

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Друмски саобраћај

Предмет: Методе вештачења саобраћајних незгода

Број индекса: 369/2013

Снежана М. Вукомановић

**Реконструкција судара мотоцикла и возила-
студија случаја, бочни налет мотоцикла на
ВОЗИЛО**

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Александра Јанковић, редован професор -ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да обухвати:

- Статистику страдања мотоциклиста
- Елементе механике судара возила и мотоцикла
- Анализу могућих ситуација судара
- Анализу трагова могућих ситуација судара
- Прорачунске методе и алати
- Бочни налет мотоцикла на возило – студија случаја у Крагујевцу
- Мере заштите возача двоточкаша
- Препоруке за безбедност и закључци

Препоручена литература:

[1] Безбедност аутомобила – А. Јанковић, Д. Симић

[2] Експертизе Саобраћајних незгода – Р. Драгач, М. Ђорђевић

[3] Приручник за Саобраћајно техничко вештачење – М. Вујанић, К. Липовац

Крагујевац, датум

ментор:

Др Александра Јанковић, редован професор

Резиме

Резиме: У овом раду поред приказа тренутног стања безбедности саобраћаја двоточкаша у нашој земљи, дат је и опис механике судара између путничког возила и двоточкаша. Обухваћене су главне социјалне и материјалне последице саобраћајних незгода са двоточкашима, са анализом оштећења возила и методологијом вршења увиђаја након незгоде. Такође су описани и заштитни фактори у саобраћају возила двоточкаша са предлозима безбедне вожње и на крају предложене су опште и посебне мере безбедности за двоточкаше са закључком у коме су обухваћени кључни проблеми и предлози за њихово решавање.

Кључне речи: саобраћај, возило, двоточкаш, мере безбедности, незгода, увиђај.

Abstract: In this paper, the review of the current state of traffic safety of two-wheelers in the country, and has been given the description of the mechanics of collisions between passenger cars and two-wheelers. Included are the minds of social and material consequences of accidents with two-wheeler, with analysis of vehicle damage and short methodology crime scene investigation after the accident. They also described the protective FAKR two-wheeler vehicles in traffic with proposals safe driving and at the end of the proposed general and specific safety measures for two-wheelers with a conclusion in which they discuss key issues and proposals for their resolution.

Key words: transportation, vehicle, a bicycle, safety measures, accident investigation.

Садржај

1.0	Увод	6
2.0	Статистика страдања мотоциклиста	7
3.0	Елементи механике судара мотоцикла и возила.....	11
4.0	Анализа могућих ситуација судара мотоцикл – возило	16
5.0	Трагови и њихова анализа	26
5.1	Значај трагова саобраћајне незгоде	26
5.2	Класификација трагова саобраћајне незгоде	27
5.2.1	Подела трагова према врсти	27
5.2.2	Подела трагова према величини	28
5.2.3	Подела трагова према фази незгоде у којој су настали	28
5.2.4	Подела трагова према месту налажења	29
5.2.5	Подела трагова према ситуацији у којој су настали	29
5.2.6	Подела трагова са аспекта мерења	30
5.3	Обрада трагова саобраћајне незгоде	31
5.3.1	Проналажење трагова на лицу места саобраћајне незгоде	31
5.3.2	Обезбеђење трагова на лицу места саобраћајне незгоде	32
5.3.3	Мерење трагова саобраћајне незгоде	32
5.3.4	Означавање трагова саобраћајне незгоде	33
5.4	Најзначајнији трагови саобраћајне незгоде	33
5.4.1	Трагови кочења возила	33
5.4.2	Одпали делови и материјали са возила	40
5.4.3	Крајњи положај возила, лица и предмета	41
6.0	Бочни налет мотоцикла на возило – прорачунске методе и алати.....	42
6.1	Примена специјализованих рачунских програма код налета мотоцикла на возило	44
6.1.1	Примена програмског пакета Virtual CRASHа у анализи налета мотоцикла на возило.....	44
6.1.2	Упоредна анализа на примеру реалне саобраћајне незгоде	47
6.1.2.1	Рачунска анализа.....	48
6.1.2.1.1	Virtual CRASH анализа	49
6.1.3	Упоредна анализа	52
7.0	Бочни налет мотоцикла на возило – студија случаја у Крагујевцу.....	54
7.1	Основни податци.....	54
7.1.1	Учесници незгоде	54
7.1.2	Податци о путу и времену	55
7.2	Налаз.....	58
7.2.1	Повреде учесника незгоде	58
7.2.2	Оштећења возила	58
7.2.3	Трагови и зауставни положај учесника незгоде	64
7.2.4	Место судара и брзине аутомобила и мотоцикла	67
7.2.5	Временско - просторна анализа.....	72
7.3	Мишљење	76
8.0	Мере заштите возача двоточкаша	81
9.0	Препоруке за безбедност возача двоточкаша	83
9.1	Десет савета за мотоциклисте – како сачувати главу ?	85
10.0	Закључак	88
	Литература	89

1.0 УВОД

У овом раду посебна пажња посветиће се безбедношћу рањивих корисника пута посебно возачима двоточкаша. Ову категорију учесника у саобраћају управо називамо рањива не због неких инфериорности или одређених психофизичких недостатака за безбедно управљање возилом него због посебне диспропорције, односно несразмере ризика који уносе у саобраћај и оног ризика коме су изложени.

Када су у питању двоточкаши поготово возачи mopеда и бицикла треба напоменути да се ту углавном као возачи ових возила јављају деца и млади узраста до 17 година тако да се овде као аксиом поставља обавеза едукације деце и младих за безбедно учествовање у саобраћају.

Што се тиче неких пасивних елемената заштите возача и путника возила на два точка (са једним трагом), поред опасности којима су изложени као и остали корисници пута, ови возачи су изложени повећаном ризику и због повећане могућности губитка стабилности возила.

Једно од често постављаних питања данас у вези са саобраћајем је “Да ли и зашто возити мотоцикл?”. Листа разлога за и против вожње мотора је прилично дугачка. Неки од главних адута који иду у корист вожње мотоцикла су:

- јефтинији су за вожњу (због мање потрошње горива, а самим тим имају мањи негативан утицај на животну средину),
- лакши су за одржавање (имају мање елемената који су лако доступни),
- једноставнији су за паркирање,
- флексибилни су у саобраћају.

Поред свега набројаног, постоји и једна додатна, за многе и пресудна вредност мотоцикла „*забавно је и изгледа добро*“!

Са друге стране, поред бројних објективних, али и субјективних разлога за вожњу мотоцикала, постоје и они који оповргавају овај став. Неки од њих су:

- скупа специјализована опрема потребна за вожњу,
- мали простор за пртљаг и путнике,
- нису погодни за вожњу у зимским условима,
- нису најудобнији за даља путовања.

Свакако највећи разлог који не иде у прилог вожњи мотоцикла је „*повећан ризик од страдања у саобраћају*“!

2.0 СТАТИСТИКА СТРАДАЊА МОТОЦИКЛИСТА

Подаци којима располажемо о страдању возача мотоцикала и mopеда у Републици Србији упућују на потребу за спровођењем обимне акције према овој популацији[1].

Од 2006. до 2011. године, на путевима наше земље у саобраћајним незгодама у којима су учествовали возачи мотоцикала и mopеда, погинуло је 634 лица, а чак 21.082 њих било је теже или лакше повређено.

Када се анализирају подаци о страдању возача мотоцикала и mopеда (о чему слушамо и у свакодневним извештајима медија), оно што прво упада у очи је старосно доба настрадалих. У највећој мери то су млади, најчешће не старији од 30 година. Тај податак представља додатни социолошки ударац за друштво.

Поред тога, не треба занемарити ни економске трошкове целог друштва који настају губитком једног живота, јер је то радно способно становништво, које је тек на почетку свог радног века.

Овакво стање је последица великог броја фактора, пре свега наглог повећања броја регистрованих мотоцикала и mopеда у последњих неколико година и недовољно посвећена пажња проблемима који се због овакве ситуације јављају.

У периоду од 2001. до 2011. године, број мотоцикала и mopеда у Републици Србији увећао се готово три пута.

Рањиве категорије корисника пута, у које спадају и мотоциклисти, циљне су групе на чијем повећању безбедности требају радити све државе света, према Глобалном плану „Деценије акције за безбедност на путевима“, коју је прогласио генерални секретар Уједињених нација Бан Ки Мун Резолуцијом од 10. маја 2010. године.

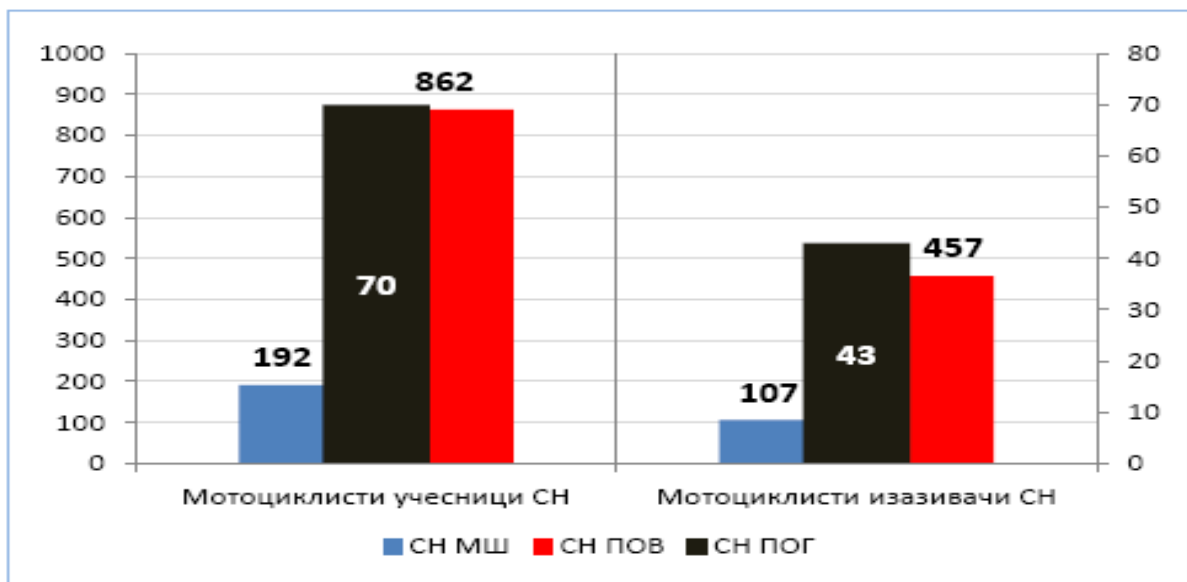
Следећи препоруке глобалних институција и анализирајући стање у нашој земљи, Агенција за безбедност саобраћаја у 2012. години покренула је обимне активности са циљем побољшања услова за возаче мотоцикала и mopеда, чији учинак треба да буде значајно смањење њиховог страдања на путевима. У центру ових активности је повећавање информисаности свих учесника у саобраћају, како би се повећањем њиховог знања подигла свест о овом проблему. Циљ овог процеса је да у дужем периоду доведе и до промене понашања свих категорија учесника у саобраћају и до равноправног међусобног односа између ове и осталих категорија учесника у саобраћају. Први корак на овом путу био је покретање кампање **„БУДИ СВЕСТАН. ПАЗИ! ИЗБЕГНИ НАЈГОРЕ!“**, која је спроведена у току маја и јуна 2012. године.

Ово је прва кампања посвећена овој групи возача моторних возила и један од њених кључних циљева је скретање пажње на величину постојећег проблема.

У следећим табелама и графиконима дат је преглед страдања рањивих корисника пута у којима су они учествовали као изазивачи [1].

Саобраћајне незгоде са МОТОЦИКЛИМА	Укупно СН	ВРСТЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА У КОЈИМА СУ УЧЕСТВОВАЛИ И КОЈЕ СУ ИЗАЗВАЛИ ВОЗАЧИ МОТОЦИКЛА				ПОСЛЕДИЦЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА У КОЈИМА СУ УЧЕСТВОВАЛИ И КОЈЕ СУ ИЗАЗВАЛИ ВОЗАЧИ МОТОЦИКЛА				
		СН МШ	СН НАС	СН ПОГ	СН ПОВ	Настрадао	ПОГ	Повређено		
		МШ	НАС	ПОГ	ПОВ			ПОВ	ТП	ЛП
Укупно незгода у којима су учествовали мотоциклисти	1124	192	932	70	862	1197	75	1122	383	739
Возачи мотоцикла – изазивачи саобраћајних незгода	607	107	500	43	457	659	45	614	245	369

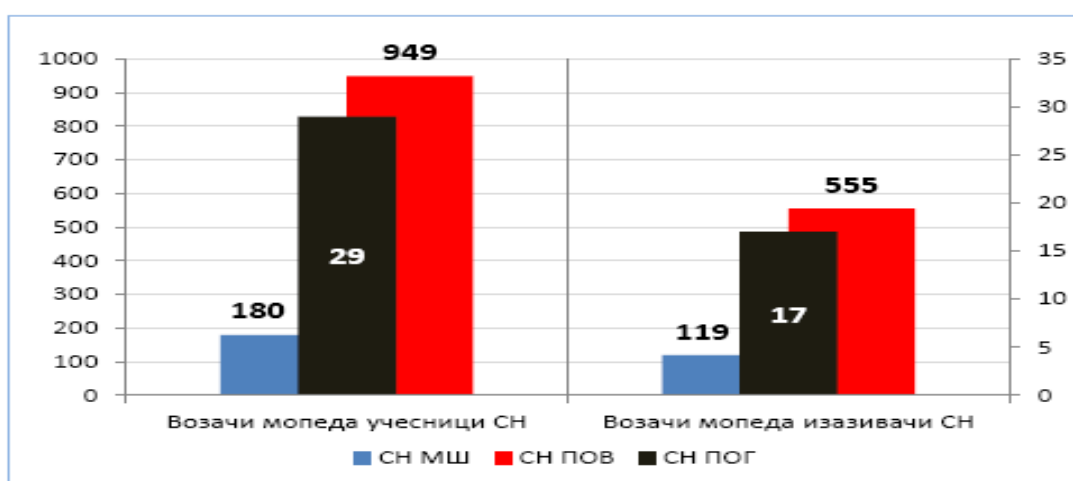
Табела 1. Број и последице саобраћајних незгода у којима су учествовали и које су изазвали возачи моторцикала у 2012. години [1]



Графикон 1. Саобраћајне незгоде у којима су учествовали и које су изазвали возачи мотоцикала у 2012. години[1]

Саобраћајне незгоде са МОПЕДИМА	Укупно СН	ВРСТЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА У КОЈИМА СУ УЧЕСТВОВАЛИ И КОЈЕ СУ ИЗАЗВАЛИ ВОЗАЧИ МОПЕДА				ПОСЛЕДИЦЕ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА У КОЈИМА СУ УЧЕСТВОВАЛИ И КОЈЕ СУ ИЗАЗВАЛИ ВОЗАЧИ МОПЕДА				
		СН МШ	СН НАС	СН ПОГ	СН ПОВ	Настрадао	ПОГ	Повређено		
								ПОВ	ТПП	ЛТП
Укупно незгода у којима су учествовали возачи мопеда	1158	180	978	29	949	1156	31	1125	319	806
Возачи мопеда – изазивачи саобраћајних незгода	691	119	572	17	555	680	17	663	199	464

Табела 2. Броји последице саобраћајних незгода које су изазвали возачи мопеда у 2012. години [1]



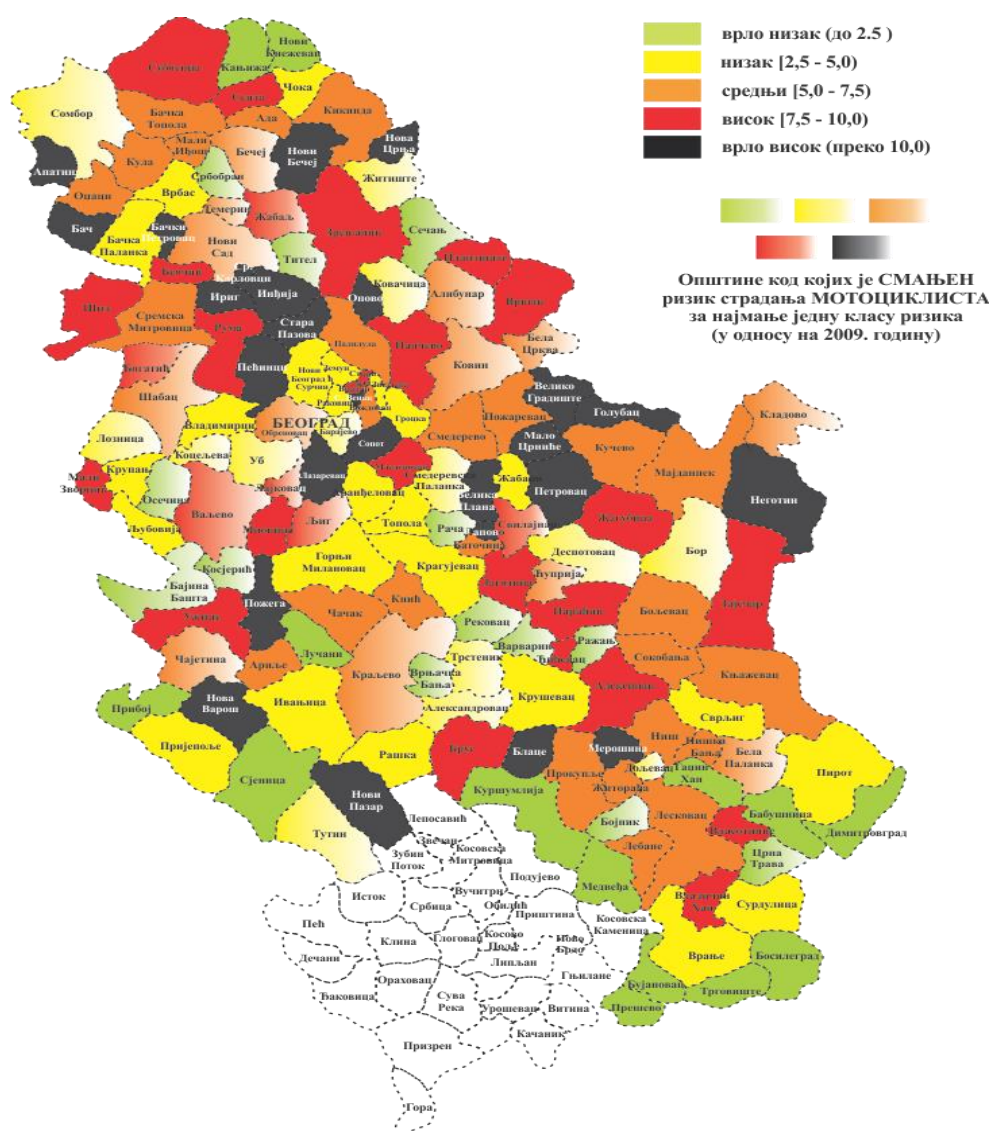
Графикон 2. Саобраћајне незгоде у којима су учествовали и које су изазвали возачи мопеда у 2012. години [1]

На основу приказаних табела и графикана може се закључити да рањиве категорије корисника пута у великој мери учествују у саобраћајним незгодама, а веома често се могу јавити и као њихови изазивачи што представља један додатни проблем имајући у виду напред изнете чињенице везане за њихово безбедно учествовање и ангажовање у саобраћају[1].

Агенција за безбедност саобраћаја припремила је мапе ризика на којима је приказано истраживање страдања мотоциклиста по општинама Републике Србије. Истраживање је реализовано на основу података о броју и последицама саобраћајних незгода у којима су учествовали мотоциклисти у 2009.години и 2010. години. На мапама ризика приказани су резултати јавног и саобраћајног ризика страдања на основу саобраћајних незгода са погинулим и повређеним лицима у незгодама у којима су учествовали

мотоциклисти. Ово су још једне у низу мапа ризика страдања појединих категорија учесника у саобраћају по општинама Србије, које ће допринети детаљном сагледавању проблема у саобраћају за сваку локалну заједницу – општину у Србији.

Детаљним праћењем стања безбедности саобраћаја за сваку категорију учесника, стварају се могућности за реализацију мера и акција за повећање безбедности ризичних категорија учесника у саобраћају у свим општинама Србије. Ово је од велике помоћи органима локалне самоуправе које имају свој део обавеза и одговорности у погледу тренутног стања и унапређења безбедности саобраћаја на својим територијама.



Слика 1. Ризици страдања добијени на основу саобраћајних незгода са настрадалим возачима и путницима на МОТОЦИКЛИМА на територији општина [1]

3.0 ЕЛЕМЕНТИ МЕХАНИКЕ СУДАРА МОТОЦИКЛА И ВОЗИЛА

У овом делу обрадила сам елементе теорије при судару путничког возила и мотоцикла, који за разлику од саобраћајне незгоде са бициклистима имају знатније импулсне промене на возилу.

При примени правила о импулсу и кинетичком моменту у незгодама с мотоциклистима, мора се узети у обзир да се импулсна јединственост возача мотоцикла и самог мотоцикла пре судара као и непосредно након судара разлаже на два дела, ако је присутан возач, чак и у три дела, и различитим брзинама[2]. Стога се при истраживању незгоде мотоцикла примењују закони о судару или удару, према следећем изразу:

$$M_{M+V} V_{M+V} + M_{OV} V_{OV} = M_V V_{Mt} + M_V V_{Vt} + M_{OV} V_{OVt}$$

Где је:

- M_{M+V} – маса мотоцикла, возача и сувозача [kg]
- M_{OV} – маса путничког аутомобила [kg]
- M_V – маса мотоцикла [kg]
- M_V – маса возача и сувозача [kg]
- V_{M+V} – брзина мотоцикла непосредно пре судара [m/s]
- V_{Vt} – брзина возача на крају судара [m/s]
- V_{Mt} – брзина мотоцикла на крају судара [m/s]
- V_{OVt} – брзина путничког аутомобила на крају судара [m/s]

Брзине појединачних делова маса непосредно након судара нису апсолутно једнаке, на пример, брзина возача на крају судара (V_{Vt}) може бити приближно једнака брзини мотоцикла непосредно пре судара (V_{M+V}), ако се возач није зауставио на возилу, већ је одбачен даље. Уколико возач мотоцикла остане приљубљен на возилу, онда ће брзина возача на крају судара (V_{Vt}) одговарати брзини путничког аутомобила на крају судара (V_{OVt}).

Исто тако ће брзина мотоцикла на крају судара (V_{Mt}), зависно од еластичности међусобно ударених делова, поседовати од 75[%] до 90 [%] вредности брзине путничког аутомобила на крају судара (V_{OVt}).

При врло ексцентричним ударима између мотоцикла (не тако брзог) може се то утврдити одређивањем тренутног пола окретања путничког аутомобила помоћу трагова, па се препоручује примена импулса и кинетичког момента, према изразу:

$$M_{OV} V_{OV} p_{OV} + M_{M+V} V_{M+V} n_{M+V} = I_{OVp} \omega_{Ovt} + M_M V_{Mt} n_{Mt} + M_V V_{rt} n_{Vt}$$

Где је :

- I_{OVp} – момент инерције масе путничког возила с обзиром на тренутни пол [kgm^2],
- ω_{Ovt} – угаон абрзина путничког аутомобила непосредно након судара,
- n – крак импулсне силе око пола P , где је за возача и мотоцикла након судара n_{Vt} идентичан са краком пре судара, наиме и са оним који мотоцикл има након судара n_{M+V} , тако да је n_{Mt} без знатнијег одступања.

Једначину сам проверила на једном снимљеном примеру судара мотоцикла и возила (слика 2). Предочен је снимак оштећења возила у судару и подаци о положају мотоцикла и путничког возила пре судара при којем је мотор BMW/R45, који је возила лутка возач, под десним углом налетело на предњи леви точак заустављеног путничког аутомобила BMW 733, сударном брзином од 50 [km/h]. У излазном покретању путнички аутомобил је скренуо за $\angle p_t = 14^\circ$ при чему је моментни пол окретања P скоро налазио у средини задње осовине.

Задњи точкови појединачно су оптерећени са 4345 [N] и заокренути су, док су пердњи точкови били оптерећени са 3390 [N] и попречно су клизили стварајући трење.



