



LIIKLUSKÄITUMISE ANALÜÜS JA TARGA ÜLEKÄIGURAJA TÕHUSUSE HINDAMINE JÄTKUSUUTLIKU LIIKLUSOHUTUSE PARANDAMISEKS

Dr. Juri Ess

School of Engineering / Department of Mechanical and Industrial Engineering
Tallinn University of Technology

06.10.2022

PROFESSIONAALNE TAUST

- Liikluslabi tegevjuht
- Külalislektor (TalTech, EMÜ)
- Liiklusuuringute spetsialist
- Liiklusohutuse audiitor
- Kolme minuti loengu konkursi laureaat (Eesti Teaduste Akadeemia, 2016)



Dr. Juri Ess

LIIKLUSOHUTE NÄITAJAD

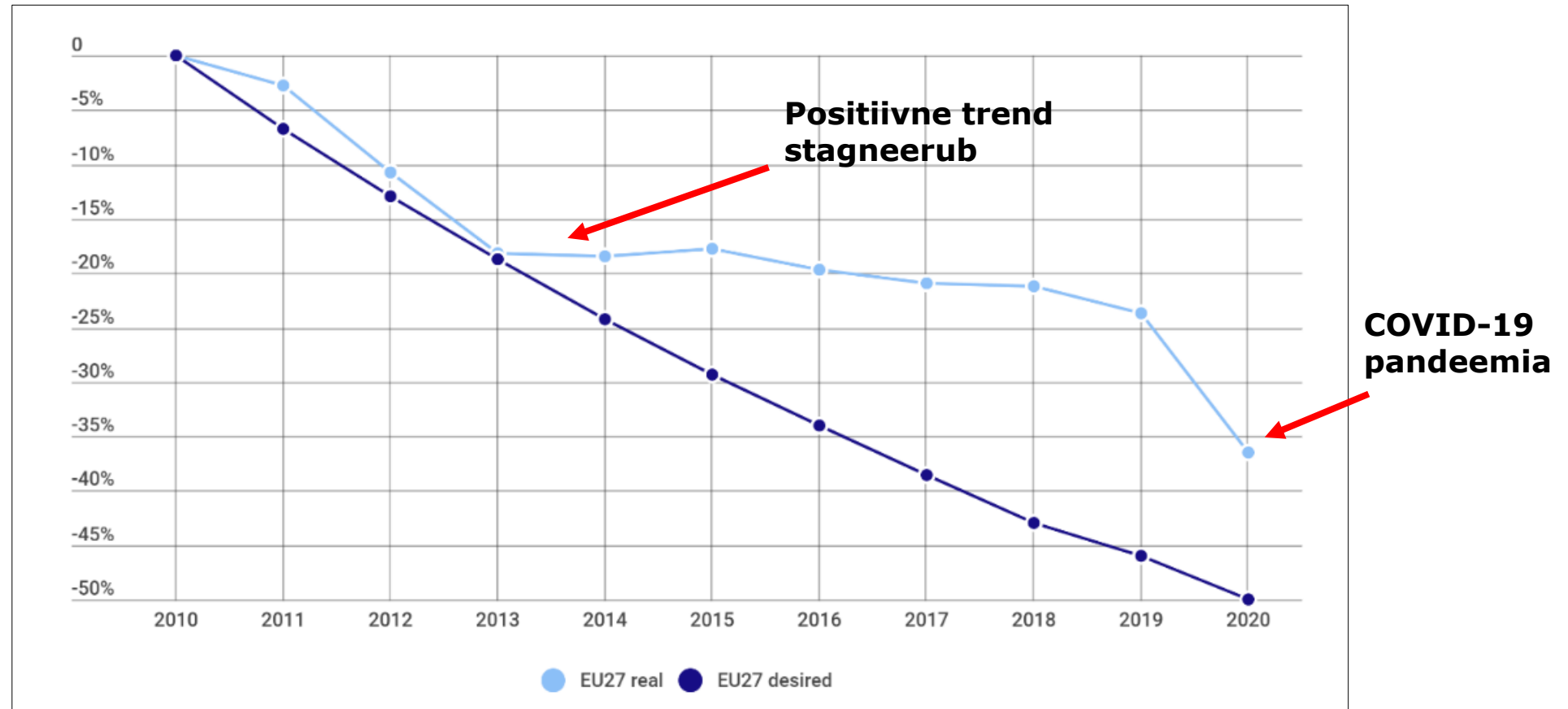
EL statistika (2019.a):

- 22 700 liikluses hukkunuid (European Commission, 2021)
- **pole ühtegi hukkunut** Euroopa Kommetslennunduses (EASA, 2021)

