

2009

INSENERIBÜROO STRATUM

Erinevate teeületusvõimaluste rakendamise võimalikkuse uuring

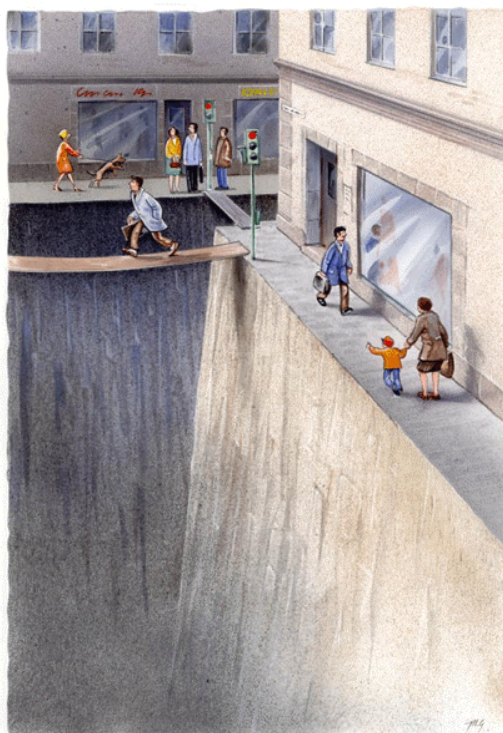
ARUANNE



INSENERIBÜROO STRATUM

Erinevate teeületusvõimaluste rakendamise võimalikkuse uuring

ARUANNE



TALLINN 2009

SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
1. STATISTILINE ÜLEVAADE.....	5
1.1. Kus jalakäijaõnnetused toimuvad?	7
1.2. Millal jalakäijaõnnetused toimuvad?	9
1.3. Jalakäijaõnnetuste ohvrid.....	11
2. JALAKÄIJATE OHUTUST MÕJUTAVAD TEGURID	13
2.1. Kui ohutu on olla jalakäija?	13
2.2. Jalakäijate ohutust mõjutavad riskitegurid	14
3. JALAKÄIJAST TINGITUD RISKITEGURID.....	16
4. SÕIDUKITEST JA JUHTIDEST TINGITUD RISKITEGURID	17
4.1. Liiklussagedus.....	17
4.2. Kokkupõrkekiirus	18
4.3. Erinevate liikumisviiside osakaal liikluses	20
4.4. Sõidukijuhi eksimused	20
5. FÜÜSILISEST KESKKONNAST TULENEVAD RISKITEGURID.....	21
5.1. Teeliik ja asukoht	21
5.2. Ühesuunaline vs kahe suunaline	21
5.3. Ristmik vs lüli.....	22
5.4. Nähtavus.....	22
5.5. Sõiduradade arv	22
5.6. Sõidutee laius	23
5.7. Pöörderaadius.....	23
5.8. Kõnniteed/teeperved.....	23
5.9. Ohutussaad/eraldusribad tee keskel	24
5.10. Keskkonnast tulenevad riskitegurid.....	25
6. ERINEVATE TEEÜLETUSVÕIMALUSTE OHUTUS.....	27
6.1. Reguleerimata ülekäigurajad vs ületuskohad	29
6.2. Fooriga reguleeritud ülekäigurada	32
7. NÄITEID JUHENDI KASUTAMISEST	34
7.1. Ületuskoha rajamine - Bioloogia bussipeatus maantee nr 8 ja 11401 ristmikul	34
7.2. Ületuskoha rajamine - maantee nr 4 (km 111-112) Ares	37

SISSEJUHATUS

Liiklusseaduse (RT I 2001, 3, 6) § 45 lg 1 kohaselt on liikluse korraldamise eesmärk tagada häireteta, sujuv, võimalikult kiire, ohutu ja keskkonda minimaalselt kahjustav liiklus. Inimliku eksimuse minimeerimiseks ja õnnetusjuhtumite ärahoidmiseks tuleb füüsilise liikluskeskkonna kujundamisel liiklusmärkide, teemärgiste, fooride, piirete ja muude liikluskorraldusvahenditega kehtestada üheselt mõistetav liiklemise kord ja tagada sätestatud nõuetest kinnipidamine. Seega on liikluskorraldusega igapäevaselt tegelevatel inimestel väga suur vastutus liikluskeskkonna ohutuse tagamisel eeldades muuhulgas ka võimet prognoosida erinevate planeeritavate tegevuste mõju nii liiklejate käitumisele kui ka liiklusolukorrale tervikuna.

Jalakäijate kui vähemkaitstud liiklejate grupi problemaatika on ohutu liikluskorralduse seisukohalt üks kesksemaid küsimusi. Üha keerulisemaks muutuv as olukorraldus, kus liiklussagedused suurenevad ning orienteerumine kehtestatud liiklemise korras kujuneb raskemaks, muutub liiklejate, sealhulgas jalakäijate abistamise vajadus erinevates liiklussituatsioonides õigete otsuste langetamisel üha olulisemaks.

Niisi tuleb planeerijatel ja liikluskorraldajatel ühelt poolt mõelda liiklejate mugavusele – eelkõige ülekäikude teenindustasemele jalakäijate seisukohalt, teisalt aga maksimaalset ohutust tagavate meetmete rakendamisele, mis vähendaks jalakäijate ja mootorsõidukite liikumisteede lõikumisel tekkivaid ohte.

Uurimused on näidanud, et jalakäija vigastuste risk suureneb koos mitmete teguritega, mis on seotud liikluskeskkonnaga, sh:

- Autoliikluse suur kiirus;
- Puudused infrastruktuuris, näiteks teeületuseks mõeldud rajatiste osas;
- Jalakäijate teeületusvõimaluste raskused, näiteks suurest liiklussagedusest tulenev ohutute tühimike puudumine liiklusvoos;
- Ohutsoonis viibimise kestvus, näiteks sõiduradade arv, mida tuleb ületada;
- Liikluslahenduse keerukus ja ettearvamatus, eriti ristmikel;
- Liiklusviiside ebapiisav eraldatus;
- Halb nähtavus.

