dělicím pásu dálnic k ochraně vozidel v protisměrném pásu), lanová svodidla a dřevěná svodidla. Vyskytují se i zábradelní a mostní svodidla, která se umísťují pro oddělení jízdního pruhu od chodníku nebo na vnější římsy mostů.[3, s. 69-88]



*Obr. č. 5 - Mostní svodidlo a zábradlí na mostě [vlastní zdroj]*



*Obr. č. 6 - Zábradelní svodidlo [vlastní zdroj]*

#### **2.2.4 Překážka vzniklá provozem jiného vozidla**

Vozidlo může na pozemní komunikaci vytvořit pevnou překážku v následujících případech. Jsou to situace, kdy vozidlo zastaví na komunikaci kvůli poruše, popřípadě při znepojíždění vozidla v tunelu nebo při dopravní nehodě vzniklé na pozemní komunikaci.

#### **2.2.5 Závory**

Zařízení sloužící k zabezpečení železničního přejezdu při průjezdu vlaku napříč k pozemní komunikaci nebo k zamezení vjezdu vozidel na soukromé obvykle firemní pozemky. Dnes se setkáváme se závory dřevěnými či železnými.

#### **2.2.6 Stavební činnost**

Pevnou překážku na pozemní komunikaci vzniklou stavební činností může tvořit přenosné dopravní značení, přenosné zábrany nebo lešení u domu v těsné blízkosti vozovky.

### 2.2.7 Mostní pilíře

Velmi nebezpečnou překážkou jsou pilíře a podpěry u mostních staveb. Jedná se o velmi agresivní pevnou překážku v blízkosti komunikace, hlavně při nízkém osvětlení mostu a při neosazení bezpečnostními záchytnými systémy. Pokud se nachází mostní podpěra na vnější straně směrového oblouku, hrozí fatální následky nárazem vozidla především při namrzlé či mokré vozovce. [3, s. 137]



Obr. č. 7 - Nebezpečný podjezd železniční trati [vlastní zdroj]



Obr. č. 8 - Mostní pilíře v blízkosti vozovky [vlastní zdroj]

### 2.2.8 Zábradelní konstrukce

Zde se jedná o zábradlí na mostech a propustcích, které se klasifikují též jako pevná překážka. V ČR se setkáváme stále s velkým množstvím těchto překážek, konstrukce bývají ve špatném technickém stavu a nevyhovují bezpečnosti silničního provozu. Takové konstrukce nepohlcují žádnou energii při nárazu vozidlem a často i bývají na svých čelech doplněny betonovými sloupky. [3, s. 135]

Ve městech jsou nebezpečná především zábradlí mezi kolejemi tramvají. Hrozí tam náraz sanitních vozů při právu přednosti v jízdě nebo spěchajícím neukázněným řidičům. Podélně je takové zábradlí hůře viditelné a stává se, že podélná zábradelní trubka pronikne hluboko dovnitř vozidla. [4]

Správně dle norem musí být zábradlí vysoké 1100 mm nad chodníkem nebo 1500 mm (v případě, že zábradlí odděluje chodník na mostě či stezku pro cyklisty od železniční trati), mělo by mít dostatečně hustou výplň a musí být navrženo tak, aby nezasahovalo do

rozhledových poměrů. Zábradlí je záchytný systém primárně určený pro bezpečnost chodců, je proto třeba dbát na vhodné umístění a použití a zvolit náležitý tvar a výplň. Z pohledu bezpečnosti chodců se dnes doporučuje výplň svislými pruty kvůli předejití přelézání a nasedání na zábradlí a následnému bránění výhledu řidičům. Na druhé straně ale existují zastánci vodorovné výplně, jelikož svislé pruty ve výplni sami o sobě mohou bránit řidiči vozidla v rozhledu, neboť z určitého úhlu pohledu tvoří souvislou plochu, skrz niž nemá řidič průhled. Abychom předešli nebezpečí, je nutností tuto polemiku při navrhování zábradelní výplně vyřešit. [3, s. 98-100]



*Obr. č. 9 - Zastaralá zábradelní konstrukce  
[vlastní zdroj]*

### **2.2.9 Čela betonových propustků**

Velké nebezpečí představují betonové propustky s kolnými čely v odvodňovacích příkopech. Jejich agresivní tvar při nárazu vozidla, které sjede do příkopu, předurčuje pravděpodobné zranění a značnou škodu. Dnes už existují ale i propustky se zkosenými čely zvyšující pasivní bezpečnost pozemních komunikací. Při najetí do takového zkoseného čela betonového propustku se snižuje riziko deformace vozidla a může se stát, že vozidlo po takto zkoseném terénu vyjede zpět z příkopu. V těchto případech není ale nejspíše brán zřetel nato, pokud na něj vozidlo vjede vysokou rychlostí, že ho může šikmý nájezd naopak katapultovat a způsobit závažné následky. [3, s. 66-67]





*Obr. č. 10 - Betonové propustky [15]*



*Obr. č. 11 - Betonový propustek [vlastní zdroj]*

### **2.2.10 Billboardy**

Problematika reklamních poutačů by obsadila jedno samotné téma diplomové práce, ale v tomto oddíle se o ní zmíním jen v základních poznátcích. Odkazují na zákon č. 13/1997 Sb., kde je problematika billboardů řešena, ale ani ten mnohdy nestačí, jelikož každý reklamní poutač je sám o sobě specifický. Společnosti investující do billboardů jsou nuceny vypracovat projekt k umístění, vizualizaci, jejich výšce, velikosti a stanovit další detaily potřebné k realizaci reklamního poutače. Žádost o umístění billboardu do ochranného pásma (do 250 m od vozovky) se podává příslušnému orgánu. Tím je u dálnic a rychlostních silnic Ministerstvo vnitra a u nižších tříd pozemních komunikací je jím Policie ČR, který posoudí bezpečnost provedení konstrukce, výšku poutače, samotné jeho provedení, osvětlení, úhel naklopení ke komunikaci a jeho umístění vzhledem k trase vozovky, aby nekolidoval s dopravními značkami a dalšími silničními zařízeními. V rozhodování o povolení a místě výstavby reklamního zařízení je nutno brát zřetel na bezpečnost vozidel. Při špatném umístění mohou být narušeny navigační jevy, řidič neprojede správný směrový oblouk a osvětlení billboardu může potlačovat zřetelnost dopravních značek a důležitých dopravních informací. Proto se doporučují reklamní poutače neosvětlené, statické a umístěné v přímém zorném poli řidiče a pouze při pravém okraji komunikace, tj. s jednostranným „potiskem“.[3, s. 59]



*Obr. č. 12 - Billboard odpoutávající pozornost řidiče před vzrostlou alejí [vlastní zdroj]*

### **2.2.11 Směrové sloupky, patníky**

Silniční směrové sloupky jsou prvky, které slouží jako dopravní vodící zařízení pro podélné směrování vozidel hlavně při snížené viditelnosti a v noci. Provádí se buď jako nedělené (kompaktní) anebo jako dělené sestavené ze tří částí. Dle ČSN 73 6101 Vodící bezpečnostní zařízení jsou navrhovány z ohebných zničitelných ale za určitých povětrnostních podmínek tvarově stálých hmot kvůli snadné překotitelnosti a vyvrátitelnosti při nárazu a musejí jít jednoduše vyjmout při strojní údržbě krajnic. Jejich použití je časté především mimo obec. [3, s. 57]

Kvůli bezpečnosti se dnes z okrajů pozemních komunikací odstraňují staré kamenné patníky. V minulosti sloužily jako vodící prvky pro vymezení okraje silnice a to především ve směrových obloucích. Dnes se s nimi můžeme setkat na komunikacích nižších tříd, které ještě nebyly celkově zrekonstruovány.



*Obr. č. 13 - Kamenné patníky u silnice  
[vlastní zdroj]*



*Obr. č. 14 - Dnes používané směrové sloupky  
[13]*

### **2.2.12 Sloupy, osvětlení komunikace a drobná zařízení místních služeb**

ČSN 73 6110 upravuje i tematiku Osvětlení komunikací. Sloupy veřejného osvětlení se navrhují a osazují tak, aby nevnikaly do průchozího prostoru. V případě stísněných podmínek a v zájmu uspořit prostory se mohou osadit do přilehlého oplocení. Samotné zdroje osvětlení je možné umístit na fasády přilehlých domů nebo na převěsy přes komunikace.



*Obr. č. 15 - Sloup veřejného osvětlení po nehodě [8]*



*Obr. č. 16 - Nechráněné sloupy v obci  
[vlastní zdroj]*

Do drobného zařízení místních služeb lze zařadit restaurační zahrádky, prodejní stánky, telefonní budky, hygienická zařízení a třeba i reklamní tabule. Situují se do přidruženého dopravního prostoru, navrhují se mimo pruhy či pásy pro vozidla i chodce a z hlediska bezpečnosti také mimo rozhledová pole křižovatek (umístění min. 20 m od hranice křižovatky) a směrových oblouků. Jejich umístění musí splňovat ponechání průchozího



prostoru v šířce dle intenzity chodců (minimálně  $1,5\text{ m}$ ) a nesmí omezovat volné procházení zrakově postižených, kteří využívají přirozené a umělé vodící linie. Všechna tato drobná zařízení musí být umístěna  $1,0 - 1,5\text{ m}$  od okraje hlavního dopravního prostoru, jen restaurační zahrádky mají výjimku, kdy se může tato vzdálenost zkrátit na  $0,5\text{ m}$ . V pěších a obytných zónách vhodně navržená drobná zařízení místních služeb mohou být žádoucím doplňkem uličního parteru. [3, s. 58]

### 2.2.13 Protihlukové stěny a zídky

Jedna kapitola ČSN 73 6110 se zabývá Protihlukovými clonami. Kde jsou tyto protihlukové clony osazeny, musí se v takovém úseku zachovat rozhled pro zastavení a také pro předjíždění a nesmí ani bránit rozhledu v křižovatkách. Podmínky návrhu protihlukových clon jsou striktně předepsány v ČSN EN 1794-1, dle ČSN EN 1794-2 a v technické normě TN 104. Návrhy obcí a související doprava má být řešena tak, aby nebylo třeba protihlukové stěny do krajiny vsazovat. V některých případech tomu přesto nejde předejít a musí se proto pak brát ohled na estetiku začlenění do interiéru ulic, průhlednost stěn a doplnění o vhodnou zeleň.[3, s. 61]

Často se objevují protihlukové stěny v rozporu s bezpečností silničního provozu a to proto, že na čelních hranách nejsou opatřeny takovými technickými prostředky, které by vozidlo zpomalily nebo vychýlily z kolizního směru. Osazením zábran lze předejít agresivnímu nárazu a hluboké deformaci vozidla s následkem poranění posádky.[4]



Obr. č. 17 - Protihluková stěna[12]

## 3 TEORIE NEHOD S PEVNOU PŘEKÁŽKOU

### 3.1 NEHODA SAMOSTATNÉHO VOZIDLA

Nehoda samostatného vozidla je taková dopravní nehoda, kdy v ní figuruje pouze jedno vozidlo. Hmotným faktorem vstupujícím do nehody pak může být už jenom jiná překážka. Odborně tento případ nazýváme havárií.

Havárie jsou velmi časté a jejich hlavní příčiny jsou následující:

- ztráta jízdní stability kvůli nepřiměřené rychlosti (vzhledem k dohlednosti, tvaru komunikace a technickému stavu, adhezi atd.);
- ztráta jízdní stability kvůli nezvládnutí jízdního manévru (příčné přemístění, brzdění atd.);
- nepozornost nebo nedostatečná schopnost řidiče (mikrospánek, špatný odhad, únava, úlek, ...);
- případná technická závada (brzdy, zavěšení kol, řízení, ...);
- jiný vliv (předmět na vozovce, zásad spolujezdce do řízení, lokální změna adheze např. rozlitou kapalinou).

Dělení havárií:

- bez kontaktu (vyjetí z vozovky bez nárazu, tzn. do silničního příkopu nebo pole);
- s nárazem do překážky (sloup, strom, svodidlo, dopravní značení, stavba);
- s převrácením (s kontaktem, bez kontaktu).

Nejtragičtější následky nehod vznikají při nárazu vozidla do pevné překážky bez skluzu a nehody s převrácením bez připoutání bezpečnostním pásy. Z hlediska konstrukce vozidla nejhorší následky bývají při nárazu na bok vozidla ve vysoké rychlosti (dnes se testuje tzv. náraz na kůl). Takové případy vznikají u starších vozidel řízených mladými lidmi vracejícími se ze zábav v pozdních nočních hodinách. V opačném případě nejmírnější následky bývají při tečném střetu se svodidlem nebo prosté vyjetí bez převrácení, pokud je posádka vozidla připoutána bezpečnostními pásy. Zajímavostí je, že k velkému poškození

vozidla s naopak malým zraněním posádky dochází při čelním střetu se stromem nebo tečném střetu se svodidlem.

Havárie při vyjetí mimo vozovku s nárazem do překážky se řeší podrobnou analýzou zanechaných stop (blokovací, smykové, výskyt střepin, jízdní, biologické, otěry, poškození okolí, poškození překážky, poškození vozidla, zjištění aktivace prvků pasivní bezpečnosti atd.). Poté se provádí analýza pohybu, v případě ztráty jízdní stability se užijí dopředné způsoby výpočtu v součinnosti simulačního programu, kdy se reálně namodeluje předstřetová ztráta jízdní stability a zjistí se rozmezí výchozí rychlosti změnami několika vlivů (rozdílné součinitele adheze na pneumatikách, úhlová rychlost, klonění a klopení, směrová úchylna atd.).

Při ztrátě jízdní stability vozidla z důvodů uvedených výše může dojít k jeho převrácení. Totéž se stává při kontaktu s cizím tělesem (svodidlem, obrubníkem atd.) nebo příčinou náhlé změny součinitele adheze při změně povrchu. Převrácení vozidla se děje ve 4 fázích: fáze před převrácením, dosažení kritického bodu bez možnosti zabránění převrácení, počátek převrácení, fáze rotace. [7, s. 52-53]

### **3.2 VYUŽITÍ SIMULAČNÍCH PROGRAMŮ**

Analýza silničních nehod zaznamenala v souvislosti s rozvojem výpočetní techniky v 90. letech minulého století velký pokrok. Simulační programy tvořící technickou podporu při analýze nehod jsou využívány samozřejmě jen na základě dostatečných obecných znalostí ASN.

Nepoužívá se pouze software, jako jsou specializované simulační programy (PC-Crash, Virtual Crash), ale i tabulkové procesory, matematický software, expertní software a další pomocné programy např. k analyzování videozáznamů. Dříve byl využíván hlavně tabulkový procesor Microsoft Excel ke zrychlení a přípravě nutných výpočtů, který hraje významnou roli i v současnosti třeba při tvorbě STD diagramů, grafů nebo ve zpracování statistických dat.

Samotné simulační programy se přímo specializují na modelování silničních nehod. Umí pracovat s kinematickým modelem, který spočívá ve využití kinetických modelů pohybu vozidel a jejich střetů. Dále umožňují dopředné modelování od střetu po konečnou polohu se zahrnutím působení vnějších sil a rozmanitých modelů (lineární, nelineární, silový, impulsně-rázový atd.). Na rozdíl od zpětného přístupu jsou tyto modely výrazně komplexnější a jsou

schopné rozluštit několikanásobné střety, komplikované pohyby, převrácení vozidel, rozdělení brzdných sil, optimalizaci střetu nebo simulovat pohyb posádky. V kinetickém modelu pohybu jsou zohledněny veškeré dynamické síly (boční a podélné v místě kontaktu pneu s vozovkou, nerovnoměrnost rozdělení brzdných sil, pružení, tlumení, úhlová rychlost atd.). Úhlové zrychlení a zrychlení těžiště je vypočteno na základě působení daných vnějších sil a ty se transformují z lokálního do globálního souřadnicového systému. Vznikají tak pohybové rovnice, které jsou s určeným časovým krokem integrovány pro docílení vypočtení nového těžiště. Kinematika objektu slouží k nalezení hodnot kinematických veličin ze zadaných vztahů mezi rychlostí, zrychlením a drahou.

Střet vozidel je možný řešit v tzv. *impulsně-rázovém modelu*, který uvažuje výslednici rázových sil, procházející zvoleným bodem rázu, formou impulsu. Mimo to je třeba zvolit tzv. rovinu rázu a časovou hloubku překrytí (průnik vozidel do konce kompresní střetové fáze a velikost tření v okolí bodu rázu). Toto tření se znázorňuje tzv. třecím kuželem, kde velikost a následný směr impulsu udávají typ rázu, a hodnota součinitele restituice ovlivňuje velikost impulsu. Určitá volba všech parametrů ovlivní hlavně směr pohybu objektu a jeho rotaci. Dalším modelem řešení střetu je tzv. *silový model*. Zde se objekty skládají z několika elipsoidů (=vícetělesové modely) propojenými definovanými vazbami. Silový model pracuje s gravitační silou, kontaktní a vazbovou silou, snižuje náhlé změny dynamiky a je více závislý na délce integračního kroku. Kontaktní síla má normálovou (hloubka vzájemného průniku těles a jejich tuhost) a třecí složku (závislost na koeficientu tření mezi tělesy). Jako třetí se vyvíjí tzv. *mesh model* založený na metodě konečných prvků. Při řešení střetu se rozdělí karoserie vozidla na síť s uzlovými body, s nimiž se dá pohybovat a vytvářet reálné deformace.

Silniční nehody s podporou simulačního programu se řeší následovně:

- posoudí se vliv předstřetové dynamiky (v případě střetu objektů);
- provede se analýza korespondence a rozsahu poškození;
- definujeme minimální vstupní parametry (hmotnosti, rozměry, typ pneu, ABS, ESP, tlumení, pružení, součinitel adheze pneu s vozovkou, tření mezi karoserií a vozovkou při převrácení vozidla, polygony s třením a sklonem, brzdění, úhly řízení, směr pohybu, model řidiče atd.);
- nalezneme střetové konfigurace a místa střetu na základě zdokumentovaných stop a dalších podkladů;

- zvolíme model řešení střetu a definujeme střetové parametry;
- komplexně a postupně obměňujeme vstupní veličiny v technicky přijatelných rozmezích pro dosažení konečných poloh;
- analyzujeme kontrolní parametry a nalezneme rozmezí výsledků zjišťovaných parametrů, případně znovu obměníme;
- ověříme výsledky např. pomocí analytických výpočtů a
- zformulujeme závěr, stanovíme možnosti odvrácení dopravní nehody a připravíme výstupy.

Výstupem musí být ověřitelný protokol nebo tabulka výsledků. Protokol parametrů střetu a pohybu zajistí přezkoumatelnost neboli korektnost provedené analýzy. [7, s. 69-72]

### **3.2.1 Ekvivalentní energetická rychlost**

*„EES je rychlost vozidla sloužící k odhadu deformační energie spotřebované z celkové kinetické energie vozidla na jeho deformaci při nárazu do překážky. Je vyjádřením rychlosti odpovídající celkové kinetické energii vozidla, která je rovna práci potřebné pro dosažení příslušné úrovně deformace.“* EES má v soudně inženýrské praxi nezastupitelnou roli při energetické bilanci nehodového děje. Významnou měrou na ní závisí výsledné vypočtené hodnoty rychlostí ve znaleckém posudku. [9]

## **4 NÁSLEDKY NEHOD A JEJICH PREVENCE**

### **4.1 ČASTÁ ZRANĚNÍ ČI USMRCENÍ POSÁDKY VOZIDLA**

Pro začátek uvedu další z tematických pojmů, a tím je dopravní úraz. Jedná se o jakékoli trauma, které má určitou souvislost s pohybem dopravního prostředku. Vyskytuje se velká škála různých zranění, ať už méně závažných či naopak smrtelných. Dopravní úrazy se dělí z hlediska úlohy zraněné osoby (chodec, řidič, atd...) a podle toho, kterým dopravním prostředkem bylo zranění způsobeno. [2, s. 9]

Tato práce se věnuje dopravním nehodám na pozemních komunikacích povětšinou za účasti osobních automobilů, proto se zaměřím na zranění posádky v kabině těchto vozidel. Součástí posádky je jak řidič a spolujezdec, tak i cestující na zadních sedadlech, kdy u každého z nich při totožné nehodě vznikají zcela jiná poranění. U nehody je důležité znát působení sil způsobujících zranění, způsob vzniku dopravní nehody a zjistit, jestli bylo využito zádržných systémů. Prakticky se rozlišují zranění způsobená vlastním nárazem, tlakem deformace karoserie či volným pohybem objektů v kabině. Zřídka může zranění posádky vzniknout i mimo kabinu vlivem působení exteriéru nebo samotného vnějšku vozidla, pokud člen posádky po nárazu „vyletí“ z vozidla.

Problematika posouzení zranění posádky v kabině automobilu musí být řešena komplexně ve spolupráci znalců z oboru zdravotnictví a znalců technických z oboru dopravy. Je nutné zodpovědět zásadní otázky, kdo a kde seděl, dále kdo řídil a jestli byl zraněný řádně připoután bezpečnostním pásem. Poté znalci musí společně vyřešit i otázku střetové rychlosti. Jednotlivá zranění členů osádky se posuzují individuálně, popíše se mechanismus vzniku, souvislost s ostatními zraněními, velikost a směr již zmiňovaných zraňujících sil a vyhodnotí se zanechané biologické stopy.

Některá zranění jsou zapříčiněna zpomalením, jiná naopak zrychlením, nárazem do vnitřních částí vozidla, nárazem volně se pohybujících zavazadel či členů posádky, působením deformujícího se vozidla, střetem s předměty proniklými do kabiny vozidla nebo naopak střetem s předměty vně vozidla např. se silničním povrchem po vypadnutí člena posádky z automobilu.

### 4.1.1 Formy zranění u řidiče

Řidič osobního automobilu, jako jediný, se obvykle nejrychleji ze všech členů posádky dozvídá o hrozbě nehody. Vyplývá z toho, že se stačí zapřít rukama o volant (vlevo vpředu), pravou nohu opře o brzdový pedál a levou o pedál spojky nebo o podlahu, a poté v této poloze čelí nárazu. V případě, že bezprostředně před nehodou není řidič při vědomí, je pod silným vlivem alkoholu či drog nebo u něho dojde k mikrosnánku, tak tělo nestíhá reagovat a poranění vzniká za odlišných podmínek. Při dopravních nehodách přicházejí v úvahu 3 druhy střetů: čelní (frontální), střet zleva (laterální) a náraz zezadu (dorzální).

Čelní střet vozidla s jiným objektem je nejčastější z uvedených druhů. Nejzávažnější zranění vznikají při nárazu do pevné a stabilní překážky, neboť je tělo vystaveno prudkému zpomalení. Vybrané nehody s pevnou překážkou, při kterých vznikla závažnější zranění, jsou analyzovány v praktické části této diplomové práce. Při nehodě s čelním střetem dvou vozidel dochází k nejvyššímu zpomalení a nejhorší zranění zde vždy utrpí řidič vozidla s nižší hmotností (např. automobil do města x kamion) vlivem fyzikálních vlastností. Mírnějších následků nehod se snažíme docílit různými prvky pasivní bezpečnosti, a to jak provedením pozemních komunikací, tak i vybavením ve vozidle. V moderních automobilech tuto funkci eliminace následků plní deformační zóny, bezpečnostní pásy a airbagy.

Zranění řidiče automobilu se analyzují v rozdělení na jednotlivé části těla. Poranění hlavy při frontálním střetu vzniká z důvodu jejího nekoordinovaného předklonu s nadměrným pohybem krční páteře. Obličejová část hlavy u nepřipoutaného řidiče většinou svou dolní třetinou narazí do volantu a někdy i čelo rozbije přední sklo, po čemž vznikají hematomy, řezné rány, fraktury či hůře drtivá poranění. K jinému zranění dochází u připoutaného řidiče bez funkce airbagů, kdy se krční páteř ohýbá ještě více a hlava naráží svou horní částí do volantu. V lepším případě, v součinnosti bezpečnostních pásů a airbagů, je povrchové poranění hlavy menší, ale přesto může dojít k otřesu mozku nebo narušení rohovky. U čelních nárazů v souvislosti s poraněním krku je nejnebezpečnější případ připoutaného řidiče bez činnosti airbagů kvůli prudkému pohybu hlavy směrem vpřed. Případný aktivovaný airbag tomuto brání a pohyb krku omezí (někdy může dojít k popálení kůže na krku od horkého plynu unikajícího z airbagu). Dalo by se konstatovat, že méně nebezpečné pro krk řidiče je být nepřipoután, kdy spolu s krkem se pohybuje vpřed i celý trup, ale samozřejmě je zde velké riziko poranění obličeje a rozdrčení hrudníku. Poranění krční páteře závisí na prudkosti nárazu, dochází ke zlomení obratlů, distorzím a nejhůře k odtržení lební spodiny od páteře. Po pohybu vpřed přichází rychlé narovnání a pohyb krku směrem vzad. Celkový průběh náhlého

intenzivního ohybu krční páteře v předozadní rovině a zpět je znám pod pojmem whiplash neboli „šlehnutí bičem“ při němž dochází k vážnému porušení krční míchy. Tento jev se dá omezit správným nastavením hlavové opěrky do náležité výšky.

Poranění hrudníku a břicha je také velmi časté zranění u čelního střetu. Zásadní vliv zde má střetová rychlost. Pokud je nízká, sám řidič, i ten nepřipoutaný, se může stačit rukama zapřít o volant a tím zmírnit sílu nárazu trupu a obličeje. Při vyšší střetové rychlosti ovšem nárazu sám nezabrání a hrudník se zastaví až o volant. V závislosti na intenzitě nárazu vznikají různá poranění, např. „otiskové“ oděrky doprovázené krevní podlitinou, rozlomení hrudní kosti, fraktura žeber, poranění srdce, aorty a pohmoždění či trhliny plic. V oblasti břicha jsou obvyklá zranění v podobě hematomů, pohmoždění a porušení veškerých vnitřních orgánů s následkem krvácení do břicha. Některým vážnějším poraněním lze zamezit správným upnutím bezpečnostního pásu spolu s využitím airbagů, ale při vysokých střetových rychlostech nebo nesprávném vedení pásu může tento samotný zádržný systém způsobit vážné zranění v oblasti podbřišku.

Zranění horních končetin u čelních nárazů nebývá závažné. Občas je zaznamenáno poranění ruky mezi palcem a ukazovákem, protože v tomto místě je řidič zapřen o volant při nárazu. Po případném sesmeknutí rukou z volantu přichází v úvahu zranění od předního skla či přístrojové desky, tam vznikají zlomeniny nebo vykloubení prstů a zápěstí a také fraktury dlouhých kostí. Jako v předchozích případech je možné úrazy eliminovat použitím zádržných systémů.

Dolní končetiny při zapření o pedály během střetu čelí nárazu do překážky před řidičem. Bez použití bezpečnostních pásů může dojít k oděrkám, tržným ranám, hematomům nebo zlomeninám. Noha ohnutá v kolenu naráží v tomto případě do přístrojové desky, která jí způsobuje většinou zlomeninu čéšky, nebo následně poranění kyčle. Silné nárazy mohou způsobit zlomeniny stydkých kostí a zranění v oblasti pánve. O dolní část volantu dochází i ke zlomeninám stehenních kostí, o pedály ke zranění bérců a kotníků. Většině těchto zranění se dá opět předejít nebo je alespoň minimalizovat použitím bezpečnostního pásu.

Bezpečnostní pás naopak neochraňuje řidiče při bočním nárazu zleva. Hlava je zraňována o sklo dveří řidiče, zde se objevují fraktury lebky, levá ruka a rameno trpí nárazem do skla a čalounění, pánev a levá noha je zraněna o dveře, hlavně tedy o okenní kličku. Těmto zraněním lze předejít u novějších aut vybavením bočními a hlavovými airbagy. Při levém bočním nárazu nehrozí skoro žádné nebezpečí pro pravou část těla s výjimkou vnitřní plochy



pravého kolena, kterým řidič naráží do volantu nebo do klíčů zapalování. Nárazem zprava vzniká u řidiče maximálně zranění pravé ruky a lokte o pravé dveře, neboť ho zadržuje bezpečnostní pás nebo další nárazy tlumí případný spolujezdec.

Nebezpečná zranění vznikají i při nárazu zezadu. Jde hlavně o zranění týla a krční páteře. Tento náraz vrhá řidiče nejprve dozadu a ihned poté dopředu, což je již zmiňovaný whiplash efekt, jen v obráceném pořadí. Opět velmi záleží na správném nastavení opěrky hlavy. Vznikají zranění jako vykloubení či zlomení obratlů a poranění meziobratlových spojů, krevní podlitiny v oblasti bederní páteře a minimálně také zranění obličeje a prsou.

Řidič je nejvíce ze všech členů posádky ohrožen vlivem zaklínění mezi volant a sedadlo, je mu přitom často zamezeno dýchání a při srážkách s nepoměrně těžkým vozidlem hrozí až rozdrčení těla i přes použití airbagů. Deformovaná kabina vozidla při závažnějších nehodách může svými částmi zranit řidiče i ostatní spolujezdce a napáchat jim bodná, řezná, sečná i tupá poranění.