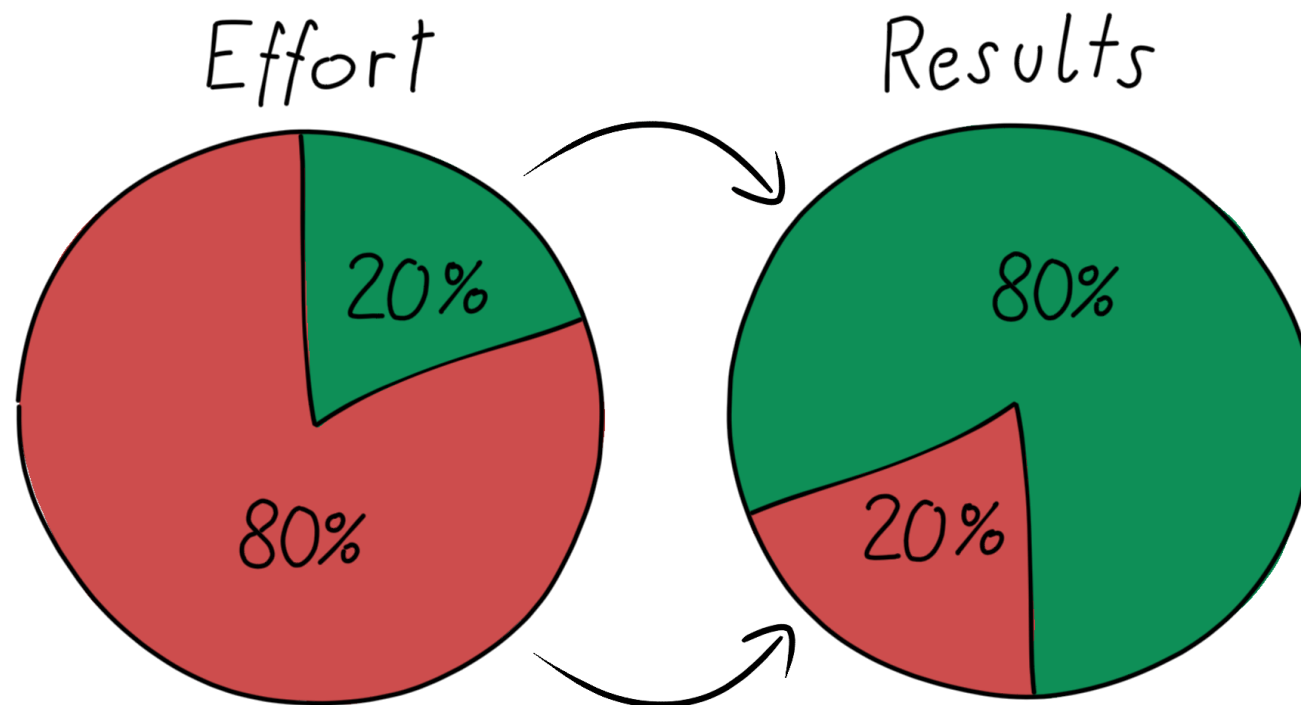
NULLVISIOON:

Me ei saa eetiliselt aktsepteerida seda, et inimesed kaotavad oma elu või saavad raskelt vigastada igapäevases teeliikluses.

LIIKLUSOHUTUSE PARENDAMINE EUROOPA LIIDUS



PARETO PRINTSIIP EHK 80:20 PRINTSIIP



EURO NCAP: SÕIDUKIJUHI KAITSMISE TASE



BMW 3 Series
(2005)



BMW 3 Series
(2001)



BMW 3 Series
(1997)



Toyota Corolla
(2007)



Toyota Corolla
(2002)



Toyota Corolla
(1998)