Lisaks konkreetsetest situatsioonidest sõltuvatele teguritele eksisteerivad üldised reeglid, mida liiklejad peavad järgima. Samas tuleb tõdeda, et enamus erinevaid regulatsioone ja piiranguid on suunatud pigem mootorsõidukite liikumise piiramisele ning jalakäijatele on tavaliselt jätud suurem käitumisvabadus. Kuna jalakäijatel on suuremad valikuvõimalused, on ka nende käitumine sageli ettearvamatum. Norra liiklusohutuse spetsialist Truls Vaa (Vaa 2006) toob välja teisegi iseärasuse võrreldes mootorsõidukijuhtidega- jalakäijaks saab hakata igaüks ilma eelnevate liiklusalaste teadmiste kontrollita, mistõttu on see liiklejate rühm ka kõige mitmekesisem nii oma teadmistelt, liiklussüsteemi mõistmiselt, kogemustelt, kompetentsilt, riski tajumiselt ja muudelt võimetelt.

Mitmedki viimased arengud liikluskorralduse lahenduste ja –tehnoloogia vallas võivad aidata parandada jalakäijate ohutust ja juurdepääsetavust lahendades ülekäikudega seotud

spetsiifilisi probleeme. Siiski on erinevate lahenduste efektiivsuse kohta avaldatud seni suhteliselt vähe uurimusi.

Antud uurimus teostati kahe etapina: esiteks keskendusime olemasoleva kirjanduse (varasemad erialased uurimused) läbitöötamisele. Töö teises etapis töötasime välja meetoodika sobiva ülekäigulahenduse valikuks.

Samas tuleb silmas pidada, et välja töötatud juhend on vaid üldine soovitus jalakäijate ülekäikude lahenduse koostamiseks nii reguleeritud kui reguleerimata asukohtades. Igal üksikjuhtumil peab planeerija ja liikluskorraldaja lähtuma ka isiklikust kogemusest, teadmistest ja arvamusest konkreetse otsuse langetamisel.

1. STATISTILINE ÜLEVAADE

Eesti liiklusohutusalase tegevuse raamdokumendiks on alates 2003.aastast Rahvuslik Liiklusohutusprogramm, mille põhieesmärgiks on vähendada liikluses hukkunute arvu 10-15 võrra aastas ja jõuda 2015.a. selleni, et liiklussurmade arv ei oleks suurem kui 100. Kuigi vahepealsed aastad ei ole toonud kaasa liiklussurmade stabiilset vähenemist, on siiski 2008.a. jõutud tasemeni, kus liikluses hukkus 132 inimest (2002.a. oli hukkunuid 223).

Liiklusõnnetused, millega kaasnevad inimkannatanud (hukkunud või vigastused) saab jagada üldjoontes kolme suuremasse gruppi: sõidukite otsasõidud jalakäijatele ja jalgratturitele, niinimetatud ühesõidukiõnnetused ja sõidukite omavahelised kokkupõrked. Muud liiklusõnnetused moodustavad üldises õnnetuste statistikas väikse osa.

Alljärgnevalt on analüüsitud viimastel aastatel asetleidnud jalakäijatega seotud liiklusõnnetusi Eestis, võttes arvesse õnnetuse toimumiskohti, –aega ning õnnetuses osalenud jalakäijate andmeid.

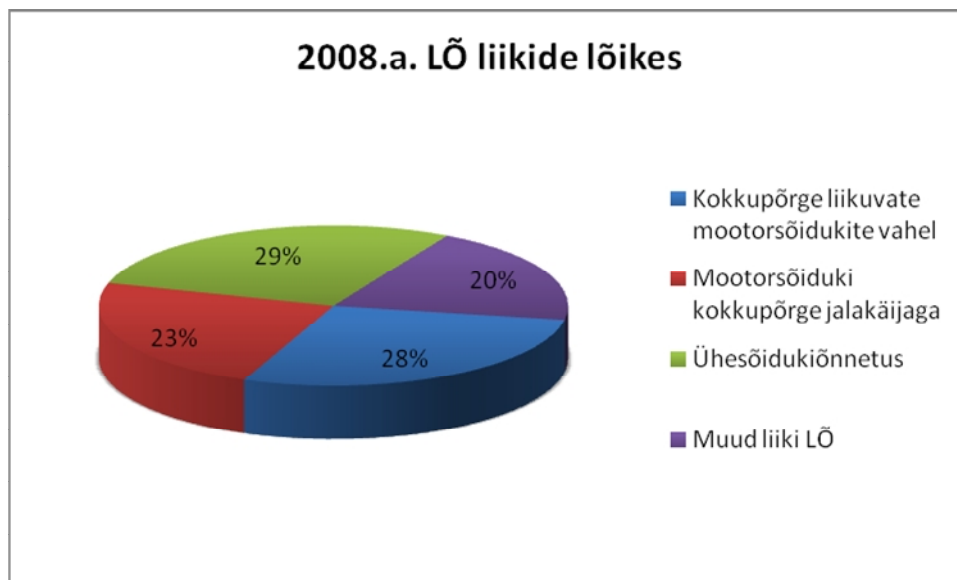
Jalakäija liiklusõnnetusse sattumise võimalus sõltub põhimõtteliselt kahest asjaolust:

- esiteks peab tekkima olukord, kus sõiduki ja jalakäija liikumistrajektorid ristuvad;
- teiseks peab tekkima olukord, kus eesõigust mitte omav liikleja, tegelikult kehtivat liikluseeskirja eirates, ei peatu teeandmiseks vaid liigub edasi, mille tulemusena leiab aset liiklusõnnetus.

Viimati kirjeldatud situatsioon võib omakorda sõltuda mitmetest asjaoludest – liikleja võimest olukorda adekvaatselt hinnata, märgata teist liiklejat ning seejärel otsusest- kas pidurdada, peatuda või jätkata liikumist.