#### **4.1.2 Formy zranění spolujezdce na předním sedadle**

Na rozdíl od řidiče nemá spolujezdec před sebou volant ani pedály, o které by se mohl při čelním střetu zapřít. Velké nebezpečí proto vzniká při neupoutání bezpečnostním pásem, neboť je tělo volně vrženo dopředu a nahoru. V té chvíli vzniká poranění hlavy o přední sklo, poranění horních končetin, hrudníku, kolen (následně kyčlí) a stehen o palubní desku, v krajním případě i další zranění při opuštění kabiny vozidla rozbitým předním oknem. Jako u řidiče při nesprávném nastavení opěrky hlavy vzniká efekt „švihnutí bičem“ u krční páteře. Pokud se spolujezdec drží postranního madla nade dveřmi a je připoután, dochází obvykle k poranění zápěstí, zlomení pravého předloktí a vykloubení ramenního kloubu. Na břicho a hrudníku spolujezdce se objevují pruhovité oděrky od pásu při čelním střetu. Připoutanému spolujezdci obvykle nehrozí poranění dolních končetin, jinak je tomu jenom tehdy, když se zapře při nárazu chodidlem o podlahu a zamezí tím ohnutí v kolenu, čímž vznikne poranění jamky kyčelního kloubu. Náraz zprava, zleva a zezadu je ve smyslu zranění hodnocen podobně jako u řidiče, jen v zrcadlovém obrácení. Ve srovnání se zraněním řidiče bývá také rozdíl v tom, že spolujezdec nebývá ve chvíli nárazu obrácen čelem ve směru jízdy, ale otáčí se šikmo ve směru k řidiči či k ostatním spolucestujícím vzadu nebo má dokonce nohy velmi nebezpečně vyloženy u čelního skla, přičemž bohužel dochází k poranění pánve.

### **4.1.3 Zranění cestujících na zadních sedadlech a v dětských autosedačkách**

Spolujezdci na zadních sedadlech oproti posádce vpředu nemají před sebou tvrdé nástrahy, ale čalouněná sedadla, která jim obvykle způsobují méně závažná poranění. Vznikají tak poranění ve formě podlitin, oděrek nebo vnitřních zranění hrudníku a břicha, u prudších nárazů poranění mozku či zlomeniny lebky. Horní a dolní končetiny trpí na zlomeniny, pánev a kyčle bývají též poraněny, u zaklíněných nohou pod sedačkou přicházejí v úvahu zranění nártů ve chvíli pohybu těla dopředu a vzhůru. Boční náraz způsobuje srovnatelná zranění posádky vzadu jako u řidiče. Liší se ovšem zranění spolujezdce vzadu uprostřed, a to hlavně při čelním nárazu bez upoutání, kdy se tělo pohybuje mezi předními sedadly nekontrolovaně vpřed a někdy dokonce „vylétne“ skrz přední sklo z kabiny vozidla. Nežádá se stává, hlavně u mladých posádek, že je přepravováno více osob, než smí být (případně i v kufru) a tím vznikají specifická a bohužel zbytečná zranění.

Nejzranitelnějším členem posádky se stává cestující dítě. Proto je dnes již povinné posadit jej do dětské autosedačky vzadu, pokud nedosahuje 150 cm výšky a 36 kg hmotnosti. Malinké děti se umísťují do autosedačky na místě spolujezdce vpředu v proti směru jízdy a současně se musí deaktivovat airbag. Nezodpovědným počinem bývá přepravování dítěte na klíně dospělého, neboť při čelním střetu je dítě přimáčknuo tělem dospělého na sedadlo před sebou a dochází tak k vážnému zranění nebo dokonce k usmrcení, v případě současného použití bezpečnostního pásu je zde i možnost zranění dítěte uškrcením.

### **4.1.4 Vliv zádržných systémů na posádku vozidla při dopravní nehodě**

Smyslem použití bezpečnostních pásů ve vozidle je ochrana posádky před extrémními hodnotami zpomalení. Bez jejich použití na pasažéra působí extrémní zpomalení a samo tělo snižuje rychlost před nárazem do volantu a palubní desky v mnohem kratším čase, přičemž hrozí vážná zranění. Airbasy zase mají za úkol zachycení horní části těla a hlavy a zabránění nárazu do tvrdých částí uvnitř vozidla. Airbasy nejefektivněji zmírňují následky v součinnosti s bezpečnostními pásy.

Přesto mohou bezpečnostní pásy u lehčích dopravních nehod způsobit drobná poranění. Jedná se hlavně o pruhovité oděrky kopírující směr a šířku zapnutého pásu. Při těžších nehodách bohužel vznikají i závažnější poranění od pásů, přestože jsou primárně určeny pro předejití těžkým úrazům. Myšleny jsou zlomeniny klíční kosti, hrudní kosti, žeber, trhliny plic nebo srdečnice a vodorovná část bezpečnostního pásu poraňuje vnitřní orgány dutiny břišní.

Airbag je nebezpečný zejména v případě nepřipoutání posádky. Hrotí tak zlomeniny žeber a hrudní kosti, zhmoždění srdce, poranění plic a pneumotorax úderem do hrudníku. Bývá zraněna i hlava ve formě poranění obličeje, mozku nebo bývá popálena kůže na ruku, krku či obličeji od horkého plynu unikajícího z vystřeleného airbagu.

#### **4.1.5 Ostatní nebezpečné případy DN s následkem zranění**

Do této kategorie lze zařadit převrácení vozidla, poranění posádky při „vylétnutí“ z kabiny, vniknutí cizího předmětu do interiéru vozidla, požár automobilu nebo pád vozidla do vody.

Za situace převrácení vozidla dochází k rotaci a pohybu přes střechu. V případě připoutané posádky nemusí vzniknout žádné vážnější poranění, ale pokud nejsou pasažéři připoutáni, je naopak časté i zranění ohrožující život či rovnou zranění smrtelné. Stává se, že při nehodě tělo pasažéra setrvačností opustí kabinu vozidla. Přitom přicházejí v úvahu zranění jako při zranění v kabině, dále tupá či řezná poranění při pohybu z vozidla a nakonec zranění při pádu na zem nebo nárazu do překážky v exteriéru, možné je i zranění přimáčknutím vozidlem ve chvíli jeho rotace. Méně časté je vniknutí předmětu zvenku do kabiny jako např. část kovového zábradlí, svodidla nebo větve stromu.

U závažnějších dopravních nehod se někdy setkáváme i s požárem vozidla. Většinou se při takové nehodě posádka těžce zraní a není schopná výstupu z vozidla, tudíž následně dochází k úmrtí uhořením. Posledním zvláštním případem je pád vozidla do vody. Stává se to buď nešťastnou náhodou anebo u sebevražd a trestných činů. Častým zraněním u pádu vozidla do vody je poranění hlavy s otřesem mozku, které mnohdy zamezí posádce opuštění vozidla. (2, s. 28-46)

## **4.2 HMOTNÉ ŠKODY**

Následkem každé vzniklé dopravní nehody je poškození určitého objektu. Jedná se zejména o vozidla, překážky nebo jiné součásti pozemní komunikace. Vyčíslením veškerého poškození věcí souvisejících s dopravní nehodou určíme hmotnou škodu.

V ročních statistikách nehodovosti se uvádí výše hmotných škod na základě odhadů dopravní policie z místa nehody. Jelikož není nutné ke každé dopravní nehodě policii přivolávat, znamená to, že celková výše hmotných škod uváděná ve statistikách je v globálním hledisku pouze orientační. U závažnějších nehod však policie zasahuje a výši hmotné škody odhadne. V důsledku určení a zapsání odhadnuté výše škody do protokolu o

nehodě je možné následně případ analyzovat a v případě velkých škod se pokusit zajistit nápravná opatření k předejití opětovnému vzniku škody na majetku.

Dopravní nehody řešené v diplomové práci mají za následek škody na vozidlech, a to nejčastěji např.: poškození přední kapoty, poškození čelního skla, poškození dveří, poškození světlometů, blatníků, interiéru vozidla a airbagů, poškození závěsů kol, poškození motoru atd. Příkladem poškození okolí v následujících řešených nehodách je: odpadlá kůra stromu, deformace silničních svodidel, vyvrácení obrubníku atd.

## 5 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ DOPRAVNÍCH NEHOD

Ředitelství služby dopravní policie v čele s plk. Ing. Tomášem Lerchem Policejního prezidia České republiky vydává pravidelně ročenky přehledu o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice. Jde o obsáhlý statistický přehled nehod rozdělen dle jednotlivých kritérií (stavu vozovky, kategorie vozidel, zavinění atd.) a krajů ČR. V mé diplomové práci se zaměřuji na dopravní nehody s pevnými překážkami a jejich následky (zranění a hmotné škody), proto jsem čerpala z dílčích částí ročenek.

Aktuálně jsou přístupné už pouze ročenky od roku 2007 a novější, s tím, že do roku 2009 jsou dle místa členěny na 8 územních celků dle starého rozdělení a od roku 2010 na 14 územních celků tj. 13 krajů a hlavní město Prahu dle nynějšího dělení. Nehody řešené v následující praktické části diplomové práce jsou reálnými nehodami z kraje Vysočina a i uvedená statistika je z uvedeného důvodu sledována až od roku 2010. Koresponduje to i s rokem vzniku reálných nehod 2011 a 2012.

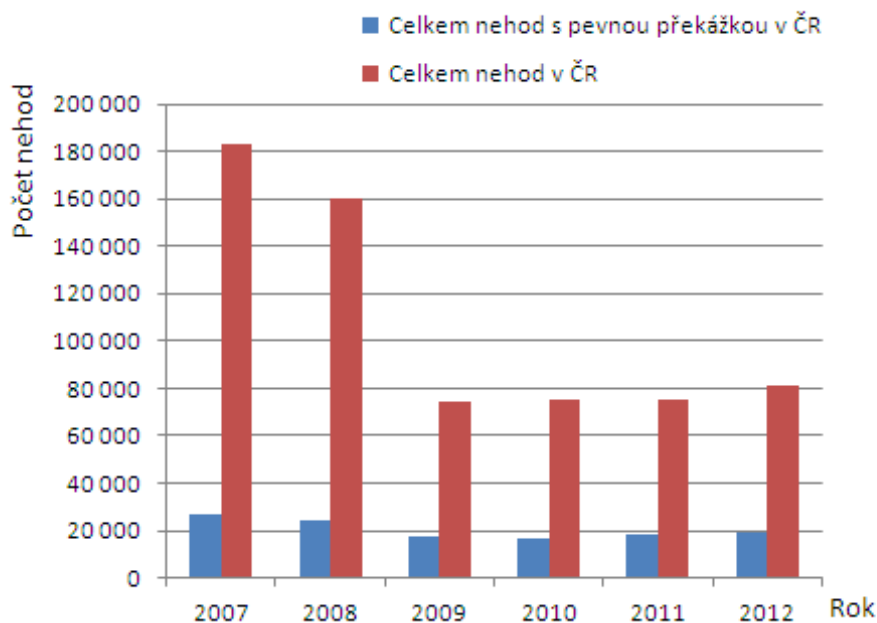
Ve statistikách dopravních nehod Policie ČR jsou pevné překážky rozděleny na 9 kategorií: strom; sloup; patník, odrazník či sloupek; svodidlo; překážka vzniklá provozem jiného vozidla; zeď či pevná část tunelu nebo mostu; závory a překážka vzniklá stavební činností.

Pro lepší pochopení je třeba uvést i vysvětlení pro jednotlivou klasifikaci zranění. Zjednodušeně jako lehké zranění chápeme povrchová poranění, zhmožděniny, pohmoždění kloubů a svalů a méně závažné zlomeniny. Těžkým zraněním může být vnitřní poranění, zlomenina žeber, poranění páteře, břišní stěny, mozku a lebky.

Následující tabulka znázorňuje rozdělení DN za účasti uvedených druhů pevných překážek v jednotlivých letech souhrnně za celou Českou republiku. Od roku 2010 se začal statisticky sledovat i přesný druh pevné překážky způsobující smrtelné zranění posádky havarovaného vozidla a rozdělení zde uvádím.

Tab. č. 1 - Statistika dopravních nehod podle druhu pevné překážky v celé ČR  
v letech 2007 - 2012[14]

	2007	2008	2009	2010/ usmrceno	2011/ usmrceno	2012/ usmrceno
<b>Strom</b>	4830	4353	3005	2465/115	2668/105	2834/113
<b>Sloup</b>	3254	3040	2449	2295/11	2462/9	2582/9
<b>Patník, odrazník, sloupek</b>	3267	3158	2663	2551/11	2793/7	3051/5
<b>Svodidlo</b>	3516	3103	2219	2563/13	2309/9	2574/8
<b>Překážka vzniklá provozem jiného vozidla</b>	332	305	97	120/1	131/0	130/1
<b>Zed', pevná část tunelu, mostu</b>	3511	3136	2075	1911/24	2202/13	2301/27
<b>Závory</b>	194	177	147	141/0	151/0	140/1
<b>Stavební činnost</b>	284	283	198	242/0	271/0	260/1
<b>Jiná - zábradlí, plot, ostrůvek</b>	7418	6476	4926	4606/12	5147/16	5389/12
<b>Celkem dopravních nehod s pevnou překážkou</b>	<b>26 606</b>	<b>24 031</b>	<b>17 779</b>	<b>16 894</b>	<b>18 134</b>	<b>19 261</b>
<b>Celkem dopravních nehod</b>	<b>182 736</b>	<b>160 376</b>	<b>74 815</b>	<b>75 522</b>	<b>75 137</b>	<b>81 404</b>



Graf č. 1 - Porovnání počtu nehod s pevnou překážkou s celkovým počtem nehod  
v ČR[14]

Z uvedeného grafu č. 1 je patrný globálně stagnující celkový počet vzniklých dopravních nehod od roku 2009 do roku 2012. Významný pokles DN je vidět z roku 2008 na rok 2009, je to ale velkou měrou z důvodu legislativní změny od ledna 2009, která zvýšila oznamovací povinnost na 100 000 Kč místo předešlých 50 000 Kč. Částka vyjadřuje odhadnutou výši škody na vozidle a přepravovaných věcech. Před změnou oznamovací povinnosti činil podíl DN s pevnou překážkou 15 % ze všech DN ve statistikách. Po dvojnásobném zvýšení oznamovací povinnosti činí 24 % kromě roku 2010, kdy činil 22 %.

Dle tabulky č. 1 je jako nejčastější střet s pevnou překážkou evidován náraz do zábradlí, plotu či ostrůvku. Při takových nehodách není přítom tolik vysoké riziko smrtelného zranění (0,3 %) na rozdíl od střetu se stromem, kde vychází riziko úmrtí někoho z posádky na 4 až 5 %. Poměrně vysoké riziko úmrtí vychází i u střetů s částmi mostů, tunelů a zdmi, a to ve výši 1 %.

*Tab. č. 2 - Podíl následků při dopravních nehodách s pevnou překážkou v celkovém počtu DN v celé ČR v letech 2007 - 2012[14]*

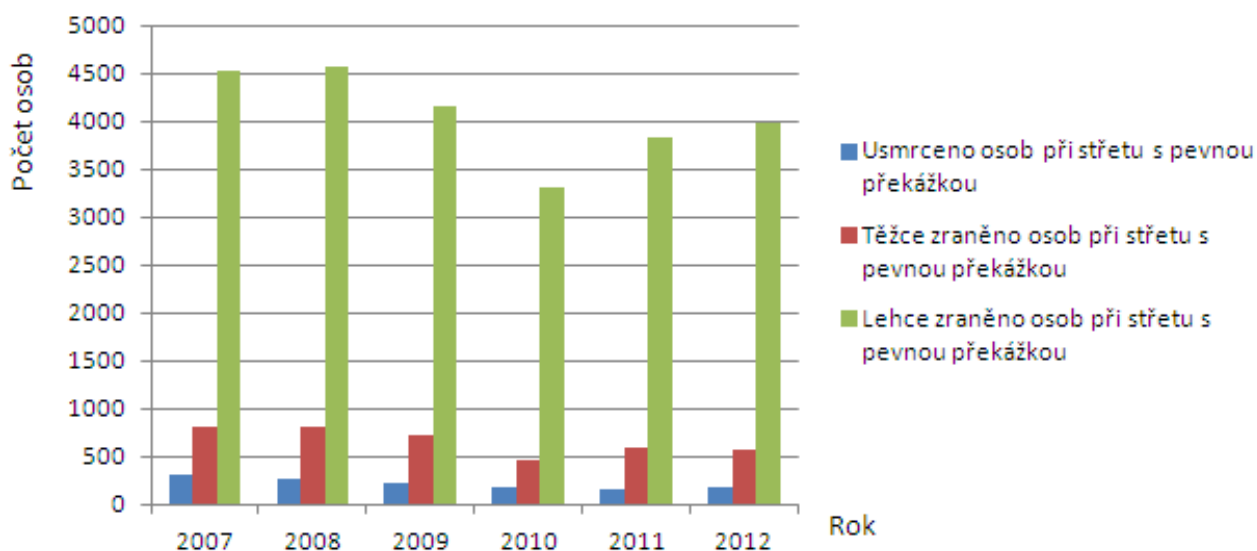
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Usmrceno osob při střetu s pevnou překážkou</b>	<b>302</b>	<b>267</b>	<b>226</b>	<b>187</b>	<b>159</b>	<b>177</b>
<b>Těžce zraněno osob při střetu s pevnou překážkou</b>	<b>816</b>	<b>806</b>	<b>723</b>	<b>472</b>	<b>597</b>	<b>563</b>
<b>Lehce zraněno osob při střetu s pevnou překážkou</b>	<b>4 522</b>	<b>4 577</b>	<b>4 155</b>	<b>3 302</b>	<b>3 832</b>	<b>3 989</b>
Usmrceno osob celkem	1 123	992	832	753	707	681
Těžce zraněno osob celkem	3 960	3 809	3 536	2 823	3 092	2 986
Lehce zraněno osob celkem	25 382	24 776	23 777	21 610	22 519	22 590
<b>Hmotná škoda při střetu s pevnou překážkou [v mil. Kč]</b>	<b>1 431,43</b>	<b>1 331,81</b>	<b>1 191,82</b>	<b>1 109,82</b>	<b>1 111,28</b>	<b>1 201,71</b>
Hmotná škoda u DN celkem [v mil. Kč]	8 467,29	7 741,46	4 981,09	3 209,46	4 628,08	4 875,42

V tabulce č. 2 stejně jako v předchozí platí pravidlo, že mezi lety 2008 a 2009 vzniká neporovnatelný rozdíl z výše uvedeného důvodu, avšak pouze v případě statistiky hmotných škod. Došlo-li při DN k závažnějšímu zranění, lze předpokládat, že byla nehoda evidována policií i za vzniklé škody nedosahující 100 000 Kč.

Z tabulky nelze globálně vyčíst klesající ani stoupající trend počtu zraněných a usmrcených osob při dopravních nehodách ve sledovaných 6 letech. Můžeme pouze sledovat

klesající trend počtu zranění v letech 2007 – 2010, poté v dalších letech jsou pozorovatelné výkyvy mírně srovnatelné s rokem 2010.

Smrtelné zranění osob při střetu s pevnou překážkou se podílí po šest uvedených let stále cca 25 % na úmrtí ze všech nehod. Těžká zranění se takto podílí cca 20 % a lehká zranění 17 % ze všech vzniklých lehkých zranění při nehodách v ČR.



Graf č. 2 - Celkové počty zraněných při dopravních nehodách s pevnou překážkou v ČR[14]

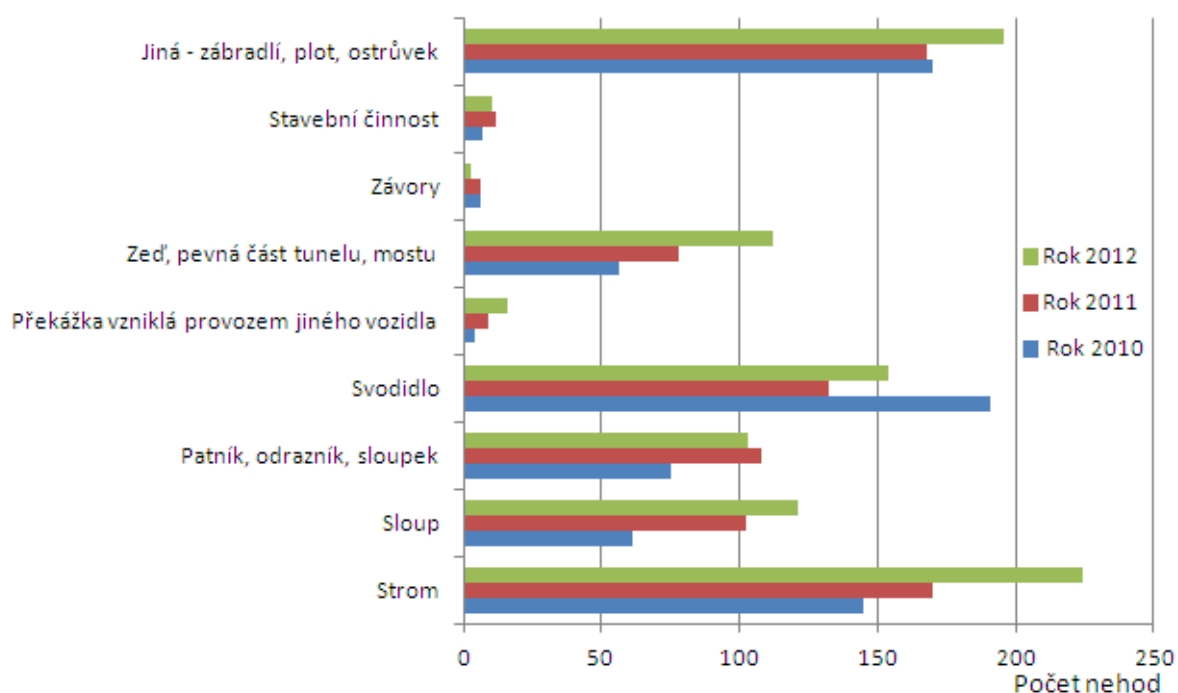
Z grafu č. 2 můžeme vyčíst, že při nehodách s pevnou překážkou se osoby zranily nejčastěji lehce, těžkých zranění bylo podstatně méně a počet smrtelně zraněných byl nejmenší a v průběhu 6 let stále klesal.



Tab. č. 3 - Statistika nehod s pevnou překážkou a jejich následků v kraji Vysočina  
v letech 2010 - 2012[14]

	2010/ usmrceno	2011/ usmrceno	2012/ usmrceno
<b>Strom</b>	145/13	170/4	224/10
<b>Sloup</b>	61/1	102/0	121/0
<b>Patník, odrazník, sloupek</b>	75/0	108/0	103/0
<b>Svodidlo</b>	191/1	132/0	154/0
<b>Překážka vzniklá provozem jiného vozidla</b>	4/0	9/0	16/0
<b>Zed', pevná část tunelu, mostu</b>	56/0	78/0	112/3
<b>Závory</b>	6/0	6/0	3/0
<b>Stavební činnost</b>	7/0	12/0	10/0
<b>Jiná - zábradlí, plot, ostrůvek</b>	170/1	168/0	196/1
<b>Celkem dopravních nehod s pevnou překážkou</b>	<b>715</b>	<b>785</b>	<b>939</b>
Celkem dopravních nehod	2390	2594	3295
<b>Usmrceno osob při střetu s pevnou překážkou</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>14</b>
<b>Těžce zraněno osob při střetu s pevnou překážkou</b>	<b>21</b>	<b>42</b>	<b>48</b>
<b>Lehce zraněno osob při střetu s pevnou překážkou</b>	<b>233</b>	<b>239</b>	<b>276</b>
Usmrceno osob celkem	52	33	39
Těžce zraněno osob celkem	115	188	186
Lehce zraněno osob celkem	1164	1241	1314
<b>Hmotná škoda při střetu s pevnou překážkou [v mil. Kč]</b>	<b>51,45</b>	<b>60,34</b>	<b>65,53</b>
Hmotná škoda u DN celkem [v mil. Kč]	210,42	222,82	237,58

V kraji Vysočina je nejnebezpečnější a nejčastější pevnou překážkou při dopravních nehodách strom. Tvoří celých 20 % všech nehod s pevnými překážkami, a pokud dojde při střetu s pevnou překážkou k úmrtí, je to obvykle právě při střetu se stromem.



*Graf č. 3 - Rozdělení dopravních nehod dle druhu pevné překážky vzniklých na Vysočině v letech 2010 – 2012[14]*

V grafu č. 3 můžeme vidět, že počet dopravních nehod s pevnou překážkou v kraji Vysočina převážně stoupal, proto je třeba bezpečnost pevných překážek v blízkosti pozemních komunikací více sledovat a hledat opatření, která by mohla takovým nehodám předcházet.

## **6 TECHNICKÁ ANALÝZA SILNIČNÍCH NEHOD**

Posouzení každé dopravní nehody začíná vyhodnocením poškození vozidla. Podle uspořádání a charakteru deformací můžeme zjistit kolizní postavení vozidla a zčásti také průběh nehodového děje, např. zda byla před střetem natočena kola. Analyzování nehodového děje vychází vždy z teoretických úvah. Je třeba mít k dispozici půdorys (náčrtek) nehodového postavení vozidel v měřítku a popřípadě i další náhledy kontaktních fází. Toto se provádí za použití počítačových kreslicích programů dle podkladů zjištěných vyšetřováním dopravní nehody dopravní policií. Počítačový simulační program řešiteli umožňuje vyzkoušet a prověřit různé varianty průběhu kolizního děje a nakonec vybrat tu technicky nejvíce přípustnou. Takováto názorná grafická analýza je mnohdy efektivnější a pochopitelnější než slovní popis vzniklé situace. V technické analýze DN je nutno uvažovat výsledky nárazových zkoušek (např. z databází na internetu), z nichž stanovíme hodnoty střetových rychlostí.

Nedílnou součástí technické analýzy je nalezení správné polohy bodu rázu, což se dá vysvětlit jako výsledný vektor rázové síly, jenž působí v jednom bodě. Prakticky ale v kontaktní zóně vozidel nebo vozidla a jiného objektu existuje velké množství sil. Dále je třeba stanovit polohu roviny dotyku, hodnotu maximálního tření v kontaktní oblasti a hodnotu koeficientu restituace. Na zmíněných parametrech silně závisí vypočtený výsledek, proto je nutné důkladně znát souvislosti. (5, s. 118-139)

### **6.1 ANALÝZA SKUTEČNÝCH NEHOD S PEVNOU PŘEKÁŽKOU A VARIANTY ŘEŠENÍ VZNIKLÉ DOPRAVNÍ SITUACE PO NAVRŽENÝCH OPATŘENÍCH**

Řešení nehod v této části diplomové práce je odvislé od podkladů reálných nehod získaných od dopravního inspektorátu Policie ČR. Osobně mi byly pro studijní účely poskytnuty plánky dopravních nehod, stručný popis každé nehody, místa nehod, zúčastněná vozidla, fotodokumentace a stručné sdělení o zranění posádek ke každé nehodě. Velkým nedostatkem bylo, že mi ani po vyžádání nebyly poskytnuty kompletní protokoly o dopravní nehodě. Důvodem neúplnosti podkladů pro řešení DN byla ochrana osobních údajů účastníků DN ze strany Policie ČR. Chyběly mi tak výpovědi účastníků a svědků nehod a naměřené hodnoty vzdáleností od VBM při vyšetřování dopravních nehod. Při práci se simulačním programem uvažuji slabé brzdění při brzděném zpomalení cca  $1-3 \text{ m/s}^2$  a silné cca  $4-7 \text{ m/s}^2$ .

### 6.1.1 Dopravní nehoda č. 1

#### *Popis*

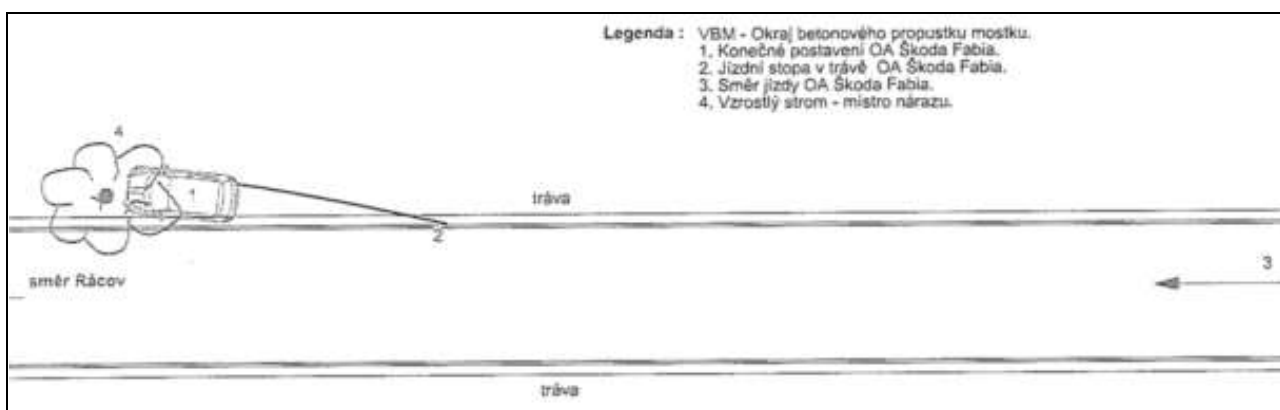
V červenci 2012 v odpoledních hodinách došlo na silnici III. tř. v katastru obce Batelov k dopravní nehodě a to tak, že řidička B. se spolujedoucím nezletilým P., jedoucí s osobním automobilem Škoda Fabia (r. v. 2009) ve směru od Batelova na Rácov se plně nevěnovala řízení vozidla, dle svého vyjádření za jízdy usnula a s vozidlem najela na pravou krajnici a poté vpravo mimo vozovku, kde narazila do stromu po pravé straně vozovky. Technická závada, jako příčina dopravní nehody, nebyla na místě ohledáním zjištěna ani uplatněna.