Слика 2. Оштећења аутомобила и мотоцикла

Рад при том померању је:

$$W_{ovt} = F_{GI} \cdot \mu_b \cdot 1 = 6780 \cdot 0,75 \cdot 14^0 \cdot \frac{\pi}{180^0} \cdot 2,8 = 3479 \text{ [Nm]}$$

Рад потиче од кинетичке енергије коју је путнички аутомобил добио непосредно након судара тако да је биланс :

$$W_{ovt} = 3479 = \frac{1}{2} I_{ovp} \omega^2_{ovt}$$

$$347 = \frac{1}{2} M_{ov} (i^2 + \rho^2_s) \omega^2_{ovt}$$

$$347 = \frac{1}{2} \cdot 1577 (1,4 + 1,25^2) \omega^2_{ovt}$$

$$\omega_{ovt} = 1,12 \text{ (s}^{-1}\text{)}$$

$$V_{ovt} = \omega_{ovt} \rho_s = 1,12 \cdot 1,25 = 1,4 \text{ (m/s)}$$

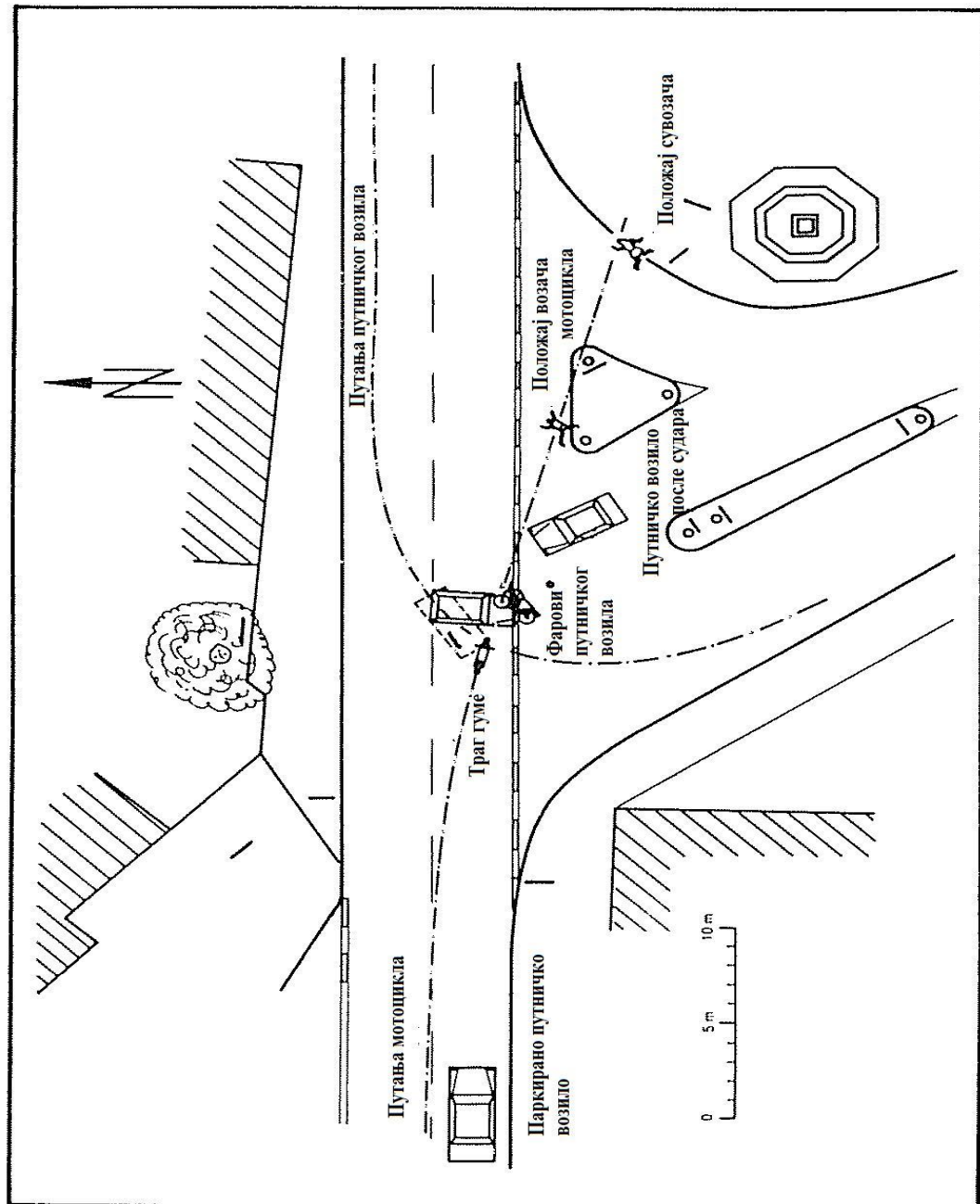
Због тежишне брзине судара путничког возила V_{ovt} , ограничена је брзина мотоцикла након судара V_{Mt} , која је била близу тежишне брзине судара:

$$V_{ovtc} = \omega_{ovt} \cdot \rho_c = 1,12 \cdot 2,9 = 3,24 \text{ (m/s)}$$

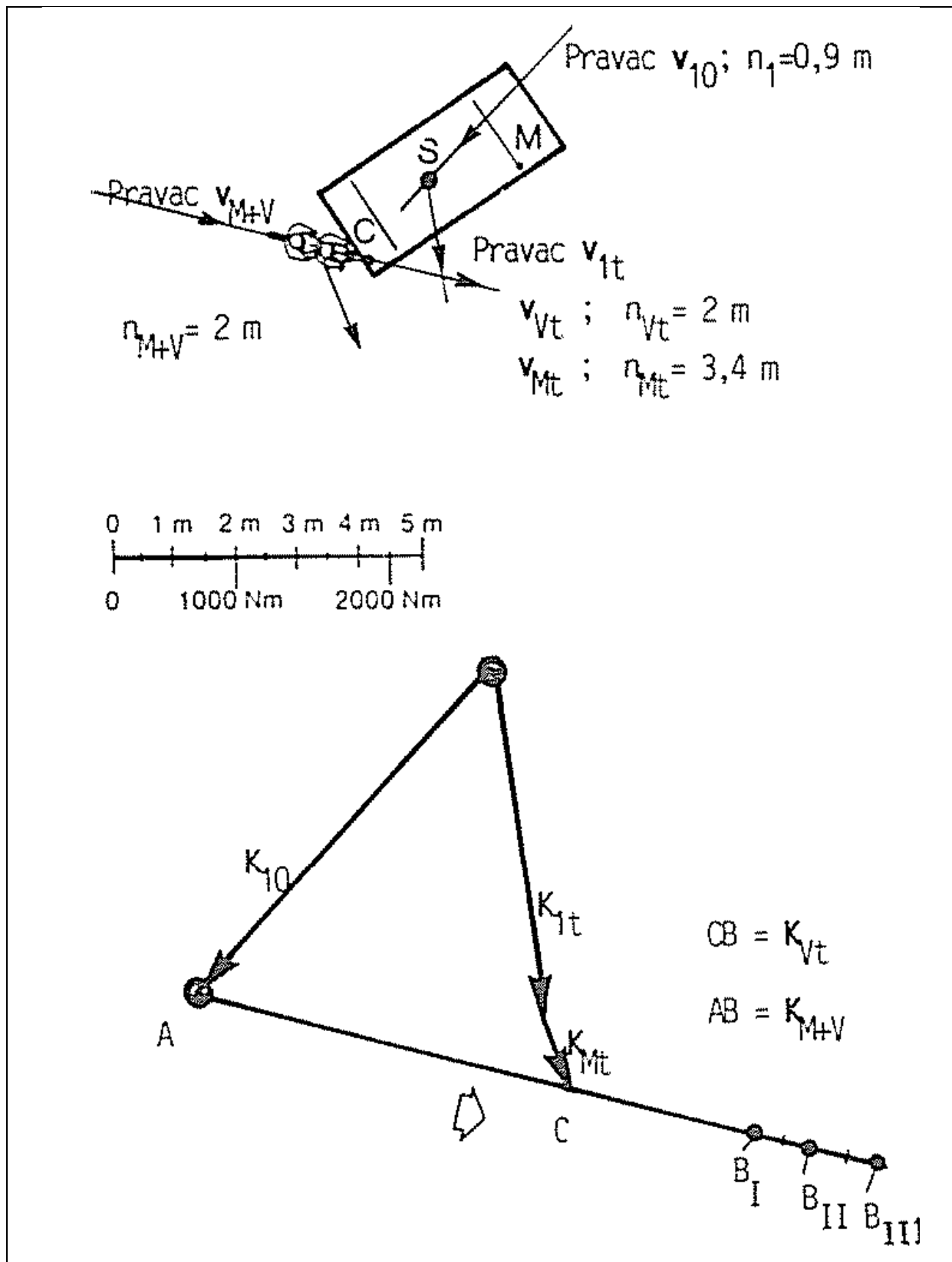
$$V_{Mt} = 0,75 \cdot V_{ovtc} = 0,75 \cdot 3,24 = 2,43 \text{ (m/s)}$$

У прорачуну услова судара допушта се толеранција око 5%.

На основу скице саобраћајне незгоде (слика 3), приказала сам и конструисла импулсни дијаграм (слика 4).



Слика 3. Скица лица места саобраћајне незгоде [2]



Слика 4. Одређивање правца за импулсни дијаграм и конструкција дијаграма [2]

4.0 АНАЛИЗА МОГУЋИХ СИТУАЦИЈА СУДАРА МОТОЦИКЛ - ВОЗИЛО

Ова врста судара возила са једним трагом посебно се анализира, јер је најучесталија у саобраћајној свакодашњици.

У погледу саобраћаних незгода са возилима са једним трагом, треба имати на уму следеће [2] :

- возила са једним трагом постижу прилично велике брзине,
- возило са једним трагом може ударити у путнички аутомобил или бити ударен од њега,
- сударни углови могу бити веома различити, а релативне сударне брзине велике и опасне по живот у процесу судара,
- однос сударних маса са возачем мотоцикла и оптерећеним путничким аутомобилом у покрету креће се од 1:5 до 1:15 па и више.

У процесу судара или налета мотоцикла на путнички аутомобил тело возача и мотоцикла након првог додира одвајају се и започињу кретање независно један од другог.

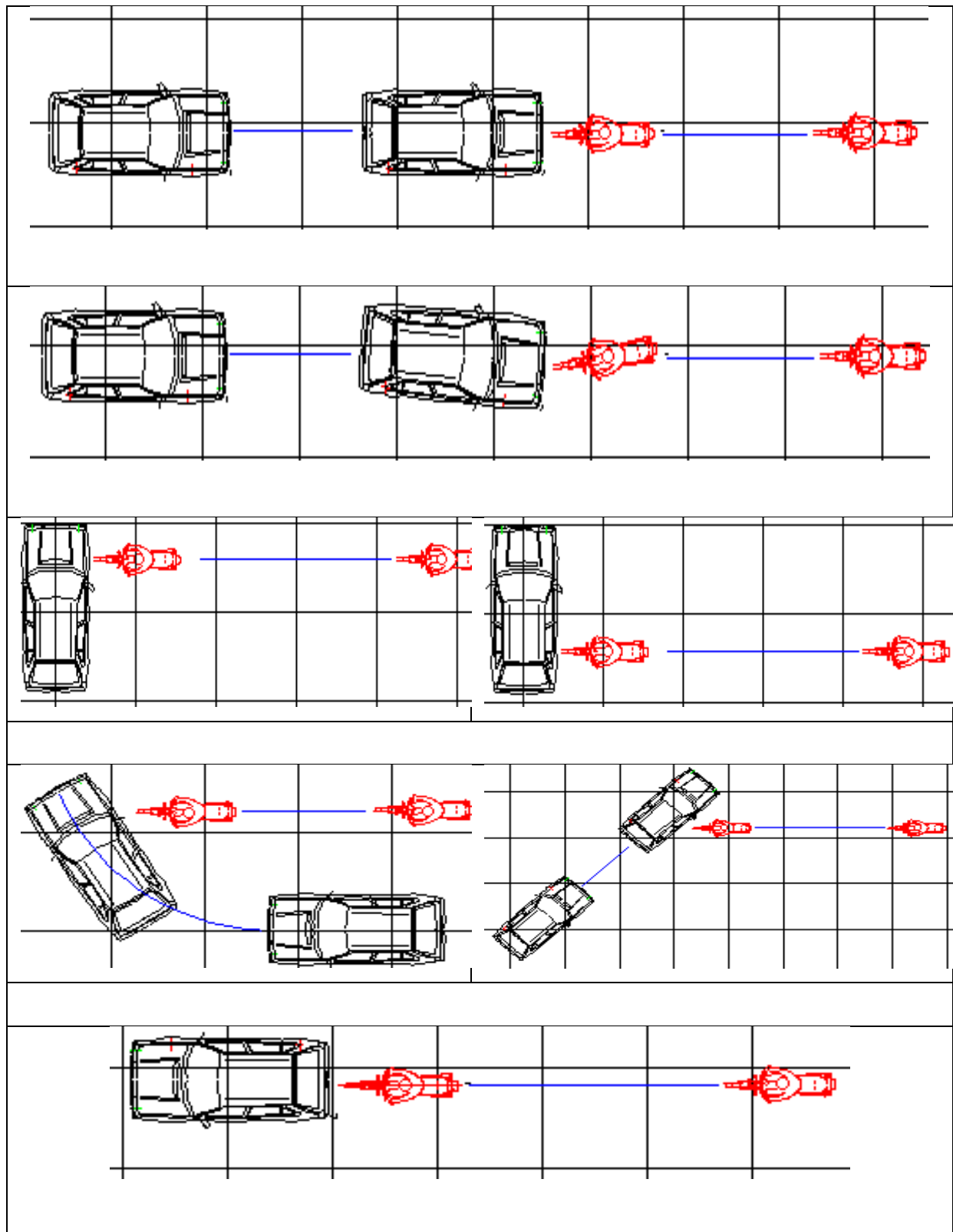
Према томе иако возач мотоцикла и мотоцикл до првог додира с моторним возилом чине целину, непосредно након судара потребно је анализирати три независна учесника:

- моторно возило,
- мотоцикл и
- возача.

Од ових трију елемената судара, возач-човек је најугроженији, с најнезаштићенијим деловима тела.

У тим сударима на моторном возилу настају обично две врсте оштећења, које треба добро разликовати при проучавању у анализи саобраћајних незгода. Једна оштећења настају од тела пешака, а друга од мотоцикла. На мотоциклу ће се, по правилу наћи оштећења која потичу од додира са моторним возилом и она што настају током клизања мотоцикла по подлози.

Могући типови судара мотоцикла и путничког аутомобила приказани су на слици 5.



Слика 5. Могући типови судара мотоцикла и путничког аутомобила [4]

Сваки од ових типова судара има и своје варијанте, зависно од тога под каквим угловима мотоцикл долази у додир са путничким аутомобилом.

При том треба имати у виду да мотоцикли постижу веома велике брзине, а самим тим и велику кинетичку енергију. Такође треба имати у виду да је и возач мотоцикла често незаштићен, као и сапутник ако седи иза њега.

Могуће варијанте судара у зависности од тога под којим углом мотоцикл долази у додир са возилом:

- Варијанта 1- чеони судар у леви и десни предњи део путничког аутомобила,
- Варијанта 2 – насупротни чеони судар, који је најопаснији (као и чеони судар под углом),
- Варијанта 3 – чеони налет мотоцикла на бочни део аутомобила,
- Варијанта 4 – чеони судар мотоцикла са бочним делом аутомобила, са две комбинације, као истосмерни и супротни,
- Варијанта 5 – представља три комбинације налета мотоцикла на задњи део путничког аутомобила под правим углом. То се догађа када је аутомобил заустављен или је у фази кочења.
- Варијанта 6 – представља налет предњег дела аутомобила на задњи део мотоцикла под правим углом.

Према Немачким подацима процентна је учесталост у наведеним групама судара следећа:

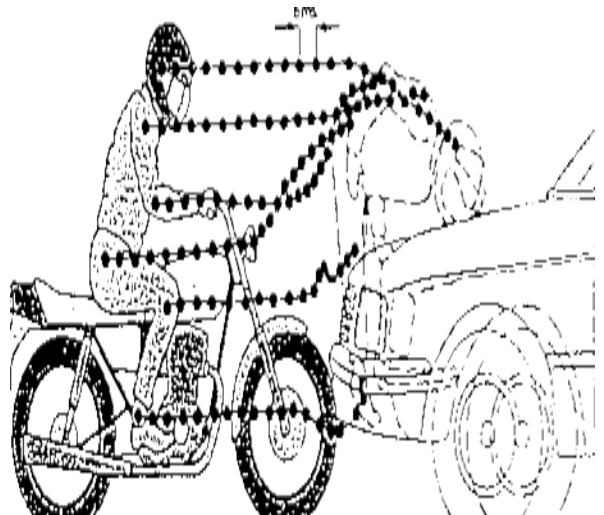
I	Слободан лет возача	8,9 %
II	Клизање возача по шкољки	3,5 %
III	Набацивање возача на шкољку	12,3 %
IV	Ударац у возило са променом смера кретања возача	25,9 %
V	Ударац у шкољку возила без промене смера вожње	17,9 %
VI	Ударац у шкољку с налегањем тела возача	12,3 %
VII	Последњи судар са падом возача	19,2 %

Табела 3. Процентна учесталост судара по варијантама [2]

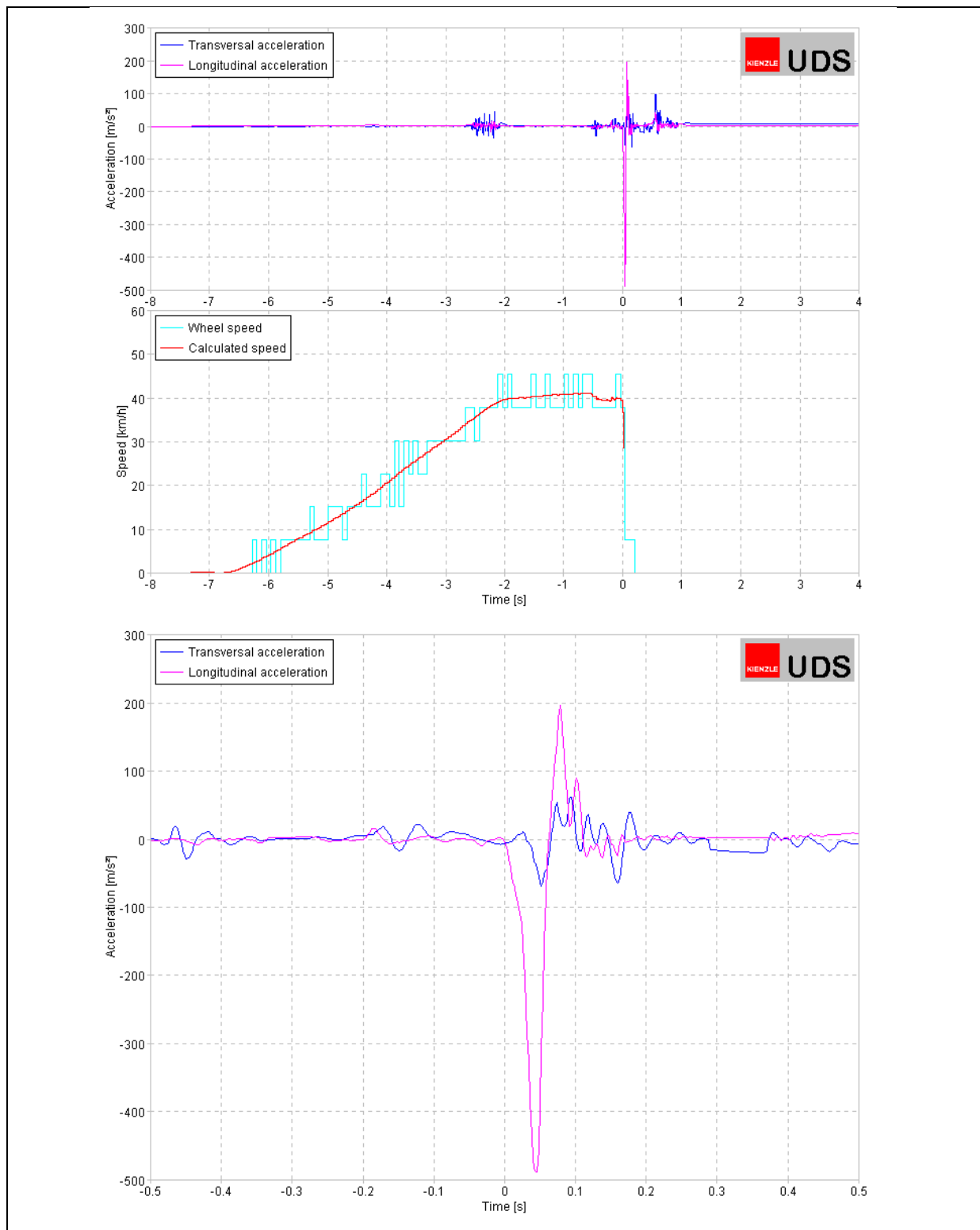
Обављена су многобројна испитивања разних врста судара мотоциклиста и путничких аутомобила са „испитним луткама“, које се у иностраној литератури називају „DUMMY“. Та испитивања обављена су са аутомобилима која су била у стању мировања и аутомобилима у покрету.

Шематски приказ чеоног судара мотоцикла са возачем, при брзини од 40 [km/h] приказан је на слици 6.

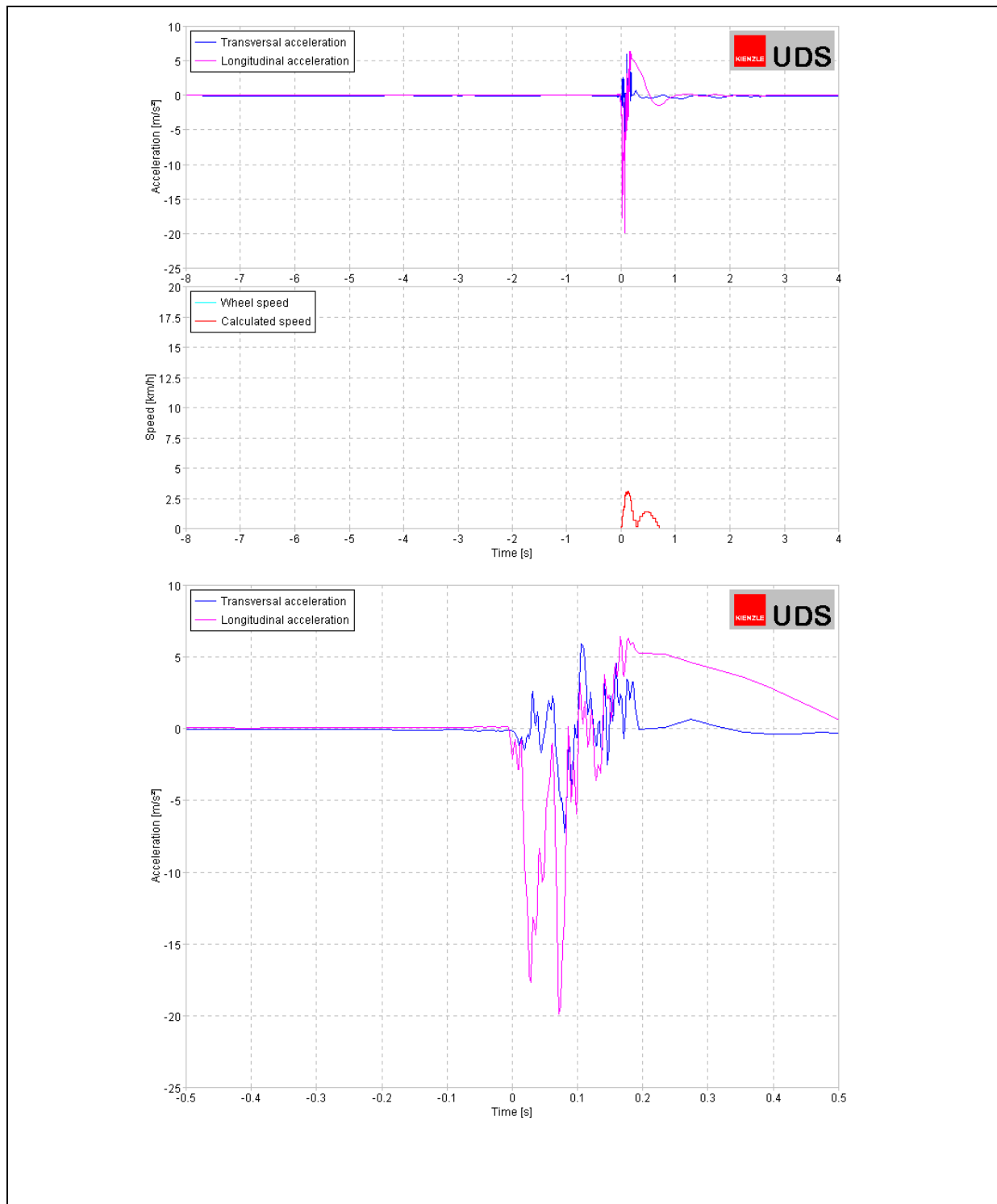
Временски ток судара креће се у интервалу од шест милисекунди од тачке до тачке, за поједине делове тела – како и када долазе у додир са деловима шкољке возила.