1975-1982



1983-1991



1992-1998



1999-2005

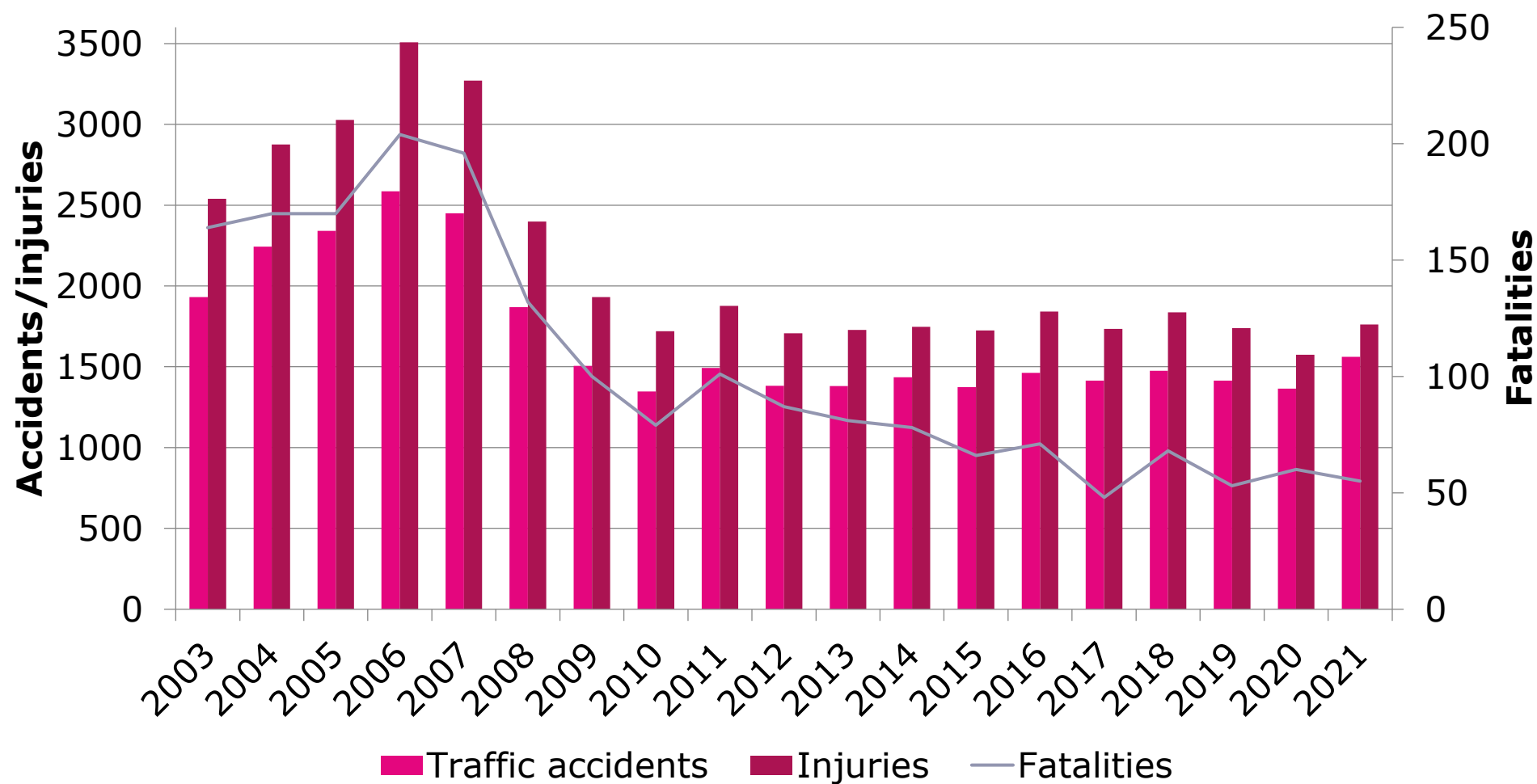


2005 to 2011



2012 to Present

LIIKLUSOHUTUSE STATISTIKA EESTIS (2003 – 2021)