*Obr. č. 18 - Místo dopravní nehody č. 1 [vlastní zdroj]*

#### *Technická přijatelnost podkladů*

Pro analýzu dopravní nehody č. 1 jsem obdržela plánek DN v měřítku 1:200, potvrzení o účastní na DN (info o účastnících DN, označení vozidla, popis poškození), druh zranění a 2 fotografie. Pro úplnost chybí protokol DN včetně rozměrů z místa nehody, výpověď spolujedoucího a svědků a více fotografií.



Obrázek 19 - Výřez plánu DN č. 1[16]

### ***Korespondence poškození***

Poškození na vozidle: chladič, přední nárazník, přední maska, přední držák RZ, přední RZ, poškození motoru, přední víko motoru, levé přední světlo, čelní sklo, pravé přední světlo, levý přední blatník, pravý přední blatník, přístrojová deska, airbag řidiče, přední airbag spolujezdce.

### Strom nepoškozen

Celkový odhad hmotné škody Policií ČR ve výši 70 000 Kč na osobním automobilu.



Obr. č. 20 - Pohled na konečnou polohu vozidla ze směru jízdy[16]



Obr. č. 21 - Detail poškození vozidla po střetu se stromem[16]

## *Analyza střetu, postřetového a předstřetového pohybu vozidla*

Vozidlo Škoda narazilo do stromu rychlostí cca 45 km/h, v tomto místě zároveň vozidlo zůstalo v konečné poloze.

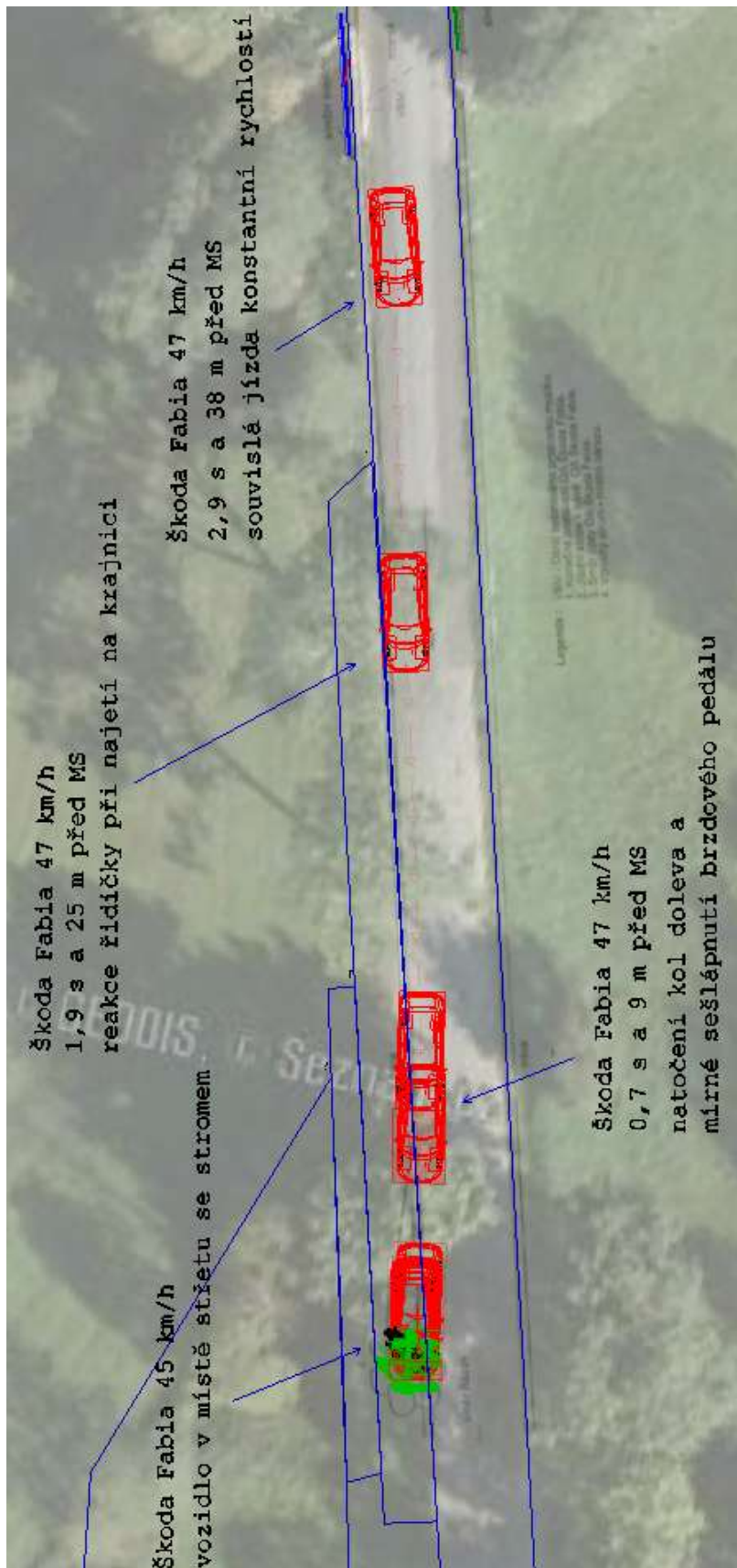


*Obr. č. 22 - Střetová poloha vozidla [vlastní zdroj]*



*Obr. č. 23 - Oblast místa střetu se stromem [vlastní zdroj]*

Před místem nehody i v těsné blízkosti za místem nehody se nachází nechráněné zatáčky, silnice je úzká a povrch vozovky je značně narušen erozí a výtluky. Ve směru jízdy řidičky přibližně 100 m před přejezdem potoku chráněným svodidly řidička musela přejet přes horizont neumožňující bezpečný výhled. Rychlost jízdy vozidla Škoda Fabia je uvažována okolo 50 km/h i s ohledem na výpověď řidičky, ze které se dá usuzovat, že byla unavená. Vozidlo jelo 2,9 s a 38 m před MS souvisle rychlostí 47 km/h, řidička reagovala 1,9 s a 25 m před MS, začala brzdit z rychlosti 47 km/h a stočila kola doleva 0,7 s a 9 m před MS. Parametry výpočtu simulace použité při analýze střetu, postřetového a předstřetového pohybu v reálné nehodě jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 1 na straně č. 1-6 Přílohy DP v IS a na CD. EES vozidla po DN přibližně odpovídá hodnotám EES obdobných vozidel dle katalogu EES.



Obr. č. 24 - Intervalový diagram DN č. 1 [vlastní zdroj]

## ***Následky DN č. 1***

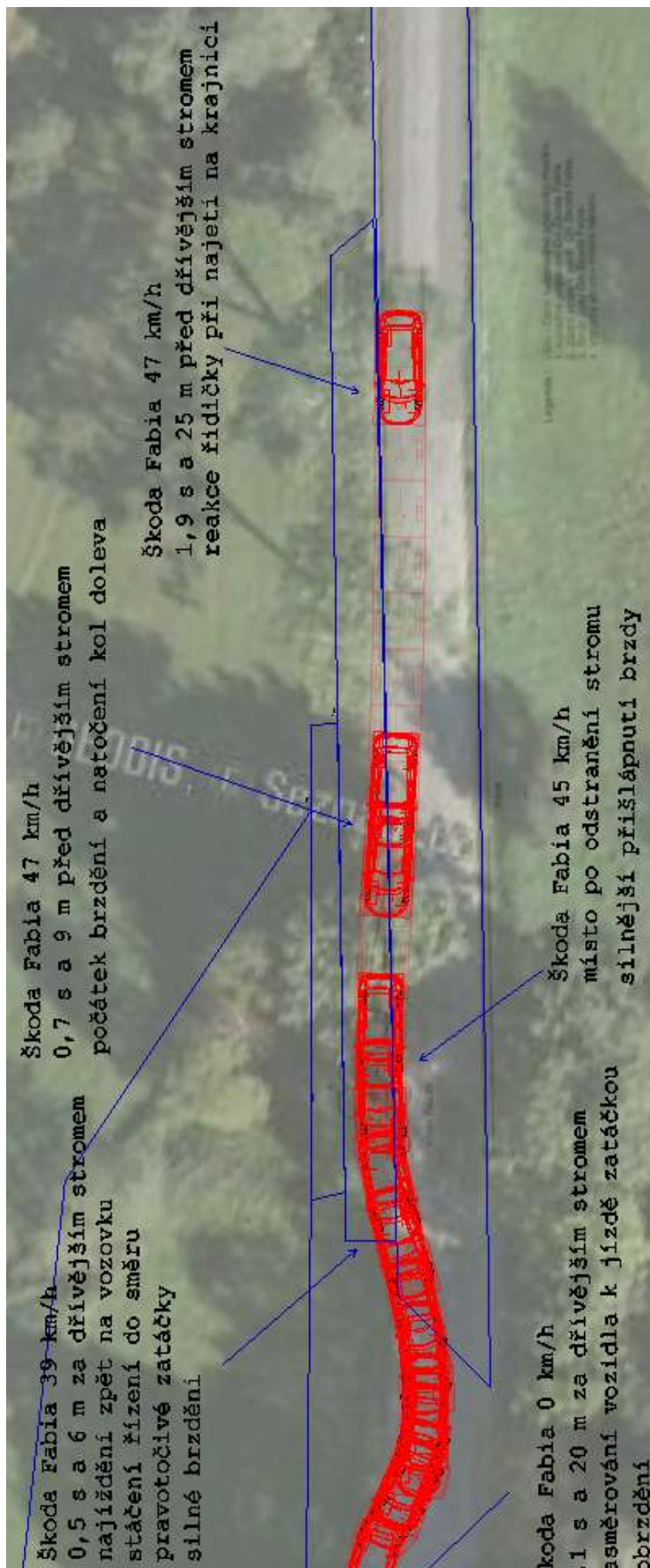
Poškození vozidla a stromu viz korespondence poškození.

Lehké zranění řidičky, těžké zranění spolujedoucího na předním sedadle.

## ***Analýza nehodového děje po odstranění pevné překážky varianta č. 1***

Variantu č. 1 v případě odstranění (pokácení) stromu jsem volila simulovat z předpokládaného místa reakce řidičky v reálné nehodě. Řidička by mohla reagovat při najetí na krajnici v rychlosti 47 km/h 1,7 s a 25 m před původním stromem, mohla by začít brzdit a stáčet kola doleva 0,7 s a 9 m před původním stromem, brzdila by ze 45 km/h v místě původního stromu, mohla by stále brzdit a stáčet kola doprava 0,5 s a 6 m za původním stromem v rychlosti 39 km/h. Vozidlo by zastavilo 4,1 s a 20 m za původním stromem ve svém jízdním pruhu. Parametry výpočtu simulace použité při analýze pohybu při řešení DN bez překážky varianta č. 1 jsou uvedeny v protokolu v příloze č. 2 na straně č. 7-10 Přílohy DP v IS a na CD.





Obr. č. 25 - Intervalový diagram DN č. 1 po odstranění překážky varianta č. 1 [vlastní zdroj]

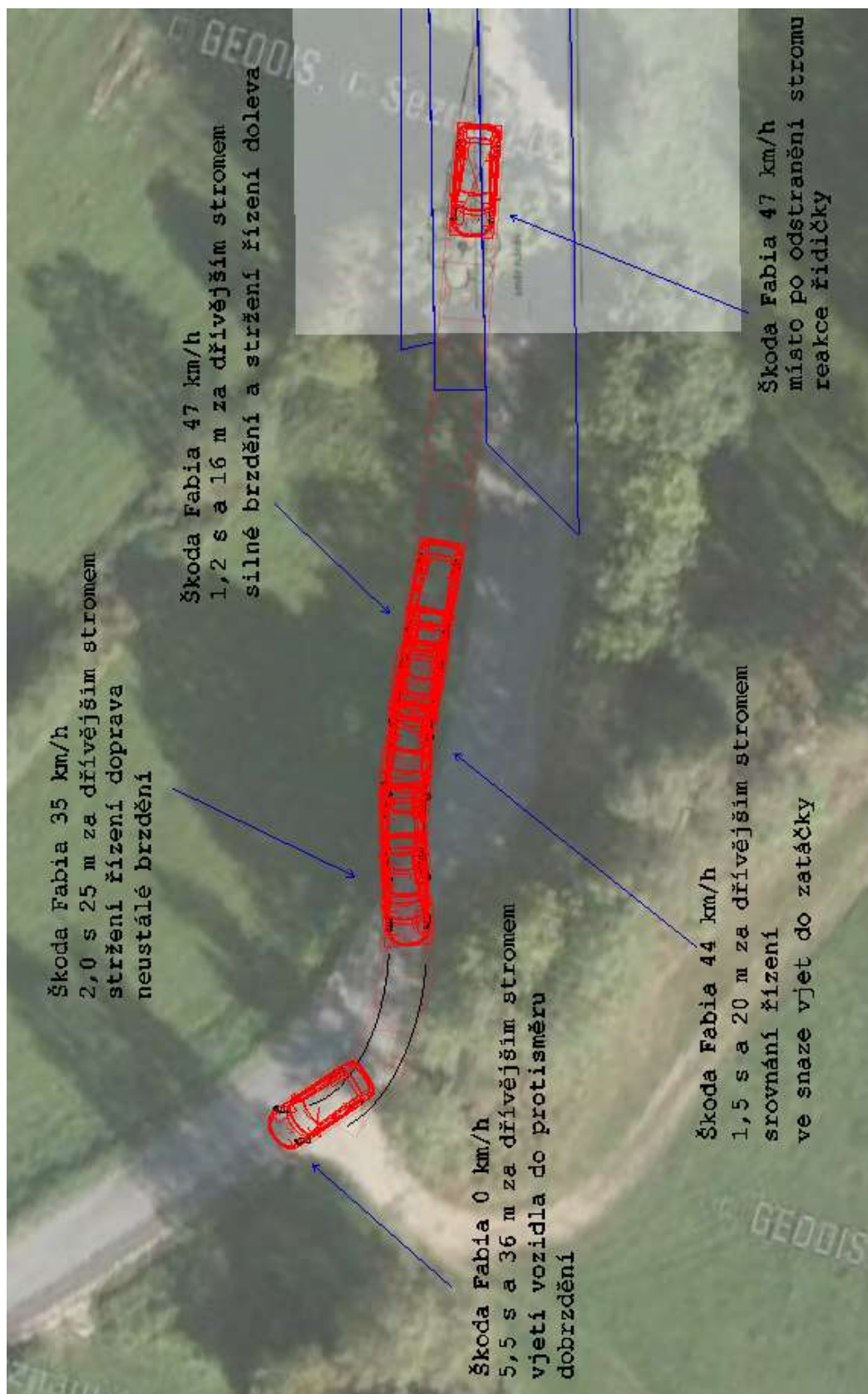
### ***Následky dopravní nehody po odstranění překážky varianta č. 1***

Z popsané situace nevyplývá žádné větší poškození ani zranění. Mohlo by přicházet v úvahu maximálně drobné poškození podvozkových částí vozidla při projetí krajnice a psychické rozrušení posádky vozidla.

### ***Analýza nehodového děje po odstranění překážky varianta č. 2:***

Variantu č. 2 v případě odstranění (pokácení) stromu jsem volila simulovat z místa střetu se stromem v reálné nehodě. Reakce řidičky v této variantě je v místě původního stromu v rychlosti 47 km/h při probuzení na krajnici, po uplynutí reakční doby v 1,2 s a 16 m za původním stromem by mohla řidička začít silně brzdit a strhnout řízení doleva z rychlosti 47 km/h, 1,5 s a 20 m za původním stromem v rychlosti 44 km/h by mohla srovnat řízení, 2,0 s a 25 m za původním stromem by stále mohla brzdit a strhnout řízení doprava v rychlosti 35 km/h a zastavit by mohla 5,5 s a 36 m za původním stromem v protisměru. Parametry výpočtu simulace použité při analýze pohybu při řešení DN bez překážky varianta č. 2 jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 3 na straně č. 11-14 Přílohy DP v IS a na CD.

Tato varianta již neumožňuje bezpečné projetí zatáčky, nelze totiž vyloučit riziko střetnutí s případným protijedoucím vozidlem.



Obr. č. 26 - Intervalový diagram DN č. 1 po odstranění překážky varianta č. 2[vlastní zdroj]

## ***Následky dopravní nehody po odstranění překážky varianta č. 2***

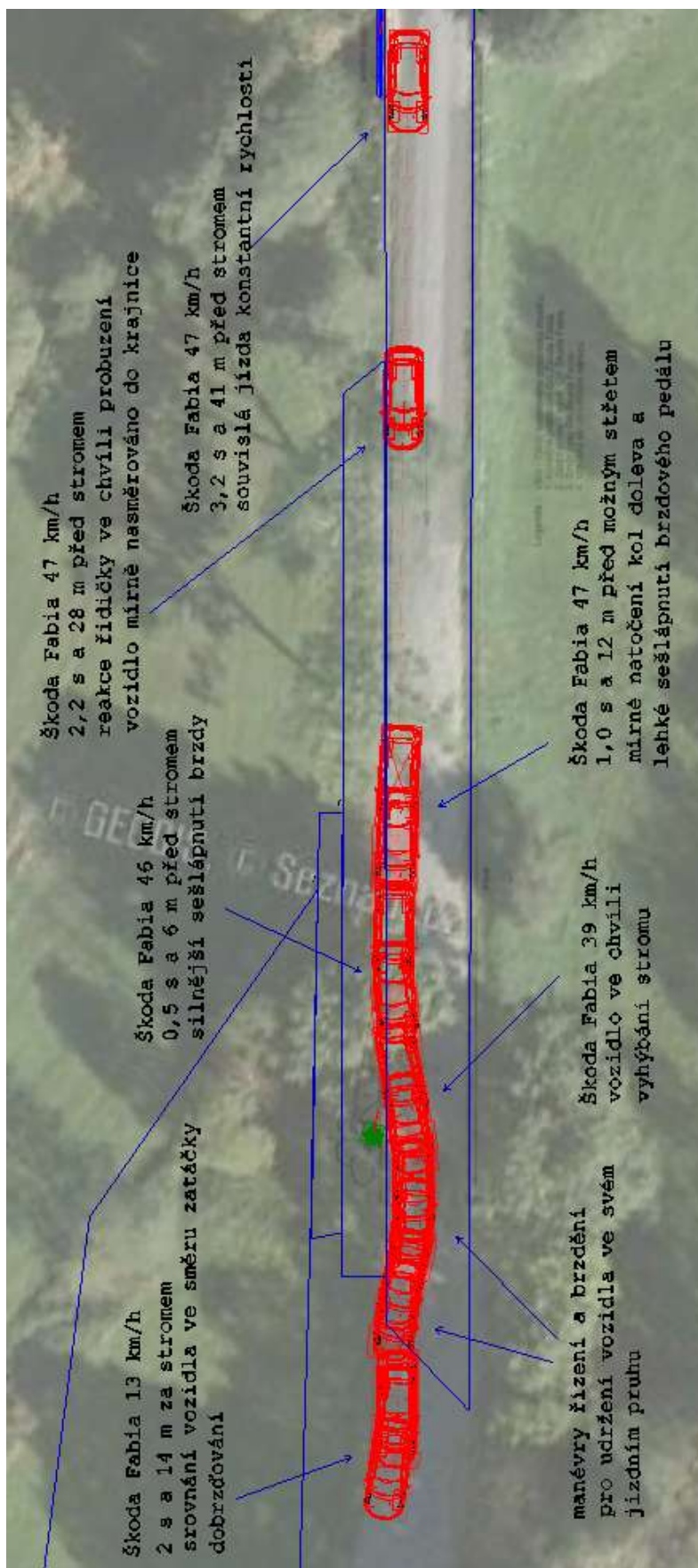
Ve srovnání s první variantou vozidlo vjíždí na krajnici vyšší rychlostí. Předpokládá se tedy větší poškození podvozkových částí vozidla nebo geometrie náprav a lehké zranění posádky vozidla. Pokud by došlo ke střetu s vozidlem v protisměru, s největší pravděpodobností by škoda na majetku i zdraví byla vyšší.

### ***Analýza nehodového děje při odvrácení střetu se stromem***

Simulace odvrácení střetu vozidla Škoda Fabia je tvořena se stejnými podmínkami jako základní simulace reálné nehody, pouze je změněn čas, kdy by se musela řidička probudit, začít brzdit a zatáčet, aby svou naplánovanou trasu projela bezpečně a poměrně plynule ve svém pruhu a vyhnula se stojícímu stromu v těsné blízkosti vozovky. Řidička by musela jet souvisle rychlostí cca 47 km/h 3,2 s a 41 m před stojícím stromem, reagovat by musela 2,2 s a 28 m před stromem ve chvíli nasměrování vozidla ke krajnici v rychlosti 47 km/h, začala by brzdit a stáčet kola doleva 1,0 s a 12 m před stojícím stromem v rychlosti 47 km/h a strom by minula v rychlosti 39 km/h. Dále by dobrzdila a stočila kola vpravo a vlevo a mohla by pokračovat v jízdě.

Je patrné, že čas začátku brzdění by musel být 1,0 s a 12 m před stromem oproti 0,7 s a 9 m v reálné nehodě. Rozdíl je tedy pouze 3 desetiny sekundy a 3 metry. Parametry výpočtu simulace použité při analýze pohybu při možnosti odvrácení střetu jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 4 na straně č. 15-18 Přílohy DP v IS a na CD.





Obr. č. 27 – Intervalový diagram DN č. 1 v případě odvracení střetu s pevnou překážkou[vlastní zdroj]

### ***Následky odvrácení střetu s pevnou překážkou***

Odvrácení střetu je řešeno proto, aby nevzniklo žádné nebezpečí. Nelze tedy předpokládat žádné zranění posádky ani poškození vozidla.

### ***Porovnání následků nehody s pevnou překážkou, bez překážky a při odvrácení střetu s pevnou překážkou***

*Tab. č. 4 - Porovnání následků nehody s překážkou, bez překážky a při možnosti odvrácení střetu u DN č. 1*

	<b>Poškození vozidla a okolí</b>	<b>Zranění posádky</b>
<b>Reálná nehoda s pevnou překážkou</b>	chladič, přední nárazník, přední maska, přední držák RZ, přední RZ, poškození motoru, přední víko motoru, levé přední světlo, čelní sklo, pravé přední světlo, levý přední blatník, pravý přední blatník, přístrojová deska, airbag řidiče, přední airbag spolujezdce.	lehké zranění řidičky, těžké zranění spolujedoucího na předním sedadle.
<b>Varianta č. 1 bez překážky</b>	poškození podvozkových částí (geometrie náprav)	psychické rozrušení posádky
<b>Varianta č. 2 bez překážky</b>	poškození podvozkových částí (geometrie náprav)	lehké zranění
<b>Možnost odvrácení střetu</b>	bez poškození	bez zranění

## 6.1.2 Dopravní nehoda č. 2

### *Popis*

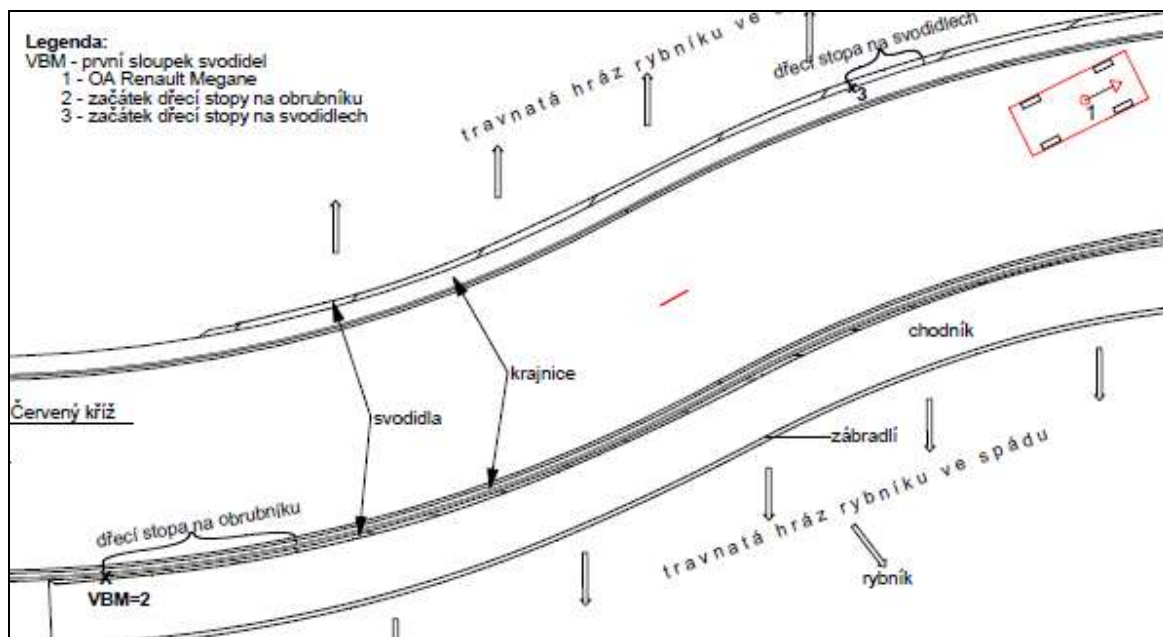
V druhé půli července 2011 došlo v obci Střítež k havárii vozidla Renault Megane (r. v. 2000), jehož řidič jel ve směru od Červeného kříže na Dobronín a to tak, že nezvládl řízení vozidla, najel vpravo, kde poškodil kryt pravého předního kola o betonový taras, poté přešel vlevo do protisměru, kde narazil levou přední částí do silničních svodidel. Řidič byl převezen do nemocnice, kde bylo zjištěno, že je důvodné podezření, že řidiče postihla při řízení vozidla srdeční příhoda. Dechová zkouška byla negativní. Technická závada, jako příčina dopravní nehody, nebyla na místě ohledáním zjištěna ani uplatněna.



Obr. č. 28 - Místo dopravní nehody č. 2 [vlastní zdroj]

### *Technická přijatelnost podkladů*

Pro analýzu dopravní nehody č. 2 jsem obdržela plánek DN v měřítku 1:200, potvrzení o účastní na DN (info o účastnících DN, označení vozidla, popis poškození), druh zranění a 22 fotografií. Pro úplnost chybí protokol DN včetně rozměrů z místa nehody, výpovědi účastníků a svědků a přesnější plánek korespondující se skutečnou linií vozovky.



Obr. č. 29 - Výřez plánu DN č. 2[16]

### ***Korespondence poškození***

Poškození vozidla: přední nárazník, levá přední směrovka, levé přední světlo, deformovaný levý přední blatník, pravý přední kryt kola

Poškození silničních svodidel: lehká deformace v délce 0,5 m

Celkový odhad hmotné škody Policií ČR ve výši 10 000 Kč na osobním automobilu a 1 000 Kč na svodidlech.





*Obr. č. 30 - Poškození levé přední části vozidla od svodidel, viz označnick č. 3 na obr. č. 33[16]*



*Obr. č. 31 - Poškození krytu pravého předního kola, viz označnick č. 2 na obr. č. 32[16]*



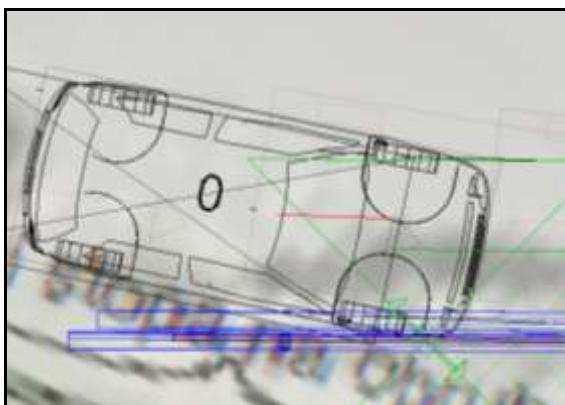
*Obr. č. 32 - Poškozený obrubník od pravého předního kola[16]*



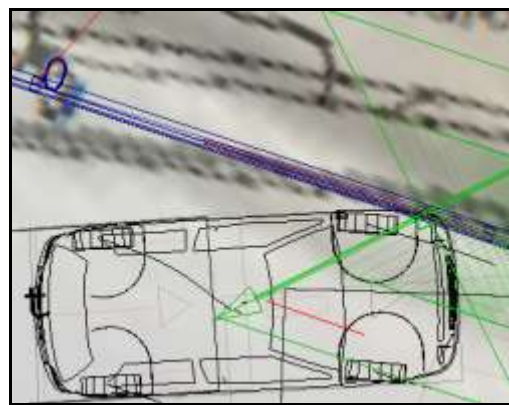
*Obr. č. 33 - Poškozené svodidlo od nárazu vozidla levou přední částí[16]*

### ***Analýza střetu, postřetového a předstřetového pohybu vozidla***

Rychlost střetnutí s obrubníkem byla dle analýzy vypočtena na 13 m/s, po 0,8 s a 8 m se vozidlo odrazilo od obrubníku v rychlosti 29 km/h a pokračovalo do protisměru. 3,5 s a 30 m za místem střetu s obrubníkem byla kola stočena vpravo v rychlosti 29 km/h a ve stejné rychlosti vozidlo narazilo do svodidel v čase 3,8 s a 32 m za MS1. V čase 0,9 s a 2 m za střetem se svodidly bylo ukončeno dření a vozidlo pokračovalo rychlostí 2 km/h směrem na Ždírec. 2,2 s a 3 m za MS2 bylo vozidlo zbrzděno a zastavilo v čase 9,2 s a 5 m za místem střetu se svodidly.