Jalakäijaõnnetused moodustavad olulise osa vigastustega lõppenud liiklusõnnetustest. 2008.aastal aset leidnud 1868 inimkannatanuga liiklusõnnetustest olid 23% (436) kokkupõrked jalakäija ja mootorsõiduki vahel. Kuigi võrreldes 2007.aastaga (513) on jalakäijaõnnetuste arv vähenenud, on selliste õnnetuste osakaal kõigist inimvigastustega õnnetustest siiski 2008.aastal suurem kui aasta varem. Eelkõige on jalakäijaõnnetuste

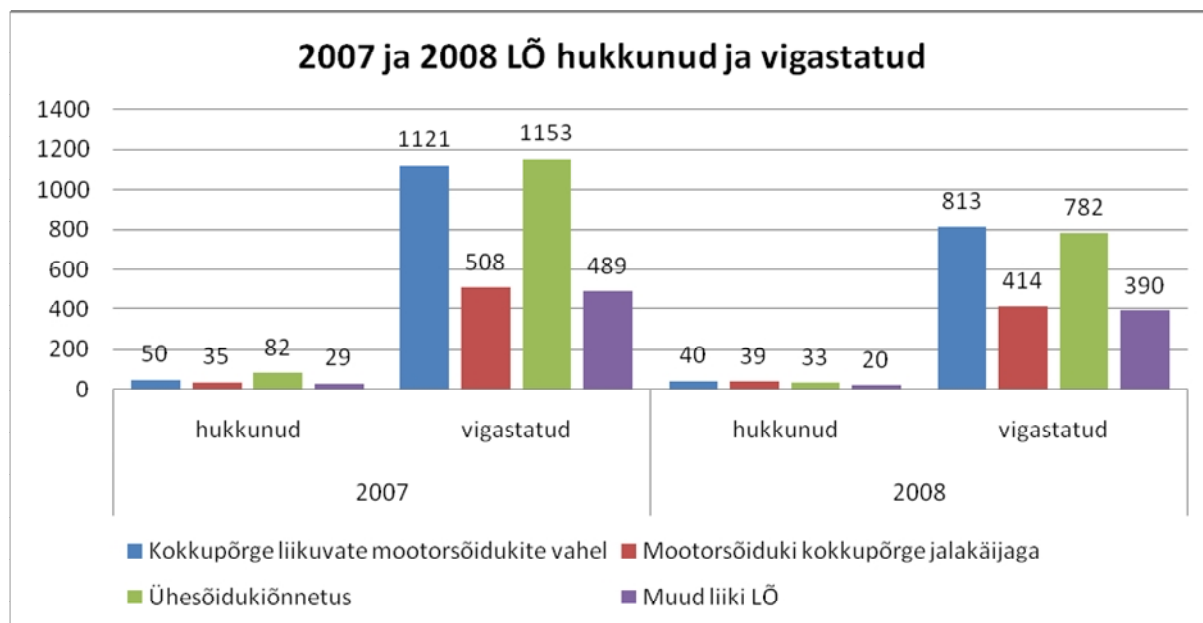
osatähtsuse suurenemine tingitud mootorsõidukite omavaheliste kokkupõrgete ja ühesõidukiõnnetuste oluliselt suuremast vähenemisest.



Joonis 1. Liiklusõnnetuste jaotus liikide lõikes 2008.a. (Allikas: Maanteeamet)

See, et 2008.a. oli liiklusohutuses oluliselt parem olukord, kui 2007.aastal, nõuaks küll põhjalikumalt spetsiaalset analüüsi, kuid on ilmselt suurel määral selgitatav liiklusjärelvalve tõhustumise, liiklussageduste languse ja mõneti ka liiklejate liikluskultuuri paranemisega (nt on vähenenud joobes juhtide poolt põhjustatud õnnetuste arv).

Liiklusõnnetuste arvust veelgi olulisemad on nende tagajärjed. Hoolimata vähenenud liiklusõnnetuste üldarvust, on jalakäijaõnnetused ainuke õnnetuste liik, mille puhul võrreldes 2007.aastaga hukkunute arv on aastaga tõusnud.

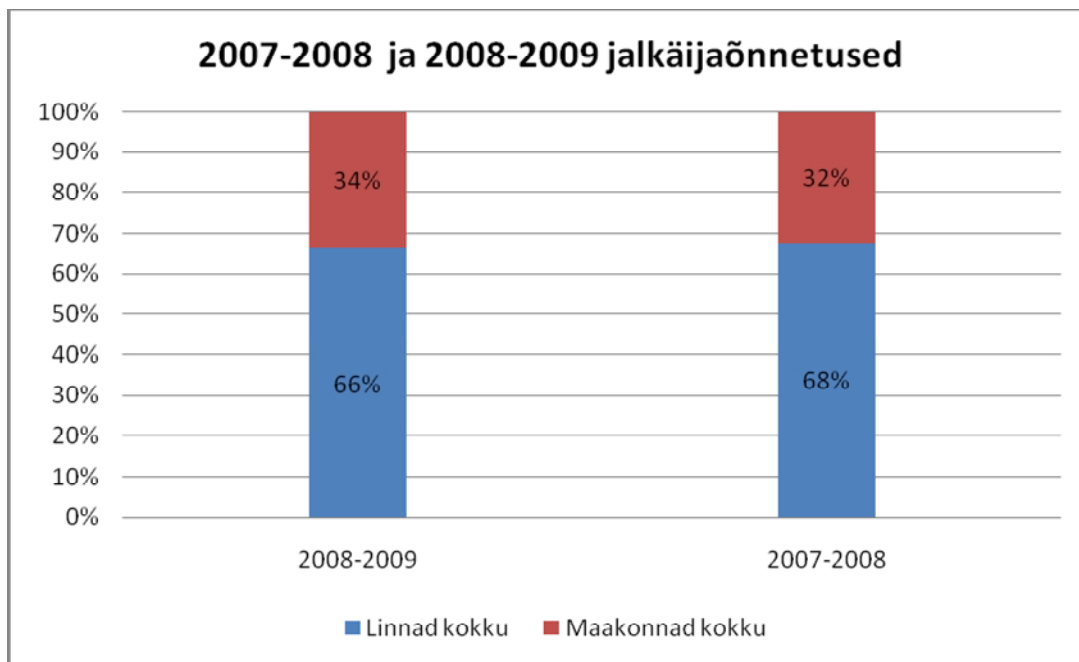


Joonis 2. Vigastatute ja hukkunutega liiklusõnnetuste jaotus liikide lõikes 2007 ja 2008.a.
(Allikas: Maanteeamet)