Слика 6. Чеони судар мотоцикла који се креће брзином од 40 [km/h] при чему тело мотоциклисте након 0,13 секунди пада на поклопац мотора путничког аутомобила [2, 4]



Слика 7. Дијаграм убрзања, (интегрисана убрзања) , брзине (BABETTA) [4]



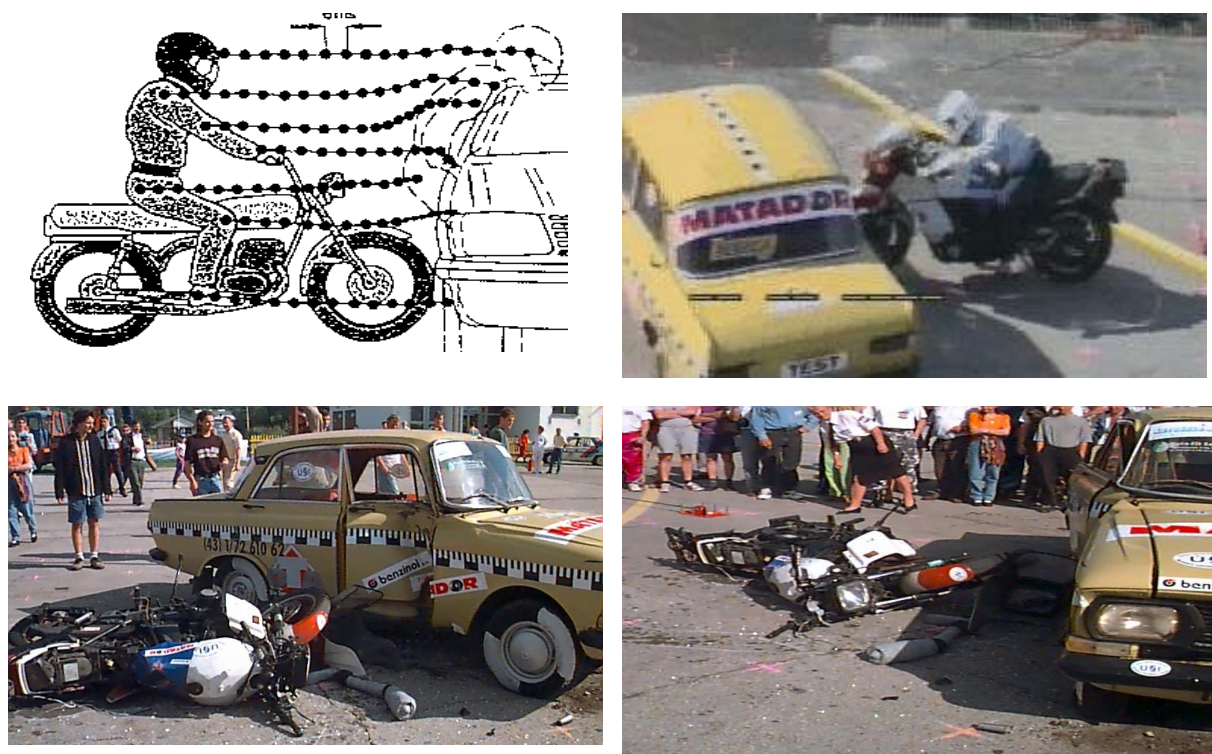
Слика 8. Дијаграм убрзања, (интегрисана убрзања), брзине (OPEL) [4]

Великих разлика између аутомобила у кретању и онога у мировању, у погледу кинематике судара.нема. Једина је разлика у томе што предњи точак мотоцикла након судара доспева у попречни положај. У оба случаја подиже се задњи точак, а мотоцикл бива повучен од возила при нижим брзинама или одбијен у страну при вишим брзинама. Свакако, ту има утицаја угао између уздужне осе мотоцикла и аутомобила у тренутку примарног сударног додира.

У овим испитивањима кинематике судара користе се „TEST – LUTKE DUMMY“- које замењују возача мотоцикла.

Притом постоји извесна разлика у односу на возача, јер „DUMMY“ не реагује као прави возач у тренутку пре судара, као ни током судара.

Занимљиво је приказати кинематику другог честог судара мотоциклиста – бочни судар са путничким аутомобилом, као што се види на слици 9.



Слика 9. Бочни судар,мотоцикла са путничким аутомобилом при брзини од 60 [km/h],размак међу тачкама кинематике кретања је 6 мили секунди [4]

Из ове слике су на основи уцртане путање појединих делова тела мотоциклиста (стопало, колено, кук, шака, лакат, раме и глава) може сумирањем тачака и множењем са 6 добити време у милисекундама, које протекне од момента примарног додира

мотоцикла и аутомобила па до тренутка додира тог дела тела мотоциклисте са шкољком путничког аутомобила.

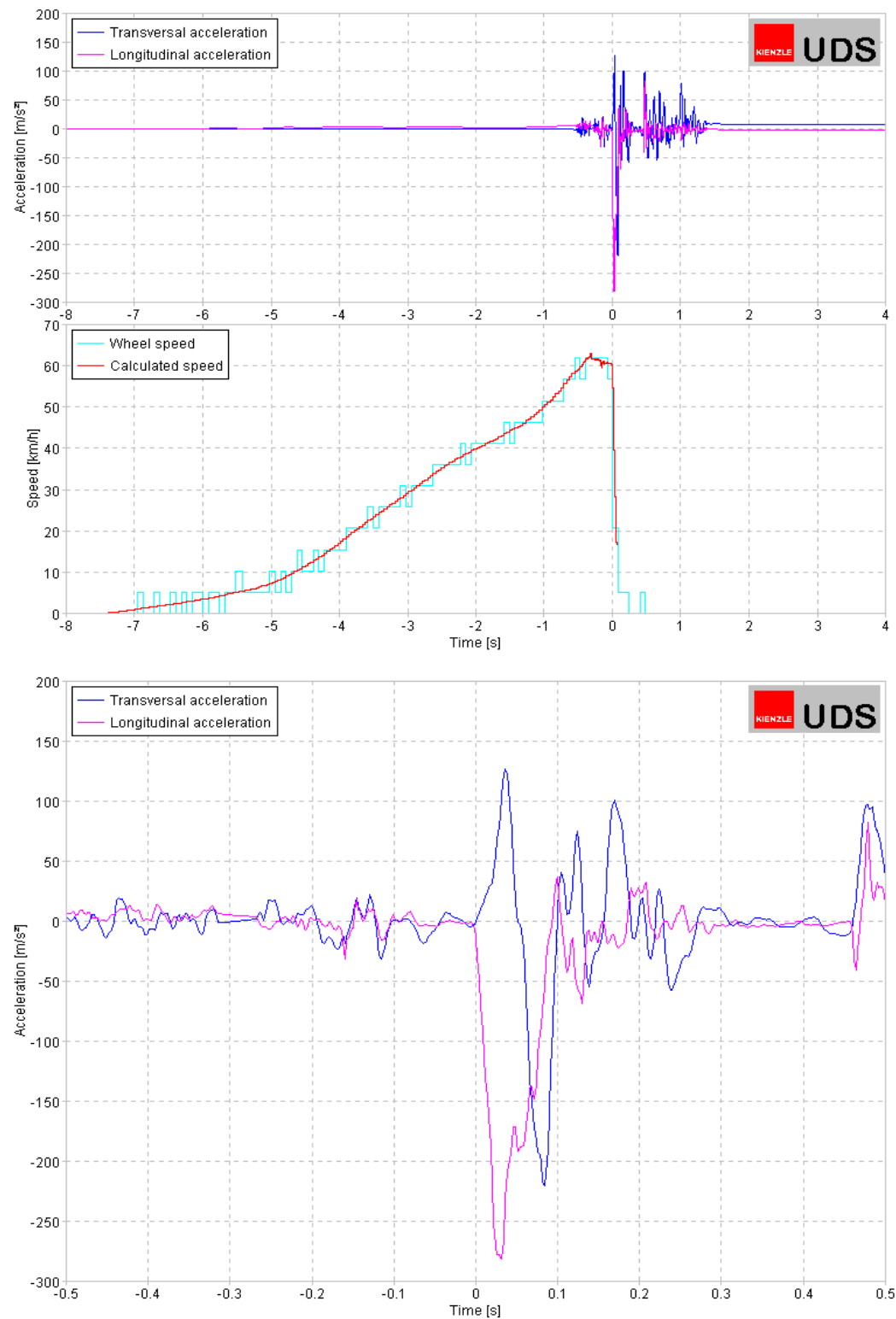
При бочном судару као на слици, при брзини 60 [km/h] читаво тело полети према шкољки возила, а глава често удара у чврсти стуб крова возила. То је уједно и најопаснија варијанта бочног судара мотоциклиста с путничким аутомобилом. Ту је шкољка возила најотпорнија с механичког становишта.

Конструкцијом мотоцикла, у погледу висине и облика управљача, угла резервоара, може се постићи да мотоциклиста у процесу судара прелети преко крова аутомобила, да се тело пребаци.

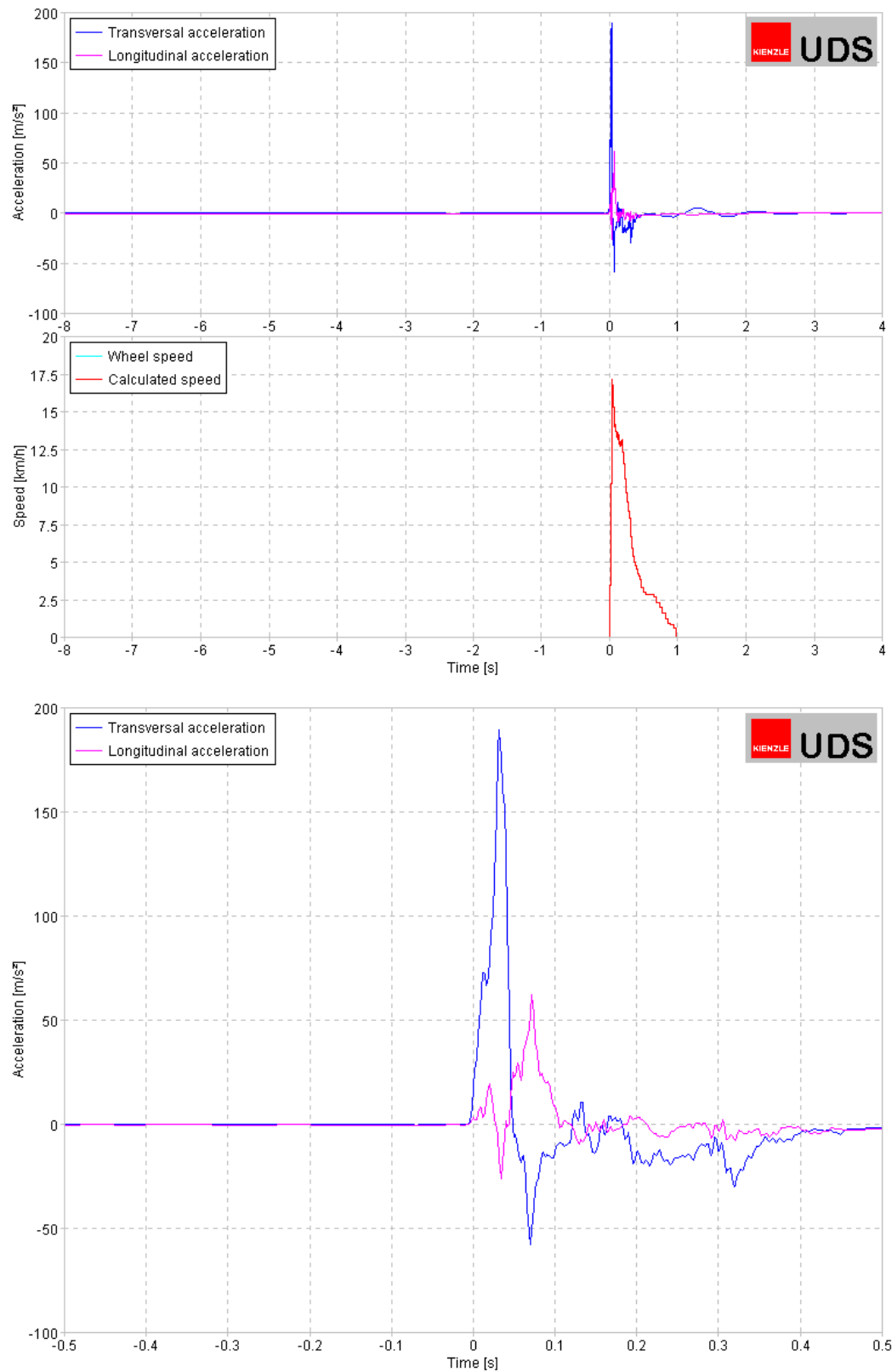
Испитивања су показала да се при чеоном судару мотоцикл креће према назад - гуран од возила у покрету, док се лутка (тело) креће још увек у првобитном смеру. Притом се кук возача, или карлична кост, захвате за управљач мотоцикла. Опасност од управљача је велика, па је стога битно какве је конструкције. Пожељно би било да конструкција управљача буде таква да он преноси силе и моменте управљања током вожње, али да се и током судара услед додира тела возача одвоји од предње виљушке мотора. На тај начин возач би се издигнуо изнад аутомобила и тело не би ударило у чврсте делове аутомобила. Понекад прелетање тела мотоциклиста преко аутомобила може бити кобно за повреде у зависности од средине где се догоди саобраћајна незгода.

Потребно је истаћи да су последице судара мотоцикла с теретним возилом трактором још опасније, него оне од судара са путничким аутомобилима, за повреде мотоциклиста. Аналогно томе и материјалне штете су веће.

Наиме, тада се ради о већем односу вертикалних маса, па су у вези с тим и деформације мотоцикла и повреде тела још веће.



Слика 10. Дијаграм убрзања, (интегрисана убрзање), брзине (Kawasaki) [4]



Слика 11. Дијаграм убрзања, (интегрисана убрзање), брзине (Lada) [4]

5.0 ТРАГОВИ И ЊИХОВА АНАЛИЗА [5]

Под траговима саобраћајне незгоде подразумевамо све последице (промене) саобраћајне незгоде које се могу регистровати – фиксирати.

Дакле, у свакој саобраћајној незгоди, настају врло различите промене. Ове промене се односе на возило (оштећења, промена положаја и друге промене на возилу), на пут и путне објекте (промена положаја, објекта, оштећења и друге промене на објектима и путу и другим површинама), на лица и животиње (повреде, промене на одећи и обући, промене расположења итд.), као и на окружење (промене међуљудских односа, промена понашања, промене животних циљева итд.). Све набројане и друге промене настале су као последица саобраћајне незгоде и зависе од околности под којима се незгода догодила. Ова зависност се користи у истраживању саобраћајних незгода. Суштина анализе саобраћајне незгоде обично се своди на откривање околности под којима се догодила незгода, а на основу насталих промена (на основу анализе трагова саобраћајне незгоде).

5.1 Значај трагова саобраћајне незгоде

Незгоду анализирају и о њој одлучују лица која нису била на лицу места незгоде, а нити су видела како се незгода догодила. Закључке о томе како се незгода догодила доносе на основу анализе трагова – последица те незгоде. Врста, облик, положај, интензитет, изглед и друга својства трагова у директној су вези са саобраћајном незгодом, тј. са условима који су претходили саобраћајној незгоди.

Анализа саобраћајне незгоде (разматрање и разјашњавање) своди се на детаљну анализу свих трагова и на стручно повезивање карактеристика трагова са условима под којима се догодила незгода. Да би се овакве анализе могле коректно спровести, неопходно је у увиђајној документацији стручно и свеобухватно фиксирати све трагове затечене на лицу места, а који су у вези са саобраћајном незгодом.

Различити трагови, у различитим ситуацијама, имају различит значај. Значај трага је већи, ако се на основу тог трага може поузданије и више закључити о важним елементима саобраћајне незгоде.

Саобраћајни значај трага односи се на могућност да се на основу тог трага утврде

битне околности под којима се догодила саобраћајна незгода (брзине учесника, правци кретања, смерови кретања, место судара, успорења возила, елементи просторно-временске анализе итд.).

5.2 Класификација трагова саобраћајних незгода

Постоје бројни критеријуми за поделу трагова, у овом делу навест ћу оне поделе које су најзначајније за квалитетно вршење увиђаја саобраћајних незгода.

5.2.1 Подела трагова према врсти

Све трагове саобраћајних незгода према врсти можемо поделити на:

- повреде лица и животиња,
- оштећења возила, објеката и предмета и
- остали трагови незгода.

Повреде лица су свакако најзначајније последице незгода. У зависности од присуства и врсте повреда лица (лакше или тешке) врши се класификација саобраћајних незгода, али и одређује процедура њихове обраде (увиђаја) и судског процеса (кривично дело разматра судско веће, а прекршај разматра судија за прекршаје). Често и састав увиђајне екипе зависи од тога да ли је било повреда лица (судија излази само ако има поврђених, само ако има тешко поврђених лица или ако има погинулих).

Ако је дошло до повређивања лица или има погинулих, незгода има обележје кривичног дела, тј. може да повлачи кривичну одговорност. Ако није било регистрованих повреда, незгода се третира као прекршај.

Оштећења возила, објеката и предмета су следећа значајна последица незгоде.

Оштећења могу бити посебно значајна за одређивање одговорности појединих учесника незгоде, односно величине стварне штете проузроковане саобраћајном незгодом. Осигуравајући заводи су посебно заинтересовани за квалитетно документовање ових трагова. Међутим, оштећења имају и огроман криминалистичко-технички и саобраћајно-технички значај. Поред повреда и оштећења у незгодама настају и врло различити трагови који се не могу подвести под ове две групе, а веома

су важни за анализу незгоде. Овде се, пре свега, мисли на трагове кретања возила, отпале материјале и делове, остале трагове на саобраћајним површинама и слично.

5.2.2 Подела трагова према величини

Трагови се, према величини, деле на:

- микротрагове и
- макротрагове.

Макротрагови су довољне величине, тако да се могу уочити голим оком. Најчешће се на лицу места саобраћајне незгоде задовољавамо обрадом макротрагова.

Микротрагови су трагови који се због своје величине не могу уочити голим оком. Зато се места на којима очекујемо микротрагове, у случају потребе, претражују посебним методама и уз помоћ посебних помагала. У пракси се, нажалост, трагови обрађују само када су видљиви, док се о микротраговима не води довољно рачуна. Зато се низ врло једноставних ситуација не може коректно анализирати, нити реконструисати. Микротрагови имају посебан значај у случају:

- када се сумња да се незгодом покушава скрити класично убиство,
- измене макротрагова (фингираних ситуација),
- саобраћајних незгода са непознатим учиниоцима и
- кад су искази сведока противречни, а макротраговима се не може искључити ни једна верзија.

5.2.3 Подела трагова према фази незгоде у којој су настали

Према фази у којој су трагови настали, трагови саобраћајне незгоде се деле на:

- трагове настале пре саобраћајне незгоде,
- трагове настале у фази незгоде и
- трагове настале после незгоде.

Поред тога што су поједини трагови карактеристични за одређену фазу незгоде, они су најчешће везани и за одређену локацију (испред места судара, у зони места судара и после места судара). У том смислу ова подела олакшава тражење појединих трагова на лицу места.

5.2.4 Подела трагова према месту налажања

Према томе где се трагови налазе, разликујемо:

- трагове на коловозу,
- трагове на површинама ван коловоза,
- трагове на возилима и објектима и
- трагове на лицима и лешевима.

Ова подела је значајна за одређивање редоследа претраживања на лицу места саобраћајне незгоде. Наиме, постоје ситуације када је хитност најважније обележје увиђаја саобраћајне незгоде, па је врло важно дефинисати редослед обраде трагова. Ово омогућава брзо успостављање одређених саобраћајних токова или њихову нормализацију, без угрожавања квалитета увиђаја (прво се обрађују трагови на коловозу или деловима коловоза, затим споља видљиви трагови на лицима и лешевима, трагови на возилима, на објектима и површинама изван коловоза могу да се обрађују и после делимичног или потпуног успостављања саобраћаја).

5.2.5 Подела трагова према ситуацији у којој су настали

За наше потребе можда је најзначајнија подела трагова према саобраћајној ситуацији на:

- типичне и
- нетипичне трагове саобраћајне незгоде.

Типични су сви трагови који су карактеристични за одређени тип саобраћајне незгоде. Чланови увиђајне екипе, а посебно руководиоци увиђаја, морају бити стручни да за сваку незгоду одреде типичне трагове. Кад руководиоца увиђаја схвати о каквој се

незгоди ради, он би морао тачно знати које трагове и где да тражи. Да би ово било успешно морају се познавати механизми различитих типова незгода.

Можемо разликовати три врсте типичних трагова:

- прави типични трагови,
- лажни типични трагови и
- типични трагови који недостају.

Прави типични трагови су они трагови који су типични за дату саобраћајну незгоду и потичу од те незгоде.

Лажни типични трагови су трагови који су карактеристични за одређени тип незгоде, али нису настали у конкретној незгоди. Ови трагови могу настати:

- пре конкретне незгоде (у некој другој незгоди или саобраћајној ситуацији) или
- после конкретне незгоде (фингирањем трагова и ситуације).

Лажни типични трагови могу погрешно усмерити рад на увиђају, а касније и усудском поступку. Да би се ово избегло неопходно је, на лицу:

- наћи све трагове,
- тачно протумачити све трагове и
- правилно и потпуно обрадити све битне трагове (укључујући и лажне трагове).

Посебно је важно квалитетно обрадити и лажне типичне трагове, како би се касније (у судском поступку) могло доказати да они не потичу од конкретне незгоде.

Типични трагови који недостају су типични трагови за одређену верзију саобраћајне незгоде које на лицу места не налазимо, а који би морали остати, ако је ова верзија тачна. Неналажење ових трагова значи: да нисмо детаљно претражили лице места, да су ови трагови уништени или да дата верзија није тачна. Овим траговима се мора посветити значајна пажња, како би се на лицу места доказало и документовало да их нема.

Нетипични су они трагови које не очекујемо за дати тип незгоде, а налазе се на лицу места.

5.2.6 Подела трагова са аспекта мерења

Са аспекта мерења, све трагове незгоде можемо поделити на:

- тачкасте трагове,
- концентрисане трагове,
- линијске трагове (праволинијске, криволинијске и комбиноване),
- површинске трагове и
- запреминске трагове.

Тачкасти трагови су сви трагови саобраћајне незгоде чије су димензије неважне за анализу незгоде и не морају да се мере на лицу места. Најчешће су ово мали трагови, али постоје и велики трагови (предмети) саобраћајне незгоде чије су димензије неважне, па ће се обрађивати као тачкасти трагови (нпр. локва течности чије димензије нису важне, торба која је испала пешаку, акумулатор итд.).

Концентрисани трагови су сви трагови који су концентрисани на мањим површинама и чија је величина битна.

Линијски трагови су они трагови чија је једна димензија (дужина) изражена (битно већа) у односу на другу (ширину).

Површински трагови су трагови саобраћајне незгоде расути на већој површини чији положај, облик и правац пружања су важни (најчешће правац пружања ових трагова помаже вештаку да утврди правац кретања возила непосредно пре судара).

Запремински трагови су трагови који имају значајну и трећу димензију (дубину или висину).