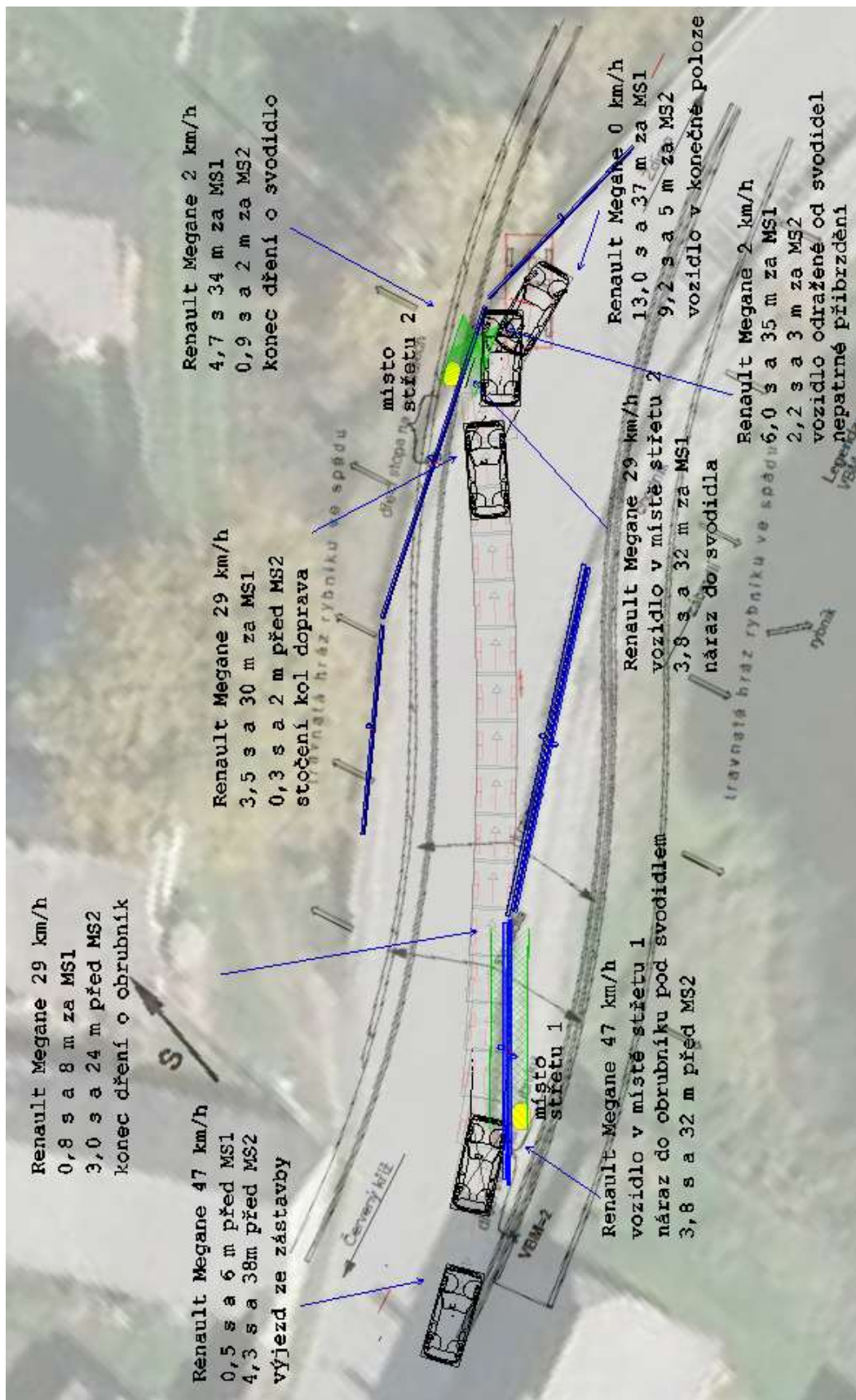


*Obr. č. 34 – Poloha vozidla v místě střetu  
1[vlastní zdroj]*



*Obr. č. 35 – Poloha vozidla v místě střetu  
2[vlastní zdroj]*

V případě č. 2 se jedná se o méně závažnou nehodu, ale její řešení se zkomplikovalo hlavně kvůli nepřesnému plánu. Situace vznikla uprostřed obce na hrázi rybníka v mírném „esíčku“. Překrytí plánu a ortofotomapy není možné, není v plánu správně zakresleno vedení svodidel a trajektorie skutečné vozovky. Postupovala jsem tedy tak, že jsem se řídila skutečností z ortofotomapy, vsadila svodidla tam, kde skutečně vedou a tím pádem se pokusila o nastínění skutečného průběhu nehody. Byly zachovány délky dřevic stop a natočení vozidla v konečné poloze. Usazení svodidel je od vodící čáry vozovky vzdáleněji než vysoký obrubník chodníku, proto svodidla náraz v tomto místě netlumí a vozidlo tak narazilo krytem disku do betonového obrubníku. U vlastní simulace jsem vycházela ze skutečnosti, že řidiče zastihla srdeční příhoda (nemusel v tu chvíli vnímat vzniklou situaci) a tím pádem neuvažují žádnou reakci ani zásahy do řízení nebo prudké brzdění. Pouze odůvodním manévr v čase bezprostředně před místem střetu 2 se svodidlem. Kola byla stočena mírně doprava buď řidičem, ale je možné i samovolné stočení kol, jelikož se mohlo při prvním nárazu do obrubníku lehce poškodit zavěšení kola a to zapříčinit stočení kol bez zásahu řidiče. Pozemní komunikace prochází v těsné blízkosti zástavby a poškození vozidla není nijak výrazné, proto jsem rychlost jízdy vozidla v obci volila do 50 km/h. Parametry výpočtu simulace použité při analýze střetu, postřetového a předstřetového pohybu v reálné nehodě jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 5 na straně č. 19-36 Přílohy DP v IS a na CD. EES vozidla po DN přibližně odpovídá hodnotám EES obdobných vozidel dle katalogu EES.



Obr. č. 36 - Intervalový diagram DN č. 2 [vlastní zdroj]

## ***Následky DN č. 2***

Poškození vozidla a silničních svodidel viz korespondence poškození.

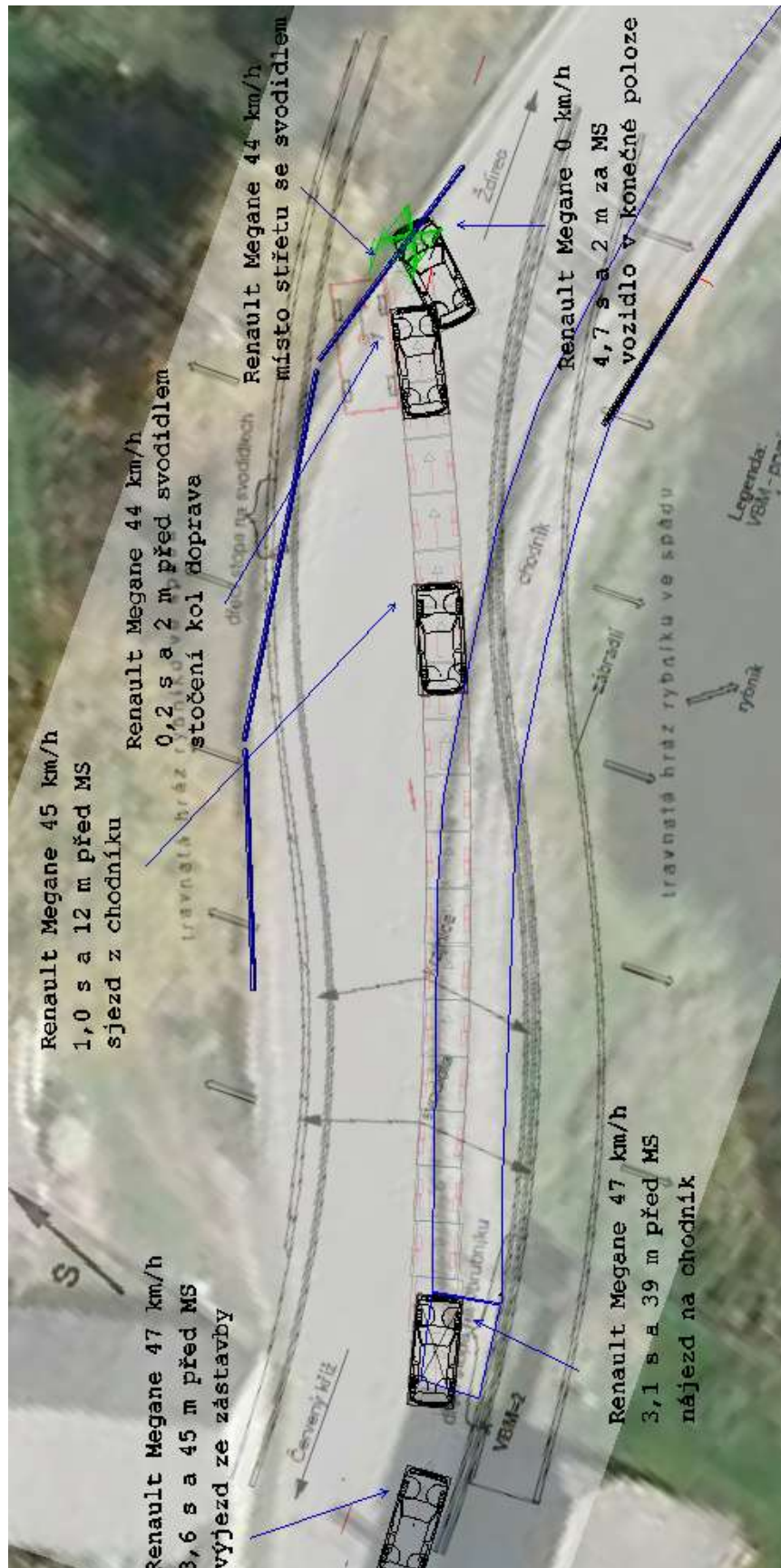
Jiné zranění kromě srdeční příhody u řidiče nezjištěno.

## ***Analýza nehodového děje po odstranění překážky varianta č. 1***

Ve variantě č. 1 byla odstraněna pouze svodidla a vysoký obrubník po pravé straně vozovky a byl naznačen polygon představující existující chodník vedoucí po hrázi rybníku.

Střet s obrubníkem po pravé straně vozovky ve směru jízdy nepřipadá v úvahu. Vznikl by pouze střet se svodidly na levé straně vozovky v rychlosti 44 km/h. Vozidlo by zastavilo 4,7 s a 2 m za tímto místem střetu. V čase 3,1 s a 39 m před místem střetu by vozidlo najelo pravými koly na chodník v rychlosti 47 km/h, 1,0 s a 12 m před MS by sjelo v rychlosti 45 km/h z chodníku a v čase 0,2 s a 2 m před střetem se svodidlem by byla kola stočena vpravo. Parametry výpočtu simulace použité při analýze střetu, postřetového a předstřetového pohybu při řešení DN bez překážky varianta č. 1 jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 6 na straně č. 37-43 Přílohy DP v IS a na CD.





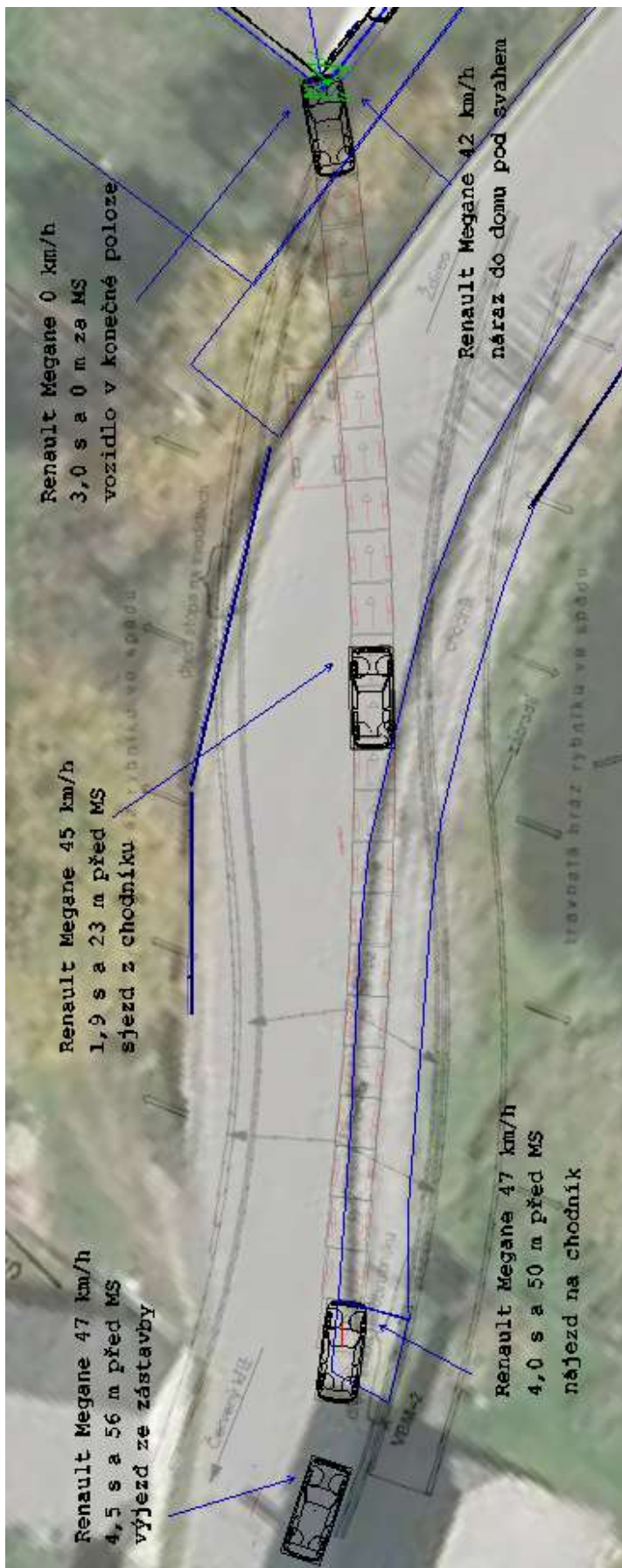
Obr. č. 37 - Intervalový diagram DN č. 2 varianta č. 1 [vlastní zdroj]

### ***Následky dopravní nehody po odstranění překážky varianta č. 1 (pravá svodidla a obrubník)***

Svodidla a obrubníky jsou sice pevnými překážkami, ale většinou slouží jako záchytné systémy a i zde slouží dobře, jelikož po jejich odstranění nezbrzdily vozidlo a náraz byl ve vyšší rychlosti. Vznikne tedy větší škoda na vozidle a hrozí i zranění horšího charakteru pro posádku, zde řidiče.

### ***Analýza nehodového děje po odstranění překážky varianta č. 2***

Tato varianta se liší tím, že byla odstraněna jak svodidla s obrubníkem po pravé, tak i svodidla po levé straně vozovky. Pod levými svodidly je ve skutečnosti svah s mladými listnatými stromky a pod ním stojí rodinný dům. Uvažovala jsem nejhorší případ, a to vyhnutí se zmiňovaným mladým stromkům a přímý náraz do rohu domu. Boční sjezd vozidla ze svahu by vozidlo sice zpomalil, ale přesto by narazilo v rychlosti 42 km/h. Konečná poloha vozidla po střetu by byla totožná s polohou střetovou. Vozidlo Renault Megane by najelo na chodník rychlostí 47 km/h v čase 4,0 s a 50 m před místem střetu, v čase 1,9 s a 23 m před MS by sjelo z chodníku v rychlosti 45 km/h. Parametry výpočtu simulace použité při analýze střetu, postřetového a předstřetového pohybu při řešení DN bez překážky varianta č. 2 jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 7 na straně č. 44-48 Přílohy DP v IS a na CD.



Obr. č. 38 - Intervalový diagram DN č. 2 varianta č. 2 [vlastní zdroj]

### ***Následky dopravní nehody po odstranění překážky varianta č. 2 (pravá svodidla, obrubník a levá svodidla)***

Tento případ vychází jako nejvíce nebezpečný. Obrubník s levými svodidly vozidlo nezbrzdí, levá svodidla vozidlu povolí sjezd ze svahu ke stávajícímu domu a při předpokládaném průjezdu mezi mladým porostem vozidlo narazí do rodinného domu. Nárazem do stavby bude značně poškozeno vozidlo a čelní náraz způsobí posádce minimálně lehká poranění, ale může dojít vzhledem k nárazové rychlosti 42 km/h i ke zraněním těžším.

### ***Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky***

*Tab. č. 5 - Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky u DN č. 2*

	<b>Poškození vozidla a okolí</b>	<b>Zranění posádky</b>
<b>Reálná nehoda s pevnou překážkou</b>	přední nárazník, levá přední směrovka, levé přední světlo, deformovaný levý přední blatník, pravý přední kryt kola  lehká deformace svodidel v délce 0,5 m	kromě srdeční příhody nezjištěno
<b>Varianta č. 1 bez překážky</b>	deformace levé přední části vozidla	lehké zranění
<b>Varianta č. 2 bez překážky</b>	deformace přední části vozidla  poškození domu	lehké zranění



### 6.1.3 Dopravní nehoda č. 3

#### *Popis*

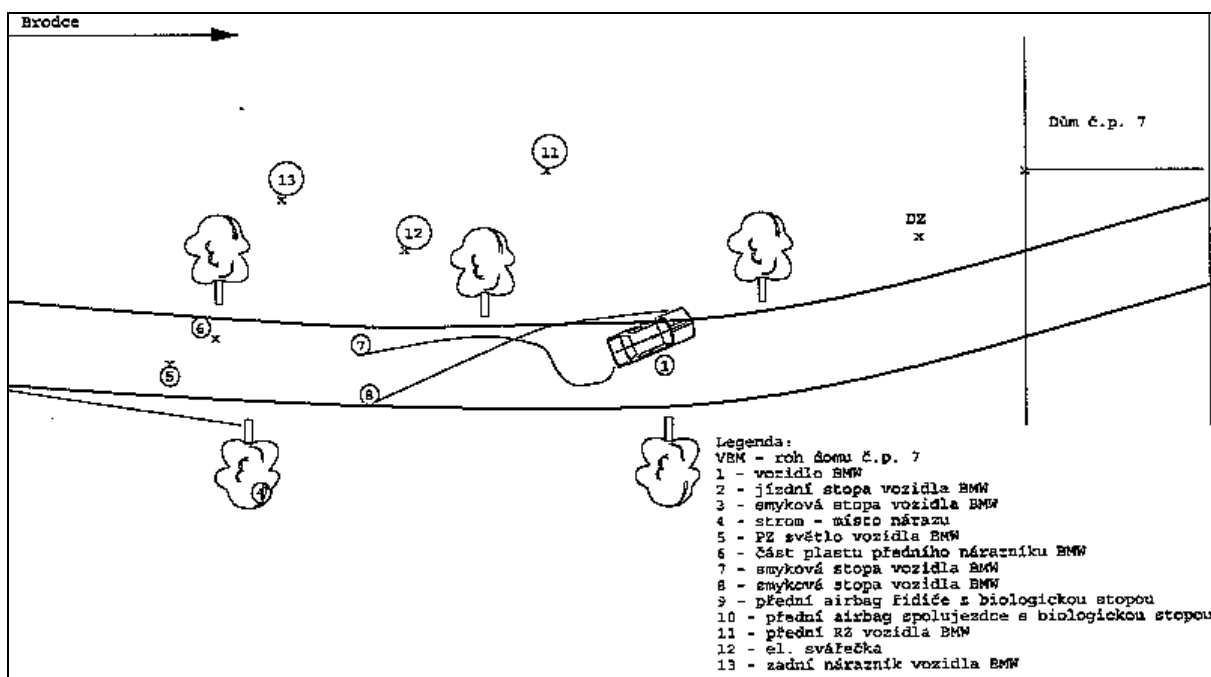
V květnu 2012 došlo na silnici III. tř. u obce Brodce k dopravní nehodě a to tak, že řidič K. jedoucí vozidlem BMW 318 (r. v. 1996) ve směru od obce Opatov na obec Kněžice, nepřizpůsobil rychlost jízdy vozidla dopravně technickému stavu pozemní komunikace, po projetí pravotočivé zatáčky přešel s vozidlem vlevo do protisměrného jízdního pruhu, poté dostal s vozidlem smyk, vozidlo přešlo vpravo, kde pravou zadní částí narazilo do vzrostlého stromu, od kterého bylo vozidlo odraženo vlevo do protisměrného jízdního pruhu, kde zastavilo. Ve vozidle jel jako spolujezdec, sedící na sedadle vpředu vedle řidiče, D., který utrpěl dle ošetřujícího lékaře lehká zranění. Dále ve vozidle BMW jela jako spolujezdkyně D., která utrpěla dle ošetřujícího lékaře lehké zranění. Dále došlo k těžkému zranění spolujezdce P., který seděl na zadním sedadle vpravo. Hmotná škoda na vozidle BMW asi 150 000 Kč. Hmotná škoda na vzrostlém stromu asi 2 000 Kč. Technická závada, jako příčina dopravní nehody, nebyla na místě ohledáním zjištěna ani uplatněna.



*Obr. č. 39 - Místo dopravní nehody č. 3 [vlastní zdroj]*

#### **Technická přijatelnost podkladů**

Pro analýzu dopravní nehody č. 3 jsem obdržela plánek DN v měřítku 1:300, potvrzení o účastní na DN (info o účastnících DN, označení vozidla, popis poškození), druh zranění a 2 fotografie. Pro úplnost chybí protokol DN včetně rozměrů z místa nehody, výpovědi účastníků a svědků a přesnější plánek DN a více fotografií.



Obr. č. 40 - Výřez plánu DN č. 3[16]

### ***Korespondence poškození***

Poškození na vozidle: přední nárazník, čelní sklo, střecha, střešní okénko, pravý přední závěs kola, airbag řidiče, přední airbag spolujezdce, pravý práh vozidla, pravý zadní sloupek vozidla, pravé zadní dveře promáčklé, sklo pravých zadních dveří, poškozený levý zadní blatník, pravý zadní podběh, poškozený pravý zadní blatník, pravý zadní disk hliníkový, pravá zadní pneumatika, sklo zadních pátých dveří, pravá zadní směrovka, pravé zadní světlo, zadní víko zavazadlového prostoru, zadní nárazník

Poškození stromu: stržená kůra o délce 0,5 m a výšce 1,3 m

Celkový odhad hmotné škody Policií ČR ve výši 150 000 Kč na osobním automobilu a 2 000 Kč na stromu.



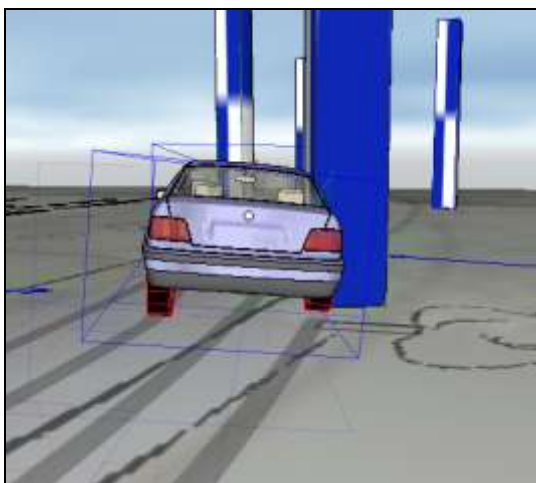
*Obr. č. 41 - Pohled na poškození zadní části vozidla [16]*



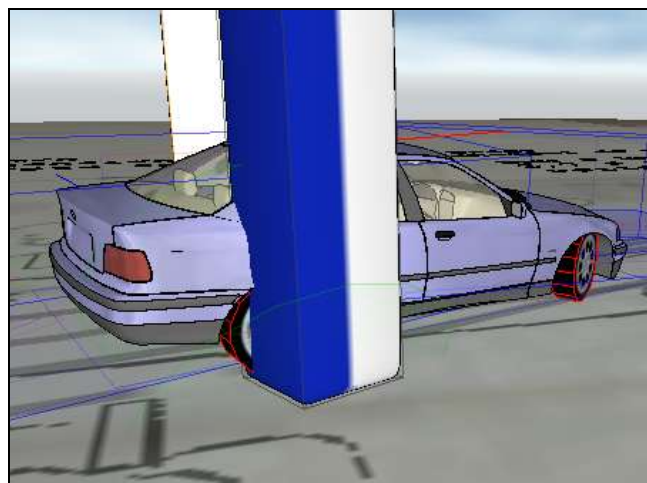
*Obr. č. 42 - Poškození stromu a konečná poloha vozidla [16]*

### ***Analýza střetu, postřetového a předstřetového pohybu vozidla***

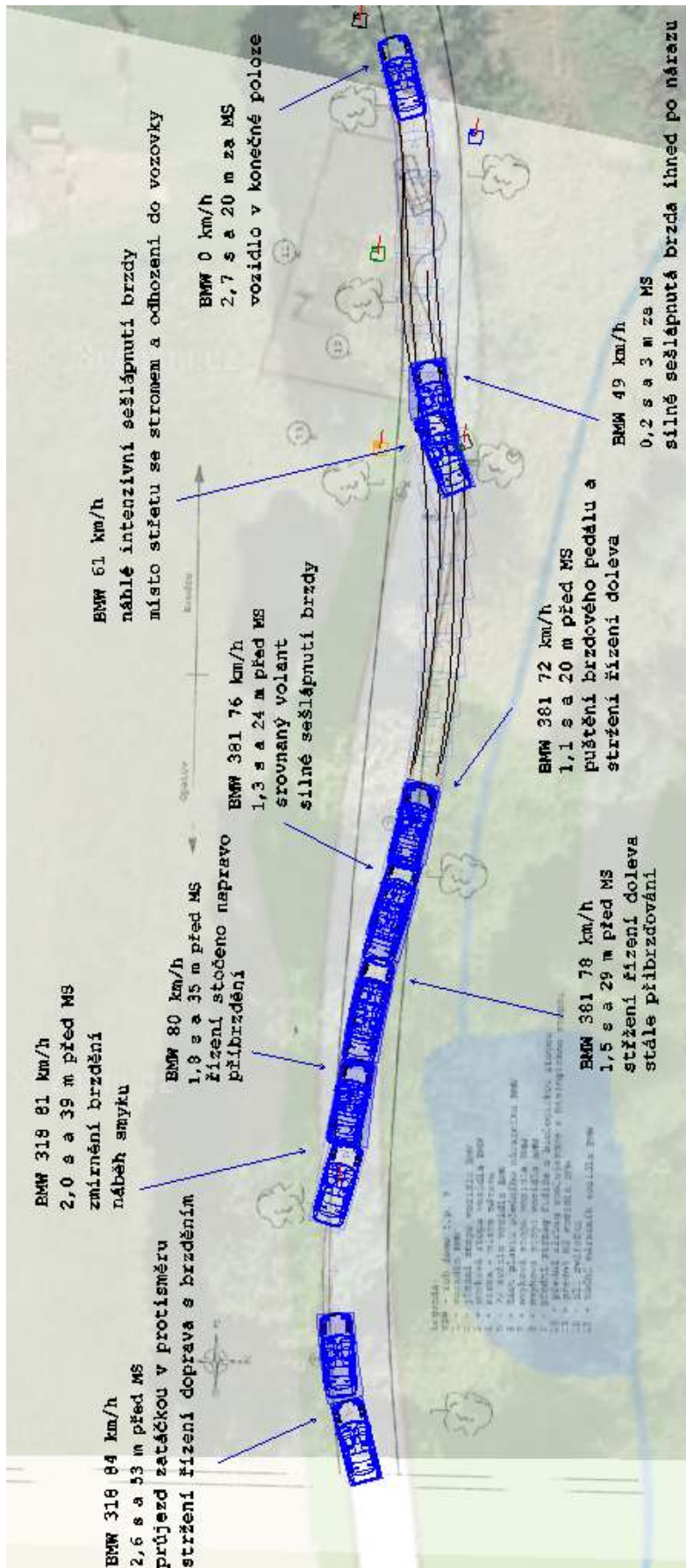
Jako hlavní nebezpečí se v této dopravní nehodě naskytla stromová alej. Plánek a ortofotomapa byly doplněny navíc o základní mapu, kde lze rozpoznat linii vozovky. Střet s vozidlem dle simulace vychází v rychlosti cca 61 km/h, vozidlo v místě střetu brzdilo a mělo stočena kola doleva. V čase 0,2 s a 3 m za MS vozidlo brzdilo z rychlosti 49 km/h a došlo k rotaci. 2,7 s a 20 m za MS vozidlo zaujalo konečnou polohu. V čase 2,6 s a 53 m před střetem vozidlo BMW projelo zatáčku v protisměru rychlostí 84 km/h, brzdilo a stáčelo řízení doprava. 2,0 s a 39 m před MS vozidlo směřovalo do svého jízdního pruhu v rychlosti 81 km/h. V čase 1,5 s a 29 m před MS bylo strženo řízení doleva při rychlosti 78 km/h. 1,1 s a 20 m před MS začal smyk se stočením volantu vlevo v rychlosti 72 km/h, který končil nárazem do stromu. Parametry výpočtu simulace použité při analýze střetu, postřetového a předstřetového pohybu v reálné nehodě jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 8 na straně č. 49-54 Přílohy DP v IS a na CD. EES vozidla po DN přibližně odpovídá hodnotám EES obdobných vozidel dle katalogu EES.