1.1. Kus jalakäijaõnnetused toimuvad?

Kuigi tavapäraselt toimub suurem osa **jalakäijatele otsasõitudest** sõidutee ületamisel, on Eestis viimastel aastatel saagenud juhtumid, kus jalakäija satub mootorsõidukiga konflikti parklas, bensiinjaamas või õuealal manööverdava autoga, samuti kergliiklusteel või kõnniteel liikuva jalgrattaga või mopeediga. Selliste õnnetuste osatähtsus, kus kannatada saanud jalakäija ei olnud õnnetuse hetkel otseselt sõiduteed ületamas, on kasvanud juba pea 40%-ni jalakäijatega toimunud õnnetustest. Ka 13st 2009. aastal 9 kuu jooksul elu kaotanud jalakäijast ületasid vaid 6 sõiduteed, neist 5 tegi seda väljaspool ülekäiguradu, 2 jalakäijat hukkus õuealal, 1 kõnniteel, 3 aga sõiduteel viibides (sealhulgas 1 seistes teepeenral, 1 jalakäija oli jäänud teele magama, 1 istus teel) ja 1 sai surmavaid vigastusi trolli sulguvate uste vahele hüpates.

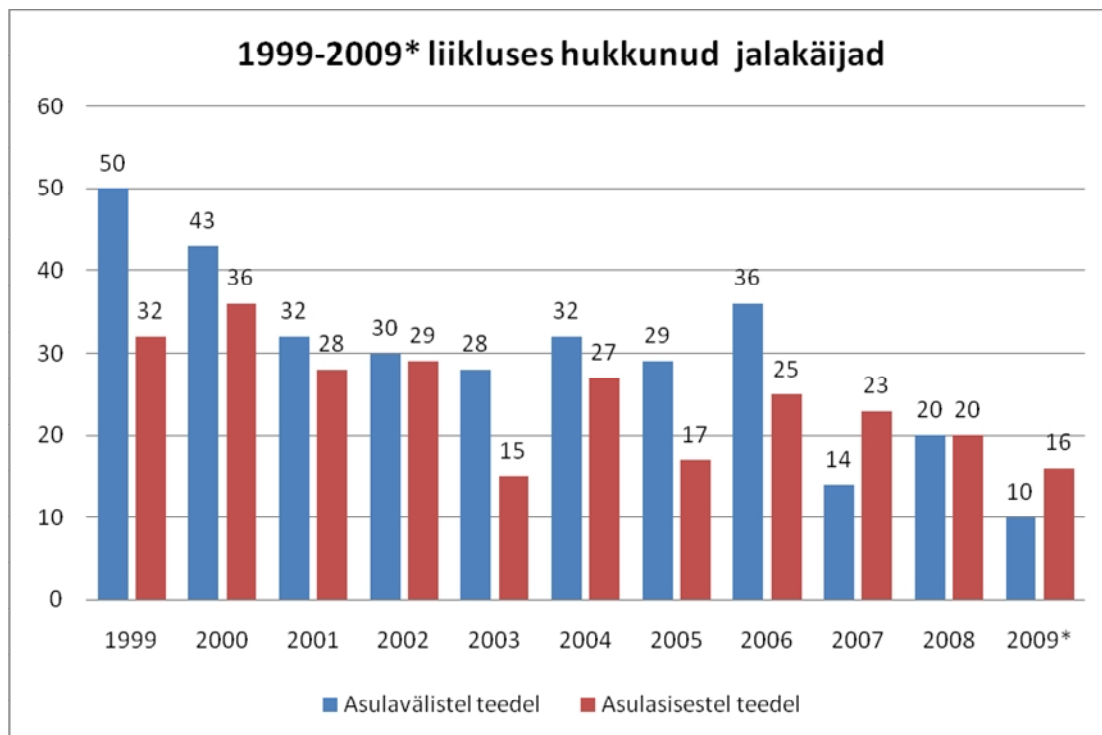
Kokkupõrked mootorsõidukite ja jalakäijate vahel leiavad suurema sagedusega aset linnalistes piirkondades, kus jalakäijaid on rohkem ja mootorsõidukite liiklussagedused suuremad. Kui võrrelda perioode oktoober 2007- september 2008 ning sama perioodi aastatel 2008-2009, siis üle 60% jalakäijaõnnetustest toimus Eestis suuremates linnades (Tallinn, Tartu, Kohtla-Järve, Pärnu ja Narva) ja vaid kolmandik ülejäänud piirkondades.



Joonis 3. Jalakäijaõnnetuste jaotus toimumiskoha lõikes 2007-2008 ja 2008-2009. (Allikas: Maanteeamet)

Kui aga analüüsida kõige raskemate tagajärgedega liiklusõnnetusi, kus jalakäija kokkupõrke tulemusel hukkus, siis on asulavälises piirkonnas mootorsõidukiga kokkupõrkel jalakäija hukkumise tõenäosus oluliselt suurem. See ka mujal maailmas üldiselt täheldatav asjaolu on tingitud eelkõige maantee suurematest sõidukiirustest, samuti on valgustingimused pimedal ajal asulaväliselt enamasti oluliselt halvemad kui asulates.