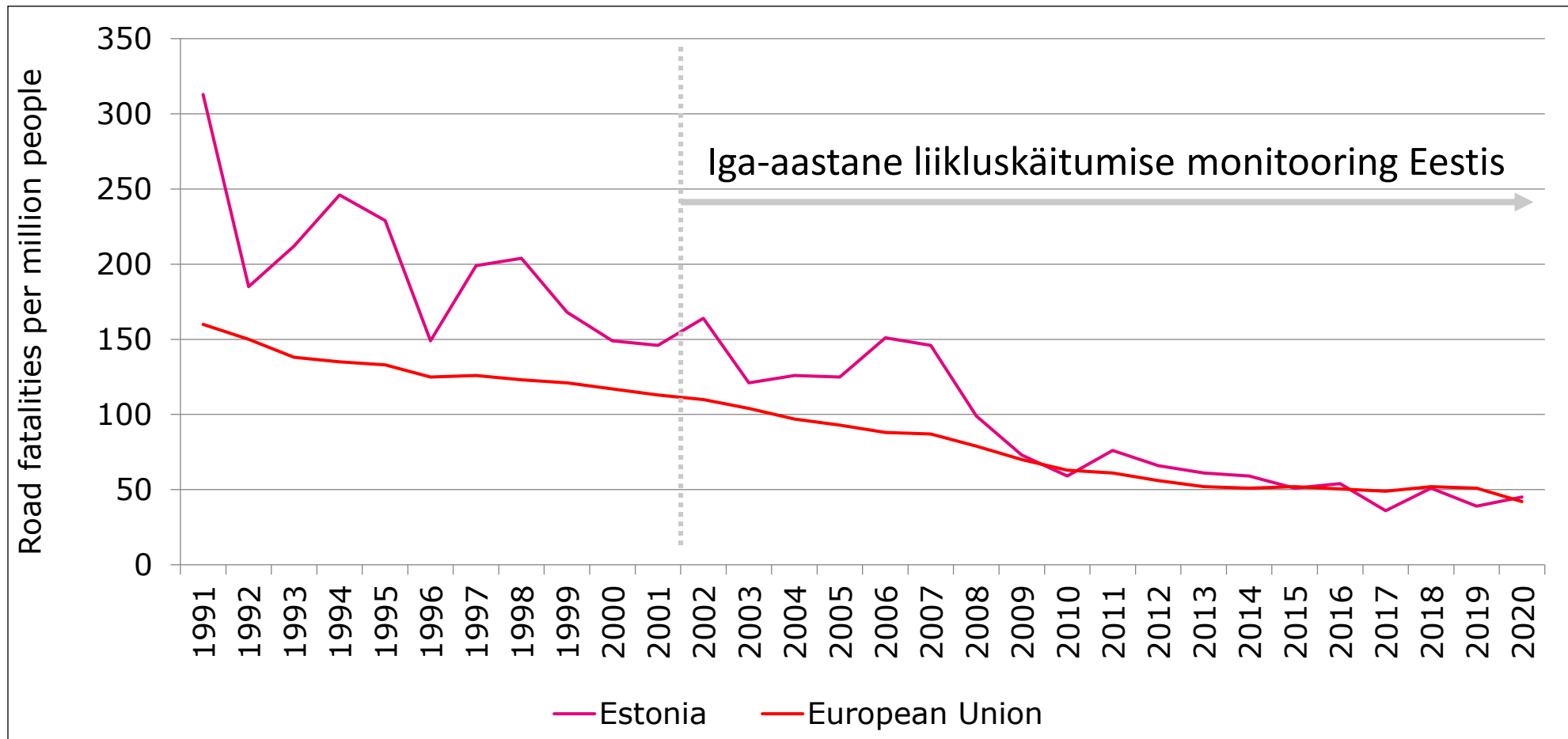
EESMÄRGID JA UURIMISÜLESANDED

Doktoritöö eesmärk on leida perspektiivne suund liiklusohutuse arendamiseks, pakkuda lahendus tuvastatud probleemidele ja hinnata selle tõhusust.

Uurimisülesanded

1. Tuginedes liikluskäitumise muudatuste analüüsile määrata perspektiivne liiklusohutuse arendamise suund ja pakkuda välja vastav lahendus
2. Hinnata väljapakutud lahenduse potentsiaalne tõhusus
3. Määrata väljapakutud lahendusele hädavajalikud funktsioonid

LIIKLUSES HUKKUNUTE ARV MILJONI ELANIKU KOHTA EESTIS JA EUROOPA LIIDUS (1991–2020)



LIIKLUSKÄITUMISE MONITTOORING (2001 - ...)

- Muudatuste jälgimine liikluskäitumises
- Uuring toimub iga-aastaselt
- Üle 100 vaatluskoha üle Eesti
- Standardiseeritud vaatlusmeetodid



LIIKLUSKÄITUMISE MONITOORING

Vaatlusuuringu teemad (2001 – 2019)

- Foori kollase ja punase tule nõuete eiramine sõidukijuhtide poolt
- Foori punase tule nõuete eiramine jalakäijate poolt
- Teeandmine jalakäijatele reguleerimata ülekäiguradadel
- Turvavööde kasutamine



KAS SEE VASTAB TÕELE?

Kuni 70 protsenti Eesti autojuhte eirab keelavat foorituld

EESTI

03.01.2017 07:59



Valgusfoor. Autor/allikas: Martin Dremljuga/ERR

Maanteeameti värske uuringu järgi eirab kuni 70 protsenti autojuhte foori punat tuld.

2019.A UURINGU TULEMUSED (EIRAJATE KESKMINE OSAKAAL)

- Foori nõuete eiramine sõidukijuhtide poolt:
 - kollane foorituli – 49%
 - punane foorituli – 14%
- Foori punase tule nõuete eiramine jalakäijate poolt – 12%
- Teeandmine jalakäijatele reguleerimata ülekäiguradadel – 33%
- Turvavööde kasutamine – 3%



LIIKLUSKÄITUMISE MONITOORINGU TULEMUSED

- Jalakäijate ohutuse tagamine reguleerimata ülekäiguradadel on perspektiivne suund liiklusohutuse jätkusuutlikuks arenguks
- EL tegevusplaani üks võtmesuundadest on automaatsete sõidukite ja teiste liiklejate ning infrastruktuuri vastastikuse toime arendamine
- Potentsiaalne lahendus on nutikas ülekäigurada. Tegemist on intelligentse liiklust rahustava transpordi sidussüsteemiga (C-ITS), mis paigaldatakse ülekäigurajale, et jälgida liiklust ning potentsiaalse ohu korral hoiatada sõidukijuhte, jalakäijaid ja sõidukeid

LIIKLUSE RAHUSTAMINE

- Liiklejate ohutuse parandamine
- Osaliselt asendab liikluse järelevalvet
- Peamiselt kasutatakse vertikaalseid ja horisontaalseid meetmeid
- Meetmed ei ole standardiseeritud
- Puudub ühtne metoodika erinevate meetmete efektiivsuse hindamiseks



NUTIKA ÜLEKÄIGURAJA EFEKTIIVSUSE PÕHIPARAMEETRID

- Uus metoodika LRM efektiivsuse määramiseks, mis põhineb järgmistel parameetritel:
 - 85. protsentiili (V85) kohtkiirus
 - keskmise kohtkiiruse muutus
 - liiklejate heakskiit
- Efektiivne LRM peab „sundima” juhte vähendama kiirust vajaliku tasemeni ning liigne aeglustamine ei ole teretulnud.
- Mida parem on liiklejate suhtumine LRM-isse, seda efektiivsem see on.