*Obr. č. 43 - Pohled na náklon vozidla  
těsně před střetem[16]*



*Obr. č. 44 - Boční náraz vozidla do stromu[16]*



Obr. č. 45 – Intervalový diagram DN č. 3 [vlastní zdroj]

### ***Následky DN č. 3***

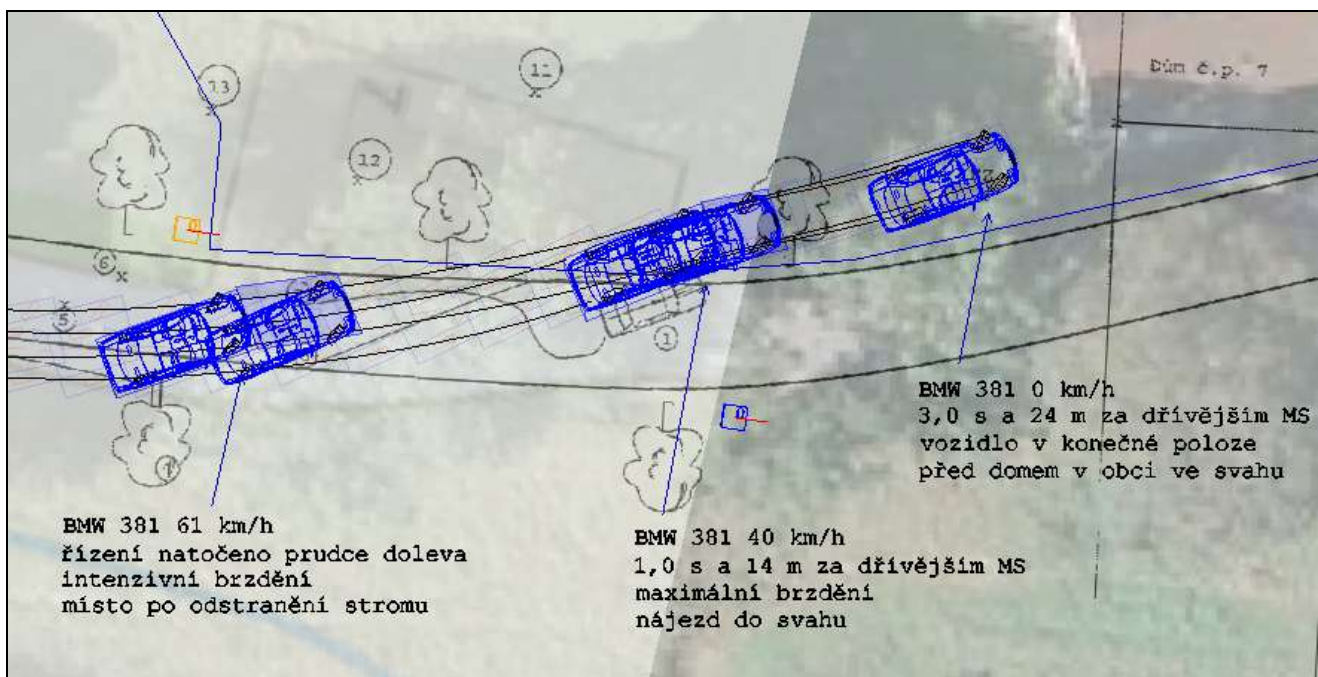
Poškození vozidla a okolí viz korespondence poškození.

Zranění řidiče nezjištěno, lehké zranění spolujezdce vpředu, lehké zranění spolujezdkyně, těžké zranění spolujezdce vpravo vzadu.

### ***Analýza nehodového děje po odstranění překážky***

Simulace dopravní nehody bez překážky znamenala odstranění (pokácení) stromu v místě nárazu i stromu po levé straně vozovky pod svahem. Při stejných předstřetových podmínkách by tak nenarazilo do stromu vpravo ani do stromu po levé straně a vyjelo by do svahu před domem, kde by stačilo zabrzdít. Vozidlo by projelo původní místo nárazu v rychlosti 61 km/h, brzdilo by a mělo kola stočena doleva. 1,0 s a 14 m za původním MS se stromem by brzdilo v rychlosti 40 km/h a najelo by do svahu. Vozidlo by zastavilo ve svahu před domem 3,0 s a 24 m za původním místem střetu se stromem. Parametry výpočtu simulace použité při analýze pohybu při řešení DN bez překážky jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 9 na straně č. 55-58 Přílohy DP v IS a na CD.





Obr. č. 46 - Intervalový diagram DN č. 3 bez překážky[vlastní zdroj]

***Následky dopravní nehody po odstranění překážky (poškozený strom vpravo, strom po levé straně vozovky ve směru jízdy dále)***

Za této situace by posádka utrpěla pouze lehké zranění, vozidlu by vzniklo maximálně poškození podvozkových částí a nárazníku. Rozdíl mezi vzniklou situací v roce 2012 a po skácení stromů je znatelný a situace velmi bezpečnější.

## ***Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky***

*Tab. č. 6 - Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky u DN č. 3*

	<b>Poškození vozidla a okolí</b>	<b>Zranění posádky</b>
<b>Reálná nehoda s pevnou překážkou</b>	přední nárazník, čelní sklo, střecha, střešní okénko, pravý přední závěs kola, airbag řidiče, přední airbag spolujezdce, pravý práh vozidla, pravý zadní sloupek vozidla, pravé zadní dveře promáčklé, sklo pravých zadních dveří, poškozený levý zadní blatník, pravý zadní podběh, poškozený pravý zadní blatník, pravý zadní disk hliníkový, pravá zadní pneumatika, sklo zadních pátých dveří, pravá zadní směrovka, pravé zadní světlo, zadní víko zavazadlového prostoru, zadní nárazník	řidič – nezjištěno, spolujezdec vpředu – lehké zranění, spolujezdkyně – lehké zranění, spolujezdec vpravo vzadu – těžké zranění.
<b>Varianta bez překážky</b>	poškození podvozkových částí (geometrie náprav)	lehké zranění posádky



#### 6.1.4 Dopravní nehoda č. 4

##### *Popis*

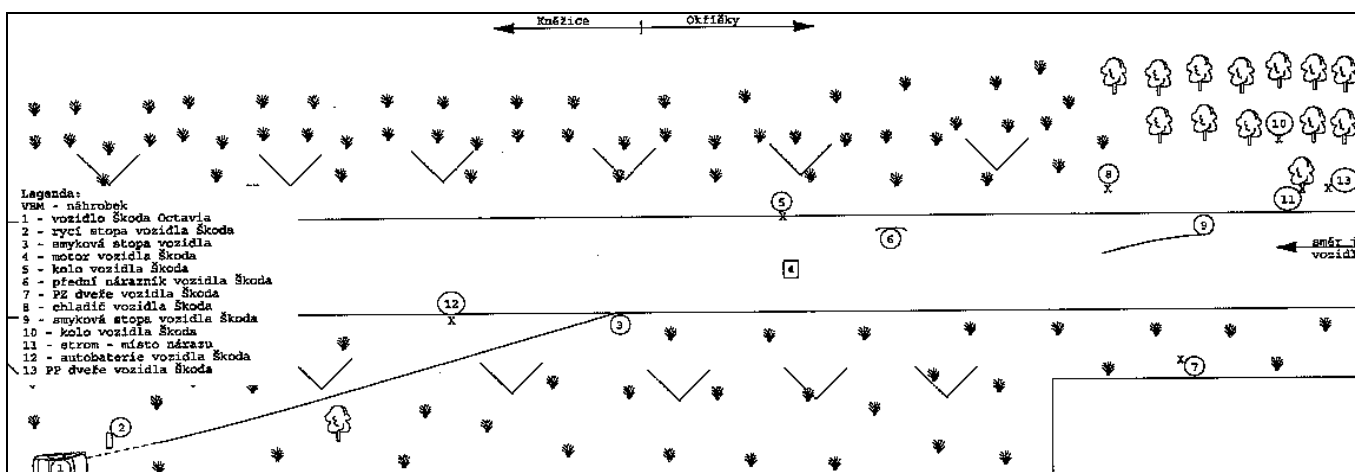
V září 2012 v nočních hodinách došlo na silnici II. tř. u obce Kněžice k dopravní nehodě a to tak, že řidič M. vozidla Škoda Octavia 1.6 (r. v. 1997), jedoucí ve směru od obce Okříšky k obci Kněžice nepřizpůsobil rychlost jízdy stavu a povaze vozovky a na přímém úseku ve spádu klesání vjel s vozidlem vpravo na krajnici, kde svou pravou částí narazil do stromu a po tomto nárazu byl odhozen do protisměrného jízdního pruhu a následně vlevo mimo komunikaci na louku, kde vozidlo zůstalo ležet na střeše. Při dopravní nehodě si řidič způsobil těžká zranění. Hmotná škoda na vozidle byla Policií ČR na místě odhadnuta na cca 160 000 Kč.



Obr. č. 47 - Místo dopravní nehody č. 4 [vlastní zdroj]

##### *Technická přijatelnost podkladů*

Pro analýzu dopravní nehody č. 4 jsem obdržela plánek DN v měřítku 1:300, potvrzení o účastní na DN (info o účastnících DN, označení vozidla, popis poškození), druh zranění a 6 fotografií. Pro úplnost chybí protokol DN včetně rozměrů z místa nehody, výpovědi účastníků a svědků a více fotografií.



Obr. č. 48 - Výřez plánu DN č. 4[16]

### ***Korespondence poškození***

Poškození na vozidle: přední nárazník + maska, přední kapota, čelní sklo bez DZ, střecha, LP + PP světlomet + ukazatel směru, LP + PP blatník, LP + PP kolo, LP + PP dveře, PZ + LZ dveře, PZ + LZ blatník, PZ + LZ světlomet + ukazatel směru, páté dveře + skleněná výplň, interiér vozidla

Poškození stromu: odpadlá kůra a vnější poškození dřeviny

Celkový odhad hmotné škody Policií ČR odhadnut ve výši 160 000 Kč na osobním automobilu a 5 000 Kč na stromu.



*Obr. č. 49 - Poškození stromu [16]*



*Obr. č. 50 - Poškozené vozidlo [16]*



*Obr. č. 51 - Motor vozidla upadnutý při střetu [16]*



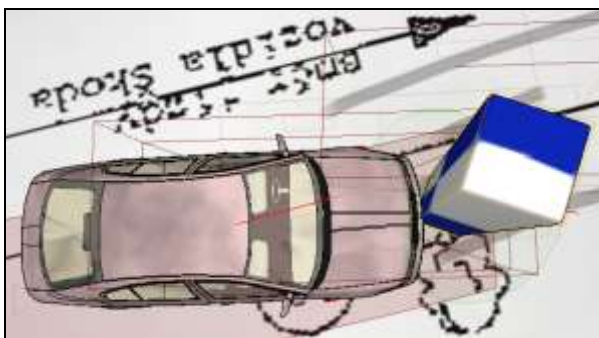
*Obr. č. 52 - Vozidlo v konečné poloze na střeše [16]*

### ***Analýza střetu, postřetového a předstřetového pohybu vozidla***

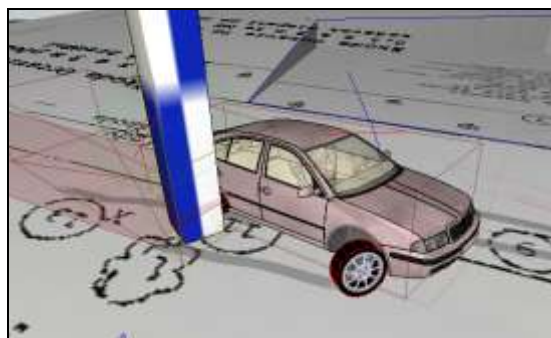
Dopravní nehoda č. 4 vznikla především z důvodu vysoké rychlosti jízdy. Řidič nepřizpůsobil rychlost jízdy ani snížené viditelnosti v nočních hodinách. Dle podkladů od Policie ČR (nekvalitní fotografie) jel před střetem cca 170 km/h.

Při nehodě se utrhló pravé přední kolo, levé přední kolo, motor, pravé přední i zadní dveře a další příslušenství karoserie. Jistá nepřesnost např. konečné polohy vozidla může být dána tím, že simulační program nepočítá s úbytkem a deformací materiálu při nárazu.

Vozidlo se střetlo se stromem v rychlosti cca 155 km/h s prudkým natočením kol vlevo.

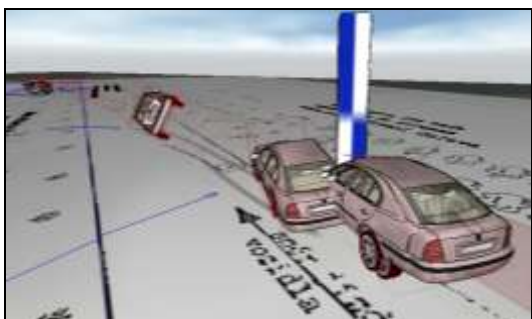


Obr. č. 53 - Poloha vozidla při střetu [vlastní zdroj]



Obr. č. 54 - Poloha vozidla těsně po střetu [vlastní zdroj]

Bezprostředně po střetu bylo vozidlo naklopeno a 0,6 s a 13 m za místem střetu se již sunulo rychlostí 65 km/h po levých kolech. Konečná poloha vozidla na střeše byla 9,0 s a 50 m za místem střetu. Po reakci trvající 0,8 s vozidlo brzdilo z rychlosti 157 km/h v čase 0,2 s a 9 m před místem střetu. Parametry výpočtu simulace použité při analýze střetu, postřetového a předstřetového pohybu v reálné nehodě jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 10 na straně č. 59-62 Přílohy DP v IS a na CD. EES vozidla po DN přibližně odpovídá hodnotám EES obdobných vozidel dle katalogu EES.

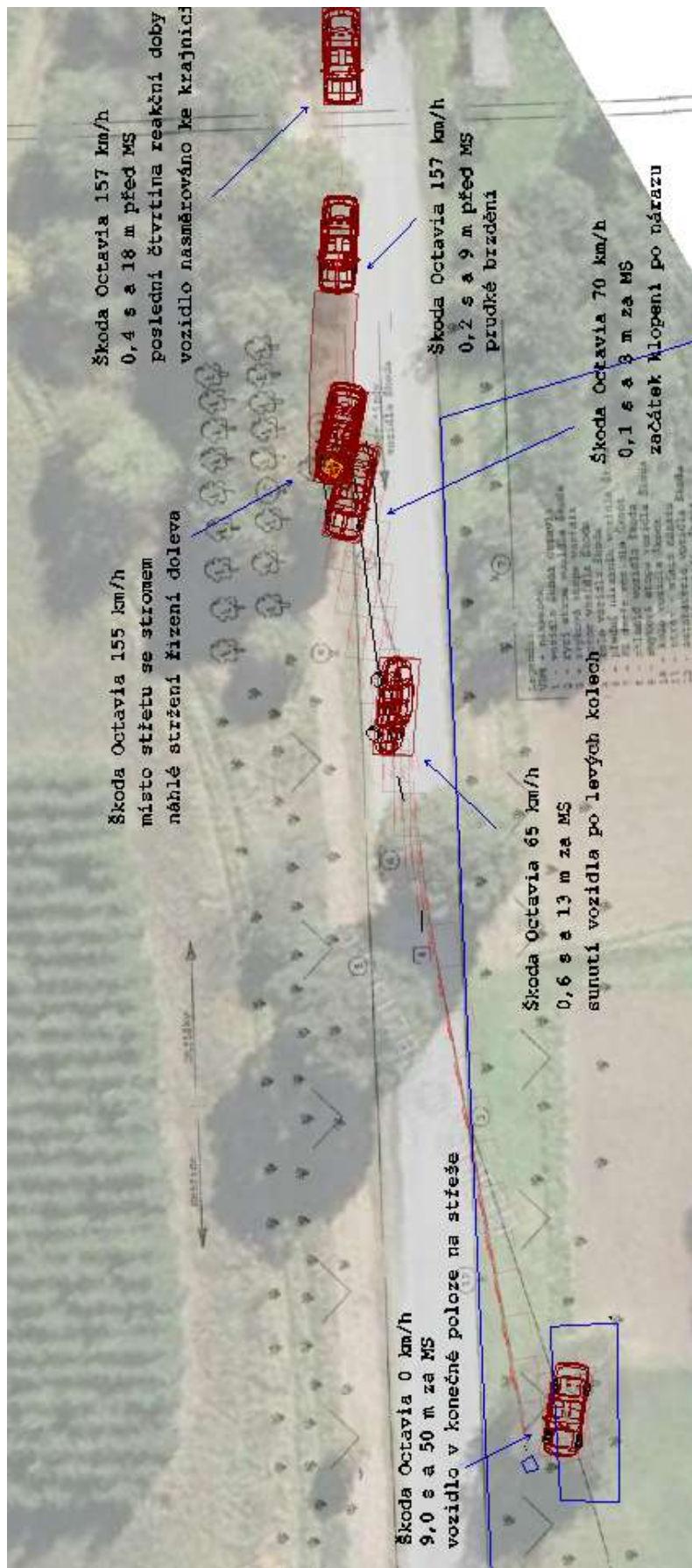


Obr. č. 55 - Sekvence pohybu vozidla po střetu [vlastní zdroj]



Obr. č. 56 - Vozidlo při převracení [vlastní zdroj]





Obr. č. 57 - Intervalový diagram DN č. 4 [vlastní zdroj]

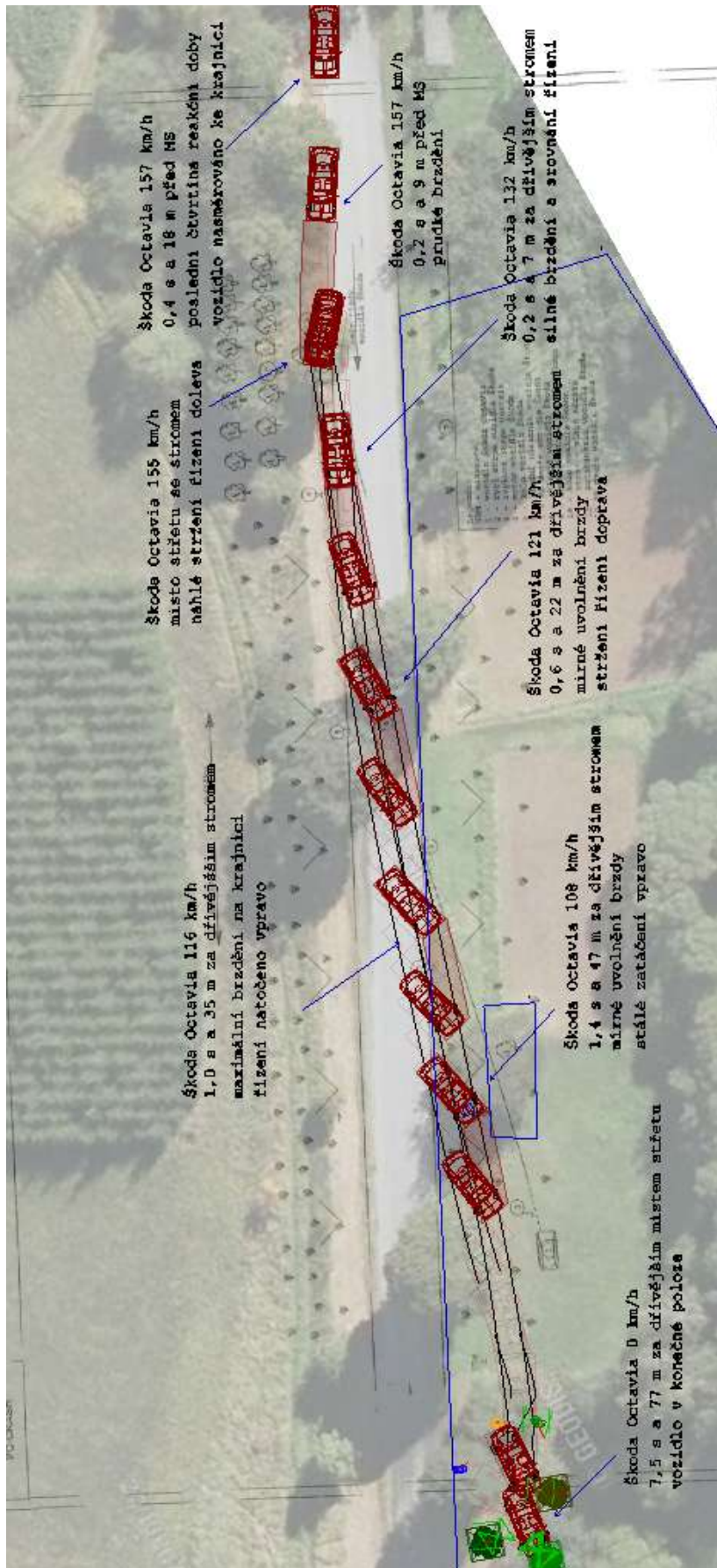
## ***Následky DN č. 4***

Poškození vozidla a okolí viz korespondence poškození.

Těžké zranění řidiče.

### ***Analýza nehodového děje po odstranění překážky***

Při stejných předstřetových podmínkách jako u reálné nehody, ovšem při odstranění stromu jako překážky, by bohužel nehoda nemusela mít menší následky. Příliš vysoká rychlost vozidla Škoda byla hlavním důvodem pro devastující následky. I po odstranění překážky by vozidlo skončilo na louce mezi stromy a nízkým porostem keřů. Průjezd vozidla původním místem střetu by byl při 155 km/h s náhlým stržením řízení vlevo, 0,2 s a 7 m za původním místem střetu by vozidlo brzdilo a srovnávalo řízení v rychlosti 132 km/h, v čase 0,6 s a 22 m za původním MS by byla vozidlu natočena kola prudce doprava a 1,0 s a 35 m za původním MS by vozidlo brzdilo z rychlosti 116 km/h. 1,4 s a 47 m za původním MS by bylo uvolňováno brzdění a kola by byla natočena stále vpravo. Škoda Octavia by zastavila po nárazu do stromů na louce mimo vozovku 7,5 s a 77 m za původním MS. Parametry výpočtu simulace použité při analýze pohybu při řešení DN bez překážky jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 11 na straně č. 63-71 Přílohy DP v IS a na CD.



Obr. č. 58 - Intervalový diagram DN č. 4 bez překážky[vlastní zdroj]

### ***Následky dopravní nehody po odstranění překážky (poškozený strom)***

Následky nehody by byly srovnatelné jako při reálné nehodě, střetová rychlost bude sice nižší, ale přetížení působící na posádku při nárazu do slabších stromů bude i tak velmi nebezpečné. Škoda na vozidle by mohla být menší, ale odvozují, že by došlo i v tomto případě k totální škodě.

### ***Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky***

*Tab. č. 7 - Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky u DN č. 4*

	<b>Poškození vozidla a okolí</b>	<b>Zranění posádky</b>
<b>Reálná nehoda s pevnou překážkou</b>	přední nárazník + maska, přední kapota, čelní sklo bez DZ, střecha, LP + PP světlomet + ukazatel směru, LP + PP blatník, LP + PP kolo, LP + PP dveře, PZ + LZ dveře, PZ + LZ blatník, PZ + LZ světlomet + ukazatel směru, páté dveře + skleněná výplň, interiér vozidla  odpadlá kůra a vnější poškození dřeviny	těžké zranění řidiče
<b>Varianta bez překážky</b>	totální škoda	těžké zranění



### 6.1.5 Dopravní nehoda č. 5

#### **Popis**

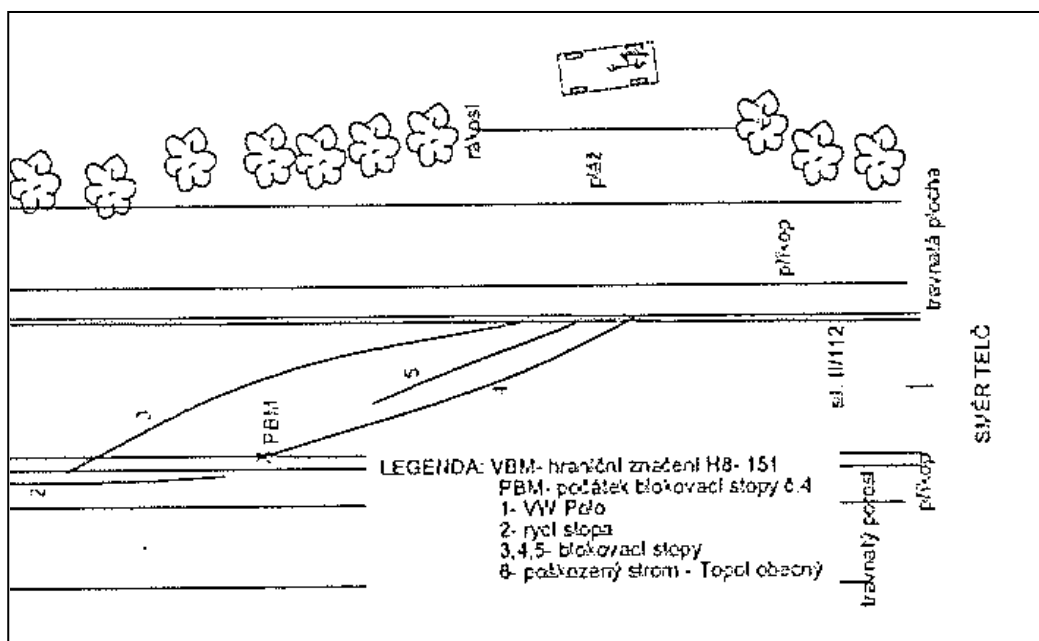
V červenci 2012 došlo na silnici II. tř. u obce Telč k dopravní nehodě, a to tak, že řidič V. jedoucí vozidlem VW Polo 1.9 (r. v. 1996) ve směru jízdy od obce Vanov na obec Telč, nepřizpůsobil rychlost jízdy vozidla dopravně technickému stavu pozemní komunikace, po projetí pravotočivé zatáčky vjel pravými koly vozidla VW Polo vpravo na krajnici, kde s vozidlem dostal smyk, dále vozidlo pokračovalo vlevo přes protisměrný jízdní pruh, kde vlevo mimo pozemní komunikaci narazilo pravou částí vozidla VW Polo do vzrostlého topolu od kterého bylo vozidlo odraženo dále vlevo do rybníku Roštejn, kde vozidlo zastavilo. Ve vozidle VW Polo jelo pět osob. Řidič V. si při dopravní nehodě způsobil lehká zranění. Ve vozidle VW Polo jel jako spolujezdec, sedící na sedadle vedle řidiče, P., který při dopravní nehodě utrpěl těžké zranění. Na zadním sedadle ve vozidle VW Polo seděla P., která při dopravní nehodě utrpěla lehké zranění, K., která při dopravní nehodě utrpěla těžké zranění a M., která při dopravní nehodě utrpěla těžké zranění. Hmotná škoda na vozidle VW asi 50 000 Kč. Hmotná škoda na stromu asi 1 000 Kč. Technická závada, jako příčina dopravní nehody, nebyla na místě ohledáním zjištěna ani uplatněna.



Obr. č. 59 - Místo dopravní nehody č. 5[vlastní zdroj]

#### **Technická přijatelnost podkladů**

Pro analýzu dopravní nehody č. 5 jsem obdržela plánek DN v měřítku 1:450, potvrzení o účasti na DN (info o účastnících DN, označení vozidla, popis poškození), druh zranění a 2 fotografie. Pro úplnost chybí protokol DN včetně rozměrů z místa nehody, výpovědi účastníků a svědků a více fotografií.



Obr. č. 60 - Výřez plánu DN č. 5[16]

### ***Korespondence poškození***

Poškození na vozidle: poškození celé karoserie, poškození celé pravé části vozidla, zkřížená karoserie, poškození interiéru vozidla

Poškození stromu: topol – odlomená kůra

Celková hmotná škoda odhadnuta Policií ČR ve výši 50 000 Kč na osobním automobilu a 1 000 Kč na stromu.