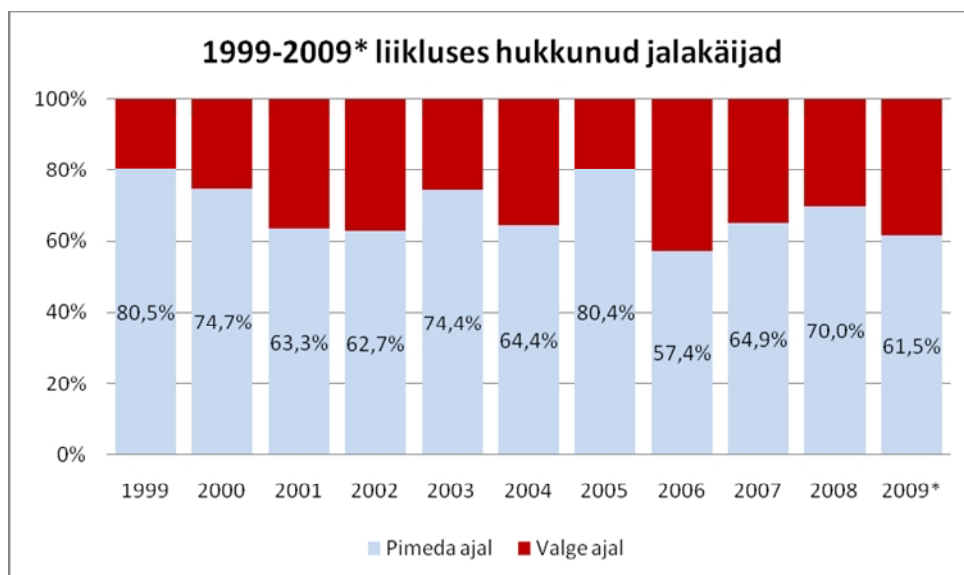
Aastatel 1999-2009* (2009.a. andmed on ajaperiood 2008.a. oktoober - 2009.a. september) on siiski täheldatav nii asulavälistel kui asulasisestel teedel liiklusõnnetuses hukkunud jalakäijate arvu oluline langus.



Joonis 4. Liikluses hukkunud jalakäijate arvu muutus liiklusõnnetuse asukoha lõikes 1999-2009. (Allikas: Maanteeamet)

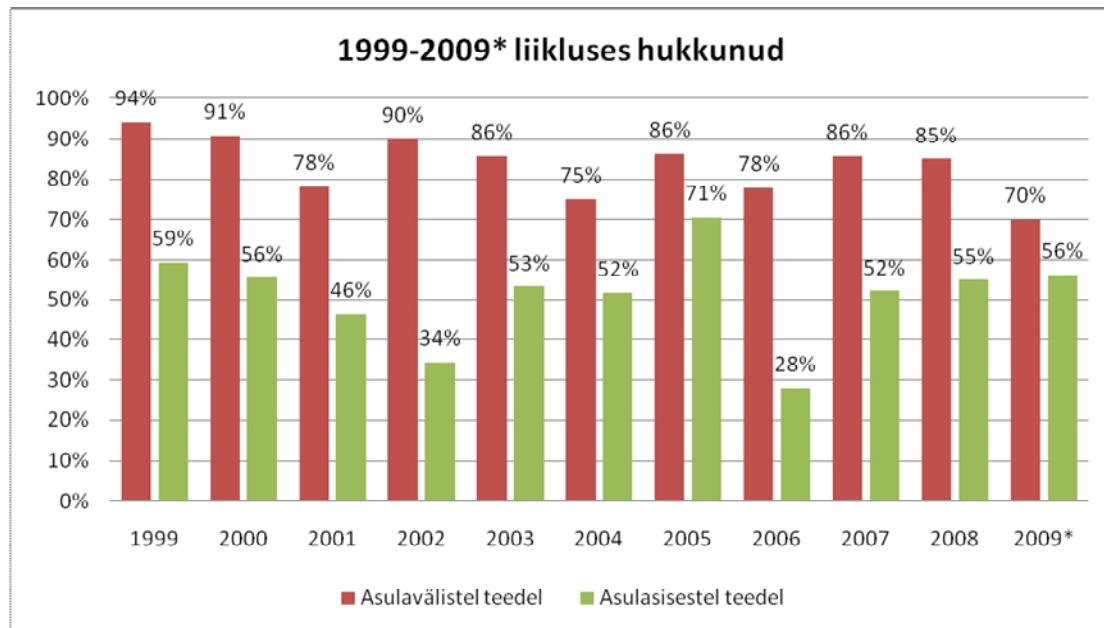
1.2. Millal jalakäijaõnnetused toimuvad?

Enamus liiklusõnnetusi, milles jalakäija hukkus, leidis aset pimedal ajal, kus jalakäijate õigeaegne märkamine on raskendatud ja seetõttu ka ohu tekkimisel reageerimiseks jääv aeg lühem.



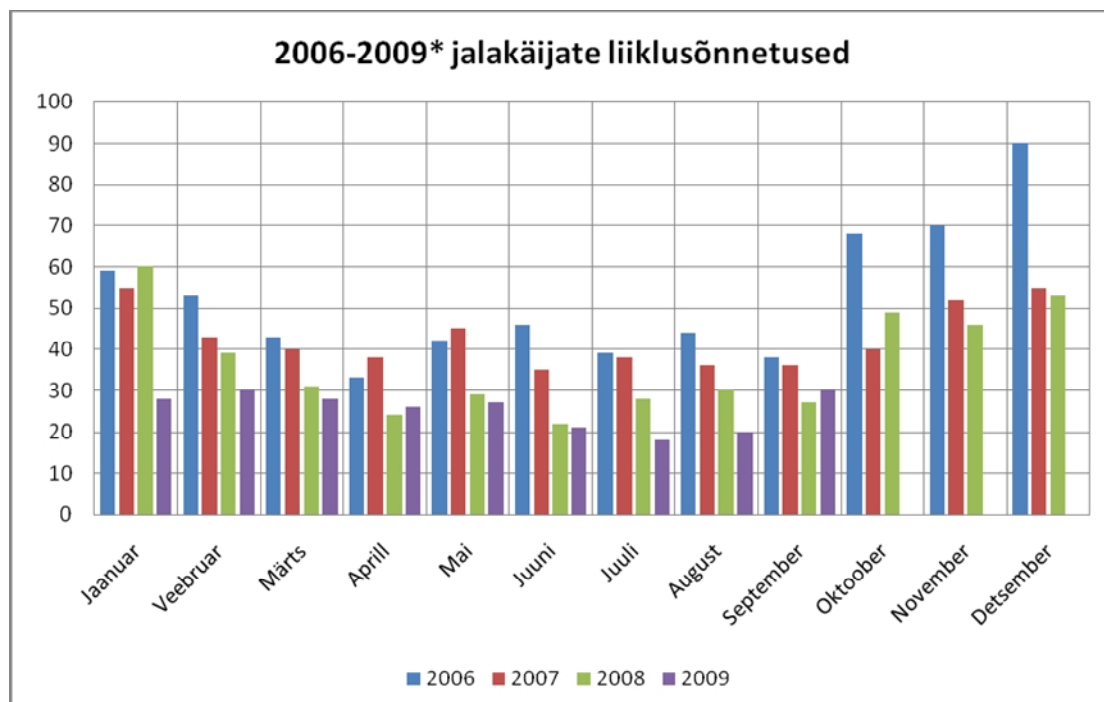
Joonis 5. Surmaga lõppenud jalakäijaõnnetused toimumisaja lõikes 1999-2009 (Allikas: Maanteeamet)

Kui aga vaadata andmeid õnnetuse asukoha kontekstis, siis on pimedal ajal juhtunud fataalsete tagajärgedega jalakäijaõnnetused iseloomulikud just asulavälistel teedel, seevastu asulates on looduslikel valgustingimustel vähemtähtis roll.