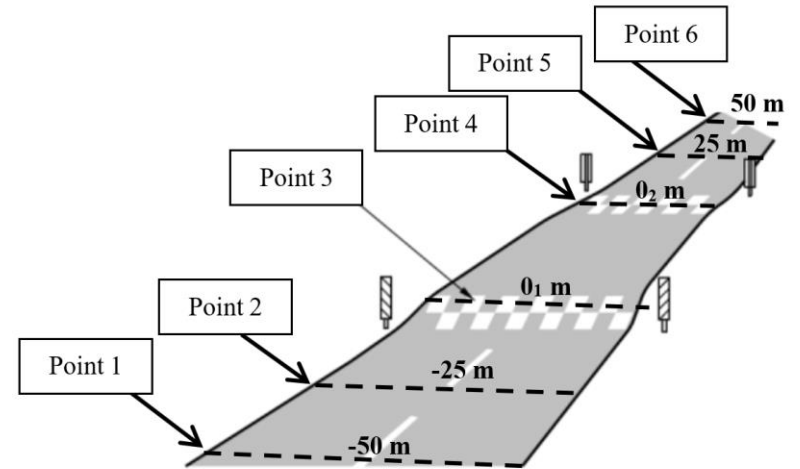


Fig. 1. Scheme of the speed measurement points

Source Detail

Current File: VBOX0095.vbo

Run Time (secs): 231.60

Summary

Options

Help

Load All

Save

Graph

Tools

Graph

Export

Edit Data

Remove Run

Graph Set-up

Print

G-circle

Start / Finish & Splits

Set Start / Finish

Lap Timing

Accel results

Decel results

Clear Results

Export Results

LAP

BEST

LAST

CURRENT

100 km/h

75

125

150

0.13 s

39

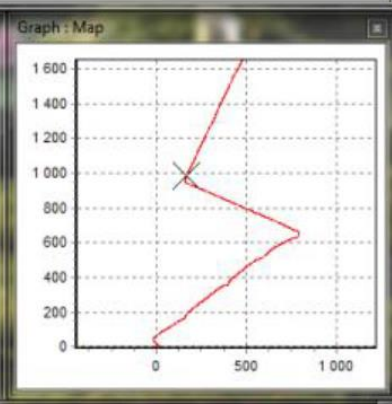
Paused

02:49



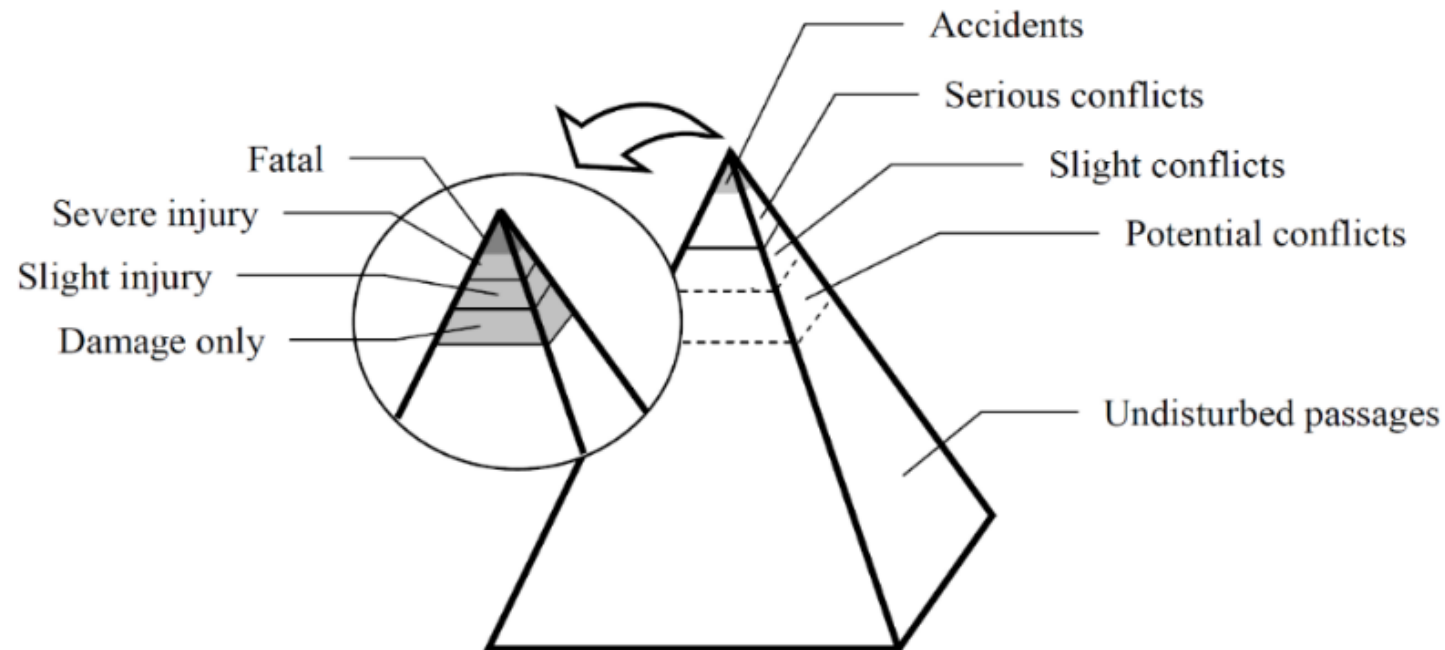
Graph : Data

Run Time	VBOX0095.vbo
Cursor (Seconds)	3 Minutes 51.59 Seconds
☒ Speed (km/h)	169.12
☐ Lateral Acceleration (g)	40.14
☐ Longitudinal Acceleration (g)	-0.010
☐ Heading (Degrees)	0.137
☐ Height (metres)	22.741
☐ Relative Height (metres)	27.435
☐ Vertical Speed (km/h)	-12.088
☐ Satellites (Number of)	-0.161
☐ Glonass Satellites (Number of)	8
☐ GPS (Number of)	---