Obr. č. 61 - Poškození vozidla po střetu a pádu do rybníka[16]



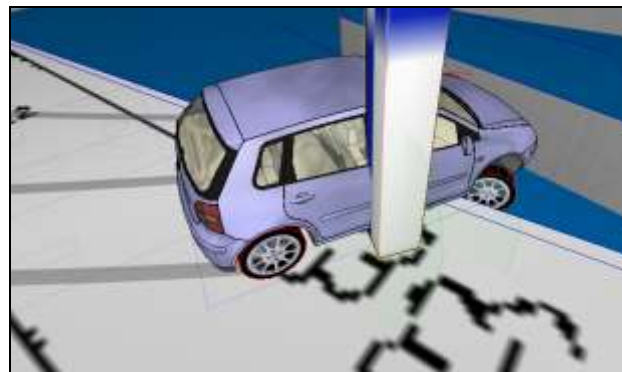
Obr. č. 62 - Poškození stromu a konečná poloha vozidla ve vodě[16]

## *Analyza střetu, postřetového a předstřetového pohybu vozidla*

Z příčiny nepřizpůsobení rychlosti před průjezdem pravotočivou zatáčkou vznikla nebezpečná situace, která skončila střetem vozidla VW se stromem a následným odrazem do přilehlého rybníka, kde vozidlo zůstalo na jeho dně. Plně obsazené vozidlo dostalo smyk, kvůli kterému se stalo neovladatelným a došlo k velké škodě a poranění 5 osob.

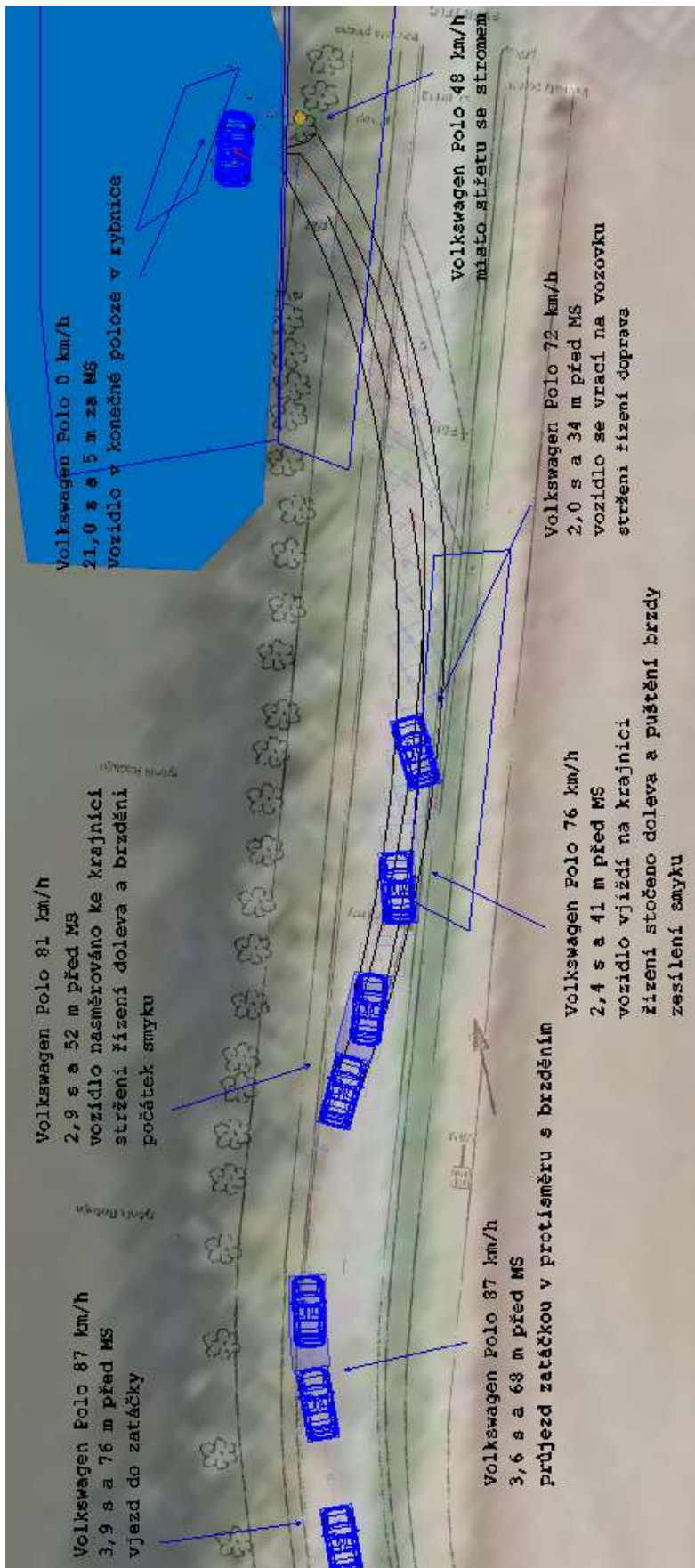


*Obr. č. 63 - Poloha střetu vozidla se stromem, přední pohled[vlastní zdroj]*



*Obr. č. 64 - Střetová poloha, pohled na zadní část vozidla[vlastní zdroj]*

Náraz do pevné překážky proběhl v poměrně vysoké rychlosti cca 48 km/h. Vozidlo zůstalo v konečné poloze 21,0 s a 5 m za místem střetu na dně rybníka. Vjezd do pravotočivé zatáčky byl v rychlosti 87 km/h v čase 3,9 s a 76 m před místem střetu. Řidič s vozidlem projel zatáčku v protisměru touto rychlostí a brzdil, 2,9 s a 52 m před místem střetu bylo vozidlu stržení řízení doleva do požadovaného jízdního pruhu při rychlosti 81 km/h. V čase 2,4 s a 41 m před MS vozidlo lemovalo smykem pravou krajnici při rychlosti 76 km/h. 2,0 s a 34 m před MS vozidlo stálým smykem přejíždělo z rychlosti 72 km/h do protisměru, řízení bylo strženo doprava. Parametry výpočtu simulace použité při analýze střetu, postřetového a předstřetového pohybu v reálné nehodě jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 12 na straně č. 72-75 Přílohy DP v IS a na CD. EES vozidla po DN přibližně odpovídá hodnotám EES obdobných vozidel dle katalogu EES.



Obr. č. 65 - Intervalový diagram DN č. 5 [vlastní zdroj]

## ***Následky DN č. 5***

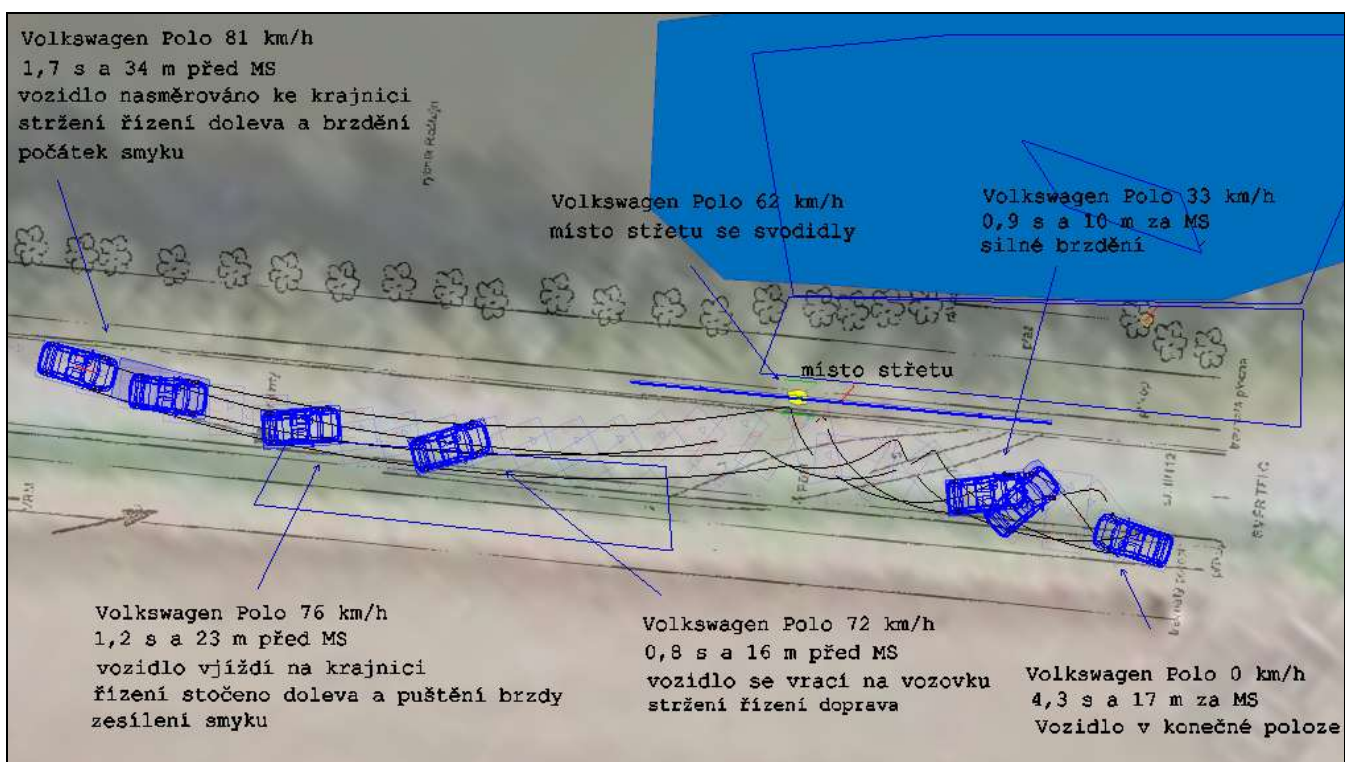
Poškození vozidla a okolí viz korespondence poškození.

Lehké zranění řidiče, těžké zranění spolujezdce vpředu, lehké zranění spolujezdkyně vzadu, těžké zranění 1. spolujezdkyně vzadu, těžké zranění 2. spolujezdkyně vzadu

### ***Analýza nehodového děje po usazení svodidel:***

Pevná překážka u této nehody způsobila sice poškození vozidla i zranění posádky, ale její odstranění by nemělo smysl, jelikož vozidlo by nezastavilo na břehu rybníka, ale stejně by v rybníce skončilo. Např. v případě jeho převrácení nelze vyloučit smrtelné zranění posádky. Řešením zde tedy je usazení svodidel, která by zamezila pádu vozidla do rybníka. Za stejných předstřetových podmínek jako v reálné nehodě č. 5 by vozidlo narazilo do svodidel v rychlosti 62 km/h svou levou přední částí. Při rotaci v čase 0,9 s a 10 m za místem střetu by brzdilo z rychlosti 33 km/h a zastavilo by v čase 4,3 s a 17 m za MS se svodidly. Před střetem 1,7 s a 34 m by vozidlo dostalo smyk a vracelo se z protisměru do svého jízdního pruhu v rychlosti 81 km/h. 1,2 s a 23 m před MS by lemovalo pravou krajnici rychlostí 76 km/h a zpět do protisměru by se přesunulo v rychlosti 72 km/h v čase 0,8 s a 16 m před nárazem do svodidel. Parametry výpočtu simulace použité při analýze střetu, postřetového a předstřetového pohybu při řešení DN po usazení svodidel jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 13 na straně č. 76-80 Přílohy DP v IS a na CD.





Obr. č. 66 - Intervalový diagram DN č. 5 po usazení svodidel[vlastní zdroj]

### ***Následky dopravní nehody po usazení svodidel***

Nárazem do svodidel v 62 km/h levou přední částí vozidla a následným odrazem s rotací by v případě správného upoutání posádky ve vozidle nemuselo dojít k těžkým zraněním a pravděpodobně ani k natolik velkému poškození vozidla. Překážka odstraněna není a zanechá se tak původní ráz krajiny.

## ***Porovnání následků nehody se stromem a po usazení svodidel***

*Tab. č. 8 - Porovnání následků nehody se stromem a po usazení svodidel u DN č. 5*

	<b>Poškození vozidla a okolí</b>	<b>Zranění posádky</b>
<b>Reálná nehoda s pevnou překážkou</b>	poškození celé karoserie, poškození celé pravé části vozidla, zkřížená karoserie, poškození interiéru vozidla topol – odlomená kůra	lehké zranění řidiče, těžké zranění spolujezdce vpředu, lehké zranění spolujezdkyně vzadu, těžké zranění 1. spolujezdkyně vzadu, těžké zranění 2. spolujezdkyně vzadu
<b>Varianta po usazení svodidel</b>	poškození přední části vozidla, poškození geometrie náprav	lehké zranění

## 6.1.6 Dopravní nehoda č. 6

### *Popis*

V březnu 2012 došlo na místní komunikaci, ulici Slavatovská v Telči, k dopravní nehodě a to tak, že řidička H. jedoucí s osobním automobilem Škoda Octavia Combi (r. v. 2003), směrem od ulice Štěpnická k ulici Hradecká, nepřizpůsobila rychlost jízdy předpokládanému stavebnímu a dopravně technickému stavu pozemní komunikace, vyjela vpravo mimo komunikaci, kde narazila do betonového obrubníku a poté do opěrného sloupu konstrukce domu č.p. 2 a okrasného stromu. Dechová zkouška na alkohol byla negativní. Při dopravní nehodě byl lehce zraněn spolujedoucí, který byl RZS převezen na ošetření do nemocnice. Hmotná škoda na osobním automobilu Škoda Octavia Combi byla Policií ČR na místě odhadnuta na cca 50 000 Kč. Hmotná škoda na okrasném stromu cca 2 000 Kč. Hmotná škoda na nosném sloupu a betonovém obrubníku cca 1 000 Kč. Technická zádava, jako příčina dopravní nehody, nebyla na místě ohledáním zjištěna ani uplatněna.

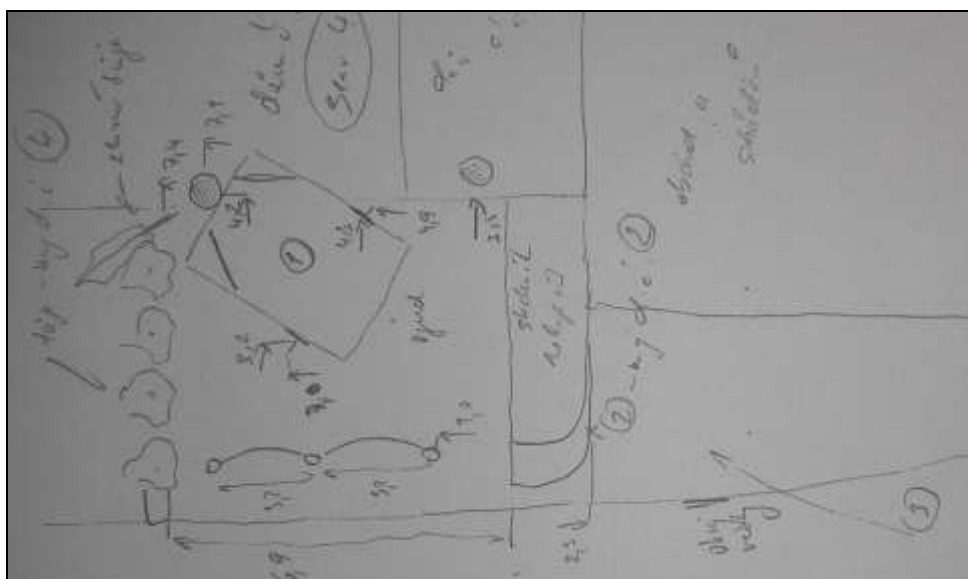


Obr. č. 67 - Místo dopravní nehody č. 6 [vlastní zdroj]

### *Technická přijatelnost podkladů*

Pro analýzu dopravní nehody č. 6 jsem obdržela náčrtek DN s vyznačením rozměrů, potvrzení o účastnících na DN (info o účastnících DN, označení vozidla, popis poškození), druh zranění a 24 fotografií. Pro úplnost chybí protokol DN s výpověďmi účastníků a svědků.





Obr. č. 68 - Výřez z náčrtku DN č. 6[16]

### ***Korespondence poškození***

Poškození na vozidle: přední nárazník, přední maska, přední kapota, motorový prostor, LZ dveře, čelní sklo bez DZ, RZ + rámeček, LP + PP blatník, PP světlomet a ukazatel směru

Poškození ostatní: zerav západní – přelomený kmen okrasného stromu, podpěrný sloup – poškození povrchové úpravy sloupu a možné statické poškození, 3x betonový obrubník – vyvrácený z uložení

Celková hmotná škoda odhadnuta Policií ČR ve výši 50 000 Kč na osobním automobilu, 2 000 Kč na stromu a 1 000 Kč na podpěrném sloupu.



*Obr. č. 69 – Poškozené vozidlo v konečné poloze[16]*



*Obr. č. 70 - Bližší pohled na poškozené vozidlo v konečné poloze[16]*



*Obr. č. 71 - Viditelné poškození karoserie a stromu[16]*



*Obr. č. 72 - Pohled na celkové poškození vozidla[16]*



*Obr. č. 73 - Viditelná míra deformace po nárazu[16]*



*Obr. č. 74 - Poškozený levý bok vozidla od sloupku[16]*

## *Analyza střetu, postřetového a předstřetového pohybu vozidla*

V tomto případě se rovněž jedná o dopravní nehodu s pevnou překážkou, jen s tím rozdílem, že se stala v zástavbě uprostřed obce a vozidlo narazilo do podpěrného sloupu jako součásti domu. Řidička nezvládla řízení a odbočením vpravo mimo vozovku nebyla možnost nárazu jinam než do nějaké pevné překážky (sloupu, domu, schodiště...). Pouhá nepozornost způsobila značné poškození vozidla Škoda a zranění spolujedoucího. Odstraňování překážky zde nemá opodstatnění. Řidička vjela na soukromý pozemek a v případě, kdy by se zde vyskytoval chodec, mohla způsobit zranění i jemu.

V čase 0,7 s a 7 m před MS2 se vozidlo střetlo se zeleným nízkým sloupkem a brzdilo z rychlosti 40 km/h. Dále nastal náraz do okrasného stromu ve 28km/h a bezprostředně po něm do podpěrného sloupu v rychlosti 8km/h.



*Obr. č. 75 - Vozidlo v místě střetu  
1[vlastní zdroj]*



*Obr. č. 76 - Vozidlo bezprostředně před místem  
střetu 2[vlastní zdroj]*

Během 1,8 s bylo vozidlo odraženo 0,5 m od MS2 do konečné polohy. Vozidlo jelo před přechodem pro chodce rychlostí 45 km/h v čase 5,7 s a 66 m před místem střetu s podpěrným sloupem a stromem a řidička reagovala na přechod. Ve stejné rychlosti brzdila před přechodem v čase 4,9 s a 56 m před MS2. Za hranicí křižovatky v rychlosti 42 km/h 1,9 s a 21 m před MS2 bylo již řízení stočeno doprava. Parametry výpočtu simulace použité při analýze střetu, postřetového a předstřetového pohybu v reálné nehodě jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 14 na straně č. 81-88 Přílohy DP v IS a na CD. EES vozidla po DN přibližně odpovídá hodnotám EES obdobných vozidel dle katalogu EES.





Obr. č. 77 - Intervalový diagram DN č. 6 [vlastní zdroj]

## ***Následky DN č. 6***

Poškození vozidla a okolí viz korespondence poškození

Lehké zranění spolujezdce, zranění řidičky a spolujezdkyně nezjištěno.

## ***Následky nehody s pevnou překážkou***

*Tab. č. 9 - Následky nehody s pevnou překážkou u DN č. 6*

	<b>Poškození vozidla a okolí</b>	<b>Zranění posádky</b>
<b>Reálná nehoda s pevnou překážkou</b>	<p>přední nárazník, přední maska, přední kapota, motorový prostor, LZ dveře, čelní sklo bez DZ, RZ + rámeček, LP + PP blatník, PP světlomet a ukazatel směru</p> <p>zerav západní – přelomený kmen okrasného stromu, podpěrný sloup – poškození povrchové úpravy sloupu a možné statické poškození, 3x betonový obrubník – vyvrácený z uložení</p>	lehké zranění spolujezdce, jiné nezjištěno

### 6.1.7 Dopravní nehoda č. 7

#### **Popis**

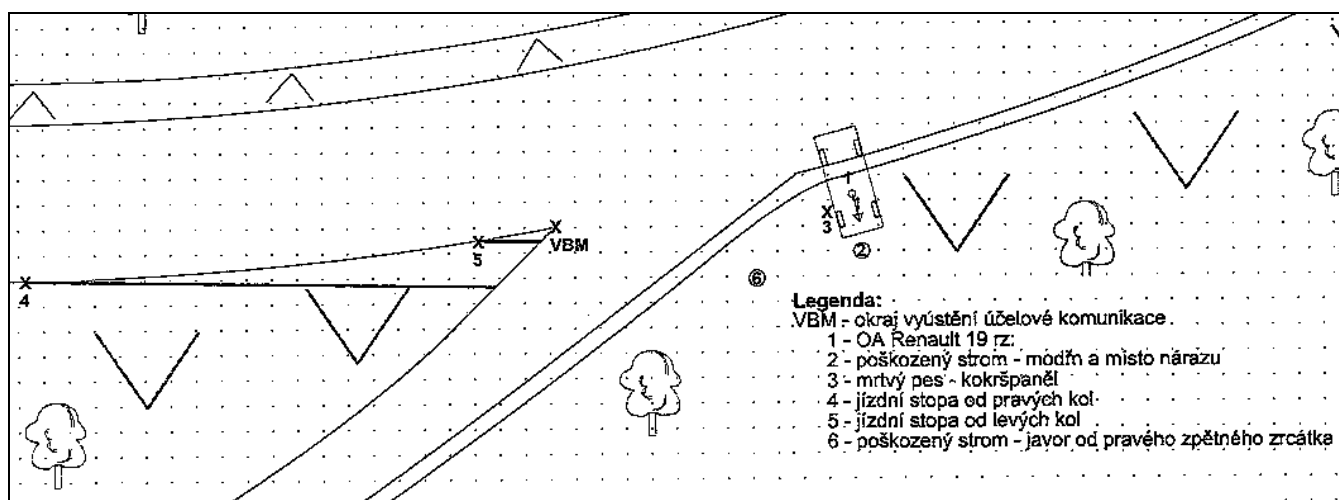
V listopadu 2011 došlo na silnici III. tř. před obcí Jihlava k dopravní nehodě a to tak, že K., jako řidič OA Renault 19 (r. v. 2000) jel ve směru jízdy od obce Smrčná směrem na obec Jihlava a v důsledku nevěnování se plně řízení vozidla vyjel před levotočivou zatáčkou vpravo ve svém směru jízdy mimo komunikaci, kde narazil pravou přední částí vozidla do stromu na okraji lesního porostu. Při dopravní nehodě si řidič způsobil lehké zranění. Dále došlo k těžkému zranění spolujezdce na zadním sedadle vpravo za spolujezdcem K. Dále došlo k lehkému zranění spolujezdkyně na zadním sedadle za řidičem K. Při dopravní nehodě došlo k lehkému zranění spolujezdkyně na zadním sedadle uprostřed R. Nárazem došlo k usmrcení zvířete – psa, který byl přepravován volně ve vozidle. Policií byla hmotná škoda na uhynulém psu odhadnuta na 2 000 Kč, na vozidle ve výši asi 30 000 Kč a na kmeni stromu ve výši asi 500 Kč, jiná škoda zjištěna nebyla.



*Obr. č. 78 - Místo dopravní nehody č. 7 [vlastní zdroj]*

#### **Technická přijatelnost podkladů**

Pro analýzu dopravní nehody č. 7 jsem obdržela plánek DN v měřítku 1:200, potvrzení o účastní na DN (info o účastnících DN, označení vozidla, popis poškození), druh zranění a 76 fotografií. Pro úplnost chybí protokol DN včetně rozměrů z místa nehody a výpovědi účastníků a svědků.



Obr. č. 79 - Výřez plánu DN č. 7[16]

### ***Korespondence poškození***

Poškození na vozidle: chladič, přední maska, mřížka chladiče, přední nárazník, přední držák RZ, přední RZ, přední víko motoru, levá přední směrovka, levé přední světlo, střecha, pravá přední směrovka, pravé přední světlo, deformovaný pravý přední blatník, pravý přední závěs kola, pedály řízení, přístrojová deska, volant, pravé přední dveře promáčklé, pravé přední zrcátko, bezpečnostní pás řidiče, pravý práh vozidla, odřený lak pravých zadních dveří, deformovaný pravý zadní blatník, odřený lak na pravém zadním blatníku, motorový prostor, pravá přední sedačka spolujezdce

Poškození ostatní: modřín – odřená kůra, pes – usmrcený kokršpaněl

Celková hmotná škoda odhadnuta Policií ČR ve výši 30 000 Kč na osobním automobilu, 500 Kč na stromu a 2 000 Kč na domácím zvířeti.





*Obr. č. 80 - Pohled na poškozené vozidlo ze směru jízdy[16]*



*Obr. č. 81 - Viditelné jízdní stopy v trávě[16]*



*Obr. č. 82 - Poškozená přední část vozidla[16]*



*Obr. č. 83 - Poškození levé přední části vozidla[16]*



*Obr. č. 84 - Celkové poškození vozidla Renault[16]*



*Obr. č. 85 - Poničený interiér vozidla a přední sklo[16]*

## ***Analýza střetu, postřetového a předstřetového pohybu vozidla***

Dopravní nehoda jako sedmá v pořadí vznikla pravděpodobně jen z důvodu nepozornosti řidiče. Jedná se o podobnou situaci jako v předešlé nehodě číslo 6. K vyjetí z vozovky došlo na začátku souvislého lesního porostu, a proto zde není možné řešit případnou situaci bez překážky. Vykácení celého lesa je nesmyslné. Řidič dle popisu nehody seděl vpředu sám a vzadu seděli 3 další lidé, z čehož se dá usoudit obsazení místa spolujezdce psem a nevěnování se plně řízení z povahy řidiče. Na vozovce nebyla brzdná stopa, v trávě je viditelná pouze stopa jízdní, tudíž následující simulace s intenzivnějším brzděním před střetem nepočítá.

Střet se stromem proběhl v rychlosti cca 68 km/h. 0,3 s a 1 m po střetu vozidlo brzdilo již z rychlosti 10 km/h. Konečnou polohu vozidlo mělo 3,1 s a 2 m za MS.



*Obr. č. 86 - Poloha vozidla při střetu[vlastní zdroj]*



*Obr. č. 87 - Sekvence vozidla při střetu, po střetu a před střetem[vlastní zdroj]*

Vozidlo vjíždělo do zatáčky rychlostí 73 km/h v čase 1,8 s a 36 m před místem střetu se stromem. Najíždělo na trávu stejnou rychlostí v čase 0,8 s a 16 m před MS a tam bylo vozidlo přibrzděno. Parametry výpočtu simulace použité při analýze střetu, postřetového a předstřetového pohybu v reálné nehodě jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 15 na straně č. 89-92 Přílohy DP v IS a na CD. EES vozidla po DN přibližně odpovídá hodnotám EES obdobných vozidel dle katalogu EES.



Obr. č. 88 - Intervalový diagram DN č. 7 [vlastní zdroj]

### Následky DN č. 7

Poškození vozidla a okolí viz korespondence poškození.

Lehké zranění řidiče, těžké zranění spolujezdce vpravo vzadu, lehké zranění spolujezdkyně vlevo vzadu, lehké zranění spolujezdkyně vzadu uprostřed.

## ***Následky nehody s pevnou překážkou***

*Tab. č. 10 - Následky nehody s pevnou překážkou u DN č. 7*

	<b>Poškození vozidla a okolí</b>	<b>Zranění posádky</b>
<b>Reálná nehoda s pevnou překážkou</b>	<p>chladič, přední maska, mřížka chladiče, přední nárazník, přední držák RZ, přední RZ, přední víko motoru, levá přední směrovka, levé přední světlo, střecha, pravá přední směrovka, pravé přední světlo, deformovaný pravý přední blatník, pravý přední závěs kola, pedály řízení, přístrojová deska, volant, pravé přední dveře promáčklé, pravé přední zrcátko, bezpečnostní pás řidiče, pravý práh vozidla, odřený lak pravých zadních dveří, deformovaný pravý zadní blatník, odřený lak na pravém zadním blatníku, motorový prostor, pravá přední sedačka spolujezdce</p> <p>modřín – odřená kůra, pes – usmrcený kokršpaněl</p>	<p>lehké zranění řidiče, těžké zranění spolujezdce vpravo vzadu, lehké zranění spolujezdkyně vlevo vzadu, lehké zranění spolujezdkyně vzadu uprostřed</p>

## 6.1.8 Dopravní nehoda č. 8

### *Popis*

V listopadu 2011 v nočních hodinách došlo k dopravní nehodě a to tak, že řidič P. jedoucí se svým OA Suzuki Swift 1,3 (r. v. 2011) po silnici II. tř. ve směru od Pelhřimova na Jihlavu nepřizpůsobil rychlost jízdy stavu a povrchu vozovky a při projíždění levotočivé zatáčky najel na pravou krajnici, kde dostal s vozidlem smyk a poté přešel vlevo mimo vozovku, kde pravým bokem vozidla narazil do stromu mimo vozovku. Při dopravní nehodě došlo ke smrtelnému zranění řidiče, který ve vozidle RZP podlehl svým zraněním. Technická závada, jako příčina dopravní nehody, nebyla na místě ohledáním zjištěna ani uplatněna. Škoda na OA Suzuki ve výši asi 30 000 Kč.