Joonis 6. Surmaga lõppenud jalakäijaõnnetused toimumisaja ja – koha lõikes 1999-2009
(Allikas: Maanteeamet)

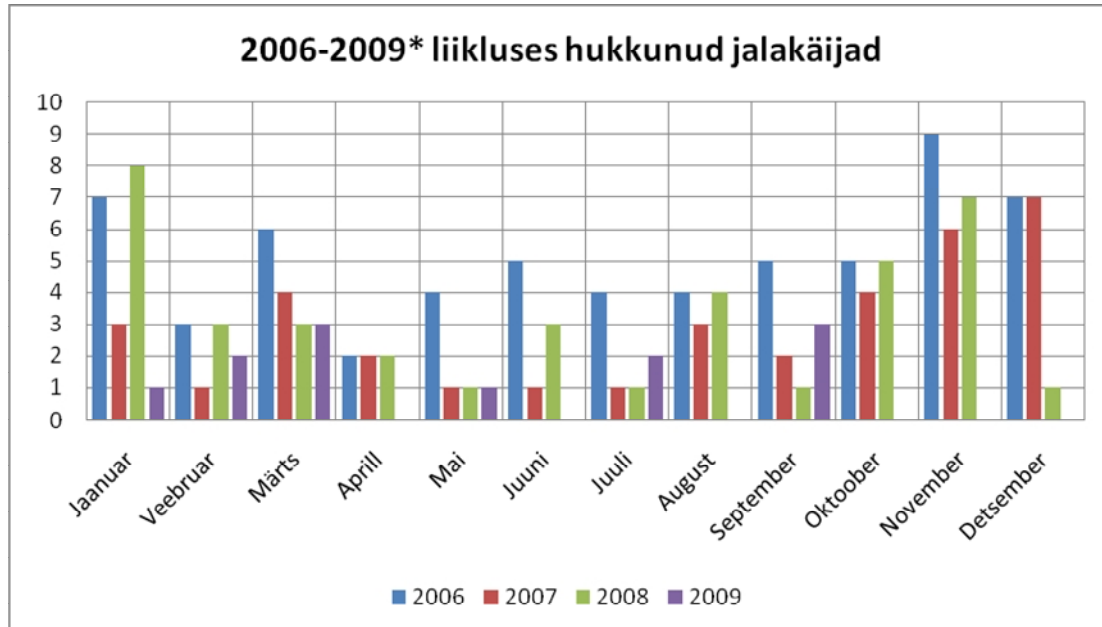
Kõige sagedasemad kokkupõrked jalakäija ja mootorsõidukite vahel leiavad aset sügis- ja talvekuudel oktoobrist-jaanuarini. Suvekuudel jalakäijaõnnetuste arv oluliselt väheneb.



Joonis 7. Jalakäijate ja mootorsõidukite kokkupõrked kuude ja aastate lõikes 2006-2009
(Allikas: Maanteeamet)

Jalakäija hukkmisega lõppenud õnnetuste jaotumine aastaaegade lõikes on küll sarnane õnnetuste toimumise jaotusega, kuna aga sellised õnnetused ei ole õnneks väga sagedased, siis on ka kõikumised aastate ja kuude lõikes suuremad.

2009.a. 9 kuu andmete põhjal olid võrreldes varasemate aastatega positiivsed jaanuar, juuni ja august, samas kui juulis ja septembris ületas hukkunute arv 2008.a. vastavate kuude näitajaid.

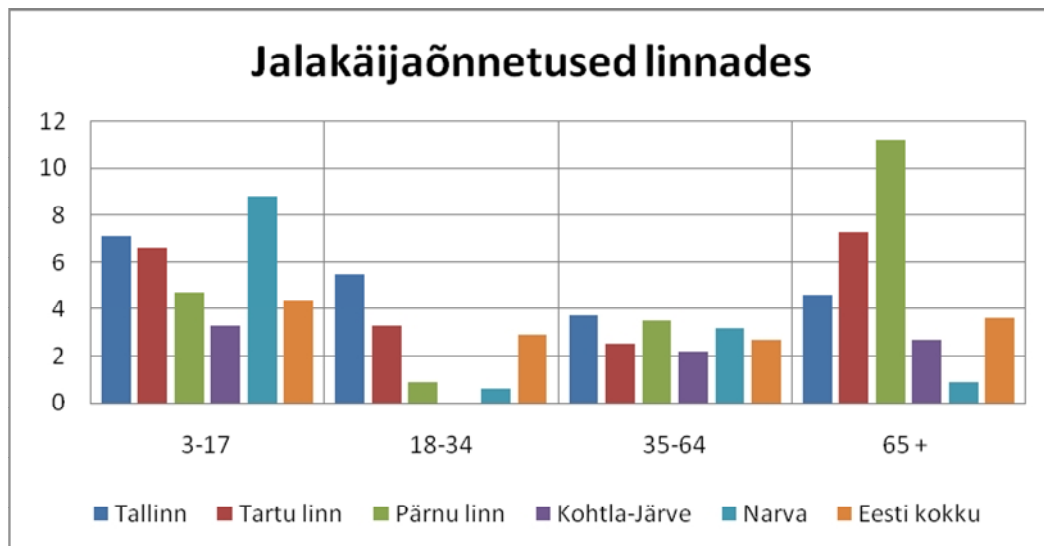


Joonis 8. Jalakäijate hukkmisega lõppenud liiklusõnnetuste jaotus kuude ja aastate lõikes 2006-2009 (Allikas: Maanteeamet)