5.3 Обрада трагова саобраћајних незгода

5.3.1 Проналажење трагова на лицу места саобраћајне незгоде

Проналажење трагова је, на први поглед, први корак у њиховој обради. Међутим, да би се квалитетно и ефикасно пронашли сви важни трагови саобраћајне незгоде, неопходно је схватити саобраћајну ситуацију, тј. направити коректну мисаону реконструкцију саобраћајне незгоде. Проналажење трагова је у директној вези са схватањем услова и начина како се догодила саобраћајна незгода. Када се схвати саобраћајна ситуација,

требало би поуздано одговорити на питање: „које трагове и где да тражимо?“. Претраживање целог простора без јасних очекивања само би непотребно одузело време, а не би гарантовало откривање свих важних трагова.

5.3.2 Обезбеђење трагова на лицу места саобраћајне незгоде

Обезбеђење трагова подразумева спречавање њиховог померања, промене или уништавања. Посебно је важно спречити оне промене које би умањиле значај трага или би могле допринети некоректним анализама трага, па и саобраћајне незгоде.

5.3.3 Маркирање трагова саобраћајних незгода

Маркирање трагова је поступак исцртавања неискривљених (пуних) или искривљених линија поред трагова и/или предмета на лицу места.

Маркирање се врши да би се неки део затеченог стања (предмет, траг или детаљ на њима) учинио маркантним (добро уочљивим).

Маркирање се врши тако што кредом, циглом, црепом, каменом или на неки други начин исцртавамо линије поред важних трагова и предмета саобраћајне незгоде. Ове линије могу бити искривљене и неискривљене, оне прате правац пружања линијских трагова, односно облик предмета или зоне концентрисаног и површинског трага.

Маркирање се најчешће врши на лицу места. Уколико маркирање на лицу места није било практично, маркирање се може извршити и на фотографијама. Ово се постиже тако што лице које је било на увиђају и анализирано трагове, на фотографији пажљиво налази немаркиран, важан траг и поред њега учртава линију контрастне боје (најбоље црним или белим тушем) или стрелицом упућује на мали траг или детаљ на трагу.

Тако се могу маркирати повреде лица, оштећења предмета, а изузетно и други трагови (предмети), односно детаљи на овим траговима.

Ако се маркирање врши на лицу места, онда би требало обезбедити макар једну фотографију на којој се виде трагови пре маркирања. Ово је посебно важно због веродостојности садржаја фотографија, због могућности додатних анализа трагова, као и због отклањања евентуалних грешака при маркирању. Дакле, практичан поступак на лицу места био би: фотографисати распоред и изглед трагова (2-3 фотографије), маркирати трагове, па детаљно фотографисати лице места незгоде.

5.3.4 Означавање трагова саобраћајних незгода

Означавање трагова је поступак придодавања одговарајућих ознака – симбола сваком трагу појединачно. Ове ознаке могу бити:

- бројчане (нумеричке) ознаке (1,2, 3, ...),
- словне (алфаветске) ознаке (А, Б Ц, ... а, б ц, ...) и
- комбиноване словно-бројчане (алфанумеричке) ознаке (1А, 1Д, А1, ...).

У нашој пракси најчешће се користе бројчане ознаке.

5.4 Најзначајнији трагови саобраћајне незгоде – значај и обрада

Посебну пажњу ћу посветити траговима који захтевају специфичан поступак обраде, односно који су најчешћи или најзначајнији за анализу незгоде.

На лицу места би требало:

- ефикасно и брзо наћи све трагове,
- тачно протумачити све трагове и
- правилно и потпуно обрадити све битне трагове.

5.4.1 Трагови кретања возила

Трагови кретања возила су, свакако, најчешћи и најзначајнији трагови који се могу наћи на коловозу и другим површинама.

Према врсти кретања и условима у којима су настали, трагови кретања могу бити:

- а) трагови вожње,
- б) трагови кочења,
- ц) трагови заносења,
- д) трагови клизања и
- е) трагови гребања.

а) Трагови вожње без проклизавања настају ако се точкови окрећу без проклизавања, тј. ако нису форсирано кочени, нити екстремно убрзавани.

Саобраћајни значај трагова вожње састоји се у следећем:

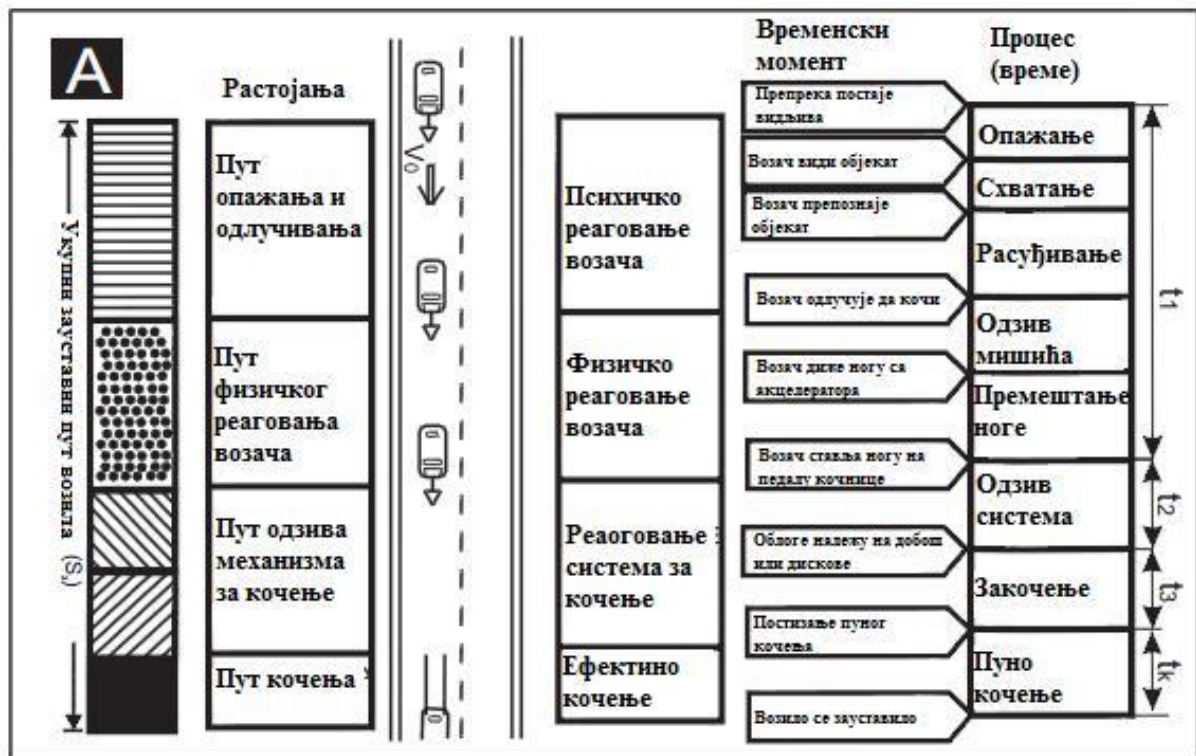
- само постојање трага вожње указује на начин кретања возила (возило није форсирано кочено, нити је екстремно убрзавано),
- положај трага вожње одређује путању возила и
- положај и изглед трага вожње одређују смер кретања возила итд.

Обрада трагова вожње састоји се у следећем:

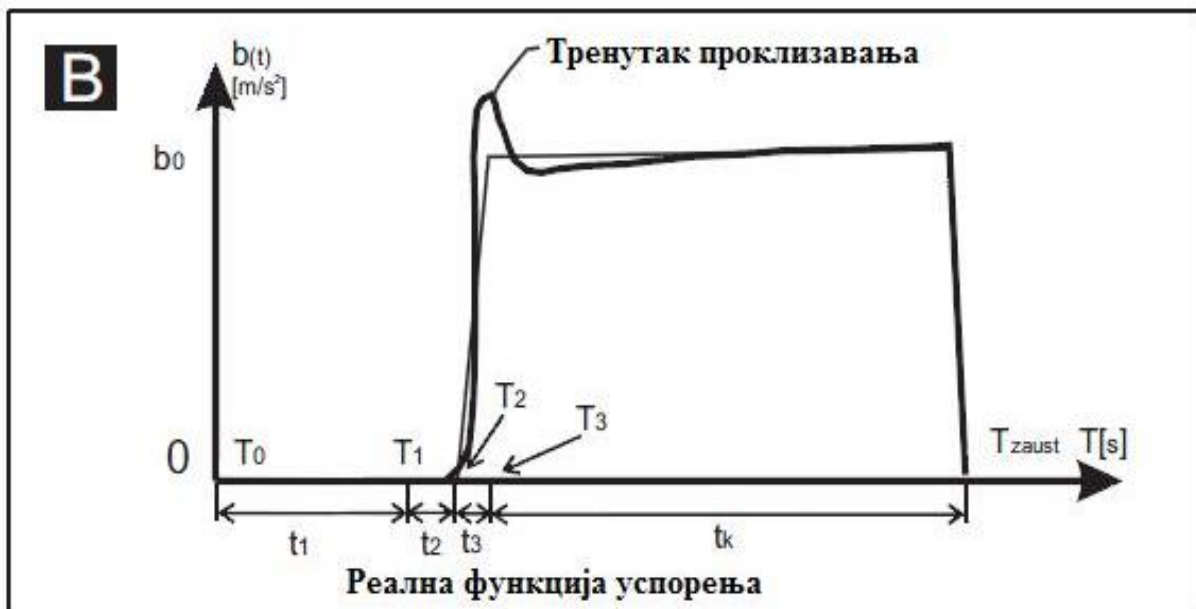
- пронаћи траг вожње и утврдити од ког возила (точка) потиче,
- означити траг вожње,
- маркирати траг, ако је слабо видљив или може бити уништен,
- фотографисати траг,
- скицирати траг,
- измерити траг,
- описати траг у записнику о увиђају и
- по потреби, мулажирати траг.

б) Трагови кочења

Ма колико возачи овај процес доживљавају као тренутан, процес кочења траје по неколико секунди. На слици 12, приказане су фазе процеса форсираног кочења, а на слици 13, дијаграми брзине и успорења при форсираном кочењу.



Слика 12. Фазе форсираног кочења [5]



Слика 13. Дијаграми брзине и успорења при форсираном кочењу [5]

У тренутку T_0 створена је опасна ситуација због које ће возач форсирано кочити. У тренутку T_1 нога возача додирује кочницу, а у тренутку T_2 започиње кочење точка (кочионе облоге додирују добош). До тренутка T_3 облоге све више притискају добош и точак се све спорије окреће. У тренутку T_3 прекида се окретање точка (точак блокира), тј. на контакту точка са подлогом долази до потпуног проклизавања. Од тренутка проклизавања, успорење кратко опада (јер је треће кретања мање од трећа мировања), да би се стабилизовало око неке средње вредности реализованог успорења, b_0 (m/s).

Дакле, укупно време кочења можемо разложити на:

- време реаговања возача (t_1),
- време одзива кочионог система (t_2),
- време пораста успорења (t_3) и
- време интензивног кочења (t_k).

Саобраћајни значај трагова кочења је огроман и састоји се у следећем:

- ако смо на лицу места нашли трагове кочења и утврдили да потичу од датог возила то значи да је то возило било форсирано кочено. Међутим, ако нисмо нашли трагове кочења то не значи да возило није било кочено, па чак ни да возило није форсирано кочено,
- на основу положаја трага кочења лако се одржеује положај возила у свим тренуцима после започињања кочења,
- на основу дужине трагова кочења саобраћајно-технички вештак може израчунати брзину возила непосредно пре започињања кочења и у свим позицијама после тога,
- на основу изгледа и међусобног положаја трагова кочења и других трагова и предмета, може се на лицу места одредити смер кретања возила, и то:
- Ако возило није померано после незгоде (затекли смо возило и трагове кочења), онда се трагови кочења налазе иза возила које је кочило,
- Ако је возило померено, али постоје трагови кочења левих и десних точкова (исте осовине), онда се смер кретања може одредити и на основу међусобног положаја трагова кочења. Почеци трагова кочења левог и десног точка исте

осовине нису у истој висини (већ су смакнути), а завршеци трагова су у истој висини. Овај критеријум не мора бити тачан, ако возило није стало.

- Коначно смер кретања се може одредити и на основу само једног трага кочења. На почетку трага кочења зацрњење је постепено, а на завршетку траг се оштро прекида. Овај критеријум је коректан и уколико возило није стало на крају трагова кочења. Наиме, време откочивања је краће од времена закочивања. Зато је дужина слабије зацрњеног трага у фази откочивања краћа од дужине трага из фазе закочивања.
- На основу изгледа почетка трага кочења, вештак може закључити како је возач реаговао кочењем (нагло – рефлексно или лежерно – полако).
- На основу изгледа и међусобног положаја завршетка трагова кочења, може се одредити да ли се возило зауставило или само прикочило (па наставило кретање), и то:
 - ако се трагови кочења завршавају оштро и у истој висини (равно), онда се возило кочењем зауставило и
 - ако се траг кочења завршава постепено, онда је возило само прикочено, па наставило вожњу.
- ако смо на лицу места нашли трагове кочења и утврдили да потичу од датог возила то значи да је то возило било форсирано кочено. Међутим, ако нисмо нашли трагове кочења то не значи да возило није било кочено, па чак ни да возило није форсирано кочено,
- на основу положаја трага кочења лако се одрђеује положај возила у свим тренуцима после започињања кочења (путања возила),
- на основу дужине трагова кочења саобраћајно-технички вештак може израчунати брзину возила непосредно пре започињања кочења и у свим позицијама после тога.

При кочењу класичним кочницама долази до блокирања точкова. Када су управљачки точкови блокирани отежано је или чак, онемогућено управљање возилом. Ако точкови блокирају у кривини возило ће наставити да се креће тангенцијално, тј. сићи ће са пута. Ако један точак наиђе на клизав коловоз, он ће брже проклизати и реализоваће се различите силе кочења, због чега може доћи до заносења возила. Да би се ове

небезбедне ситуације (немогућност управљања при кочењу и заношење возила при кочењу) спречиле, данас се све чешће уграђују, тзв. анти блокирајући системи (АБС).

ц) Трагови заношења настају кад бочне силе које делују на возило премаше максималну бочну силу пријањања. При томе се возило креће бочно и унапред (транслаторно и ротационо кретање) или само бочно (ротационо кретање око једне фиксиране тачке), за разлику од кочења, кад се возило креће унапред (само транслаторно).

До заношења возила долази:

- при скретању (на пример, у кривини или раскрсници), ако се возило креће великом брзином (центрифугална сила доводи до заношења);
- у правцу при неједнаком кочењу на левим и десним точковима (разлика сила кочења ствара моменат који изазива заношење) и
- при дејству других бочних сила приликом судара, јаког бочног ветра и слично.

Распознавање трагова заношења је сасвим једноставно:

- трагови заношења су везани за заношење возила (зато ће се ови трагови потражити у свим ситуацијама кад је дошло до заношења возила),
- трагови заношења су увек криволинијски,
- трагови заношења од различитих точкова никад се не преклапају,
- ширина трагова заношења се мења дуж трагова,
- шаре пнеуматика на трагу су деформисане и пружају се укосо или попречно.

д) трагови клизања настају на клизавом коловозу, тј. у ситуацијама када су силе пријањања мале, и то:

- при кочењу,
- при убрзавању и
- при наглом скретању.

У сваком од ових случајева, при клизању, долази до смањене управљивости возила (а некад и до неконтролисаног кретања возила).

Значај трагова клизања може бити велики:

- само постојање трагова клизања одређује начин кретања возила. Ако је остао траг клизања онда је возило клизало, тј. дошло је до неконтролисаног кретања. На увиђају би требало одредити и документаовати узроке клизања, тј. квалитетно фиксирати стање подлоге;
- на основу почетка првог трага клизања одређује се положај возила у тренутку смањивања – губљења управљивости;
- правац пружања трага клизања одређује путању возила у различитим фазама клизања.

е) Трагови гребања

Овде се мисли на трагове који настају када се две чврсте подлоге крећу једна у односу на другу. Најзначајнији су трагови гребања који настају у следећим ситуацијама:

- при превртању возила кад метални делови возила контактирају са чврстом подлогом,
- при пуцању пнеуматика, кад наплатак пнеуматика гребе коловоз. Овај траг је праћен вијугавим траговима гуме – масницама, који местимично прекидају трагове гребања,
- при снажним сударима возила, кад се доњи делови возила деформишу, спуштају и гребу по коловозу,
- при бочним и другим сударима возила када се пнеуматик оштети или тако деформише, да метални делови точка додирну коловоз, при сударима возила, кад металне површине једног возила гребу чврсте делове другог возила,
- при удару металних делова возила у ограде, ивичњаке, објекте и слично.

У зони трагова гребања често се налазе трагови боје, трагови земље и трагови гуме (којима су обложени метални делови возила). Требало би напоменути да трагови гребања настају на обе површине (на оба возила, на возилу и коловозу, на возилу и објекту итд.). На лицу места се најчешће, једноставно одрђују одговарајући парови трагова гребања, односно њихово порекло.

Значај трагова гребања је велики и састоји се у следећем:

- траг гребања на коловозу или другим објектима одређује начин кретања возила (возило је из неког разлога металним деловима додирнуло коловоз или неки чврст објекат),

- ако је гребање последица судара, онда почетак трага гребања одређује положај возила у тренутку судара,
- правац пружања трага гребања одређује правац кретања возила,
- ако траг гребања потиче од наплатака точка, онда се поуздано може одредити да ли је до пуцања пнеуматика дошло пре судара или је пуцање пнеуматика последица судара.

Трагови гребања код судара у кривини одређују положај возила у тренутку судара, односно које возило је и колико било прешло на коловозну траку за супротан смер. На основу детаљне анализе изгледа трагова гребања на возилима, може се утврдити смер релативног кретања возила, што је у неким ситуацијама веома важно.

5.4.2 Отпали делови и материјали са возила

При кретању возила, а посебно при сударима често долази до отпадања различитих делова и материјала са возила као што су: комади мигавца, комади разбијеног стакла, делови спољњих огледала, делови украсних лајсни, љуспице боје и гита, стакло, земља, лед, снег и слично.

Ови делови и материјали отпадају:

- при кретању пре судара,
- при судару,
- при кретању после судара,
- при превртању и
- при заустављању возила.

Предмети падају на подлогу по правилима косог или хоризонталног хица уз мањи или већи отпор ваздуха. При томе настају трагови на возилу и трагови на подлози.

Налажење и распознавање ових трагова врло је просто, а посебно ако је лице места било стручно обезбеђено, а возила се нису померала после незгоде. При томе би требало упоредо налазити и анализирати одговарајуће трагове на возилу и на подлози (на пример, ако је оштећен блатобран и отпала боја на месту оштећења, на подлози би требало тражити одговарајуће љуспице боје и сл.). На овај начин се одређује и порекло сваког трага појединачно.

5.4.3 Крајњи положај возила, лица и предмета

Посебно важну последицу незгоде представљају крајњи положаји возила, лица и предмета на места незгоде. Крајњи положај возила зависи од места судара, врсте судара, брзине возила у тренутку судара, начина кретања возила после судара и других околности. Зато ће коректно фиксирање крајњег положаја возила помоћи вештаку да поуздано утврди место судара, сударну брзину, начин кретања возила после судара и тако даље. Крајњи положај предмета који су отпали са возила, које је носио пешак или бициклиста, у вези је са механизмом судара, местом судара, сударним брзинама, обликом и тежином предмета и тако даље. Уколико на лицу места коректно утврдимо крајњи положај ових предмета и документујемо остале важне околности (врсту, облик и величину предмета), помоћи ћемо вештаку да коректно анализира незгоду, а посебно механизам судара.

Крајњи положај возила, лица и предмета фиксира се скицирањем, односно одговарајућим мерењима. При томе би требало утврдити да ли су неки предмет и трагови померани пре нашег доласка на лице места и ово јасно саопштити у записнику о увиђају[4] .

6.0 БОЧНИ НАЛЕТ МОТОЦИКЛА НА ВОЗИЛО- ПРОРАЧУНСКЕ МЕТОДЕ И АЛАТИ

Поред налета мотоцикла на бок аутомобила јављају се и следећи типови ових саобраћајних незгода: чеони судар аутомобила и мотоцикла, бочно окрзнуће при упоредној вожњи и чеони удар аутомобила у бок мотоцикла. Сваки од ових типова судара се по динамици разликује и захтева примену одговарајућих метода у анализи. За анализу чеоних удара аутомобила у бок мотоцикла постоје формуле којима се приказују зависности између сударне брзине аутомобила и даљине одбачаја мотоцикла и мотоциклисте, а које су добијене на основу експерименталних истраживања. Међутим, код саобраћајних незгода у којима је дошло до налета мотоцикла на бок аутомобила методе које се користе у њиховим експертизама су знатно уже, а посебно у домену емпиријски добијених формула. Што се тиче одређивања брзине мотоцикла након судара, ствар је мање компликована јер се она углавном одређује на основу пута клизања и просечног успорења на путу клизања које мотоцикл оствари. Међутим, у пракси се понекад дешава да вештак брзину мотоцикла добијену на основу пута клизања и просечног успорења на путу клизања узме као сударну брзину мотоцикла, а не као брзину након судара, те на тај начин чини грешку, која даље утиче и на погрешну временско-просторну анализу саобраћајне незгоде. Дакле, за правилно одређивање сударне брзине мотоцикла, треба узети његову брзину након судара и брзину изгубљену у саударном процесу, тј. треба применити закон о одржању енергије. Фаза лета и клизања возача који је слободно одбачен показује битну особину да се, практично, задржава непромењен правац кретања тела и након судара. Ова појава омогућава две опције у анализи незгоде. Прву, ако се зна место судара и крајња позиција мотоциклисте, тада се правац кретања мотоцикла према месту судара налази у правцу лета и клизања мотоциклисте након судара. И другу, ако мотоциклиста након удара у бок аутомобила на њему (крову, поклопцу мотора, пртљажнику) остави трагове гребања или брисотине, тада ти трагови опредељују релативни правац кретања мотоциклисте према аутомобилу, па и самог мотоцикла. Исто тако, објашњење релативног правца кретања мотоцикла прама аутомобилу може се дати и на основу примарног удара мотоцикла и секундарног удара мотоциклисте у делове аутомобила (локација и правац улубљења и деформација на аутомобилу).

Основу методе равнотеже импулса чини закон о промени количине кретања, по коме је промена вектора количине кретања неког тела за неки интервал једнака импулсу силе који делује на то тело у том временском интервалу. Количина кретања аутомобила је векторска величина која има правац и смер вектора брзине, а интензитет јој је једнак производу масе возила и интензитета брзине. Ова величина представља меру механичког кретања аутомобила, тј. промена количине кретања физички представља узрок промене положаја возила и настајања деформација.

Примењујући закон о импулсу и кинетичком моменту, код ових незгода треба имати у виду да се импулсна једнакост возача мотоцикла и мотоциклисте пре судара и непосредно после судара разлаже на два дела. Када постоји и сувозач то раздвајање се често врши и у три дела и то различитим брзинама и по различитим путањама [6]. Зато се код истраживања ових саобраћајних незгода примењују ови закони према следећем изразу:

$$m_1 \cdot \vec{V}_1 + (m_2 + m_3) \cdot \vec{V}_2 = m_1 \cdot \vec{V}_1' + m_2 \cdot \vec{V}_2' + m_3 \cdot \vec{V}_3'$$

Где су: m_1 , m_2 , m_3 , масе аутомобила, мотоцикла и мотоциклисте, V_1 и V_2 сударне брзине аутомобила и мотоцикла, V_1' , V_2' и V_3' , брзине након судара аутомобила, мотоцикла и мотоциклисте, респективно.

Ако се координатни систем постави тако да апциса одговара правцу вектора сударне брзине аутомобила и претходна једначина пројектује на ординату, добија се брзина мотоцикла на следећи начин:

$$V_2 = \frac{m_1 \cdot V_1' \cdot \sin \theta + m_2 \cdot V_2' \cdot \sin \phi + m_3 \cdot V_3' \cdot \sin \gamma}{(m_2 + m_3) \cdot \sin \psi}$$

Где је: ψ угао између уздужних оса возила у тренутку судара тј. вектора њихових сударних брзина, θ угао између вектора сударне брзине аутомобила и вектора брзине аутомобила након судара, ϕ угао између вектора сударне брзине аутомобила и вектора брзине мотоцикла након судара, γ угао између вектора сударне брзине аутомобила и вектора брзине мотоциклисте након судара.