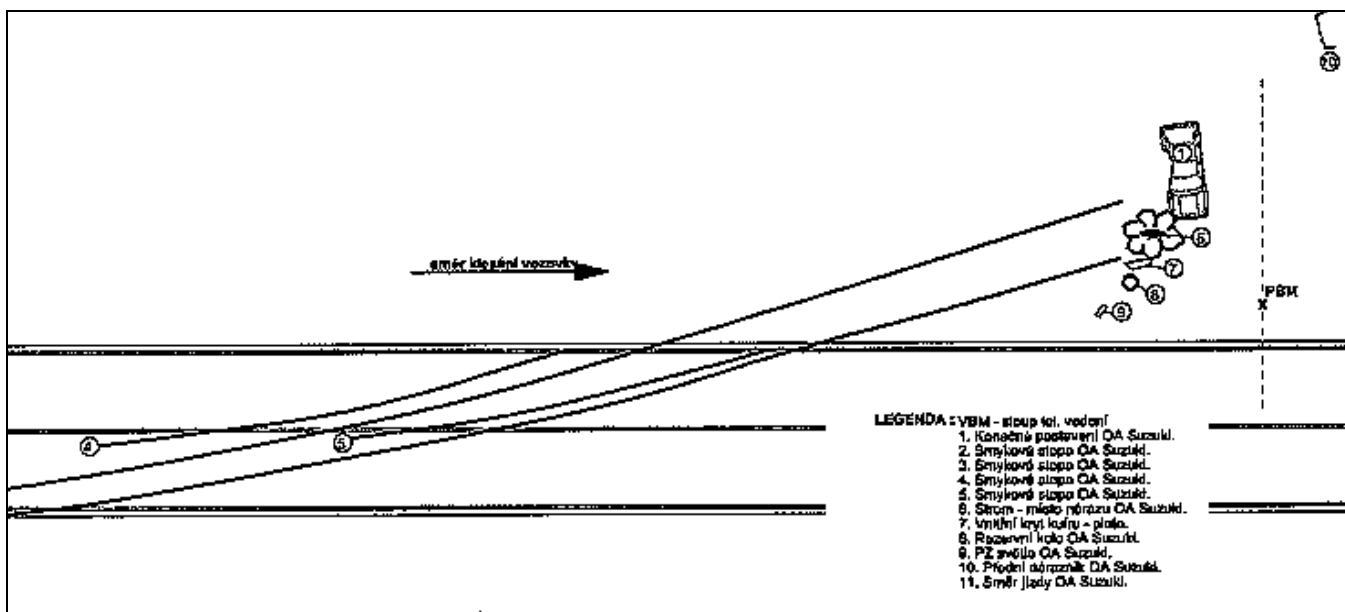


Obr. č. 89 - Místo dopravní nehody č. 8 [vlastní zdroj]

### *Technická přijatelnost podkladů*

Pro analýzu dopravní nehody č. 8 jsem obdržela plánek DN v měřítku 1:300, potvrzení o účastní na DN (info o účastnících DN, označení vozidla, popis poškození), druh zranění a 95 fotografií. Pro úplnost chybí protokol DN včetně rozměrů z místa nehody a výpovědi svědků.





Obr. č. 90 - Výřez plánku DN č. 8[16]

### ***Korespondence poškození***

Poškození na vozidle: přední nárazník, čelní sklo, střecha, pravé přední světlo, pravá přední pneumatika, pravý přední závěs kola, sklo levých předních dveří, pravé přední dveře promáčklé, sklo pravých předních dveří, pravé přední zrcátko, levý práh vozidla, pravý práh vozidla, pravý sloupek vozidla, pravý středový sloupek vozidla, pravý zadní sloupek vozidla, deformovaný pravý zadní blatník, pravá zadní pneumatika, pravý zadní závěs kola, deformace zadních pátých dveří, sklo zadních pátých dveří, pravá zadní směrovka, pravé zadní světlo, sklo nad pravým a levým zadním blatníkem

Celková hmotná škoda odhadnuta Policií ČR ve výši 30 000 Kč na osobním automobilu.



*Obr. č. 91 - Poškozený strom v místě střetu[16]*



*Obr. č. 92 - Viditelné smykové stopy[16]*



*Obr. č. 93 - Celkové poškození vozidla[16]*



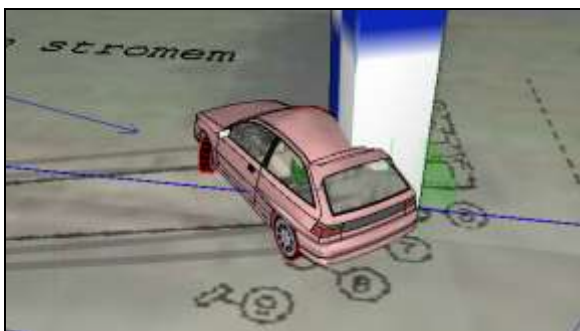
*Obr. č. 94 - Zřetelné poškození předního skla a střechy[16]*

### ***Analýza střetu, postřetového a předstřetového pohybu vozidla***

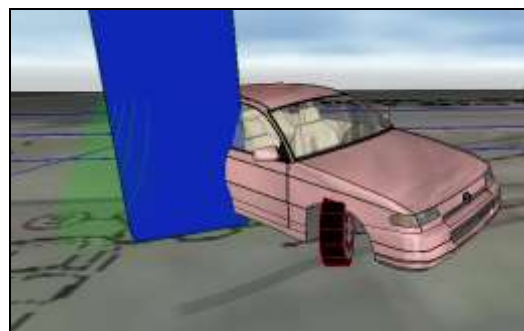
Dopravní nehoda se stala na mokré vozovce, na které řidič nepřizpůsobil rychlost jízdy a při průjezdu levotočivou zatáčkou a nájezdu na krajnici s brzděním dostal smyk. Výjezdová rychlost do zatáčky byla dle simulace cca 106 km/h, tudíž stavu vozovky nepřiměřená. Zásahy do řízení ani brzdění nepomohlo k navrácení do přímého směru jízdy a vozidlo narazilo pravým bokem do vzrostlého stromu o samotě stojícího pod svahem na levé straně vozovky.

Vozidlo se střetlo se stromem v rychlosti cca 64 km/h. Konečnou polohu zaujalo 3,1 s a 4 m za místem střetu.



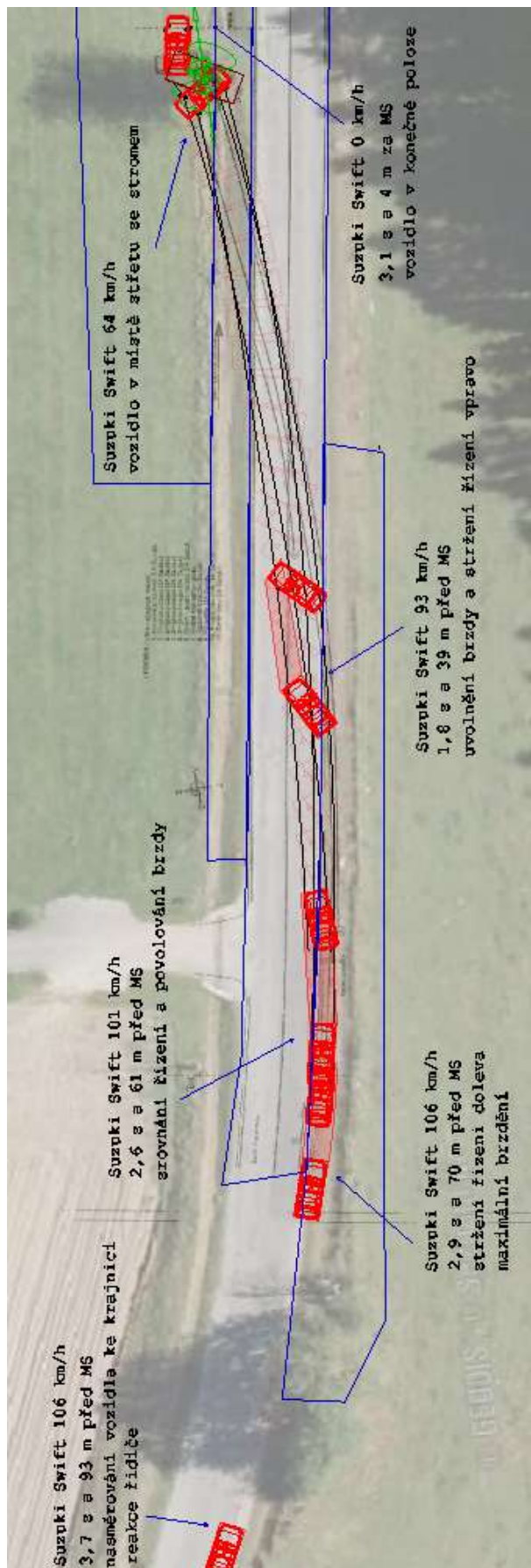


*Obr. č. 95 - Pohled na levý bok vozidla v okamžiku střetu[vlastní zdroj]*



*Obr. č. 96 - Místo střetu vozidla se stromem[vlastní zdroj]*

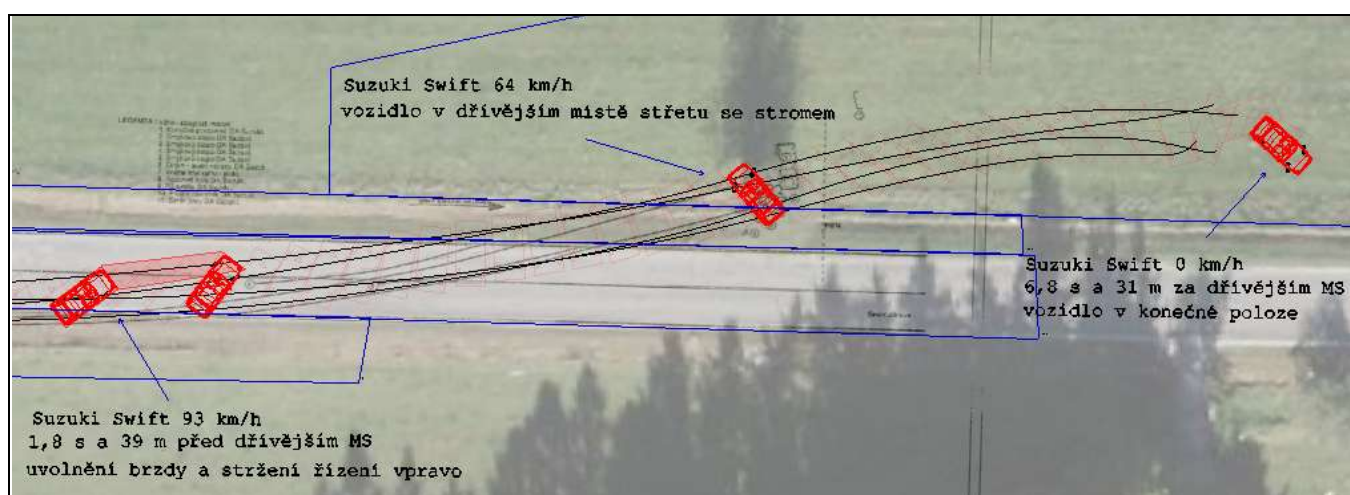
Z rychlosti 106 km/h řidič reagoval na přiblížení se krajnici v čase 3,7 s a 93 m před místem střetu. 2,9 s a 70 m před MS ze stejné rychlosti brzdil a strhával řízení doleva. V čase 1,8 s a 39 m před MS při rychlosti 93 km/h najel do protisměru a strhl řízení doprava. Parametry výpočtu simulace použité při analýze střetu, postřetového a předstřetového pohybu v reálné nehodě jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 16 na straně č. 93-96 Přílohy DP v IS a na CD. EES vozidla po DN přibližně odpovídá hodnotám EES obdobných vozidel dle katalogu EES.



Obr. č. 97 - Intervalový diagram DN č. 8 [vlastní zdroj]

## ***Analyza nehodového děje po odstranění stromu***

Simulace vychází s reálné dopravní nehody, jen s rozdílem, že bude odstraněn osamocený strom po levé straně vozovky. Předstřetové podmínky jsou totožné. V simulaci není zadána žádná změna, vozidlo by bylo brzděno jen příčným posuvem vozidla po trávě a skončilo by v bezpečné poloze na louce. Suzuki Swift by jelo smykem rychlostí 93 km/h 1,8 s a 39 m před původním MS. V původním místě střetu by mělo rychlost 64 km/h, sjíždělo by bočně ze svahu a konečnou polohu by zaujalo 6,8 s a 31 m za původním MS. Parametry výpočtu simulace použité při analýze pohybu při řešení DN bez překážky jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 17 na straně č. 97-99 Přílohy DP v IS a na CD.



Obr. č. 98 - Intervalový diagram DN č. 8 bez překážky[vlastní zdroj]

## ***Následky dopravní nehody po odstranění stromu***

V tomto případě je jednoznačný rozdíl mezi následky reálné nehody a následky nehody po pokácení stromu. Vozidlo v druhém případě skončí též na louce pod svahem na levé straně vozovky, ale nenarazí do žádné pevné překážky, travnatý terén vozidlo zbrzdí a to zůstane stát 31 m za původním místem střetu na kolech. Následkem takové nehody bude maximálně poškození podvozkových částí a geometrie řízení vozidla a lehké zranění posádky, zde řidiče.

## **Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky**

Tab. č. 11 - Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky u DN č. 8

	<b>Poškození vozidla a okolí</b>	<b>Zranění posádky</b>
<b>Reálná nehoda s pevnou překážkou</b>	přední nárazník, čelní sklo, střecha, pravé přední světlo, pravá přední pneumatika, pravý přední závěs kola, sklo levých předních dveří, pravé přední dveře promáčklé, sklo pravých předních dveří, pravé přední zrcátko, levý práh vozidla, pravý práh vozidla, pravý sloupek vozidla, pravý středový sloupek vozidla, pravý zadní sloupek vozidla, deformovaný pravý zadní blatník, pravá zadní pneumatika, pravý zadní závěs kola, deformace zadních pátých dveří, sklo zadních pátých dveří, pravá zadní směrovka, pravé zadní světlo, sklo nad pravým a levým zadním blatníkem	smrtelné zranění řidiče
<b>Nehoda po odstranění stromu</b>	poškození podvozkových částí (geometrie řízení)	lehké zranění posádky

## 6.1.9 Dopravní nehoda č. 9

### *Popis*

V říjnu 2012 došlo na silnici II. tř. k dopravní nehodě a to tak, že řidič vozidla Škoda Octavia 1.4 (r. v. 2005), jedoucí po silnici ve směru od Velkého Meziříčí směrem na Jihlavu, nepřizpůsobil rychlost jízdy dopravně technickému stavu komunikace a povětrnostním podmínkám (sníh), s vozidlem dostal smyk, vjel vpravo na krajnici, kde došlo k nárazu pravé části vozidla do svodidel a následně tímto nárazem se vozidlo Škoda odrazilo zpět na komunikaci do protisměrného jízdního pruhu a poté vozidlo vyjelo vlevo mimo komunikaci, kde narazilo přední částí do betonového mostku. Protože během jízdy nebyl řidič připoután bezpečnostním pásem, tak po nárazu s vozidlem do betonového mostku z vozidla vypadl. Technická závada, jako příčina dopravní nehody, nebyla na místě ohledáním zjištěna ani uplatněna.

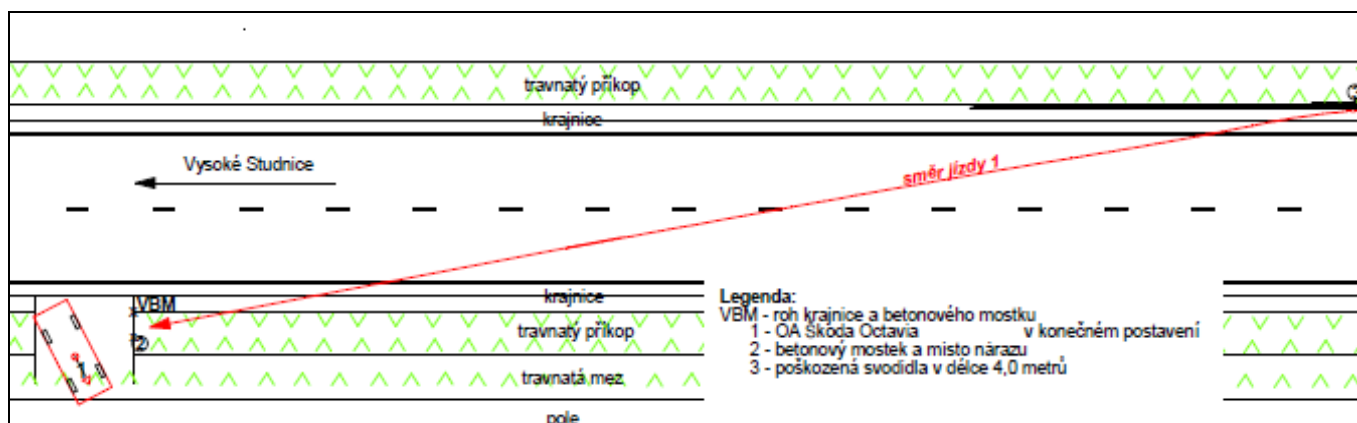
Při dopravní nehodě si řidič Č. způsobil těžká zranění a po ošetření osádky vozidla RZP na místě dopravní nehody byl převezen do nemocnice v Brně. Dále došlo při dopravní nehodě ke zranění spolujezdkyně, která byla na místě dopravní nehody ošetřena osádkou vozidla RZP a následně převezena do nemocnice k dalšímu ošetření. K jinému zranění nedošlo. Orientační dechová zkouška byla provedena u řidiče s negativním výsledkem.. Hmotná škoda na vozidle Škoda byla Policií ČR na místě odhadnuta na cca 80 000 Kč. Hmotná škoda na svodidlech a betonovém mostku odhadnuta na cca 25 000 Kč.



*Obr. č. 99 - Místo dopravní nehody č. 9[vlastní zdroj]*

## Technická přijatelnost podkladů

Pro analýzu dopravní nehody č. 9 jsem obdržela plánek DN v měřítku 1:300, potvrzení o účastní na DN (info o účastnících DN, označení vozidla, popis poškození), druh zranění a 39 fotografií. Pro úplnost chybí protokol DN včetně rozměrů z místa nehody, výpovědi svědků a lépe provedená fotodokumentace.



Obr. č. 100 - Výřez plánu DN č. 9[16]

## Korespondence poškození

Poškození na vozidle: zadní nárazník, PZ světlomet, PZ blatník, LZ blatník, LZ dveře, LP dveře, levé prahy, LP + PP světlomet + ukazatel směru, LP + PP blatník, přední nárazník + rámeček RZ + RZ + maska, přední kapota, interiér vozidla, 2 x airbag

Poškození ostatní: svodidla – odřeny v délce 4 m, betonový mostek – rozlomený

Celková hmotná škoda odhadnuta Policií ČR ve výši 80 000 Kč na osobním automobilu a 25 000 Kč na betonovém mostku a svodidlech.





*Obr. č. 101 - Poškození pravé zadní části vozidla od svodidel[16]*



*Obr. č. 102 - Poškozená svodidla[16]*



*Obr. č. 103 - Celkové poškození vozidla v konečné poloze[16]*



*Obr. č. 104 - Poškození interiéru vozidla[16]*



*Obr. č. 105 - Pohled na detail letních pneumatik[16]*



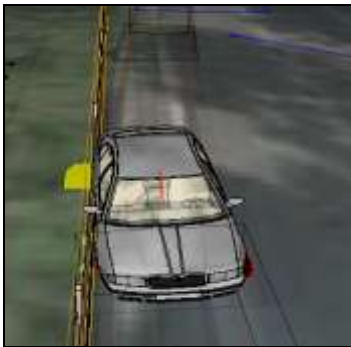
*Obr. č. 106 - Vozidlo Škoda v konečné poloze po nárazu do betonového mostku[16]*



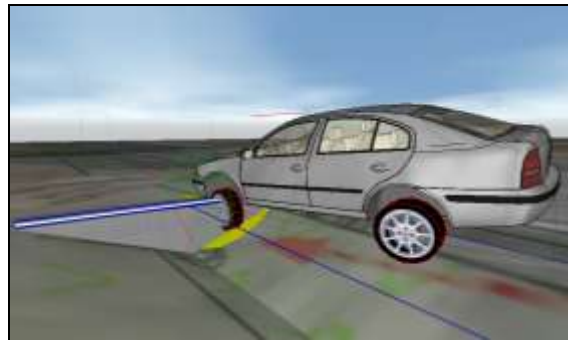
## *Analýza střetu, postřetového a předstřetového pohybu vozidla*

U této poslední dopravní nehody byla nejdůležitějším znakem skutečnost, že vozidlo jelo po sněhem pokryté vozovce na letních pneumatikách. Řidič nebyl připoután a po nárazu, kdy se poškodily dveře, vypadl z vozidla a způsobil si těžká zranění.

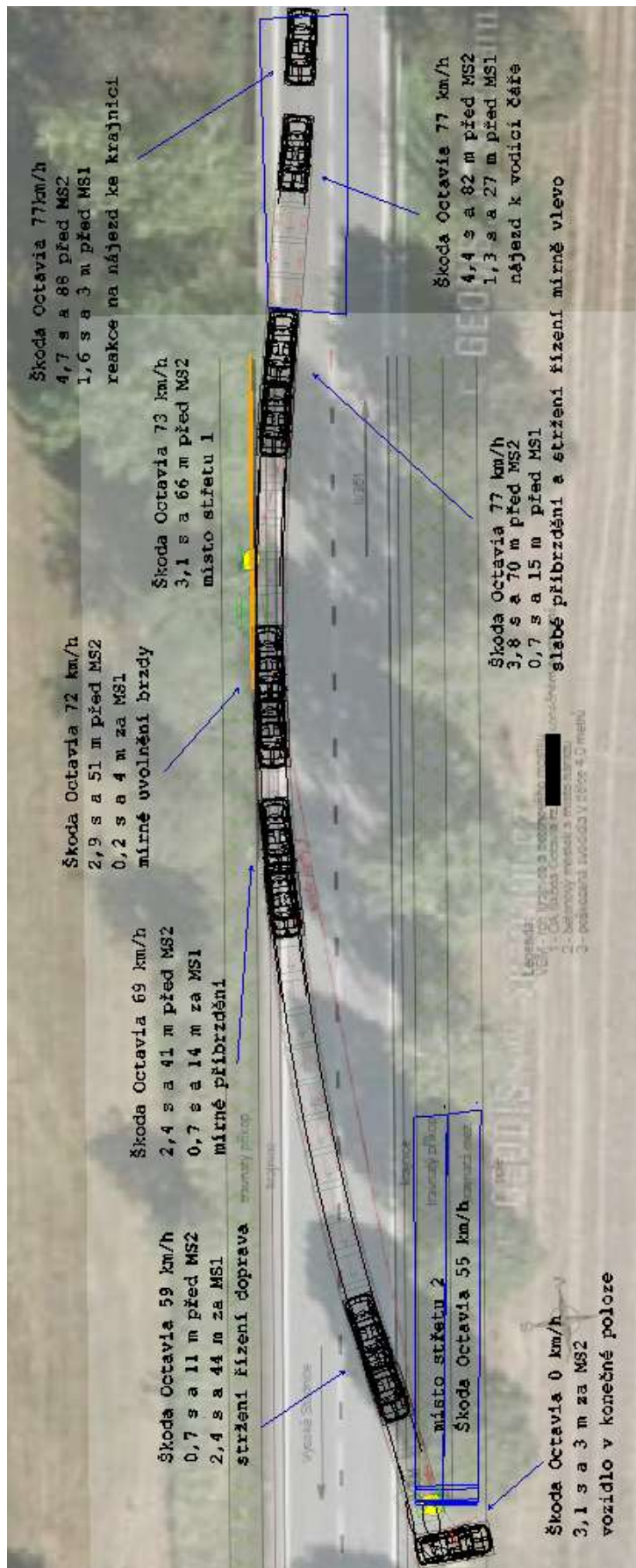
Vozidlo Škoda se střetlo se svodidly v rychlosti 73 km/h a s betonovým mostkem v rychlosti 55 km/h. V čase 3,1 s a 3 m za MS2 bylo vozidlo v konečné poloze. V čase 1,6 s a 3 m před MS1 řidič reagoval na směr jízdy ke krajnici v rychlosti 77 km/h. 0,7 s a 15 m před MS1 ze stejné rychlosti brzdil a strhával řízení doleva. Při rychlosti 72 km/h vozidlo bylo 2,9 s a 51 m před MS2. 2,4 s a 41 m před MS2 řidič brzdil z rychlosti 69 km/h. 0,7 s a 11 m před MS2 řidič strhl řízení doprava. Parametry výpočtu simulace použité při analýze střetu, postřetového a předstřetového pohybu v reálné nehodě jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 18 na straně č. 100-104 Přílohy DP v IS a na CD. EES vozidla po DN přibližně odpovídá hodnotám EES obdobných vozidel dle katalogu EES.



*Obr. č. 107 - Střet pravé zadní části vozidla se svodidly[16]*



*Obr. č. 108 - Náraz do betonového mostku[16]*



Obr. č. 109 - Intervalový diagram DN č. 9 [vlastní zdroj]

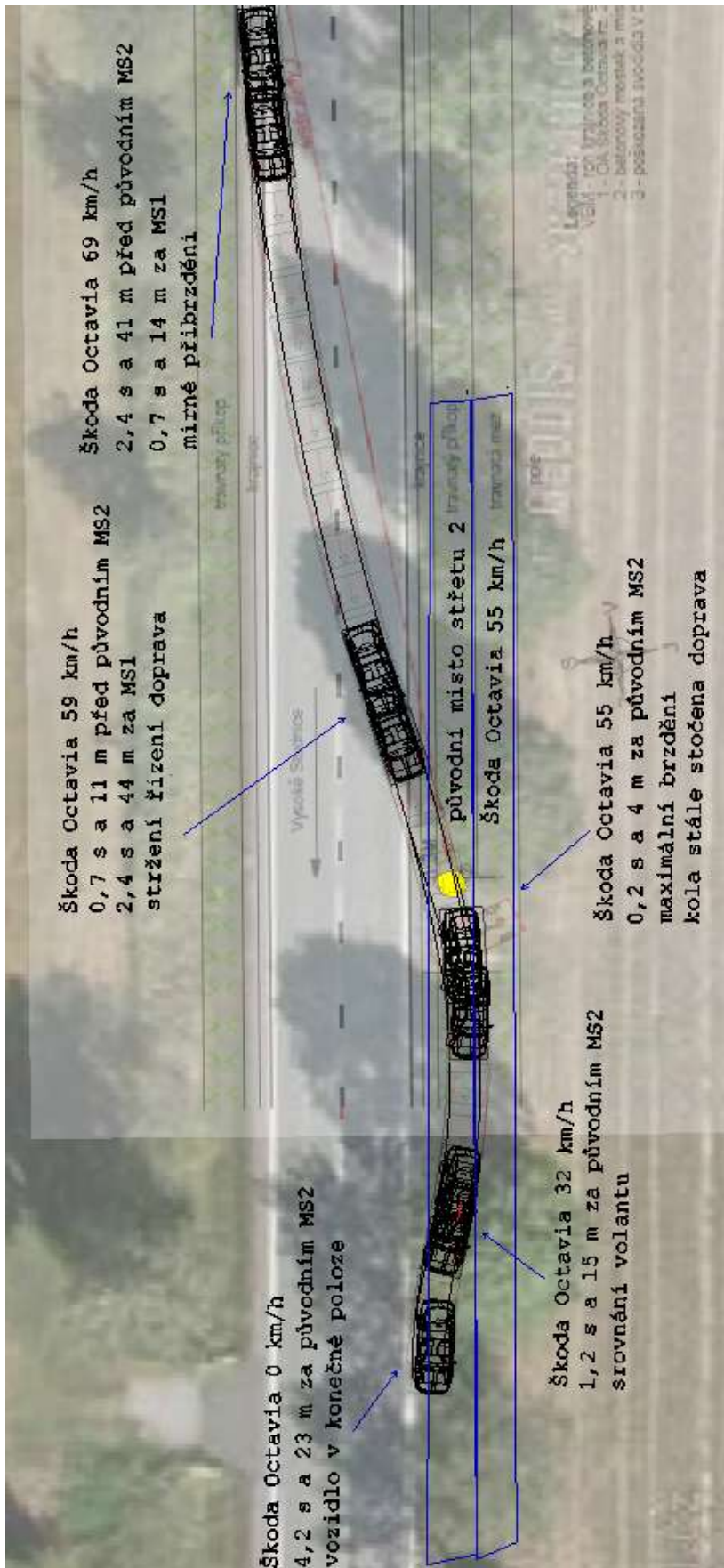
## ***Následky DN č. 9***

Poškození vozidla a okolí viz korespondence poškození.

Těžké zranění řidiče, lehké zranění spolujezdkyně.

## ***Analýza nehodového děje po odstranění mostku***

Čela betonových mostků v našich podmínkách skýtají velká nebezpečí. I tento přispěl k těžkému zranění řidiče a zničení vozidla Škoda Octavia. Při stejných předstřetových podmínkách jako v reálné nehodě by vozidlo projíždělo původním místem střetu rychlostí 55 km/h. 0,2 s a 4 m za původním MS2 by vozidlo brzdilo, 1,2 s a 15 m za původním MS2 by jelo rychlostí 32 km/h a řidič by srovnával volant. Konečnou polohu by vozidlo zaujalo v příkopu 4,2 s a 23 m za původním MS2. Parametry výpočtu simulace použité při analýze střetu, postřetového a předstřetového pohybu při řešení DN bez překážky jsou uvedeny v protokolu v příloze číslo 19 na straně č. 105-109 Přílohy DP v IS a na CD.