1.3. Jalakäijaõnnetuste ohvrid

Nagu eelpool mainitud, leiab kõige rohkem jalakäijaõnnetusi aset just suuremates linnades. Võttes aluseks viie Eesti suurema linna jalakäijaõnnetustesse sattunud jalakäijad 10 000 vastavas eas elaniku kohta viimase 12 kuu jooksul, võib märgata, et Narvas ja Tallinnas satuvad õnnetusse pigem alaealised jalakäijad, Tartus ja eriti Pärnus on suurima riskiga grupiks eakad jalakäijad, vanuses 65 aastat ja enam. Kohtla-Järvel on alaealiste ja eakate õnnetusse sattumise osakaal võrreldes rahvastiku üldise vanusjaotusega suhteliselt sarnane.

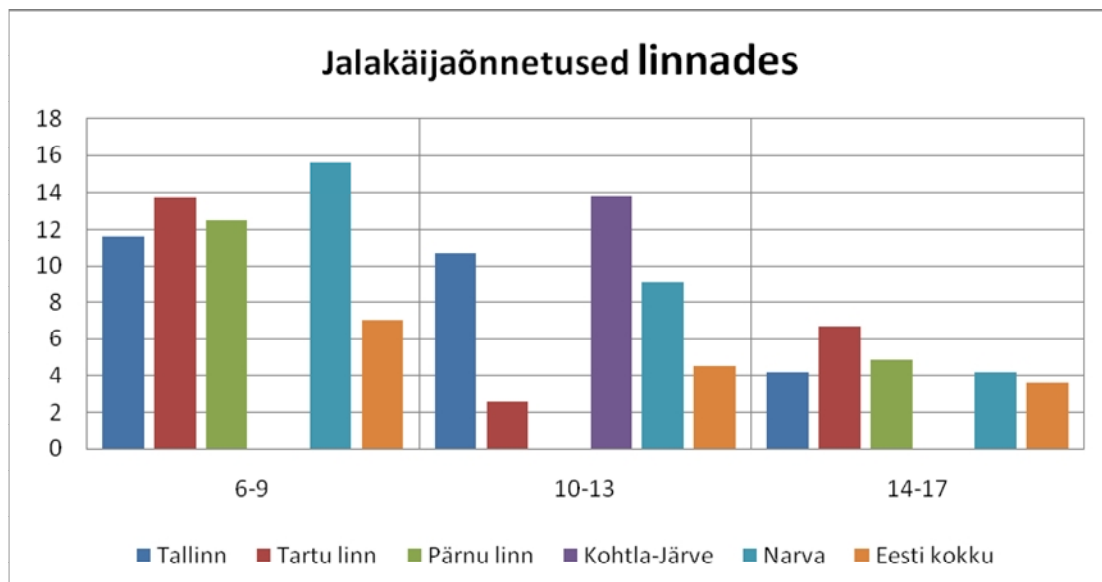
Eestis üldiselt on samuti jalakäijate seas riskigruppideks alaealised ning eakad (65 ja vanemad), seejuures on laste liiklusõnnetusse sattumise tõenäosus Eestis mõnevõrra suurem.



Joonis 9. Suuremates linnades jalakäijaõnnetustesse sattunud jalakäijad vanusgruppide lõikes 2008.a.
(Allikas: Maanteeamet)

Kuna väikelaste puhul märgitakse statistikas jalakäijaks ka lapsed lapsevankris või kelgul, ei saa neid võrrelda teiste jalakäijatega, mistõttu alaealiste jalakäijate õnnetusse sattumisel saame vaadelda lapsi alates 6-eluaastast.

Vaadeldes nii linnades kui ka üldiselt Eestis alaealiste laste õnnetuste statistikat, siis on selgelt täheldatav trend, et mida noorem on laps, seda suurem on ka liiklusõnnetusse sattumise oht. Kuigi lapsed võivad liikluses olla tähelepanematud ja käituda ettearvamatult, siis ometi ligi pooled lastega juhtuvatest jalakäijaõnnetused on põhjustatud just sõidukijuhi väärast käitumisest.

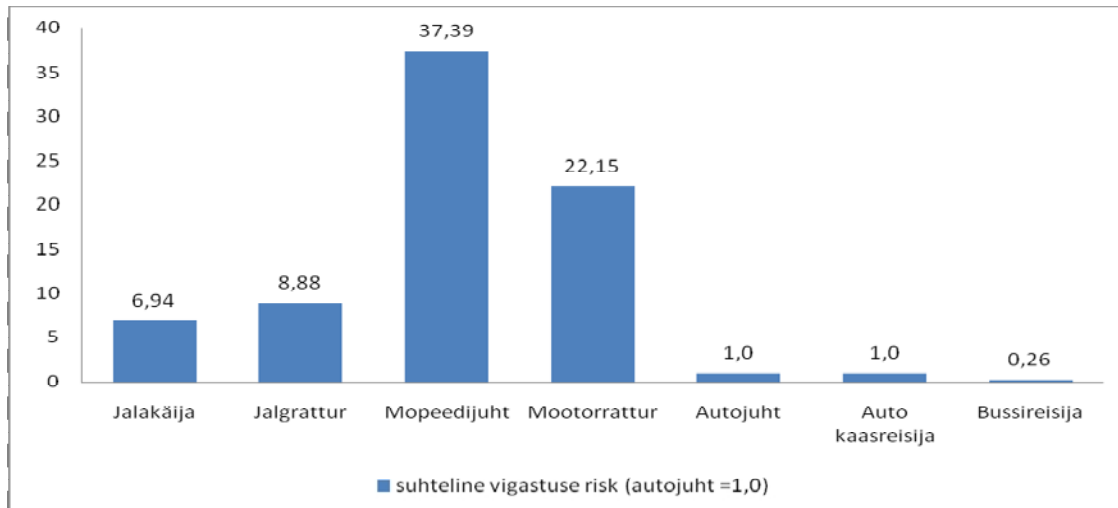


Joonis 10. Suuremates linnades jalakäijaõnnetustesse sattunud lapsed vanusgruppide lõikes 2008.a.
(Allikas; Maanteeamet)