LIIKLUSKONFLIKTIDE TEOORIA

- Andmed liiklusõnnetuste arvu kohta pole täielikud ja piisavad järeltuste tegemiseks, seega kasutatakse surrogaatindikaatoreid
- Liikluskonflikt on vaatlusolukord, kus kaks või enam liiklejat lähenevad teineteisele ajas ja ruumis sellise piirini, et ennetava tegevuse puudumisel on kokkupõrge vältimatu



KONFLIKTUURING (1)

- 10 vaatluskohta
- 1512 h (~ 2 kuud) videomaterjali kogutud talvel ja suvel



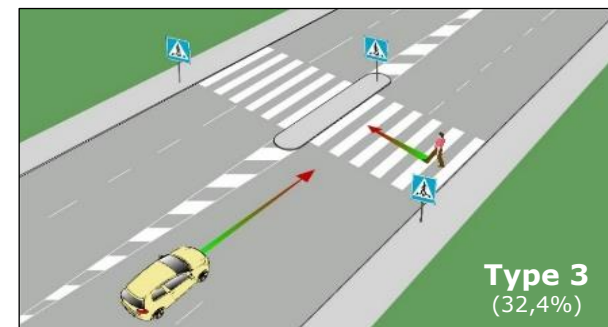
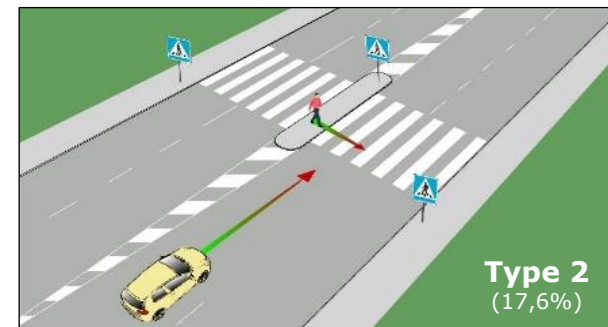
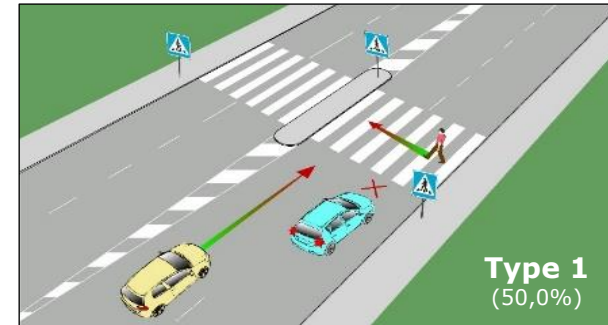
Camera



Box with
the battery

KONFLIKTUURING (2)

- 10 vaatluskohta
- 1512 h (~ 2 kuud) videomaterjali kogutud talvel ja suvel
- 74 tõsist sõiduki-jalakäija konflikti
- Kolm tüüpkonfliktide stsenaariumit, mida analüüsiti mikrosimulatsiooni meetodil