Сударна брзина аутомобила може се израчунати на основу сударне брзине мотоцикла, према следећем изразу:

$$V_1 = \frac{m_2 \cdot V_2' \cdot \cos \phi + m_3 \cdot V_3' \cdot \cos \gamma - (m_2 + m_3) \cdot V_2 \cdot \cos \psi}{m_1} + V_1' \cdot \cos \theta$$

6.1 Примена специјализованих рачунарских програма код налета мотоцикла на возило

Специјализовани програмски пакети намењени експертизама саобраћајних незгода у Европи као што су CARAT, PC-CRASH, Analyzer Pro i Virtual CRASH развијају се од деведесетих година прошлог века па до данас. Сваки од ових програмских пакета је пре комерцијализације морао проћи кроз сложен поступак верификације у виду компарације добијених излазних резултата са резултатима експеримената спроведених на испитним полигонима. Да би се то постигло, њихову основу је морао чинити одговарајући симулациони модел, заснован на сложеним математичко-физичким зависностима.

Симулација представља имитацију неке стварне појаве или система, односно рачунарско моделирање стварног стања ствари или процеса. Посебну категорију чине симулације сложених динамичких система и појава као што су судари возила. Симулација саобраћајне незгоде, омогућава истраживање утицаја појединих параметара релевантних за ток незгоде и представља веома ефикасно средство за разјашњење околности везаних за њен настанак.

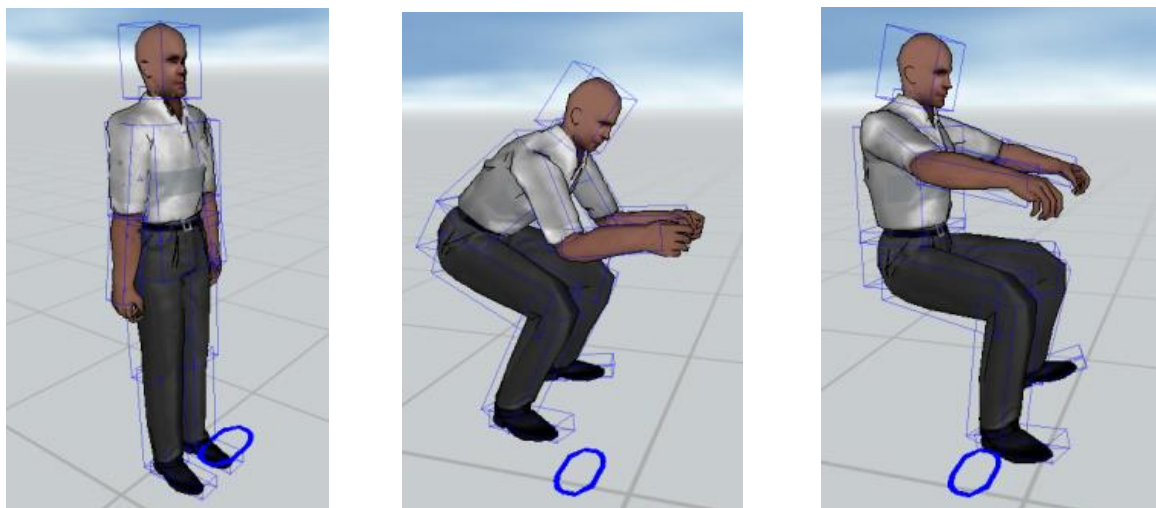
Већина горе наведених програмских пакета има могућност визуелизације спроведених симулација у дводимензионалној и тродимензионалној форми. Овакав облик презентације олакшава интерпретацију сложених математичких зависности и преводи их у језик лако разумљив за све у судници.

6.1.1 Примена програмског пакета Virtual CRASH у анализи налета мотоцикла на аутомобил

Virtual CRASH је један од новијих рачунарских програма намењених симулацији и реконструкцији саобраћајних незгода. Једна од најбитнијих тржишних предности Virtual CRASH-а је такав приступ његовом развоју, који омогућава максимално приближавање захтевима корисника у погледу употребљивости. Основу овог рачунарског програма чини класичан Kudlich-Slibar сударни модел, који је заснован на

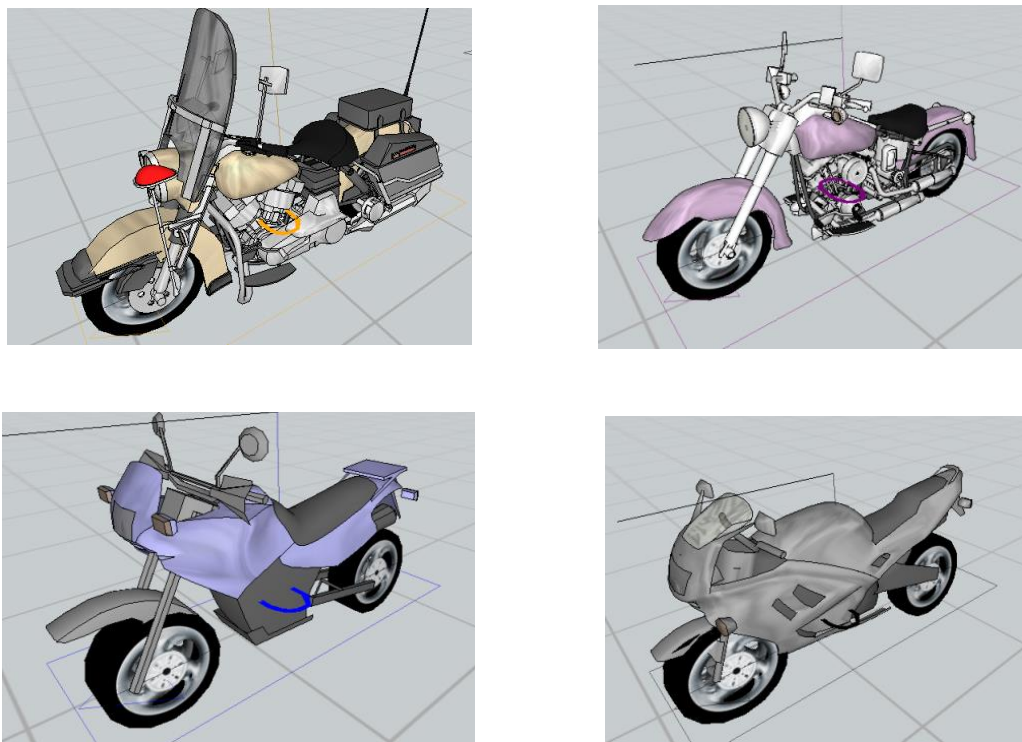
закону промене количине кретања и закону о промени момента количине кретања, уз респектовање коефицијента реституције код потпуних судара и коефицијента трења између возила, код судара који имају карактер окрзнућа. Поред анализе судара возила, овај програмски пакет пружа могућност анализе налета возила на пешаке, двоточкаше и др. У тродимензионалној симулацији саобраћајне незгоде, возила се типично третирају као јединствена крута тела. Међутим, да би се добила реалана слика судара између аутомобила и мотоцикла, тело мотоциклисте се мора третирати као систем међусобно повезаних тела са својим специфичним карактеристикама. То је омогућено помоћу мултибоду симулационог модула. Модел човека састоји се од 14 елемената међусобно повезаних зглобовима.

На располагању су два положаја мотоциклисте зависно од конструктивног положаја седишта и управљача мотоцикла.



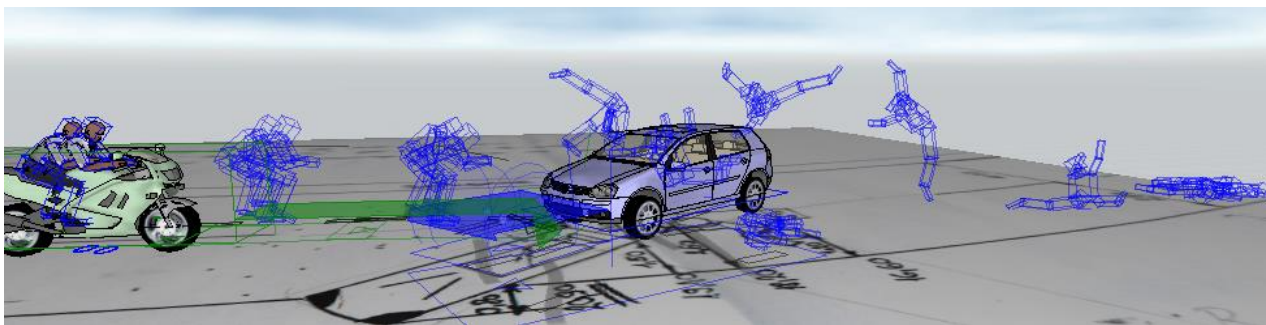
Слика 14. Могући положај мотоциклисте у програмском пакету *Virtual CRASH* [6]

Програм располаже базом од неколико хиљада возила, реалистичног облика, која се готово свакодневно надограђује и преко сто марки мотоцикала.



Слика 15. Врсте мотоцикла у програмском пакету *Virtual CRASH* [6]

Анализа започиње одабиром аутомобила и мотоцикла одговарајуће марке и типа из базе и евентуалним кориговањем њихових техничких карактеристика. За возача мотоцикла, одабиром из главног менија селекује се мултибоду систем, а потом се он превлачењем доводи на место незгоде, тј. на радну површину. Након тога се основни положај пешака, по потреби, замењује једним од понуђених положаја мотоциклисте, а у складу са врстом мотоцикла. Затим се мотоциклиста поставља на мотоцикл, што представља веома захтеван и прецизан процес који изискује потребну вештину. Модел пешака се понаша као сваки други модел у програму *Virtual CRASH*, што значи да се у оквиру подменија могу променити основни параметри модела, као што су брзина, правац кретања, правац вектора брзине и адхезија према подлози. У оквиру осталих подменија могуће је извршити корекцију основних података о карактеристикама мотоциклисте (висина, маса) и параметара судара (реституција и трење). Треба напоменути да се брзина мотоцикла и мотоциклисте задају по наособ, како би тело мотоциклисте до тренутка судара остало на мотоциклу. Након позиционирања возила и мотоцикла са мотоциклистом у претпостављену налетну позицију, дефинишу им се брзине, а возилима и успорења, односно коефицијент пријањања, за случај да су била кочена, као и успорења у постсударној фази која могу бити различита од оних у фази пре судара. Стартовањем симулације, исцртава се путања кретања оба учесника, тако да се за свега неколико секунди може видети приближна зауставна позиција аутомобила, мотоцикла и мотоциклисте.



Слика 16. Кретање возила и мотоциклисте пре и након судара у програмском пакету Virtual CRASH [6]

6.1.2 Упоредна анализа на примеру реалне саобраћајне незгоде

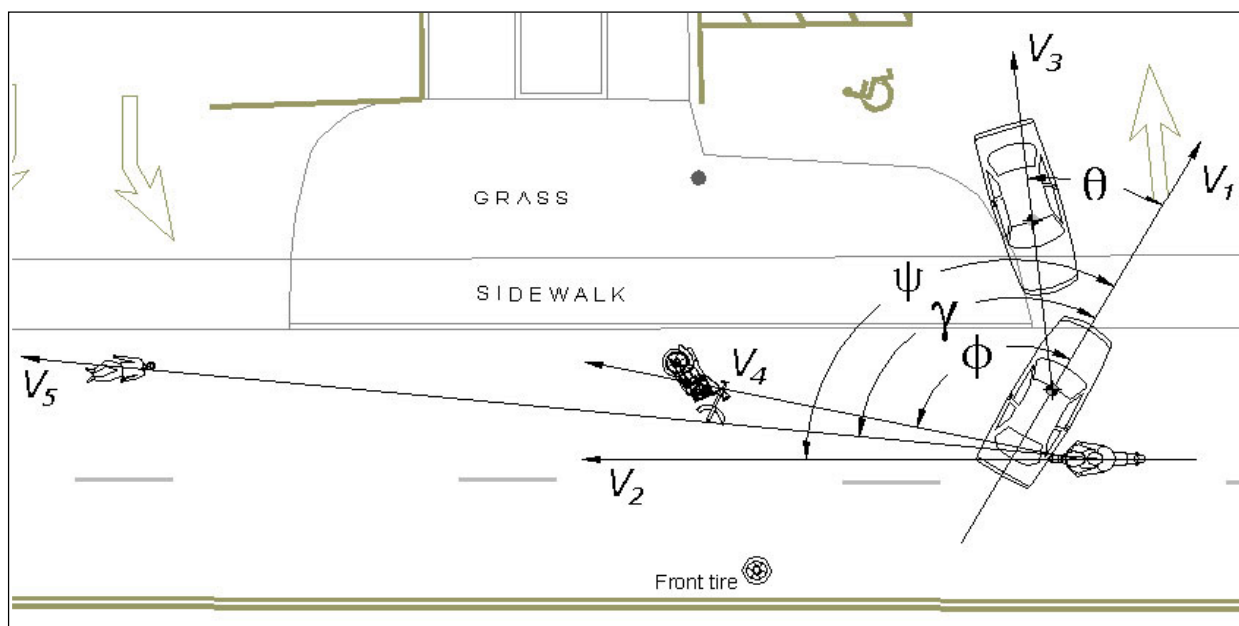
У циљу спровођења упоредне анализе, коришћена је реална саобраћајна незгода – налет мотоцикла Харлеу Давидсон на задњи десни бок аутомобила Форд Пробе који је скретао улево на паркинг. Незгода је карактеристична по томе што је место контакта јасно дефинисано и у подужном и у попречном правцу, на основу места контакта на аутомобилу и положаја трагова кочења мотоцикла. Осим тога, познате су и зауставне позиције оба учесника незгоде, укључујући и положај тела мотоциклисте.



Слика 17. Зауставне позиције возила и оштећења на аутомобилу [6]

На основу анализе оштећења на аутомобилу Форд Пробе и мотоциклу Харлеу Давидсон закључено је да је примарни контакт остварен између предњег точка мотоцикла и задњег десног блатобрана аутомобила у висини точка односно задње осовине аутомобила. Након тога дошло је до кидања предњег точка на мотоциклу, контакта тела мотоциклисте са аутомобилом, његовог пребацивања преко пртљажника, лета и суљања по коловозу до зауставне позиције у дужини од око 18м. Мотоцикл је заротиран у смеру кретања казальке на сату и оборен десним боком клизао до зауставне

позиције на путу дужине од 10,6 м. Аутомобил је у зауставну позицију доспео тако што је заротиран у смеру кретања казаљке на сату прешавши пут дужине од 5,2 м.



Слика 17. Скица места саобраћајне незгоде са одговарајућим угловима и векторима брзина [6]

6.1.2.1 Рачунска анализа

На основу дужина одговарајућих путева клизања мотоцикла, тела мотоциклисте и аутомобила, као и одговарајућих успорења, могу се израчунати њихове брзине након судара.

Брзина мотоцикла након судара:

$$V_2' = \sqrt{2 \cdot b_{kl} \cdot S_{kl}} = \sqrt{2 \cdot 3,7 \cdot 10,6} = 8,86 \text{ m/s} = 31,88 \text{ km/h}$$

Брзина мотоциклисте након судара:

$$V_3' = \sqrt{2 \cdot b_{kl} \cdot S_{kl}} = \sqrt{2 \cdot 7 \cdot 18} = 15,87 \text{ m/s} = 57,15 \text{ km/h}$$

Брзина аутомобила након судара:

$$V_1' = \sqrt{2 \cdot b \cdot S_{sz}} = \sqrt{2 \cdot 3 \cdot 5,2} = 5,58 \text{ m/s} = 20,1 \text{ km/h}$$

Сударне брзине возила могу се израчунати преко закона о импулсу и кинетичком моменту на основу брзина након судара и правца кретања мотоцикла, мотоциклисте и аутомобила.

Сударна брзина мотоцикла:

$$V_2 = \frac{m_1 \cdot V_1' \cdot \sin \theta + m_2 \cdot V_2' \cdot \sin \phi + m_3 \cdot V_3' \cdot \sin \gamma}{(m_2 + m_3) \cdot \sin \psi}$$

$$V_2 = \frac{1256,5 \cdot 5,58 \cdot \sin 36 + 278,1 \cdot 8,86 \cdot \sin 108 + 93,4 \cdot 15,87 \cdot \sin 115}{(278,1 + 93,4) \cdot \sin 120}$$

$$V_2 = 24,27 \text{ m/s} = 87,37 \text{ km/h}$$

Сударна брзина аутомобила:

$$V_1 = \frac{m_2 \cdot V_2' \cdot \cos \phi + m_3 \cdot V_3' \cdot \cos \gamma - (m_2 + m_3) \cdot V_2 \cdot \cos \psi}{m_1} + V_1' \cdot \cos \theta$$

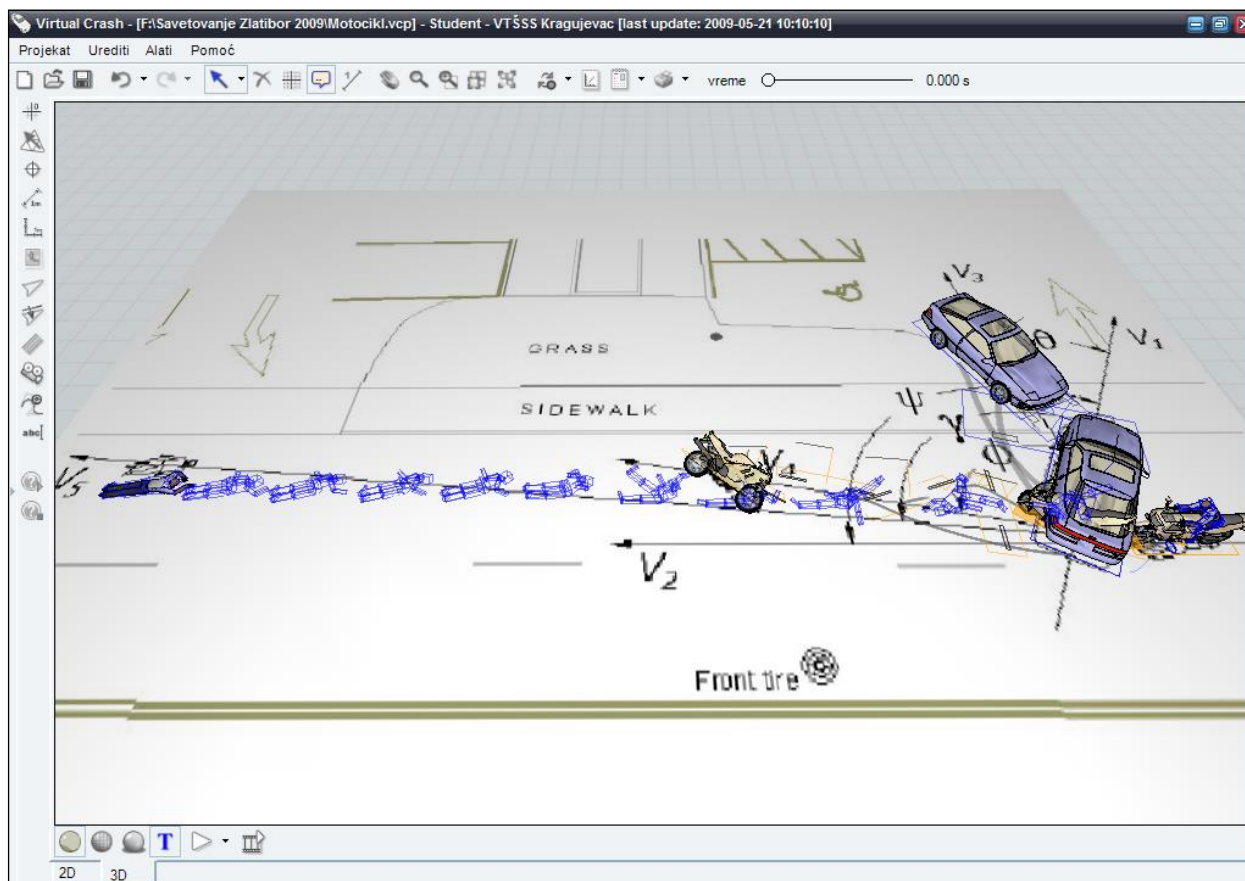
$$V_1 = \frac{278,1 \cdot 8,86 \cdot \cos 108 + 93,4 \cdot 15,87 \cdot \cos 115 - (278,1 + 93,4) \cdot 24,27 \cdot \cos 120}{1256,5} + 5,58 \cdot \cos 36$$

$$V_1 = 6,99 \text{ m/s} = 25,19 \text{ km/h}$$

6.1.2.1.1 Virtual CRASH анализа

У програмском пакету Virtual CRASH, извршен је одабир возила из базе и корекција основног положаја и карактеристика мотоциклисте. На основу оштећења на возилу,

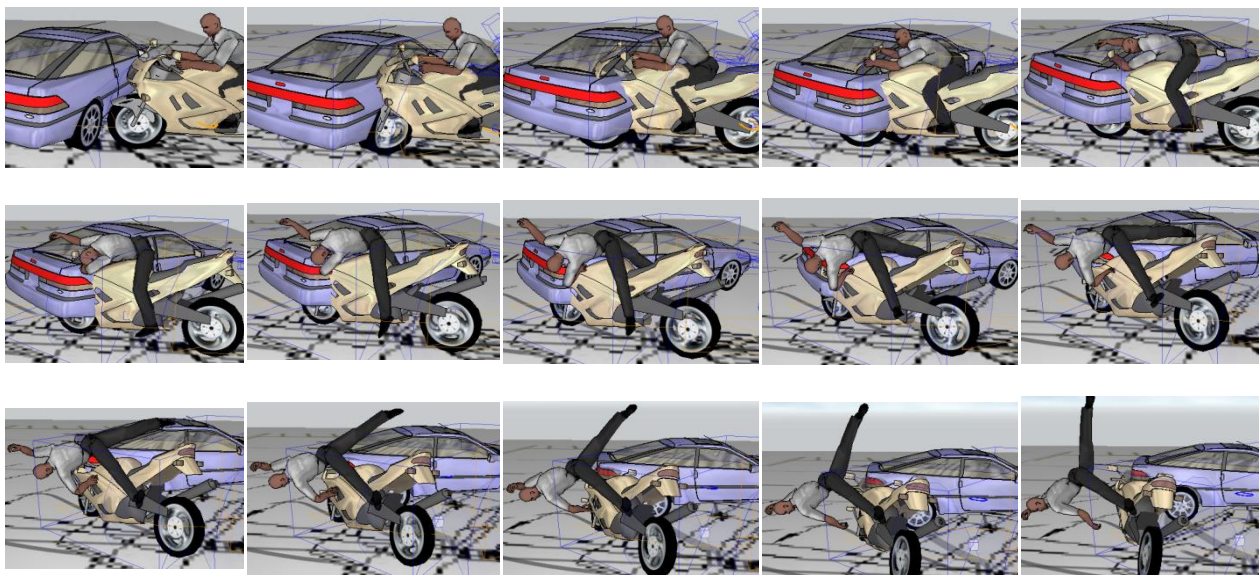
брзина добијених рачунском анализом, претходно утврђених праваца кретања возила и зауставних позиција аутомобила, мотоцикла и мотоциклисте најбољи резултат добијен је као што је то приказано на следећој слици.



Слика 18. Графички резултати компјутерске анализе судара Ford Probe i Harley Davidson [6]

Сударна брзина за Ford Probe износи 24,37 km/h, а за мотоцикл Harley Davidson 87,37 km/h.

Приказ кинематике налета мотоцикла и мотоциклисте на аутомобил по временским секвенцама од 20 ms, а у складу са спроведеном симулацијом, приказан је на слици 19.