Obr. č. 110 - Intervalový diagram DN č. 9 po odstranění překážky [vlastní zdroj]

### ***Následky dopravní nehody po odstranění betonového mostku***

Pokud se betonový mostek odstraní, nehoda bude mnohem bezpečnější. Vozidlo v takovém případě projede příkopem, poškodí se maximálně geometrie řízení vozidla a podvozková část a zranění bude též minimální.

### ***Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky***

*Tab. č. 12 - Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky u DN č. 9*

	<b>Poškození vozidla a okolí</b>	<b>Zranění posádky</b>
<b>Reálná nehoda</b>	zadní nárazník, PZ světlomet, PZ blatník, LZ blatník, LZ dveře, LP dveře, levé prahy, LP + PP světlomet + ukazatel směru, LP + PP blatník, přední nárazník + rámeček RZ + RZ + maska, přední kapota, interiér vozidla, 2 x airbag  svodidla – odřeny v délce 4 m, betonový mostek – rozlomený	těžké zranění řidiče, lehké zranění spolujezdkyně
<b>Nehoda po odstranění betonového mostku</b>	poškození podvozkových částí (geometrie řízení)	lehké zranění posádky

## **7 VYHODNOCENÍ ANALÝZ A POSOUZENÍ NÁVRHŮ OPATŘENÍ PRO ELIMINACI NÁSLEDKŮ**

Ve všech výše uvedených dopravních nehodách nebyla příčinou jejich vzniku pevná překážka, nýbrž střet s takovou pevnou překážkou vyplýval již z předstřetového pohybu vozidla. Důvody pro vyjetí vozidla z vozovky byly především nevěnování se plně řízení vozidla, nepřiměřená rychlost jízdy stavu a povrchu komunikace či náhlá nevolnost. Navržená opatření znamenají úpravu okolí vozovky k vytvoření chyb promíjející komunikace pro řidiče.

Navrženým opatřením u DN č.1 je pokácení silného stromu v těsné blízkosti pozemní komunikace. Tímto zásahem se dle provedené analýzy předejde značnému poškození vozidla a těžkému zranění.

Analýzou DN č. 2 bylo zjištěno, že svodidla a zvýšený obrubník chodníku plní svou správnou funkci, tudíž jejich odstranění by přineslo horší následky.

Navržené opatření u DN č. 3 je opět skácení vzrostlého stromu. V takovém případě by nedošlo k natolik značnému poničení vozidla a předešlo by se těžkému zranění.

Provedení analýzy DN č. 4 sice potvrdilo správnost navrženého opatření v podobě skácení stromu v těsné blízkosti vozovky z důvodu reálně vzniklé devastace vozidla a těžkého zranění řidiče po střetu. Bohužel ale v rychlosti cca 150 km/h řidič ztrácí kontrolu nad vozidlem, tím pádem i z provedené analýzy vychází možnost obdobných následků DN po skácení stromu po pravé straně vozovky při následném vyjetí vozidla vlevo na louku s porostem stromů a keřů.

Analýzou DN č. 5 byla potvrzena správnost navrženého opatření osazení vozovky svodidly nad hrází rybníku. Odstraněním vzrostlého stromu by se nemuselo předejít závažným následkům dopravní nehody. Střet se svodidly by pravděpodobně nezpůsobil těžké zranění a nedošlo by k úplnému zničení vozidla.

Analýza DN č. 6 a 7 je provedena pouze v případě reálných nehod. Dopravní nehoda č. 6 se stala v zástavbě obce, je zde tudíž nesmyslné simulovat DN bez překážky. Pro snížení následků lze uvažovat pouze odvracení střetu a bezpečné projetí místa původní nehody. Dopravní nehoda č. 7 se stala v průjezdu lesním porostem. I v tomto případě je nesmyslné překážku odstraňovat, znamenalo by to totiž vykácení celého lesa. Snížit následky DN lze opět bezpečným průjezdem místa nehody s plným věnováním se řízení vozidla. Jako vhodné

řešení by se mohlo primárně zdát osazení svodidel do pravotočivé zatáčky, ale jelikož se v zatáčce nachází přípojná komunikace, není takový návrh možný a bezpečný s ohledem na výjezd vozidel ze zmiňované přípojně komunikace.

Analýzou DN č. 8 je jasně potvrzena správnost navrženého opatření pro eliminaci následků ve smyslu pokácení o samotě stojícího silného stromu. Z porovnání následků reálné nehody a nehody bez překážky vychází kontrast mezi vzniklým smrtelným zraněním a lehkým popř. žádným zraněním. Poškození vozidla by bylo též nesrovnatelně menší.

Z analýzy reálné DN č. 9 je patrná mnohem bezpečnější situace při odstranění betonového mostku. Původně vzniklo těžké zranění řidiče a značné poškození vozidla. V případě po odstranění pevné překážky by mohlo dojít k poškození pouze podvozkových částí vozidla a lehkému zranění posádky.

Souhrnně mohu zhodnotit, že nejnebezpečnější pevné překážky u výše analyzovaných dopravních nehod s nimi jsou vzrostlé stromy lemující vozovku často o samotě stojící v její těsné blízkosti. To lze razantně vyřešit jejich vykácením a pro zachování optického vedení trasy vysázením stromů nových alespoň ve vzdálenosti od vozovky dané normou ČSN 73 6101. Osamocené stromy podél pozemních komunikací nebývají příčinou vzniku dopravních nehod, nýbrž jsou velmi nebezpečným faktorem, pokud nehodový děj započne v jejich blízkosti z důvodu nesprávné techniky a způsobu jízdy (nepřiměřená rychlost, telefonování, únava či mikrospánek atd.). Strom může zapříčinit nehodu podle mého jen v případě, kdy vzrostlé stromořadí způsobuje střídání světla a stínu, nebo pokud strom zasahuje do vozovky a brání tak bezpečnému vyhnutí se protijedoucích vozidel.

Možných řešení jak dále zamezit střetu se stromy ale i jinými pevnými překážkami je několik, avšak už se jedná povětšinou o opatření nákladnější. Smyslem všech takových opatření je zabránění vyjetí z vozovky. Kromě známých svodidel, která jsou vlastně také pevnou překážkou, je vhodné navrhnout vytvoření profilovaného vodorovného značení způsobujícího zvuk a vibrace při najetí koly vozidel na něj (především případ DN č. 1 a č. 7). Ve více případech analyzovaných nehod došlo před střetem s pevnou překážkou ke smyku, proto by zde byla vhodným opatřením úprava silničního povrchu bránící smyku (zdrsnění, odvodnění). Podobně jak už jsem uvedla výše u vzdálenosti vysazování nových stromů lze navrhnout ještě vytvoření dostatečně široké zpevněné krajnice bez trávy a dř. Poslední opatření, které navrhuji, se týká snahy snižovat rychlost jízdy vozidel v místech míjení pevných překážek. Je tím myšleno buď instalování proměnného dopravního značení



s doporučenou rychlostí jízdy, nebo připevnění reflexních prvků (odrazek) přímo na pevnou překážku na nejvíce viditelné místo ze směru jízdy vozidla, aby řidič mohl na pevnou překážku včas a z bezpečné vzdálenosti reagovat. [3, s. 48-53]



*Obr. č. 111 - Devastace vozidla po nárazu do stromu[16]*

Dalším velmi nebezpečným faktorem jsou čela betonových propustků. Dle zadání práce jsem volila odstranění pevné překážky, ale jako vhodné řešení k eliminaci následků by mohla přicházet v úvahu i úprava zmíněného čela betonového mostku vytvořením jeho zkoseného čela.



*Obr. č. 112 - Poškozen vozidlo po nárazu do betonového mostku[16]*

V některých případech jsem volila osazení vozovky svodidly. Takové řešení je někdy nevyhnutelné a svodidla většinou chrání vozidlo před střetem s více nebezpečnou pevnou překážkou, než jsou ona sama, jako např. ve variantě č. 2 analýzy DN č. 2 (s domem pod svahem).



*Obr. č. 113 - Poškození vozidla při střetu se svodidly[16]*

## 8 ZÁVĚR

Tvorba mé diplomové práce zabývající se vlivem pevných překážek v blízkosti pozemní komunikace na průběh dopravních nehod byla podložena reálnými silničními nehodami v kraji Vysočina. Poklady k nehodám jsem získala od Dopravního inspektorátu Policie ČR v Jihlavě a bylo mi potěšením umožnění blíže nahlédnout do praxe dopravní policie a získat tak i kontakty pro budoucí ucházení se o zaměstnání. Bohužel jsem nezískala kompletní podklady, ale z pohledu potenciálního účastníka DN je ochrana osobních údajů ze strany Policie ČR chvályhodná.

Než jsem se začala věnovat samotné analýze silničních nehod pomocí simulačního programu Virtual Crash, uvedla jsem rozdělení pevných překážek v blízkosti pozemní komunikace, stručně popsala teorii analýz silničních nehod a vyhodnotila statistiku dopravních nehod v ČR s pevnými překážkami a jejich následků. Samotná analýza jednotlivých dopravních nehod mi zabrala nejvíce času z celého zpracování diplomové práce, ale jsem ráda, že se mi to podařilo. S programem Virtual Crash 2.2 jsem získala nový pohled na složitost analýz silničních nehod. Při simulaci každé nehody jsem musela přemýšlet o technických aspektech, ale samozřejmě mě během jejich řešení napadaly další otázky. Např. proč k nehodě došlo, kam nebo odkud měla posádka namířeno nebo jak málo stačilo k tomu, aby k nehodě nedošlo. Sama jsem řidička a řešené téma ve mně zanechalo přinejmenším ponaučení, že je důležité jezdit bezpečně, tedy přiměřenou rychlostí stavu komunikace, za volantem se věnovat plně řízení a dbát na bezpečnost nejen sebe, posádky, ale i na bezpečnost protijedoucích či spolujedoucích vozidel.

Vyřešením analýz reálných nehod i jejich simulací po navržených opatřeních jsem mohla vytvořit celkové vyhodnocení vlivu pevných překážek při střetu vozidel s nimi v porovnání s nehodami, kdy by překážka na původním místě nebyla, nebo by bylo provedeno jiné řešení pro eliminaci následků nehody. Věřím tedy, že cíl práce byl naplněn. Kdybych se tomuto tématu věnovala dále, zaměřila bych se pouze na jedno nehodové místo na Vysočině v blízkosti mého bydliště, pokusila bych se získat veškeré podklady k tam vzniklým nehodám a opět s využitím simulačního programu bych DN analyzovala a navrhla pokud možno nejlepší řešení pro eliminaci následků. V nejlepším případě bych ráda navrhla řešení, jak všem nehodám v tomto místě předejít. Jelikož se mi toto asi nepoštěstí, doufám i přesto, že se

s využitím simulačního programu Virtual Crash a analýzou dopravních nehod ještě v budoucnu setkám.

Závěrem chci zmínit, že jako zastánci přírody a původního rázu krajiny je mi líto skácení letitých stromů, ale vlivem dnešní husté dopravy a modernějších rychlejších aut je kácení starých alejí nevyhnutelné. Obměna starých stromořadí za nové je nutná, ale bohužel co se týká nižších tříd komunikací, bude to asi ještě několik let trvat. Chtěla bych proto apelovat na spolupráci Správy údržby silnic a ochránců přírody, aby spolu našli řešení a došlo tak k naprojektování pozemních komunikací i nižších tříd pro případ bezpečného růstu zeleně v jejich okolí.

## 9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Knižní publikace

- [1] BRADÁČ, Albert. *Soudní inženýrství*. Dot. 1. vyd. Brno: CERM, 1999, 725 s. ISBN 80-7204-133-9.
- [2] HIRT, Miroslav. *Dopravní nehody v soudním lékařství a soudním inženýrství*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2012, 151 s. ISBN 978-80-247-4308-0.
- [3] JANATA, Martin et al. *Pasivní bezpečnost pozemních komunikací: zkušenosti z České republiky a ze zahraničí*. Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2007, 165 s. ISBN 978-80-86502-72-4.
- [4] Mičunek, Tomáš. *Možnosti snížení následků dopravních nehod technickými opatřeními a opatřeními po nehodě*. 2010. Disertační práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní. Vedoucí práce doc. Ing. Jindřich Šachl, CSc.
- [5] RÁBEK, Vlastimil. *Vybrané postupy analýzy dopravních nehod*. Vyd. 1. Olomouc: Vlastimil Rábek, 2009, 217 s. VPRA-SCP-2009-06-02.
- [6] SEMELA, Marek. *Analýza silničních nehod I*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012, 83 s. ISBN 978-80-214-4548-2.
- [7] SEMELA, Marek. *Analýza silničních nehod II*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012, 83 s. ISBN 978-80-214-4549-9.

### Internetové zdroje

- [8] *Dopravně informační portál www.doipo.cz* [online], 2014 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <<http://www.doipo.cz/nehody/ridice-v-karlovarskem-kraji-potrapil-snih-a-namrzajici-vozovka/>>.
- [9] *Metody stanovení energetické ekvivalentní rychlosti (EES) při čelním nárazu do tuhé bariéry*. [online], 2014 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <http://www.scribd.com/doc/46021774/Coufal-Tomas-A>.

- [10] *Portál Bezpečnosti silničního provozu* [www.ibesip.cz](http://www.ibesip.cz) [online], 2014 [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: [http://www.ibesip.cz/data/web/kampane/legislativa/besip-02-TP\\_65\\_2vydani.pdf](http://www.ibesip.cz/data/web/kampane/legislativa/besip-02-TP_65_2vydani.pdf) >.
- [11] *Portál Dědictví Vysočiny* [www.dedictvivysociny.cz](http://www.dedictvivysociny.cz) [online], 2014 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: [http://www.dedictvivysociny.cz/priroda/pamatne\\_stromy-14/?id=1740](http://www.dedictvivysociny.cz/priroda/pamatne_stromy-14/?id=1740)>.
- [12] *Portál Deník.cz* [online], 2014 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://www.denik.cz/moravskoslezsky-kraj/protihlukova-zed-polep07012013-qw8y.html>
- [13] *Portál Plastika SV* <http://www.plastika-sv.cz> [online], 2014 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <http://www.plastika-sv.cz/sloupky.php>>.
- [14] *Portál Policie České republiky* [www.policie.cz](http://www.policie.cz) [online], 2014 [cit. 2014-02-13]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-178464.aspx>>.
- [15] *Portál Silnice Železnice* [www.silnice-zeleznice.cz](http://www.silnice-zeleznice.cz) [online], 2014 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/pasivni-bezpecnost-pozemnich-komunikaci-v-souvislosti-s-cely-propustku/>>.

### **Další zdroje**

- [16] interní materiály Policie ČR
- [17] Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích (zákon o silničním provozu), a o změnách některých zákonů

## **10 SEZNAM ZKRATEK**

ASN analýza silničních nehod

DN dopravní nehoda

RZ registrační značka

ČR Česká republika

MS místo střetu

s sekunda

m metr

EES ekvivalentní energetická rychlost

VBM výchozí bod měření



# 11 SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK

## Seznam obrázků

Obr. č. 1 - - Stromy v těsné blízkosti vozovky [11] .....	15
Obr. č. 2 - Nová výsadba u Jihlavy [vlastní zdroj] .....	15
Obr. č. 3 - Střídávavé intervaly světla a stínu [vlastní zdroj] .....	17
Obr. č. 4 - Neudržovaná alej lemující velmi úzkou silnici [vlastní zdroj].....	17
Obr. č. 5 - Mostní svodidlo a zábradlí na mostě [vlastní zdroj] .....	19
Obr. č. 6 - Zábradelní svodidlo [vlastní zdroj] .....	19
Obr. č. 7 - Nebezpečný podjezd železniční trati [vlastní zdroj].....	20
Obr. č. 8 - Mostní pilíře v blízkosti vozovky [vlastní zdroj] .....	20
Obr. č. 9 - Zastaralá zábradelní konstrukce [vlastní zdroj].....	21
Obr. č. 10 - Betonové propustky [15] .....	22
Obr. č. 11 - Betonový propustek [vlastní zdroj] .....	22
Obr. č. 12 - Billboard odpoutávající pozornost řidiče před vzrostlou alejí [vlastní zdroj] .....	23
Obr. č. 13 - Kamenné patníky u silnice [vlastní zdroj].....	24
Obr. č. 14 - Dnes používané směrové sloupky [13] .....	24
Obr. č. 15 - Sloup veřejného osvětlení po nehodě [8] .....	24
Obr. č. 16 - Nechráněné sloupy v obci [vlastní zdroj].....	24
Obr. č. 17 - Protihluková stěna[12] .....	25
Obr. č. 18 - Místo dopravní nehody č. 1[vlastní zdroj].....	44
Obrázek 19 - Výřez plánu DN č. 1[16].....	45
Obr. č. 20 - Pohled na konečnou polohu vozidla ze směru jízdy[16] .....	45
Obr. č. 21 - Detail poškození vozidla po střetu se stromem[16].....	45
Obr. č. 22 - Střetová poloha vozidla [vlastní zdroj].....	46

Obr. č. 23 - Oblast místa střetu se stromem [vlastní zdroj] .....	46
Obr. č. 24 - Intervalový diagram DN č. 1[vlastní zdroj].....	47
Obr. č. 25 - Intervalový diagram DN č. 1 po odstranění překážky varianta č. 1 [vlastní zdroj].....	49
Obr. č. 26 - Intervalový diagram DN č. 1 po odstranění překážky varianta č. 2[vlastní zdroj].....	51
Obr. č. 27 – Intervalový diagram DN č. 1 v případě odvracení střetu s pevnou překážkou[vlastní zdroj] .....	53
Obr. č. 28 - Místo dopravní nehody č. 2[vlastní zdroj] .....	55
Obr. č. 29 - Výřez plánku DN č. 2[16] .....	56
Obr. č. 30 - Poškození levé přední části vozidla od svodidel, viz označnick č. 3 na obr. č. 33[16].....	57
Obr. č. 31 - Poškození krytu pravého předního kola, viz označnick č. 2 na obr. č. 32[16] .....	57
Obr. č. 32 - Poškozený obrubník od pravého předního kola[16].....	57
Obr. č. 33 - Poškozené svodidlo od nárazu vozidla levou přední částí[16].....	57
Obr. č. 34 – Poloha vozidla v místě střetu 1[vlastní zdroj].....	58
Obr. č. 35 – Poloha vozidla v místě střetu 2[vlastní zdroj] .....	58
Obr. č. 36 - Intervalový diagram DN č. 2 [vlastní zdroj].....	59
Obr. č. 37 - Intervalový diagram DN č. 2 varianta č. 1[vlastní zdroj].....	61
Obr. č. 38 - Intervalový diagram DN č. 2 varianta č. 2[vlastní zdroj].....	63
Obr. č. 39 - Místo dopravní nehody č. 3[vlastní zdroj] .....	65
Obr. č. 40 - Výřez plánku DN č. 3[16] .....	66
Obr. č. 41 - Pohled na poškození zadní části vozidla [16] .....	67
Obr. č. 42 - Poškození stromu a konečná poloha vozidla [16] .....	67
Obr. č. 43 - Pohled na náklon vozidla těsně před střetem[16].....	68
Obr. č. 44 - Boční náraz vozidla do stromu[16] .....	68

Obr. č. 45 – Intervalový diagram DN č. 3[vlastní zdroj].....	69
Obr. č. 46 - Intervalový diagram DN č. 3 bez překážky[vlastní zdroj] .....	71
Obr. č. 47 - Místo dopravní nehody č. 4[vlastní zdroj] .....	73
Obr. č. 48 - Výřez plánku DN č. 4[16] .....	74
Obr. č. 49 - Poškození stromu [16].....	75
Obr. č. 50 - Poškozené vozidlo [16] .....	75
Obr. č. 51 - Motor vozidla upadnutý při střetu [16] .....	75
Obr. č. 52 - Vozidlo v konečné poloze na střeše [16].....	75
Obr. č. 53 - Poloha vozidla při střetu [vlastní zdroj] .....	76
Obr. č. 54 - Poloha vozidla těsně po střetu [vlastní zdroj] .....	76
Obr. č. 55 - Sekvence pohybu vozidla po střetu[vlastní zdroj] .....	76
Obr. č. 56 - Vozidlo při převrácení[vlastní zdroj] .....	76
Obr. č. 57 - Intervalový diagram DN č. 4[vlastní zdroj] .....	77
Obr. č. 58 - Intervalový diagram DN č. 4 bez překážky[vlastní zdroj] .....	79
Obr. č. 59 - Místo dopravní nehody č. 5[vlastní zdroj] .....	81
Obr. č. 61 - Poškození vozidla po střetu a pádu do rybníka[16].....	82
Obr. č. 62 - Poškození stromu a konečná poloha vozidla ve vodě[16] .....	82
Obr. č. 60 - Výřez plánku DN č. 5[16] .....	82
Obr. č. 63 - Poloha střetu vozidla se stromem, přední pohled[vlastní zdroj] .....	83
Obr. č. 64 - Střetová poloha, pohled na zadní část vozidla[vlastní zdroj].....	83
Obr. č. 65 - Intervalový diagram DN č. 5[vlastní zdroj] .....	84
Obr. č. 66 - Intervalový diagram DN č. 5 po usazení svodidel[vlastní zdroj].....	86
Obr. č. 67 - Místo dopravní nehody č. 6[vlastní zdroj] .....	88
Obr. č. 68 - Výřez z náčrtku DN č. 6[16] .....	89
Obr. č. 69 – Poškozené vozidlo v konečné poloze[16].....	90
Obr. č. 70 - Bližší pohled na poškozené vozidlo v konečné poloze[16].....	90

Obr. č. 71 - Viditelné poškození karoserie a stromu[16].....	90
Obr. č. 72 - Pohled na celkové poškození vozidla[16] .....	90
Obr. č. 73 - Viditelná míra deformace po nárazu[16].....	90
Obr. č. 74 - Poškozený levý bok vozidla od sloupku[16].....	90
Obr. č. 75 - Vozidlo v místě střetu 1[vlastní zdroj] .....	91
Obr. č. 76 - Vozidlo bezprostředně před místem střetu 2[vlastní zdroj] .....	91
Obr. č. 77 - Intervalový diagram DN č. 6[vlastní zdroj] .....	92
Obr. č. 78 - Místo dopravní nehody č. 7[vlastní zdroj] .....	94
Obr. č. 79 - Výřez plánu DN č. 7[16] .....	95
Obr. č. 80 - Pohled na poškozené vozidlo ze směru jízdy[16] .....	96
Obr. č. 81 - Viditelné jízdní stopy v trávě[16].....	96
Obr. č. 82 - Poškozená přední část vozidla[16] .....	96
Obr. č. 83 - Poškození levé přední části vozidla[16].....	96
Obr. č. 84 - Celkové poškození vozidla Renault[16].....	96
Obr. č. 85 - Poničený interiér vozidla a přední sklo[16] .....	96
Obr. č. 86 - Poloha vozidla při střetu[vlastní zdroj] .....	97
Obr. č. 87 - Sekvence vozidla při střetu, po střetu a před střetem[vlastní zdroj].....	97
Obr. č. 88 - Intervalový diagram DN č. 7[vlastní zdroj] .....	98
Obr. č. 89 - Místo dopravní nehody č. 8[vlastní zdroj] .....	100
Obr. č. 90 - Výřez plánu DN č. 8[16] .....	101
Obr. č. 91 - Poškozený strom v místě střetu[16] .....	102
Obr. č. 92 - Viditelné smykové stopy[16] .....	102
Obr. č. 93 - Celkové poškození vozidla[16] .....	102
Obr. č. 94 - Zřetelné poškození předního skla a střechy[16] .....	102
Obr. č. 95 - Pohled na levý bok vozidla v okamžiku střetu[vlastní zdroj] .....	103
Obr. č. 96 - Místo střetu vozidla se stromem[vlastní zdroj] .....	103

Obr. č. 97 - Intervalový diagram DN č. 8[vlastní zdroj] .....	104
Obr. č. 98 - Intervalový diagram DN č. 8 bez překážky[vlastní zdroj] .....	105
Obr. č. 99 - Místo dopravní nehody č. 9[vlastní zdroj] .....	107
Obr. č. 100 - Výřez plánu DN č. 9[16] .....	108
Obr. č. 101 - Poškození pravé zadní části vozidla od svodidel[16].....	109
Obr. č. 102 - Poškozená svodidla[16].....	109
Obr. č. 103 - Celkové poškození vozidla v konečné poloze[16].....	109
Obr. č. 104 - Poškození interiéru vozidla[16].....	109
Obr. č. 105 - Pohled na detail letních pneumatik[16].....	109
Obr. č. 106 - Vozidlo Škoda v konečné poloze po nárazu do betonového mostku[16] .....	109
Obr. č. 107 - Střet pravé zadní části vozidla se svodidly[16] .....	110
Obr. č. 108 - Náraz do betonového mostku[16] .....	110
Obr. č. 109 - Intervalový diagram DN č. 9[vlastní zdroj] .....	111
Obr. č. 110 - Intervalový diagram DN č. 9 po odstranění překážky[vlastní zdroj] ....	113
Obr. č. 111 - Devastace vozidla po nárazu do stromu[16] .....	117
Obr. č. 112 - Poškozen vozidlo po nárazu do betonového mostku[16].....	117
Obr. č. 113 - Poškození vozidla při střetu se svodidly[16].....	118

## Seznam grafů

Graf č. 1 - Porovnání počtu nehod s pevnou překážkou s celkovým počtem nehod v ČR[14] .....	38
Graf č. 2 - Celkové počty zraněných při dopravních nehodách s pevnou překážkou v ČR[14] .....	40
Graf č. 3 - Rozdělení dopravních nehod dle druhu pevné překážky vzniklých na Vysočině v letech 2010 – 2012[14] .....	42

## Seznam tabulek

Tab. č. 1 - Statistika dopravních nehod podle druhu pevné překážky v celé ČR v letech 2007 - 2012[14] .....	38
Tab. č. 2 - Podíl následků při dopravních nehodách s pevnou překážkou v celkovém počtu DN v celé ČR v letech 2007 - 2012[14] .....	39
Tab. č. 3 - Statistika nehod s pevnou překážkou a jejich následků v kraji Vysočina v letech 2010 - 2012[14] .....	41
Tab. č. 4 - Porovnání následků nehody s překážkou, bez překážky a při možnosti odvrácení střetu u DN č. 1 .....	54
Tab. č. 5 - Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky u DN č. 2 .....	64
Tab. č. 6 - Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky u DN č. 3 .....	72
Tab. č. 7 - Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky u DN č. 4 .....	80
Tab. č. 8 - Porovnání následků nehody se stromem a po usazení svodidel u DN č. 5 ..	87
Tab. č. 9 - Následky nehody s pevnou překážkou u DN č. 6 .....	93
Tab. č. 10 - Následky nehody s pevnou překážkou u DN č. 7 .....	99
Tab. č. 11 - Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky u DN č. 8 .....	106

Tab. č. 12 - Porovnání následků nehody s pevnou překážkou a bez překážky u DN č. 9

..... 114



## 12 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1 – Parametry výpočtu původního nehodového děje s pevnou překázkou DN č. 1
- Příloha č. 2 – Parametry výpočtu po odstranění překážky varianta č. 1 DN č. 1
- Příloha č. 3 – Parametry výpočtu po odstranění překážky varianta č. 2 DN č. 1
- Příloha č. 4 – Parametry výpočtu při možnosti odvracení střetu s pevnou překázkou DN č. 1
- Příloha č. 5 – Parametry výpočtu původního nehodového děje s pevnou překázkou DN č. 2
- Příloha č. 6 – Parametry výpočtu po odstranění překážky varianta č. 1 DN č. 2
- Příloha č. 7 – Parametry výpočtu po odstranění překážky varianta č. 2 DN č. 2
- Příloha č. 8 – Parametry výpočtu původního nehodového děje s pevnou překázkou DN č. 3
- Příloha č. 9 – Parametry výpočtu po odstranění překážky DN č. 3
- Příloha č. 10 – Parametry výpočtu původního nehodového děje s pevnou překázkou DN č. 4
- Příloha č. 11 – Parametry výpočtu po odstranění překážky DN č. 4
- Příloha č. 12 – Parametry výpočtu původního nehodového děje s pevnou překázkou DN č. 5
- Příloha č. 13 – Parametry výpočtu po usazení svodidel DN č. 5
- Příloha č. 14 – Parametry výpočtu původního nehodového děje s pevnou překázkou DN č. 6
- Příloha č. 15 – Parametry výpočtu původního nehodového děje s pevnou překázkou DN č. 7
- Příloha č. 16 – Parametry výpočtu původního nehodového děje s pevnou překázkou DN č. 8
- Příloha č. 17 – Parametry výpočtu po odstranění překážky DN č. 8
- Příloha č. 18 – Parametry výpočtu původního nehodového děje s pevnou překázkou DN č. 9
- Příloha č. 19 – Parametry výpočtu po odstranění překážky DN č. 9