2018-06-25 16:01:20 ПН

IP PTZ Camera

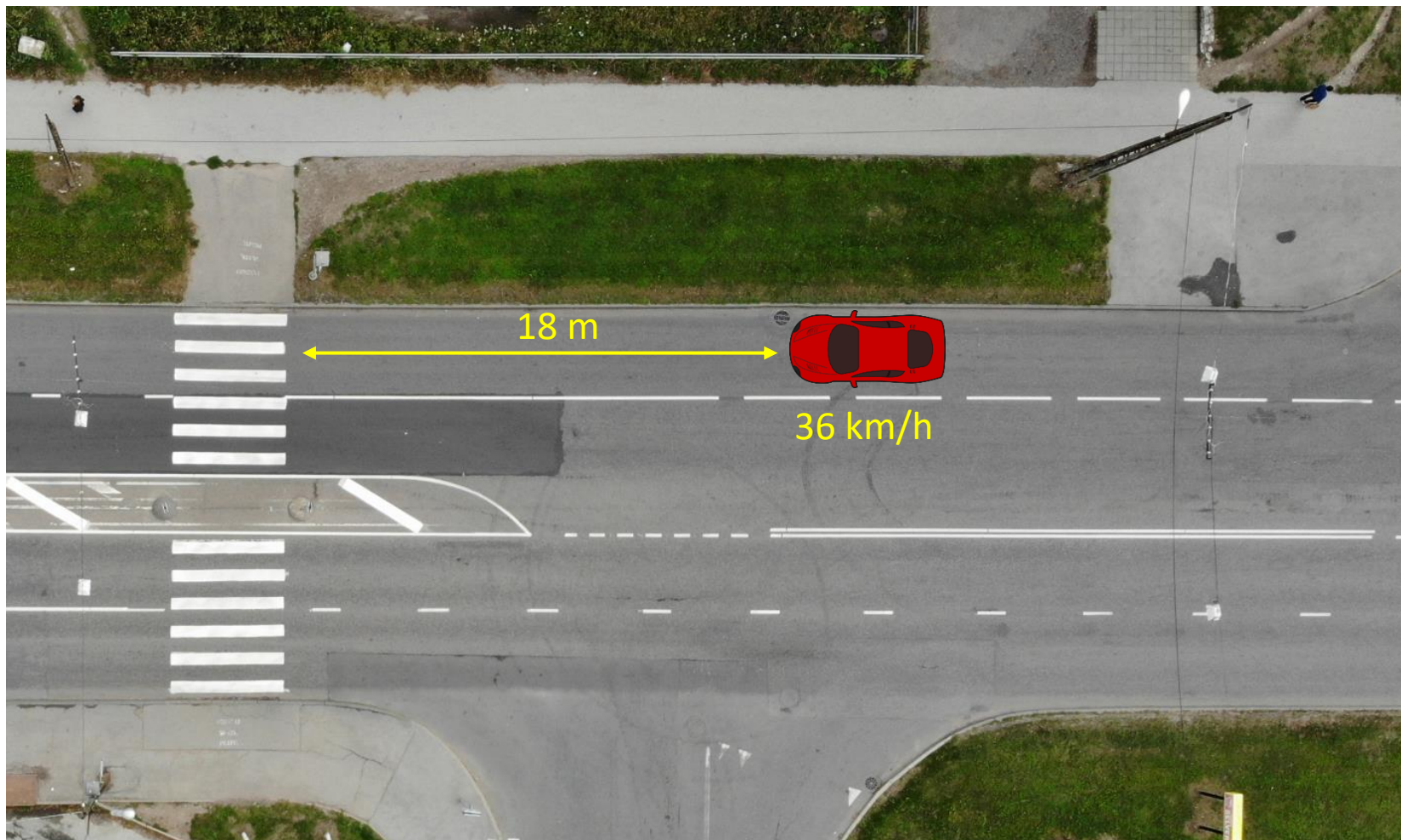
Type 1 conflict

Vehicle speed = 36.4 km/h

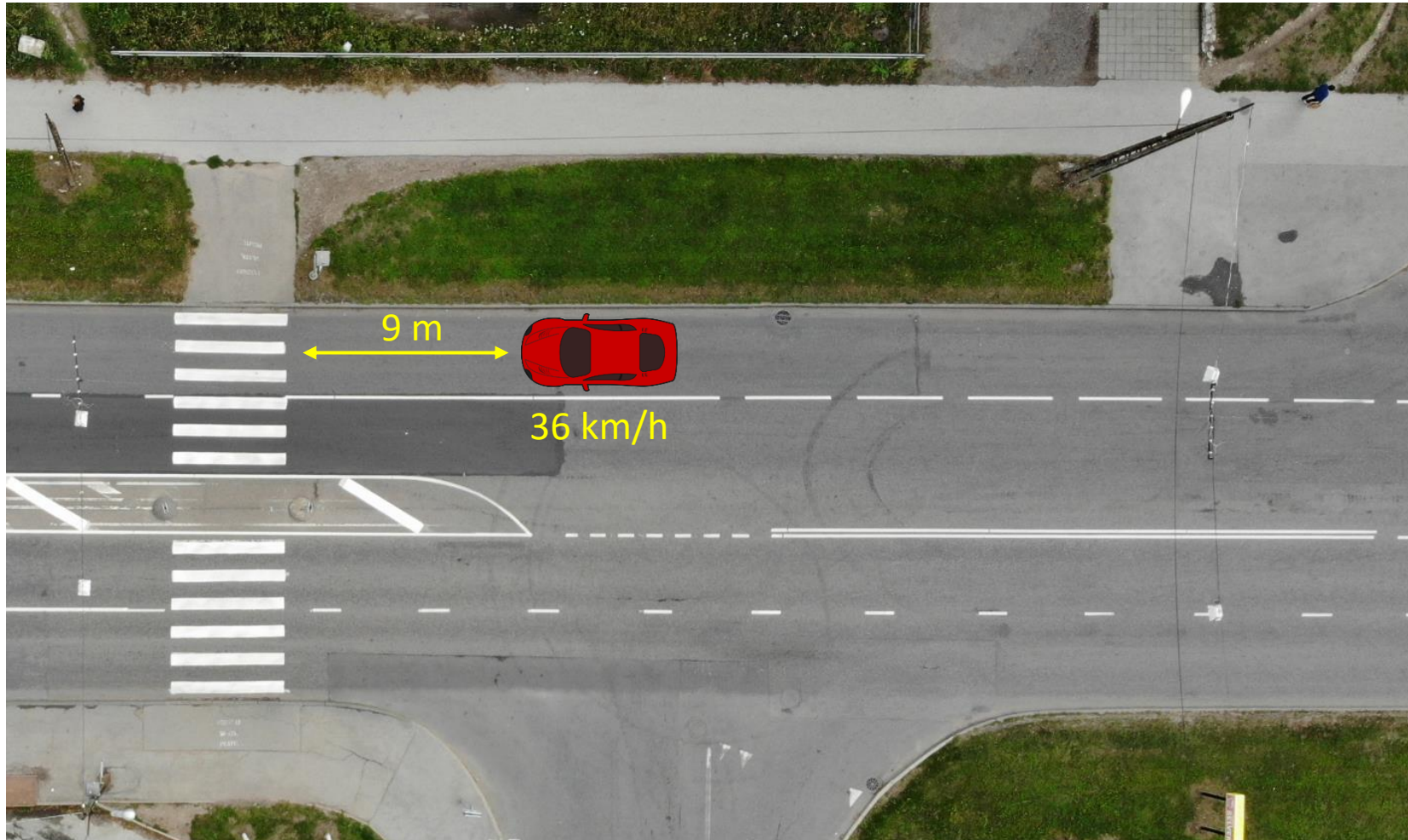
Pedestrian speed = 7.9 km/h

TTC min = 0.6 sec

VIIMANE HETK AUTOJUHI HOIATAMISEKS



VIIMANE HETK SÕIDUKI HOIATAMISEKS





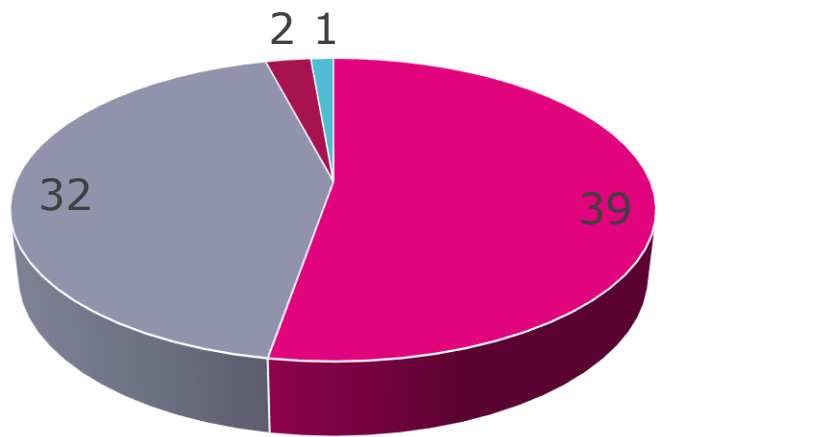
Type 2 conflict
Vehicle speed = 57.6 km/h
Pedestrian speed = 5.4 km/h
T2_{min} = 1.24 sec



Type 3 conflict
Vehicle speed = 41.4 km/h
Pedestrian speed = 6.5 km/h
 $T2_{\min} = 0.27 \text{ sec}$

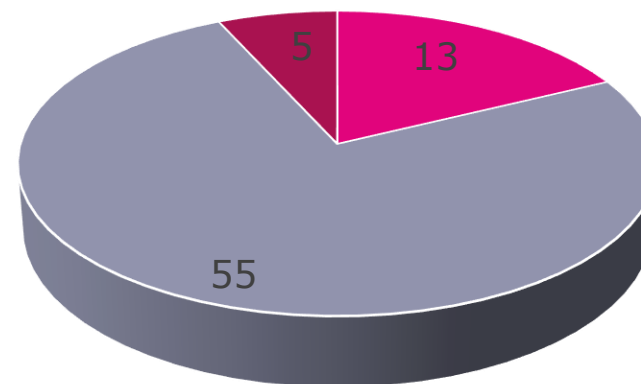
KUIDAS LIIKLEJAD OHUOLUKORRALE REAGEERIVAD?

Sõidukijuhid



- No reaction
- Turn away
- Decelerate
- Turn and accelerate

Jalakäijad



- No reaction
- Decelerate
- Accelerate



035km/h N58.3570 E25.5837

000000000 PRESTIGE

TULEMUSED

- Nutikas ülekäigurada hoiaks ära tüüpõnnetused, kus süsteem saadaks hoiatussignaali autole, mis on varustatud autonoomse hädapidurdussüsteemiga (AEB)
- Hoiatades juhte on süsteemil tugev potentsiaal, kuid nutika ülekäiguraja tõhusus sõltub hoiatusmärguannete efektiivsusest