Слика 19. Приказ кинематике налета мотоцикла у Virtual CRASH- и по временским секвенцама [6]

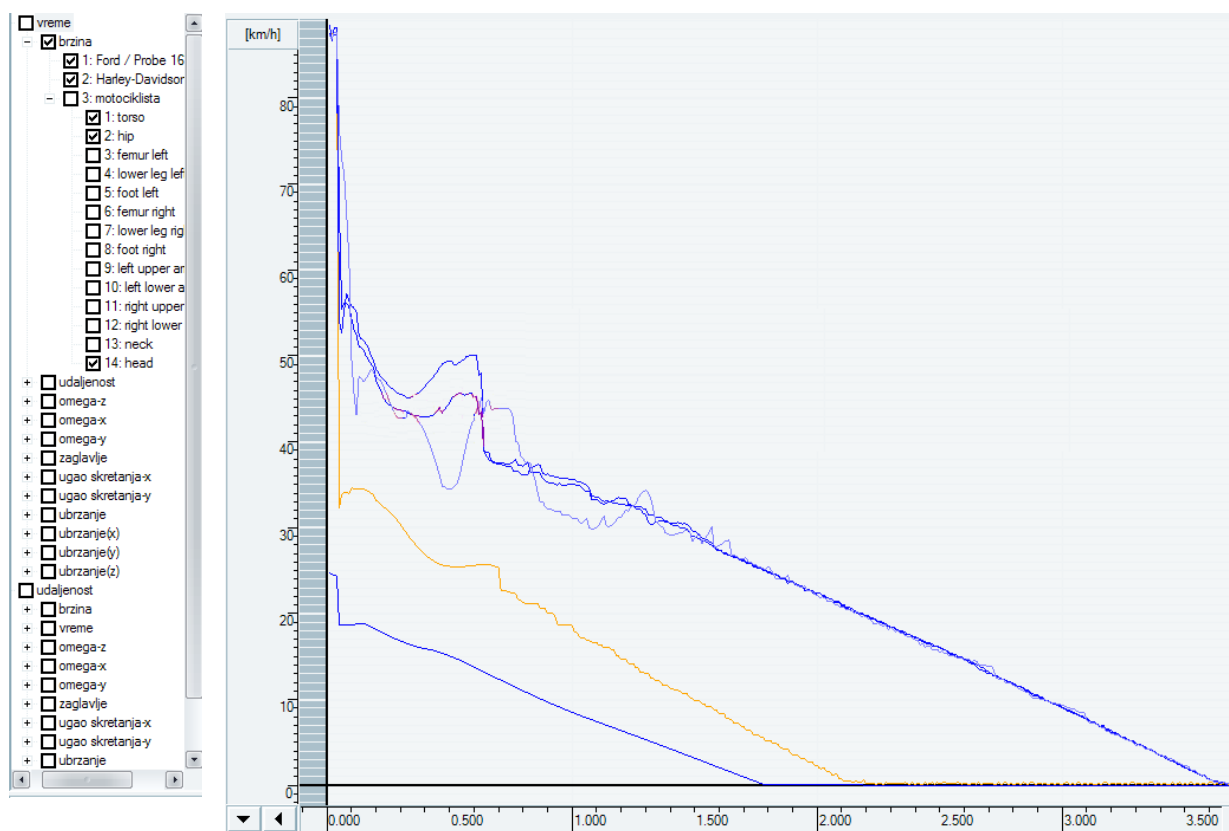


График 3. Брзине мотоциклисте (глава, груди, карлица), мотоцикла и аутомобила у функцији времена [6]

На основу графика се може уочити веома добро слагање између вредности брзина након судара мотоциклисте, мотоцикла и аутомобила у симулацији са оним вредностима које су добијене рачунском анализом.

6.1.3 Упоредна анализа

Саобраћајна незгода која је послужила за упоредну анализу, карактеристична је по томе што нису могле бити примењене емпиријске методе за израчунавање сударне брзине аутомобила. Рачунска анализа је показала релативно добро слагање са рачунарском методом. Применом програмских пакета кроз процес визуализације је могуће сагледати и кинематику самог налета.

Аналитичка метода коришћена у експертизи ове саобраћајне незгоде, заснована је на основним законима механике, а самим тим и на мањим поједостављењима у односу на емпиријске утврђене експерименталним истраживањима.

За разлику од аналитичких метода, тродимензионални мултибоду модел у оквиру програмског пакета *Virtual CRASH*, заснован је на принципима биомеханике и омогућава да се поред утицаја налетне брзине на даљину одбачаја мотоцикла и мотоциклисте, сагледају и други елементи релевантни за анализу саме незгоде, као што су: кинематика и динамика налета, утицај налетне позиције, успорење возила и мотоциклисте на путу клизања, утицај брзине мотоцикла и што је најважније, испита корелација између оштећења на возилу и повреда мотоциклисте. Стога се може закључити да су тродимензионални модели возила и људи најбољи начин за истраживање овог типа незгода. Применом овог модела, мултидисциплинарним приступом у поступку експертизе, уз посредно или непосредно ангажовање стручњака медицинске струке, могу се добити веома поуздани резултати, неопходни за даљу анализу тока незгоде.

За експертизу саобраћајне незгоде са учешћем мотоцикла применом програмског пакета неопходан је већи број улазних параметара у односу на аналитичке методе. Многи од њих су дефинисани као препоручене дефолт вредности од стране аутора програма, док је друге неопходно да унесе сам корисник. С обзиром да су резултати анализе применом програмског пакета веома осетљиви и на најмање промене појединих параметара, за његово коришћење неопходно је одређено предзнање. Како се ради о компликованим моделима, процес симулације налета може потрајати дуже од свих осталих типова саобраћајних незгода, у којима се готово одмах прорачунава симулација. За изналажење коначног решења понекад је потребно спровести велики број симулација, тако да експертиза незгоде применом програмског пакета може потрајати и до неколико сати.

У анализираном случају добијена је сударна брзина аутомобила од 25,19 km/h, што је за 0,82 km/h веће од брзине утврђене програмом *Virtual CRASH*, док се само возило (задњим крајем), уз примену истог интензитета успорења, зауставило на нешто мање од 0,5 m пре краја регистроване зауставне позиције у бочном правцу. За мотоцикл је добијена сударна брзина од 87,37 km/h која је идентична брзини утврђеној програмом *Virtual CRASH*. Мотоцикл се у симулацији зауставио у позицији као што је то регистровано у увиђајној документацији. Мотоциклиста је у симулацији имао адекватну уздужну компоненту даљине одбачаја, док попречна компонента одступа за

око 0,7 m. Међутим и поред тога његова постсударна путања може се сматрати адекватном пошто се ради о малом одступању у односу на релативно дугачак пут клизања, а добијен је и положај тела у зауставној позицији који одговара положају као што је то регистровано у увиђајној документацији.

7.0 БОЧНИ НАЛЕТ МОТОЦИКЛА НА ВОЗИЛО - СТУДИЈА СЛУЧАЈА У КРАГУЈЕВЦУ

Како бих као вештак могла да извршим квалитетно вештачење саобраћајне незгоде неопходно је да прикупим и извршим све потребне анализе, а то су записник о увиђају саобраћајне незгоде, скица лица места саобраћајне незгоде, фотодокументација, кривична пријава против осумњиченог, предлог за предузимање одређених истражних радњи против осумњиченог, записници о ванредном техничком прегледу возила, записник о саслушању осумњиченог и испитивању сведока. На основу спроведених анализа изнесем закључке и свој став о настанку и могућностима избегавања саобраћајне незгоде. За правилно доношење адекватних закључака неопходно је испоштовати одређену процедуру и поступак вршења анализе података.

На основу детаљног проучавања свих списа дајем следећи[6]:

НАЛАЗ И МИШЉЕЊЕ ВЕШТАКА

7.1. ОСНОВНИ ПОДАЦИ

У вечерњим сатима (око 21 час и 55 минута), догодила се саобраћајна незгода у Крагујевцу, на раскрсници, где је првенство пролаза регулисано саобраћаним знаком. У овој саобраћајној незгоди дошло је до налета мотоцикла на путничко возило.

7.1.1. Учесници незгоде

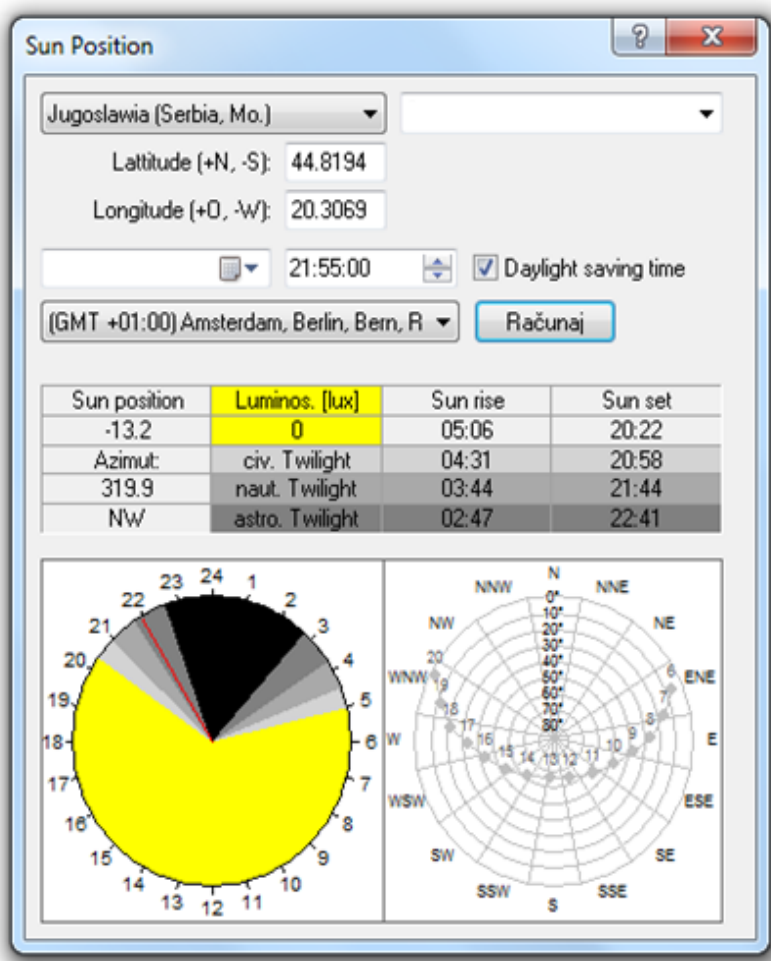
У овој саобраћајној незгоди учествовало је путничко возило *Ford orion 1.8d*, регистарске ознаке XXXX (у даљем тексту *аутомобил*), којим је у време незгоде управљало лице Н.Н. (старо 30 година), Према подацима из Кривичне пријаве, у даху возача *аутомобила* провером на месту незгоде алкометром, утврђено је присуство алкохола од 0,43 ‰. Према резултату прегледа крви на алкохол, возач аутомобила имао је присуство алкохола у крви од 0,33 ‰ у време вађења крви у 23 часа, односно 0,18 ‰ у 00 часова.

Други учесник ове саобраћајне незгоде био је *мотоцикл Yamaha yzf r6* регистарске ознаке ZZZZ (у даљем тексту *мотоцикл*), којим је у време незгоде управљало лице М.М. из Крагујевца, (старо 25 година).

7.1.2. Подаци о путу и времену

Према Записнику о увиђају асфалтни коловоз је на месту незгоде у време вршења увиђаја био осветљен, сув, раван, без ударних рупа и оштећења, а видљивост је била ноћна.

На основу детаљне анализе материјалних елемената из списка и провере позиције сунца у време и на месту незгоде, мишљења сам да је у време и на месту незгоде била смањена видљивост, односно био је астрономски сумрак (види слику бр.20).



Слика 20. Видљивост у време и на месту незгоде према програму PC-CRASH [6]

Према подацима из Записника о увиђају, ширина коловоза улице из смера „А“ износи 7 m. Са десне стране улице посматрано из смера „А“ налази се земљана површина ширине 3,20 m, док се са леве стране такође налази земљана површина ширине 3,60 m. Ширина коловоза улице се налази под правим углом износи 5 m. Са леве стране улице посматрано из смера „А“ налази се земљана површина ширине 3,20 m.

На основу сателитског снимка улица које се укрштају на месту незгоде, налазим да су коловозне траке одвојене испрекиданом разделном линијом (види слике бр. 21 и бр. 22).



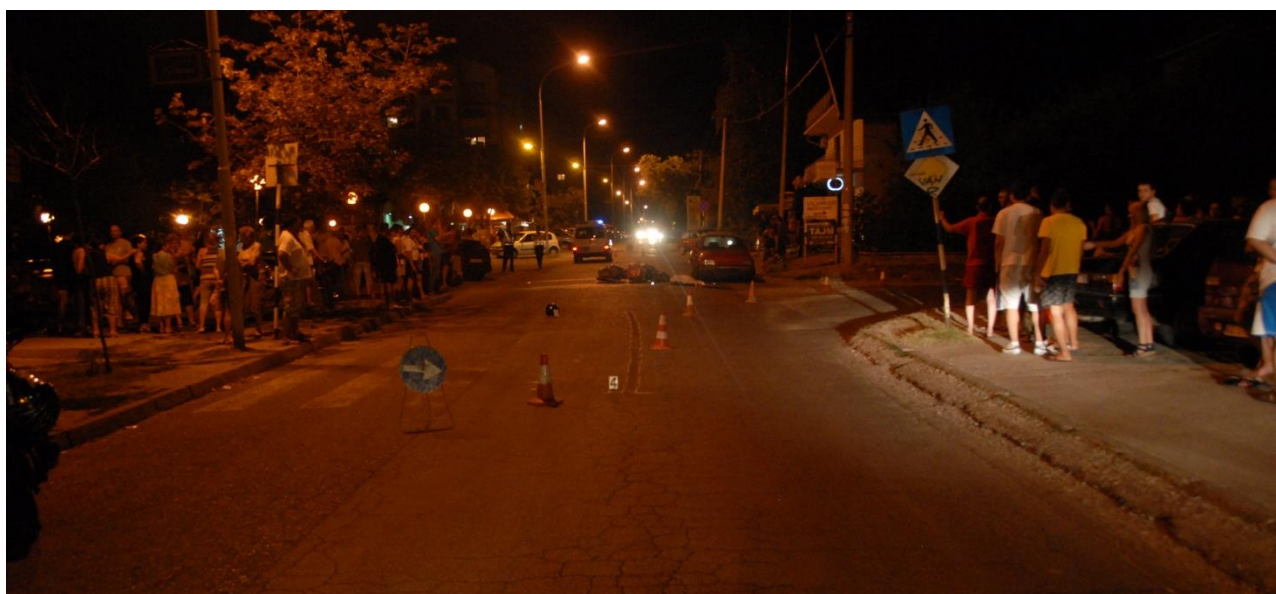
Слика 21. Сателитски снимак раскрснице на месту незгоде [6]



Слика 22. Сателитски снимак раскрснице на месту незгоде [6]

Према Записнику о увиђају, раскрсница је регулисана постављеним саобраћајним знацима (види слике бр.23 и бр.24). На основу анализе фотографија, фотодокументације налазим да је улица из смера „А“ означена као „пут са првенством пролаза“.

У Записнику о увиђају нема података о ограничењу брзине на месту незгоде, али имајући у виду да у зони места незгоде нема знакова „ограничење брзине“ и да се незгода десила у насељу, то је на месту незгоде брзина кретања возила ограничена на 50 km/h, према општем ограничењу брзине у насељу.



Слика 23. Раскрсница на месту незгоде (посматрано из смера „А“) [6]



Слика 24. Раскрсница на месту незгоде (посматрано из смера,,Б“) [6]

7.2. НАЛАЗ

7.2.1. Повреде учесника незгоде

У овој саобраћајној незгоди возач *мотоцикла* је задобио повреде са смртним исходом у виду вишеструких прелома предњег средњег и задњег спрата базе лобање са декомпозицијом облика лобање и вишеструких серијских фрактура ребара уз обострани торакални капак. На телу возача *мотоцикла* су присутни знакови ексоријације на обе бутине, при чему нема прелома горњих и доњих екстремитета, а из левог уха и леве ноздрве истиче крв (Записник о увиђају).

Према подацима из Записника о увиђају, непосредни узрок смрти возач *мотоцикла* је деструкција лобање и консекутивна деструкција možданог ткива.

7.2.2. Оштећења возила

Према Записнику о увиђају на *аутомобилу* оштећена су: лева предња као и задња сувозачева врата, удубљен је предњи десни блатобран, поломљено је предње десно стакло и поломљена је предња десна радкапна.

Према Записнику о ванредном техничком прегледу на *аутомобилу* оштећено је вешање предњег и задњег трапа, напред носећи стуб за осцилујуће раме и стуб за врата, предња и задња врата, прагови, десни амортизер и др.

На основу детаљне анализе материјалних елемената из списка, а посебно фотографија Фотодокументације налазим да су на *аутомобил* деформисана и предња десна врата. На основу изгледа оштећења налазим да је десна бочна страна у пределу предњих и задњих врата деформисана деловањем силе у смеру од десног ка левом боку аутомобила (види слику бр.25 и бр.26).

Десна врата на *аутомобилу* су деформисана и потиснута ка простору за путнике деловањем силе у смеру од десног ка левом боку, тако да се центар удара налази у зони средњег стуба у пределу изнад прага (види Слику бр.25 и бр.26).

На основу детаљне анализе материјалних елемената из Списа, а посебно фотографија Фотодокументације налазим да је на *аутомобилу* оштећен предњи браник у пределу десног ћошка и да је испао из лежишта, да је предњи десни показивач правца делимично поломљен и да је са десним фаром померен из лежишта и да је са *аутомобила* отпала предња регистарска таблица.



Слика 25.Оштећења аутомобила [6]



Слика26.Оштећења аутомобила [6]

Десни праг у зони десних врата је деформисан и делимично расечен, деловањем силе у смеру од десног ка левом боку аутомобила.

Имајући у виду степен оштећења аутомобила, податке из EES каталога и податке о маси возила, мишљења сам да је брзина EES (Energy Equivalent Speed) која је еквивалентна деформационој енергији до 25 km/h.



Слика 27. Подаци из EES каталога [6]

Према Записнику о увиђају на *мотоциклу* је оштећен предњи део мотора из кога обилно цури уље, уништени су управљач и ветробранско стакло.



Слика 28. Оштећења мотоцикла [6]

Према Записнику о ванредном техничком прегледу на *мотоциклу* оштећено је предње вешање, деформисана је виљушка са рукохватима за управљање, фар са показивачима правца, огледала, блатобран предњег точка и др.

Према фотографијама фотодокументације на *мотоциклу* је оштећен и деформисан управљачки механизам са виљушком, при чему су пластичне облоге у зони предњег фара и ручки управљача поломљене. Десна бочна страна *мотоцикла* је изгребана, као и резервоар за гориво, а седиште је потиснуто уназад. Предњи светлосни комплет је поломљен и недостаје на *мотоциклу* (види слику бр.29 и бр.30).



Слика 29. Оштећења мотоцикла [6]



Слика 30. Подаци из EES каталога [6]

Детаљном анализом фотографија фотодокументације, на горњој страни резервоара за гориво налазим трагове гребања који би с обзиром на знакови ексоријације на обе бутине возача *мотоцикла* могли потицати од ногу возача *мотоцикла*, по мом мишљењу.

Имајући у виду степен оштећења *мотоцикла* и податке из EES каталога, мишљења сам да је брзина EES (Energy Equivalent Speed) која је еквивалентна деформационој енергији око 30 km/h.

Упоредном анализом оштећења *аутомобила* и *мотоцикла*, налазим да је до судара дошло тако што је *мотоцикл* предњим делом, у неком од оборених положаја ударио у десну бочну страну *аутомобила*, у висини десних врата и средњег десног стуба.

Наиме, имајући у виду висину оштећења на *аутомобилу* и податке о висини *мотоцикла*, налазим да је *мотоцикл* у судару био у неком од оборених положаја на десном боку, тако да на *аутомобилу* настану оштећења на доњим деловима десног бока *аутомобила*.

Односно, имајући у виду да на *аутомобилу* нема карактеристичног оштећења удара предњег точка *мотоцикла*, приближно вертикалног („усецања“ точка у бок *аутомобила*), као ни оштећења у горњим деловима десног бока *аутомобила*, налазим да *мотоцикл* у судару није био у усправном положају, већ се налазио у неком од оборених положаја, тако да на *аутомобилу* не настану оштећења на горњим деловима десног бока.

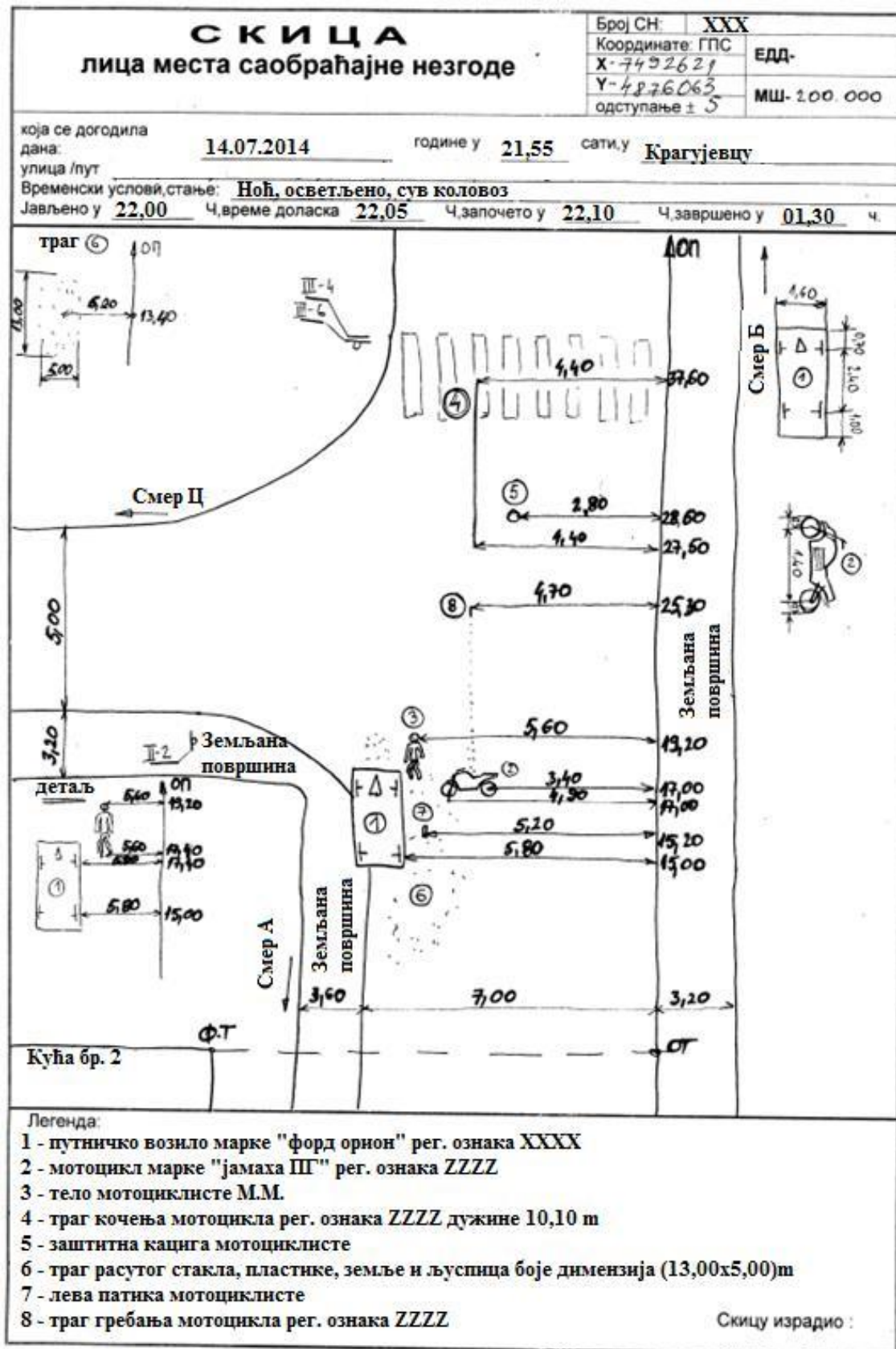
Имајући у виду изглед и локацију оштећења предњег десног блатобрана на *аутомобилу*, предњег браника, предњег десног показивача правца са десним фаром, оштећења предњег вешања у пределу предњег десног точка, оштећења *мотоцикла*, као и сударни положај *мотоцикла* и *аутомобила*, по мом мишљењу ова оштећења на *аутомобилу* не би могла настати у судару са *мотоциклом*. По мом мишљењу ова оштећења на *аутомобилу*, с обзиром на повреде возача *мотоцикла* у виду вишеструких прелома базе лобање са декомпозицијом облика лобање и вишеструких серијских фрактура ребара, могла би настати услед удара возача *мотоцикла* главом и трупом у ове делове *аутомобила*.

7.2.3. Трагови и зауставни положаји учесника незгоде

За фиксну тачку(ФТ) приликом вршења увиђаја узет је десни угао куће у улици (посматрано из смера „А“) бр.2 посматрано са коловоза ове улице. За оријентирни правац (ОП) узета је десна ивица коловоза улице (посматрано из смера „А“) посматрано од смера „Б“ премасмеру „А“ оријентирна тачка (ОТ) је ортогонална пројекција ФТ на ОП.

Аутомобил (позиција бр. 1 на Скици лица места) се налази предњим десним точком на удаљености од ОТ за 15,00 m, а од ОП за 5,80 m, док се задњим десним точком налази на удаљености од ОТ за 17,40 m, а од ОП за 5,80 m.

Мотоцикл (позиција бр. 2 на скици лица места) је задњом осовином на удаљености од ОТ за 17,00 m и од ОП 3,40 m, а предњом осовином на удаљености од ОТ за 17,00 m и од ОП за 4,90 m.



Слика 31. Скица лица места саобраћајне незгоде [6]

Тело возача *мотоцикла* (позиција бр. 3 на скици лица места) налази се ногама удаљено од ОТ за 17,40 m, а од ОП за 5,60 m, док је глава на удаљености од ОТ за 19,20 m, а од ОП за 5,60 m.

Траг кочења *мотоцикла* (позиција бр. 4 на скици лица места) почиње на удаљености од ОТ за 27,50 m а од ОП за 4,40 m и завршава се на удаљености од ОТ за 37,60 m а од ОП за 4,40 m. Дужина трага је 10,10 m.

Пластична кацига возача *мотоцикла* (позиција бр. 5 на скици лица места) налази се на 28,60 m од ОТ и 2,80 m од ОП.

Траг расутог стакла, пластике, земље и љуспице боја (позиција бр. 6 на скици лица места) димензија 13,00 x 5,00 m, центром удаљен од ОТ за 13,40 m и од ОП за 6,20 m.

Лева патика возача *мотоцикла* (позиција бр. 7 на скици лица места) налази се на удаљености од ОТ за 15,20 m и од ОП за 5,20 m. Десна патика возача *мотоцикла* пронађена је испод *аутомобила*.

Траг гребања *мотоцикла* прекривен траговима уља (позиција бр. 8 на скици лица места) налази се на удаљености од ОТ за 25,30 m а од ОП за 4,70 m(види слику бр.32).



Слика 32.Траг гребања мотоцикла прекривен траговима уља [6]

Детаљном анализом трагова ове саобраћајне незгоде налазим да између трага кочења и трага гребања прекривеног уљем постоји дисконтинуитет, а да на трагу гребања прекривеним уљем постоје промене у погледу ширине. На основу тога, мишљења сам да је до дестабилизације *мотоцикла* дошло на крају трага кочења односно пре почетка трага гребања, а да се на почетку трага гребања *мотоцикл* налазио у неком од оборених положаја, након чега је *мотоцикл* доспео у сударну позицију кретањем у правцу трага уља, при чему се по мом мишљењу *мотоцикл* у тренутку судара налазио непосредно пре места на коме траг уља почиње да се шири.

7.2.4. Место судара и брзине аутомобила и мотоцикла

На основу детаљне и упоредне анализе материјалних елемената из списка, место судара *аутомобила* и *мотоцикла* би било непосредно пре затечених трагова расутог стакла, пластике, земље и љуспице боја односно непосредно пре трага гребања прекривеног уљем на коме траг уља почиње да се шири (позиције бр. 6 и бр. 8 на скици лица места), при чему би се *аутомобил* налазио закошен у своју леву страну по мојој процени под углом од око 45°, десним боком на наведеној позицији, а *мотоцикл* чеоним делом у висини наведених трагова, у неком од оборених положаја.

Брзина *аутомобила* након судара израчуната на основу пређеног пута од места судара до зауставног положаја, би била:

$$V = \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 2,7}$$

$$V = 3,28 \text{ m/s} \quad \text{или} \quad 11,8 \text{ km/h}$$

Брзина *мотоцикла* након судара израчуната на основу пређеног пута од места судара до зауставног положаја, би била:

$$V = \sqrt{2 \cdot 4 \cdot 2,8}$$

$$V = 4,73 \text{ m/s} \quad \text{или} \quad 17,0 \text{ km/h}$$

Брзина возача *мотоцикла* након судара израчуната на основу пређеног пута од места судара до зауставног положаја, би била:

$$V = \sqrt{2 \cdot 5 \cdot 1,8}$$

$$V = 4,24 \text{ m/s} \text{ или } 15,3 \text{ km/h}$$

Брзина *мотоцикла* у тренутку судара, узимајући у обзир брзину *аутомобила* након судара, брзину *мотоцикла* након судара, брзину возача *мотоцикла* након судара, међусобни сударни положај *аутомобила*, *мотоцикла* и возача *мотоцикла*, као и њихове зауставне положаје, и масе *аутомобила*, *мотоцикла* и возача *мотоцикла*, на основу закона о промени количине кретања била би:

$$V = \frac{(1022 + 82) \cdot 3,28 \cdot \sin 45 + 194 \cdot 4,73 \cdot \sin 135 + 75 \cdot 4,24 \cdot \sin 125}{(194 + 75) \cdot \sin 135}$$

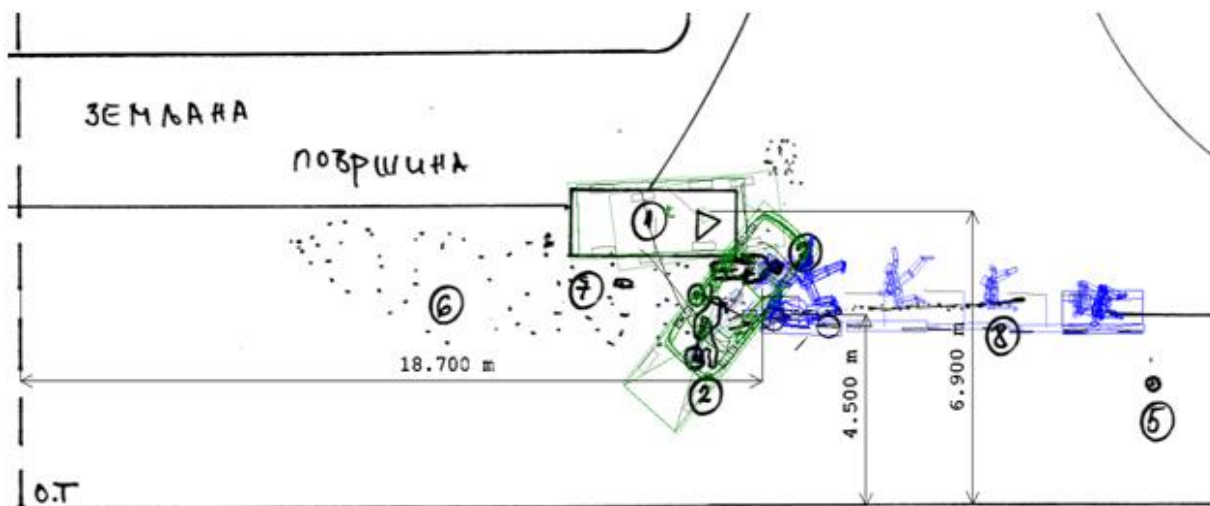
$$V = 18,24 \text{ m/s} \text{ или } 65,7 \text{ km/h}$$

Брзина *аутомобила* у тренутку судара, узимајући у обзир брзину *мотоцикла* у тренутку судара, брзину *аутомобила* након судара, брзину *мотоцикла* након судара, брзину возача *мотоцикла* након судара, међусобни сударни положај *аутомобила*, *мотоцикла* и возача *мотоцикла*, као и њихове зауставне положаје, и масе *аутомобила*, *мотоцикла* и возача *мотоцикла*, на основу закона о промени количине кретања била би:

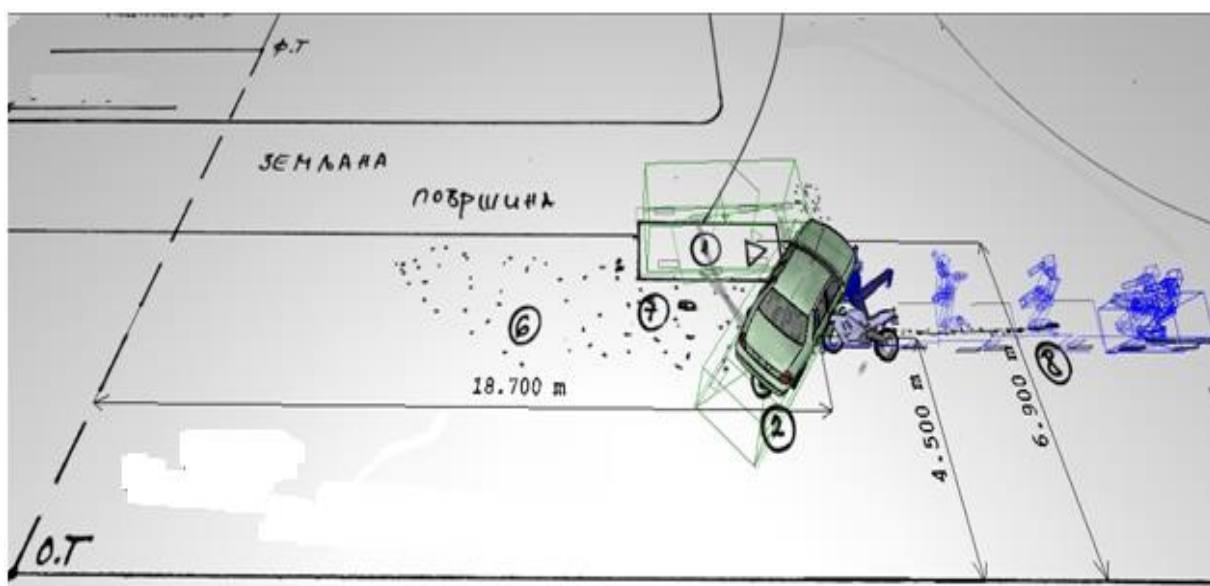
$$V = 3,28 \cdot \cos 45 + \frac{194 \cdot 4,73 \cdot \cos 135 + 75 \cdot 4,24 \cdot \cos 125 - (75 + 194) \cdot 18,24 \cdot \cos 135}{1022 + 82}$$

$$V = 3,54 \text{ m/s} \text{ или } 12,7 \text{ km/h}$$

Применом програма Virtual CRASH место судара аутомобилаи мотоцикла би било на 18,7 m од ОТ и 4,5 m од ОП, при чему би аутомобил био укошен у своју леву страну под углом од 50° предњим левим ћошком удаљено 6,9 m од ОП, а мотоциклби био у обореном положају на десни бок укошен у своју десну страну под углом од 2° (види слику бр.33 и бр.34).

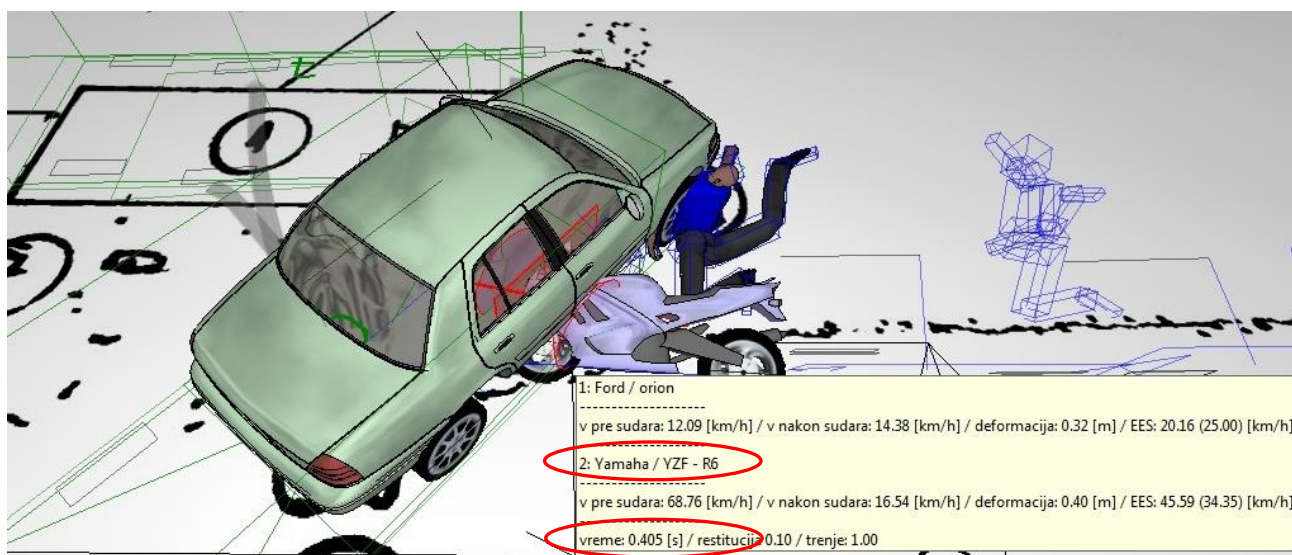


Слика 33. 2D место судара аутомобила и мотоцикла према програму Virtual CRASH [6]



Слика 34. 3D место судара аутомобила и мотоцикла према програму Virtual CRASH [6]

За контролу прорачуна брзине *аутомобила* и *мотоцикла* у тренутку судара, користила сам програм за компјутерску симулацију саобраћајних незгода Virtual CRASH и добила сам да месту судара, локацијама оштећења возила, брзинама еквивалентним деформационим енергијама и зауставним положајима учесника незгоде, одговара брзина *аутомобила* у тренутку судара од 12,09 km/h, а *мотоцикла* од 68,76 km/h (види слику бр. 35), што ћу користити у даљој анализи ове незгоде.

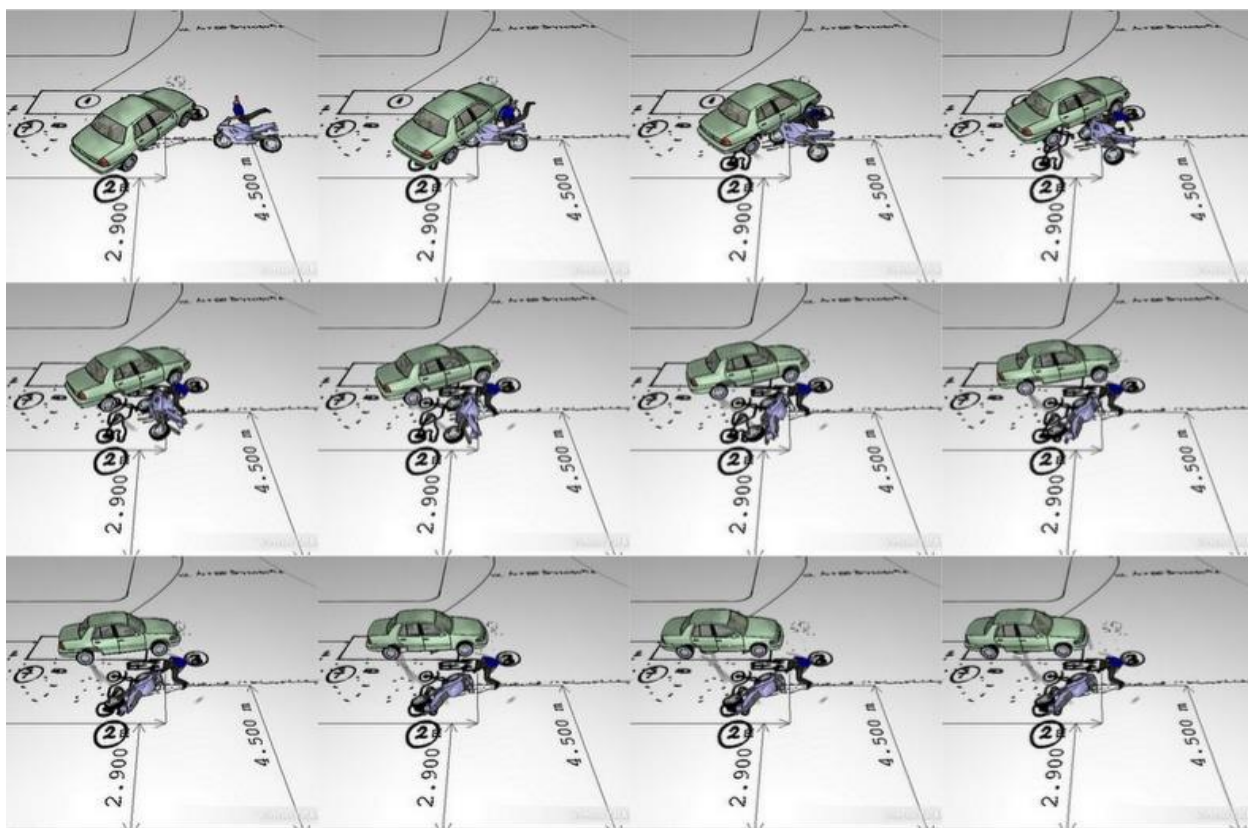


Слика 35. Сударне брзине *аутомобила* и *мотоцикла*, према програму Virtual CRASH [6]

Брзине *аутомобила* и *мотоцикла* у тренутку судара које сам нашла применом програма Virtual CRASH одговарају материјалним елементима из Списа, јер зауставне позиције *аутомобила*, *мотоцикла* и возача *мотоцикла* одговарају зауставним позицијама фиксираним приликом вршења увиђаја, а прорачунате брзине еквивалентне деформационим енергијама одговарају величинама деформација на возилима са фотографија Фотодокументације.

Анализом ове саобраћајне незгоде применом програма Virtual CRASH, нашла сам да међусобни положај учесника незгоде у тренутку судара, место судара *аутомобила* са *мотоциклом* и возачем *мотоцикла*, као и њихове брзине у тренутку судара, добијени применом програма Virtual CRASH одговарају и повредама возача *мотоцикла*.

Наиме, кинематика возача *мотоцикла* током судара одговара механизму настанка повреда главе и трупа возача *мотоцикла* и настанку оштећења на *аутомобилу* у пределу предњег десног ћошка (види слику бр. 36).



Слика 36. Ток саобраћајне незгоде према програму *Virtual CRASH* [6]

Након судара између аутомобила и мотоцикла дошло је до одбачаја аутомобила у леву страну и уназад са ротацијом у смеру окретања казаљке на часовнику за око 40° . Мотоцикл је доспео у зауставну позицију тако што је након удара у десна врата аутомобила наставио кретање оборен на десни бок дуж трага уља са ротацијом у смеру окретања казаљке на часовнику за око 90° . Након удара возача мотоцикла главом у предњи десни ћошак аутомобила са бочне стране, возач мотоцикла је ударио грудима у предњи десни точак аутомобила и са ротацијом у смеру окретања казаљке на часовнику за око 180° доспео у зауставну позицију (види слику бр. 36).

Брзина мотоцикла на почетку трага кочења израчуната на основу брзине мотоцикла у тренутку судара, дужине пута који је мотоцикл прешао у обореном положају и дужине трага кочења, била би:

$$V = \sqrt{\left(\frac{68,76}{3,6}\right)^2 + 2 \cdot 4 \cdot (25,3 - 18,7 - 0,7) + 2 \cdot 6 \cdot (10,1 - 1,4)}$$

$$V = 22,97 \text{ m/s} \quad \text{или} \quad 82,7 \text{ km/h}$$

док је брзина *мотоцикла* у тренутку предузимања кочења од стране возача *мотоцикла*, била:

$$V = 22,97 + \frac{6 \cdot 0,2}{2}$$

$$V = 23,57 \text{ m/s} \text{ или } 84,8 \text{ km/h}$$

7.2.5. Временско-просторна анализа

Зауставни пут *аутомобила*, при брзини од 12,09 km/h, за кочни коефицијент од 45% колико је измерено на ванредном техничком прегледу, био би:

$$S = \frac{12,09}{3,6} \cdot 1,1 + \frac{\left(\frac{12,09}{3,6} - \frac{4,5 \cdot 0,2}{2}\right)^2}{2 \cdot 4,5}$$

$$S = 3,69 + 0,94 = 4,63 \text{ m}$$

а за време од:

$$t = 1,1 + \frac{\frac{12,09}{3,6} - \frac{4,5 \cdot 0,2}{2}}{4,5}$$

$$t = 1,7 \text{ s}$$

Зауставни пут *мотоцикла*, при брзини од 84,8 km/h, био би:

$$S = 23,57 \cdot 0,9 + \frac{\left(23,57 - \frac{6 \cdot 0,2}{2}\right)^2}{2 \cdot 6}$$

$$S = 21,21 + 43,97 = 65,18 \text{ m}$$

а за време од:

$$t = 0,9 + \frac{23,57 - \frac{6 \cdot 0,2}{2}}{6}$$

$$t = 4,7 \text{ s}$$

Зауставни пут *мотоцикла*, при брзини од 50 km/h, био би:

$$S = \frac{50}{3,6} \cdot 0,9 + \frac{\left(\frac{50}{3,6} - \frac{6 \cdot 0,2}{2}\right)^2}{2 \cdot 6}$$

$$S = 12,50 + 14,72 = 27,22 \text{ m}$$

а за време од:

$$t = 0,9 + \frac{\frac{50}{3,6} - \frac{6 \cdot 0,2}{2}}{6}$$

$$t = 3,1 \text{ s}$$

Мотоцикл би се у тренутку предузимања кочења од стране возача *мотоцикла* налазио уназад од места судара на:

$$S = 23,57 \cdot 0,9 + 37,6 - 18,7 - 0,7 - 1,4$$

$$S = 38,01 \text{ m}$$

Возач *мотоцикла* би реаговањем са истог места и на исти начин, имао могућност да интензивним кочењем избегне судар уколико би *мотоцикл* био вожен брзином до:

$$V = \sqrt{(6 \cdot 0,85)^2 + 2 \cdot 6 \cdot 38,01} - 6 \cdot 0,85$$

$$V = 16,86 \text{ m/s} \quad \text{или} \quad 60,7 \text{ km/h}$$

Аутомобил би од половине коловоза тј.од уласка у своју леву коловозну траку, до места судара, прешао пут дужине:

$$S = \frac{6,5 - 3,5}{\sin 50}$$

$$S = 3,92 \text{ m}$$

за време од:

$$t = 3,6 \cdot \frac{3,92}{12,09}$$

$$t = 1,2 \text{ s}$$

Имајући у виду да време заустављања *аутомобила*, при брзини од 12,09 km/h износи 1,7 s, то возач *аутомобила* не би имао могућност избегавања настанка ове саобраћајне незгоде безбедним заустављањем *аутомобила* пре места судара након преласка *аутомобила* на своју леву половину коловоза.

Аутомобил би од половине коловоза тј. од уласка у своју леву коловозну траку до изласка из леве коловозне траке, прешао пут дужине:

$$S = \frac{3,5}{\sin 50}$$

$$S = 4,57 \text{ m}$$

за време од:

$$t = 3,6 \cdot \frac{4,57}{12,09}$$

$$t = 1,4 \text{ s}$$

При брзини од 50 km/h (колико је ограничење на месту незгоде), *мотоцикл* би пут дужине од 38,01 m (где се *мотоцикл* налазио у тренутку предузимања кочења од стране возача *мотоцикла*) прешао за време од:

$$t = 3,6 \cdot \frac{38,01}{50}$$

$$t = 2,7 \text{ s}$$

Имајући у виду да би укупно време током којег би била заузета лева коловозна трака скретањем *аутомобила* било 1,4 s, да се *мотоцикл* у тренутку предузимања кочења од стране возача *мотоцикла* налазио уназад од места судара на 38,01 m и да *мотоцикл* при брзини од 50 km/h пут дужине од 38,01 m пређе за време од 2,7 s, то при брзини *мотоцикла* од 50 km/h и без предузимања кочења од стране возача *мотоцикла* не би дошло до судара. Наиме возач *аутомобила* би изашао из леве коловозне траке и завршио скретање $2,7 - 1,4 = 1,3 \text{ s}$, пре него што би *мотоцикл* доспео на место судара.

7.3. МИШЉЕЊЕ

Упоредном анализом оштећења *аутомобила* и *мотоцикла*, налазим да је до судара дошло тако што је *мотоцикл* предњим делом, у неком од оборених положаја ударио у десну бочну страну *аутомобила*, у висини десних врата и средњег десног стуба.

Наиме, имајући у виду висину оштећења на *аутомобилу* и податке о висини *мотоцикла*, налазим да је *мотоцикл* у судару био у неком од оборених положаја на десном боку, тако да на *аутомобилу* настану оштећења на доњим деловима десног бока *аутомобила*.