- Sõiduki jalakäijate tuvastussüsteem ei asenda nutikat ülekäigurada



HÄDAVAJALIKUD SÜSTEEMI OMADUSED

- Nii sõidukijuhtide kui ka sõidukite hoiatamine
- Võimaliku kiirenduse ja trajektoori muutuse prognoosimine
- Nii vähe kui võimalik vale-positiivseid hoiatusi
- Peatamisteedekonna korrektseks arvutamiseks peab „teadma“ sõidutee haardetegurit



JÄRELDUSED

Põhijäreldus seisneb selles, et nutikas ülekäigurada on lubav lahendus jalakäijate ohutuse parandamiseks. Mõistlik on jätkata nutikate ülekäiguradade arendamist ja varustada uusi mootorsõidukeid moodulitega, mis võimaldavad vastu võtma C-ITS-signaale.



KUI ON SOOVI LUGEDA DOKTORITÖÖST LÄHEMALT

Eestlase doktoritöö targast “sebrast” töötab murrangut liiklusohutuses



Geenius

21.06.2022 kell 13:51

f Jaga Facebookis

✉ Saada e-kirjaga

Veel ▼



Nutikas ülekäigurada annab sõidukijuhile märku, kui inimene läheneb ülekäigurajale Foto:Shutterstock

<https://digi.geenius.ee/blogi/tuleviku-linn/eestlase-dokoritoo-targast-sebrast-tootab-murrangut-liiklusohutuses/>

**TAL
TECH**

TÄNAN TÄHELEPANU EEST!