Односно, имајући у виду да на *аутомобилу* нема карактеристичног оштећења удара предњег точка *мотоцикла*, приближно вертикалног „усецања“ точка у бок *аутомобила*, као ни оштећења у горњим деловима десног бока *аутомобила*, налазим да *мотоцикл* у судару није био у усправном положају, већ се налазио у неком од оборених положаја, тако да на *аутомобилу* не настану оштећења на горњим деловима десног бока.

Имајући у виду изглед и локацију оштећења предњег десног блатобрана на *аутомобилу*, предњег браника, предњег десног показивача правца са десним фаром, оштећења предњег вешања у пределу предњег десног точка, оштећења *мотоцикла*, као и сударни положај *мотоцикла* и *аутомобила*, по мом мишљењу ова оштећења на *аутомобилу* не би могла настати у судару са *мотоциклом*. По мом мишљењу ова оштећења на *аутомобилу*, с обзиром на повреде возача *мотоцикла* у виду вишеструких прелома базе лобање са декомпозицијом облика лобање и вишеструких серијских фрактура ребара, могла би настати услед удара возача *мотоцикла* главом и трупом у ове делове *аутомобила*.

Детаљном анализом трагова ове саобраћајне незгоде налазим да између трага кочења и трага гребања прекривеног уљем постоји дисконтинуитет, а да на трагу гребања прекривеним уљем постоје промене у погледу ширине. На основу тога, мишљења сам да је до дестабилизације *мотоцикла* дошло на крају трага кочења односно пре почетка трага гребања, а да се на почетку трага гребања *мотоцикл* налазио у неком од оборених положаја, након чега је *мотоцикл* доспео у сударну позицију кретањем у правцу трага уља, при чему се по мом мишљењу *мотоцикл* у тренутку судара налазио непосредно пре места на коме траг уља почиње да се шири.

На основу детаљне и упоредне анализе материјалних елемената из Списа, место судара *аутомобила* и *мотоцикла* би било непосредно пре затечених трагова расутог стакла, пластике, земље и љуспице боја, односно непосредно пре трага гребана прекривеног уљем на коме траг уља почиње да се шири, при чему би се *аутомобил* налазио закошен у своју леву страну по мојој процени под углом од око 45° , десним боком на наведеној позицији, а *мотоцикл* чеоним делом у висини наведених трагова, у неком од оборених положаја.

Применом програма Virtual CRASH место судара *аутомобила* и *мотоцикла* би било на 18,7 m од ОТ и 4,5 m од ОП, при чему би *аутомобил* био укошено у своју леву страну под углом од 50° предњим левим ћошком удаљено 6,9 m од ОП, а *мотоцикл* би био у обореном положају на десни бок укошен у своју десну страну под углом од 2°

Брзина *мотоцикла* у тренутку судара, узимајући у обзир брзину *аутомобила* након судара, брзину *мотоцикла* након судара, брзину возача *мотоцикла* након судара, међусобни сударни положај *аутомобила*, *мотоцикла* и возача *мотоцикла*, као и њихове зауставне положаје, и масе *аутомобила*, *мотоцикла* и возача *мотоцикла*, на основу закона о промени количине кретања била би 65,7 km/h.

Брзина *аутомобила* у тренутку судара, узимајући у обзир брзину *мотоцикла* у тренутку судара, брзину *аутомобила* након судара, брзину *мотоцикла* након судара, брзину возача *мотоцикла* након судара, међусобни сударни положај *аутомобила*, *мотоцикла* и возача *мотоцикла*, као и њихове зауставне положаје, и масе *аутомобила*, *мотоцикла* и возача *мотоцикла*, на основу закона о промени количине кретања била би 12,7 km/h.

За контролу прорачуна брзине *аутомобила* и *мотоцикла* у тренутку судара, користила сам програм за компјутерску симулацију саобраћајних незгода Virtual CRASH и добила сам да месту судара, локацијама оштећења возила, брзинама еквивалентним деформационим енергијама и зауставним положајима учесника незгоде, одговара брзина *аутомобила* у тренутку судара од 12,09 km/h, а *мотоцикла* од 68,76 km/h, што сам користила у даљој анализи ове незгоде.

Након судара између *аутомобила* и *мотоцикла* дошло је до одбачаја *аутомобила* у леву страну и уназад са ротацијом у смеру окретања казаљке на часовнику за око 40° . *Мотоцикл* је доспео у зауставну позицију тако што је након удара у десна врата

аутомобила наставио кретање оборен на десни бок дуж трага уља са ротацијом у смеру окретања казаљке на часовнику за око 90° . Након удара возача *мотоцикла* главом у предњи десни ћошак аутомобила са бочне стране, возач *мотоцикла* је ударио грудима у предњи десни точак аутомобила и са ротацијом у смеру окретања казаљке на часовнику за око 180° доспео у зауставну позицију.

Брзина *мотоцикла* на почетку трага кочења израчуната на основу брзине *мотоцикла* у тренутку судара, дужине пута који је *мотоцикл* прешао у обореном положају и дужине трага кочења, била би $82,7 \text{ km/h}$, док је брзина *мотоцикла* у тренутку предузимања кочења од стране возача *мотоцикла*, била $84,8 \text{ km/h}$.

Зауставни пут *аутомобила*, при брзини од $12,09 \text{ km/h}$, за кочни коефицијент од 45% колико је измерено на ванредном техничком прегледу, био би $4,63 \text{ m}$, а за време од $1,7 \text{ s}$.

Зауставни пут *мотоцикла*, при брзини од $84,8 \text{ km/h}$, био би $65,18 \text{ m}$, а за време од $4,7 \text{ s}$, док би зауставни пут *мотоцикла*, при брзини од 50 km/h , био $27,22 \text{ m}$, а за време од $3,1 \text{ s}$.

Мотоцикл би се у тренутку предузимања кочења од стране возача *мотоцикла* налазио уназад од места судара на $38,01 \text{ m}$.

Возач *мотоцикла* би реаговањем са истог места и на исти начин, имао могућност да интензивним кочењем избегне судар уколико би *мотоцикл* био вожен брзином до $60,7 \text{ km/h}$.

Аутомобил би од половине коловоза тј. од уласка у своју леву коловозну траку, до места судара, прешао пут дужине $3,92 \text{ m}$, за време од $1,2 \text{ s}$, па имајући у виду да време заустављања *аутомобила*, при брзини од $12,09 \text{ km/h}$ износи $1,7 \text{ s}$, то возач *аутомобила* не би имао могућност избегавања настанка ове саобраћајне незгоде безбедним заустављањем *аутомобила* пре места судара након преласка *аутомобила* на своју леву половину коловоза.

Аутомобил би од половине коловоза тј. од уласка у своју леву коловозну траку до изласка из леве коловозне траке, прешао пут дужине $4,57 \text{ m}$, за време од $1,4 \text{ s}$.

При брзини од 50 km/h (колико је ограничење на месту незгоде), *мотоцикл* би пут дужине од 38,01 m (где се *мотоцикл* налазио у тренутку предузимања кочења од стране возача *мотоцикла*) прешао за време од 2,7 s.

Имајући у виду да би укупно време током којег би била заузета лева коловозна трака скретањем *аутомобила* било 1,4 s, да се *мотоциклу* тренутку предузимања кочења од стране возача *мотоцикла* налазио уназад од места судара на 38,01 m и да *мотоцикл* при брзини од 50 km/h пут дужине од 38,01 m пређе за време од 2,7 s, то при брзини *мотоцикла* од 50 km/h и без предузимања кочења од стране возача *мотоцикла* не би дошло до судара. Наиме возач *аутомобила* би изашао из леве коловозне траке и завршио скретање 1,3 s пре него што би *мотоцикл* доспео на место судара.

Анализом свих околности под којима се догодила ова незгода, мишљења сам да на страни возача *мотоцикла* стоје пропусти узрочно везани за стварање опасне ситуације и настанак ове незгоде.

Наиме, возач *мотоцикла* је имао могућност да предузимањем интензивног кочења у тренутку пресецања путање од стране *аутомобила* избегне судар са *аутомобилом* уколико би *мотоцикл* био вожен брзином до 60,7 km/h. Ако би *мотоцикл* био вожен брзином до 50 km/h, возач *мотоцикла* би имао могућност да кочењем, у тренутку када је *аутомобил* изашао на половину коловоза којом је вожен *мотоцикл*, заустави *мотоцикл* на 10,79 m пре места незгоде.

До незгоде не би дошло при вожњи *мотоцикла* дозвољеном брзином до 50 km/h, па би вожња *мотоцикла* брзином од 84,8 km/h, представљала пропуст возача *мотоцикла*, по мом мишљењу. Тим пропустом је возач *мотоцикла* довео у заблуду возача *аутомобила*, и тај пропуст је узрочно везан за настанак ове незгоде и тежину последица ове незгоде, по моммишљењу.

Возач *аутомобила*, по мом мишљењу, није имао разлога да (на делу коловоза где је брзина ограничена до 50 km/h) очекује вожњу *мотоцикла* брзином од најмање 84,8 km/h. Односно, возач *аутомобила* није имао разлога да у тренутку када се *мотоцикл* налазио на најмање 38 m пре места судара уступи првенство у пролазу *мотоциклу* који при брзини од 50 km/h не би доспео до места судара пре

завршетка скретања *аутомобила*, по мом мишљењу. Наиме, у тренутку заласка *аутомобила* на коловозну траку којом је вожен *мотоцикл*, *мотоцикл* се налазио удаљен од места судара толико да не би стигао до места судара и без предузимања кочења од стране возача *мотоцикла* док *аутомобил* не напусти своју леву коловозну траку, ако би *мотоцикл* тада био вожен брзином до 50 km/h.

Уколико, Суд заузме став да би возач *аутомобила* имао разлога да на делу коловоза где је брзина ограничена до 50 km/h очекује вожњу *мотоцикла* брзином од најмање 84,8 km/h и да би возач *аутомобила* био дужан да сачека пролазак *мотоцикл* иако је *мотоцикл* био најмање 38 m удаљен од места судара, и уступи му првенство у пролазу, а што је супротно мом мишљењу, тада би и на страни возача *аутомобила* стајали пропусти узрочно везани за настанак ове незгоде.

8.0 МЕРЕ ЗАШТИТЕ ВОЗАЧА ДВОТОЧКАША

Возач mopеда, трицикла и мотоцикла мора да упарвља возилом на начин којим се не умањује стабилност возила и не омета друге учеснике у саобраћају, а нарочито не сме да [7]:

- испушта управљач из руку,
- склања ноге са педала,
- се придржава за друго возило,
- води, вуче или потискује друга возила, односно животиње, осим да вуче прикључно возило за бицикл,
- допусти да возило којим управља буде вучено или потискивано,
- превози предмете који могу да га ометају током управљања,
- употребљава на оба ува слушалице за аудио уређаје.

Возач и путник мотоцикла, mopеда, трицикла и четвороцикла морају за време вожње носити на глави закопчану хомологовану заштитну kacигу, на начин прописан декларацијом произвођача kacиге. Ближе прописе о условима које морају да испуњавају заштитне kacиге које користе возачи, односно лица која се превозе на мотоциклу, mopеду, трициклу и четвороциклу, доноси министар надлежан за послове саобраћаја.



Слика 37. [7]

Возач бицикла, mopеда, трицикла, односно мотоцикла, не сме да превози лице које је под утицајем алкохола, односно психоактивних супстанци или из других разлога није способно да управља својим поступцима.

Дете млађе од 12 година не сме се превозити на mopеду, трициклу, мотоциклу и четвороциклу.

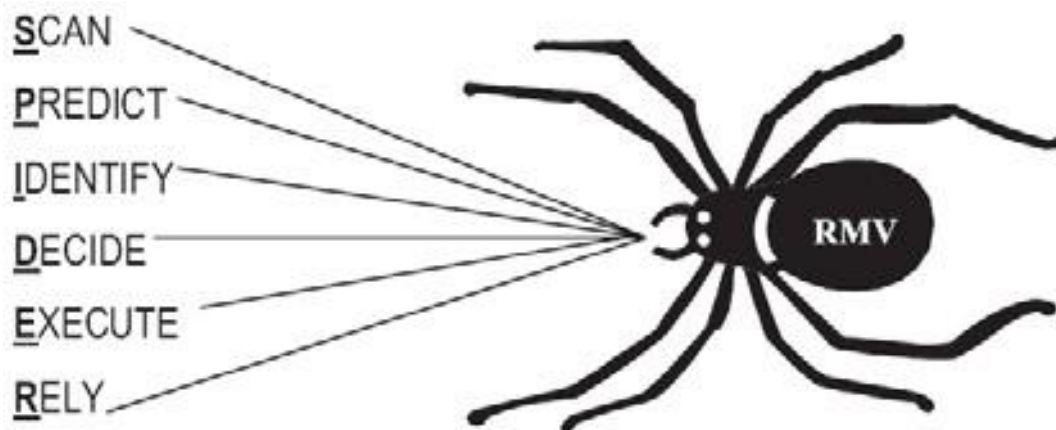
Бицикл, мопед и мотоцикл у саобраћају на путу могу да имају прикључно возило са два точка намењено за превоз терета, прикључено тако да је обезбеђена стабилност возила у ком не смеју да се превозе путници. Прикључно возило не сме бити шире од једног метра, а на задњој левој страни мора имати позиционо светло црвене боје или троугласти катадиоптер ако је вуче бицикл.

Мотоцикл може да има бочно седиште за превоз путника.

9.0 ПРЕПОРУКЕ ЗА БЕЗБЕДНОСТ ВОЗАЧА ДВОТОЧКАША

Препоруку за безбедност возача двоточкаша започет ћу са примером SPIDER.

Упркос многим предострожностима које возач мотоцикла предузима, непостоји гаранција да ће бити уочен од стране возача аутомобила. Безбедан и одговоран возач увек тражи незгоду (проблем) коју ће избећи . Ова дефанзивна стратегија вожње помаже у смањењу вероватноће озбиљних повреда или смртог исхода у незгоди. SPIDER је акроним за детаљан процес како возач постиже стварање безбедног возачког окружења [8].



Слика34.SPIDER процес /RMV-возачмотоцикла [8]

SCAN(СКЕНИРАЊЕ)

Праћење и стално тражење потенцијалних опасности у току вожње. Одржавање безбедног растојања између возила како би се у знатној мери умањио ризик од настанка саобраћајне незгоде. Очекивана и унапред припремљена стратегија за избегавање опасних ситуација.

PREDICT(ПРЕДВИДЕТИ)

Растојање,брзина и правац из којег долази опасност у великој мери утиче на целокупну стратегију коју возач примењује. Важно је за возача да предвиди и размотри ефекат који опасност може имати на друге учеснике у саобраћају. Препознавање и процена

последица сопствених акција су кораци безбедног и одговорног возача у циљу безбедног учествовања у саобраћају.

IDENTIFY(ИДЕНТИФИКОВАТИ/ПРЕПОЗНАТИ)

Лоцирати опасност и потенцијал те опасности. Свесност ће помоћи возачу у доношењу безбедне и одговорне одлуке на основу следећих околности:

- Други учесници у саобраћају могу се кретати већом брзином и непредвидиво. Реакција возача мотоцикла на неочекиване услове у саобраћају мора бити и брза и прецизна како би сесмањила могућност настанка незгоде.
- Животиње и пешаци стварају додатну опасност за возаче и повећавају могућност настанка опасности. Њихова непредвидива природа може утицати и променити стратегију вожње.
- Стационарни објекти укључујући рупе, ограде, мостове, саобраћајне знакове и вегетацију. Ови објекти се неће испречити на путу али могу закомпликовати стратегију возача.

DECIDE(ОДЛУЧИТИ)

Донети одлуку о томе какву акцију спровест и на основум типа опасности или конфликта са којим се суочава. Следеће мере могу бити предузете како би се смањила опасност или могућност настанка незгоде:

- Обезбеђивање добре уочљивости за друге учеснике у саобраћају коришћењем светала, опреме и адекватне одеће.
- Прилагодити брзину возила условима саобраћаја и опасној ситуацији у колико је присутна. Услови у саобраћају ће диктирати да ли убрзати, успорити или потпуно зауставити возило.
- Прилагођавање позиције возила ће зависити од природе опасности и слободног простора расположивог возачу. Промена траке, позиције у траци, или линије (правца) кретања може смањити потенцијалне повреде у незгоди.

EXECUTE(ИЗВРШИТИ)

Извршавање акције праћено одлуком коју је возач направио. Возач треба да буде

свестан својих способности и да управља мотоциклом сходно својим вештинама.

RELY(ОСЛОНИТИСЕ)

Ослонити се на овај процес у циљу стварања безбедног саобраћајног окружења. Возачи се подстичу да рутински примењују SPIDER процес и дефанзивну стратегију вожње како би избегли потенцијалне опасне или ситуације које за исход могу имати смртни исход.

9.1 Десет савета за мотоциклисте – како сачувати главу?

Укратко: смањите брзину, поштујте саобраћајне прописе, користите заштитну опрему и будите свесни да вас возачи аутомобила често не виде (на време) [9]. Дакле, прво правило преживљавања на врелом асфалту – дисциплина!

На почетку дајемо један помало патетичан савет – сваки пут када седнете на мотор, помислите на своје најмилије и на то како ће се они осећати ако се вама нешто деси. Од тражења кривца након незгоде нема много користи.

1. Кацига - не седајте на мотор без кациге! Не тражите изговоре, зато што се гине и на само 50 метара од куће, када кренете до оближње продавнице или пријатеља. Кацига је обавезна и ако возите скутер - брзина од само 40 km/h може да буде врло смртоносна. Нажалост, многима је и даље приоритет да их пролазници (нарочито девојке) препознају на мотору...

2. Предвиђајте туђе грешке, у складу са тим остављајте могућност за реакцију у случају потребе. На пример, аутомобил испред вас почиње благо да успорава без видљивог разлога. Ваша прва реакција је да извршите претицање. Међутим, усред претицања он без давања показивача правца скреће лево и обара вас. Кривица је његова, наравно, али то је слаба утеха док лежите у болници. Примера има на стотине, а искуство је овде непроцењиво! Чињеница је да многи возачи аутомобила имају проблем да прате саобраћај око себе, да се не сналазе на раскрсницама, не дају показивач правца, не познају саобраћајне знаке, правила првенства пролаза или су једноставно бахати и неодговорни. Још када у причу убаците мотоцикл који се креће дупло или троструко брже од њих, велике су шансе за незгоду.

3. Брзина је најопаснија - превелика брзина је један од најчешћих узрока саобраћајне незгоде са смртним исходом у којима учествују мотоциклисти. Ако већ волите да возите брзо, чините то на отвореном путу са slabим саобраћајем.



Слика37. [9]

4. Претицање-претичите само ако имате довољно простора. Многи крећу у претицање уз претпоставку да ће возила из обе траке да се помере у страну и оставе довољно места на средини, како би мотор могао безбедно да прође. Ово је чест пример опасне ситуације, нарочито у дугим, благим кривинама возачи аутомобила једноставно не очекују да ће се поред њих изненада створити мотоцикл у тренутку док из супротног смера пролази колона. У таквим ситуацијама возачи не гледају у ретровизор, те не очекујте да вас примете!



Слика38. [9]

5. Користите сирену – када се провлачите између возила у заустављеној колони или ако посумњате да вас возачи аутомобила нису видели у било којој другој ситуацији не штедите сирену!

6. Проверите кочнице - ако немате добре кочнице, последице могу бити фаталне, а возачи скутера обично овоме посвећују мало пажње. Чак и ако не дође до судара, можете да изгубите контролу, паднете и проклизате...

7. Гуме - на почетку сваке сезоне проверите пнеуматике; да ли се истрошио газећи слој, да ли су довољно надувани, колико су стари (гума временом мења карактеристике).

8. Подлога - мноштво ударних рупа, отворених шахтова за вожњу мотоцикла веома је опасном. Зато прилагодите брзину и пратите стање асфалта. Такође, чувајте се хоризонталне сигнализације, као што су пешачки прелази, траке на путу и слично, нарочито за време и након кише ознаке на асфалту су веома клизаве и могу да направе проблем како при кретању, тако и при заустављању.

9. Гледајте у ретровизор - иако мислите да нема потребе да гледате иза себе, пошто обично ви претичете друге, може се десити да се иза вас нађе неко са још моћнијим мотоциклом, који ће додати гас делић секунде пре него што ви кренете у претицање.

10. Научите сапутника основним правилима - сапутник мора да зна како да се понаша при вожњи, што значи: нема померања у седишту, ометања возача, јављања на телефон, махања пролазницима, спуштања ногу приликом заустављања, држања за руке или рамена, „контрирања“ у кривини... Ово је веома компликована тема, па уколико имате озбиљнији мотор, питајте искусније за савет и на време научите сапутника шта и како сме, а шта не сме да ради. Такође, ако имате „додатни терет“, подесите притисак у пнеуматикама и подесите ослањање (уколико постоји могућност) према упутству које стиже уз мотоцикл [9].

10.0 ЗАКЉУЧАК

Саобраћај возила двоточкаша је сам по себи због природе ових корисника пута веома специфичан. Основни циљ израде овог рада био је поред приказа општег стања безбедности, осврт и на саму реконструкцију настале саобраћајне незгоде са двоточкашем користећи основне математичке и физичке постулате. Осим тога, дат је значај утицаја изненадне опасне ситуације на безбедност возача двоточкаша, као поделементa фактора саобраћајног система – човек, а на основу чега је потребно донети даље закључке који се тичу стратешког деловања приступа решавању проблема безбедности ове категорије угрожених учесника у саобраћају.

Безбедност возача двоточкаша на територији наше земље представља растући проблем, коме у претходном периоду, од стране друштва и носилаца јавних овлашћења, није посвећено довољно пажње на адекватан начин. Последњих година сведоци смо да је знатно повећан број настрадалих возача двоточкаша а последицу свега тога треба тражити у образовању, едукацији како двоточкаша тако и других учесника у саобраћају.

Број саобраћајних незгода може се смањити превентивним мерама, едукацијом учесника у саобраћају, изградњом адекватних саобраћајно техничких услова, увођењем теоријске наставе у систем образовања и васпитања кроз следеће фазе:

- Од стране васпитача у предшколским установама и личним примером родитеља;
- У основном и средњем образовању кроз предмете о саобраћају;
- У ауто-школама до возачког испита;
- Едукацију и дообуку у оквиру Агенције за безбедност саобраћаја;
- Кроз промотивне спотове на јавним сервисима.

Проблеми после обуке су знања, вештина, ставови и понашања. При дефинисању жељеног стања у управљању безбедности саобраћаја, није нам довољан само добар ЗОБС, квалитетна путна структура, квалитетна настава, већ и добри односи у саобраћају (толерантност, уступање првенства, стрпљивост учесника у саобраћају и сл.), опште карактеристике личности (психофизичко стање, образовање и ниво културе и сл.).

ЛИТЕРАТУРА

[1]	Агенција за безбедност саобраћаја; Интернет адреса: http://www.abs.gov.rs/ , приступљено 12.03.2015.
[2]	Rotim, F.;Elementi sigurnosti cestovnog prometa, Sudari vozila, Svezak 3, Zagreb, 1992.
[3]	Експертизе саобраћајних незгода са учешћем мотоцикла-примена адекватних метода, Драгослав Михајловић ВТШСС Крагујевац, Ненад Милутиновић ВТШСС Крагујевац
[4]	Datentechnik S.; Motorcycle accidents, EVU – Annual conference 1997, Linz, 1997.
[5]	Липовац К.; Безбедност саобраћаја, Београд, 2008.
[6]	Милутиновић Н., Михајловић Д.; Експертизе саобраћајних незгода са учешћем мотоцикла-примена адекватних метода, Златибор, 2009.
[7]	Ltablice; Интернет адреса: http://ltablice.com/pravila-saobracaja/ostala-pravila-saobracaja/90-saobracaj-bicikala-mopeda-i-motocikala , приступљено 12.03.2015.
[8]	ЈевтићВ., Вуковић Д.; Анализа стања безбедности возача двоточкаша и утицај изненадне и опасне ситуације на безбедност ових учесника у саобраћају, Златибор, 2010.
[9]	Polovni automobili; Интернет адреса: http://www.polovniautomobili.com/auto-vesti/saveti/10-saveta-za-motocikliste-kako-sacuvati-glavu.php , приступљено 12.03.2015.