2. JALAKÄIJATE OHUTUST MÕJUTAVAD TEGURID

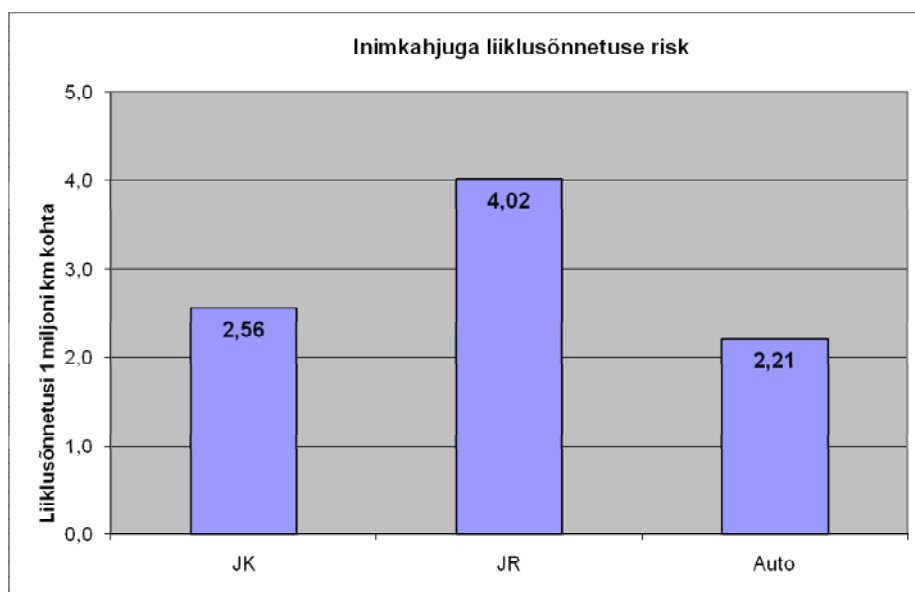
2.1. Kui ohutu on olla jalakäija?

Erinevates riikides (Taani, 2001; Saksamaa, 1990, 1996; Suurbritannia, 1992; Hollandi, 1993; Norra, 2000; Rootsi, 2002) on võrreldud erinevate liikumisviiside kasutajate liiklusõnnetustes saadud vigastuste arvu vastava liikumisviisiga tehtava liikumishulga näitaja suhtena. Suhtelise vigastuste taseme arvutamiseks on autojuhtide vigastuse tase võrdsustatud 1,0. Joonisel on välja toodud eelpoolnimetatud riikide keskmine näitaja.



Joonis 11. Liiklejate suhteline vigastuse risk (autojuht=1,0). (Allikas: Elvik & Vaa, 2004)

2008.aastal uuriti ka erinevate liikumisviiside liiklusõnnetuse riski tartu linnas toimunud liiklusõnnetuste andmete ja liikumisuuringu materjalide põhjal (Antov, 2008). Selle uuringu põhjal on suurima liiklusõnnetuse riskiga liikumisviisiks (väljendatuna liiklusõnnetuste arvus 1 miljoni läbitud kilomeetri kohta) jalgrattaliiklus, millele järgneb jalgsikäik. Samas on ühe kilomeetri läbimine jalgsi liikudes Tartu linnas ligi 16% ohtlikum kui autoga liikudes.



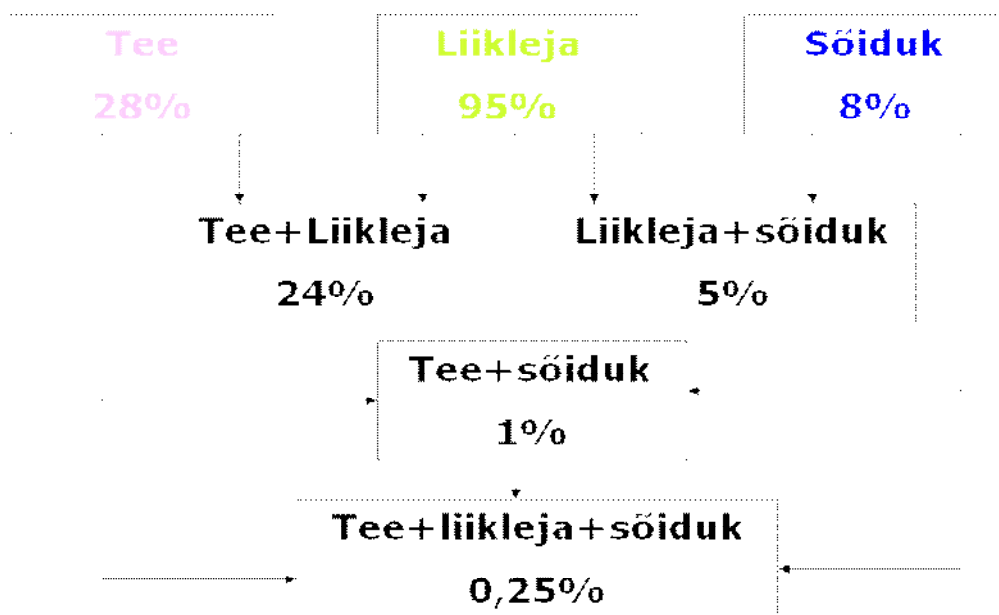
Joonis 122. Liiklemisviiside vigastuse risk Tartus 2007.a. (Allikas: Antov et al, 2008)

Uuringutest tuleneb, et jalakäijatel ja jalgratturitel on väga suur vigastuste oht ühe liigutud kilomeetri kohta. Põhjused, miks jalakäijate, jalgratturite, mopeedi ja mootorrattajuhtide liikumine liikluses on seotud keskmisest suurema riskiga, on mitmeid. Need põhjused saab jaotada kaheks:

1. tegurid, mis mõjutavad õnnetustesse sattumise tõenäosust
2. tegurid, mis mõjutavad vigastuse raskust, kui liikleja on sattunud õnnetusse

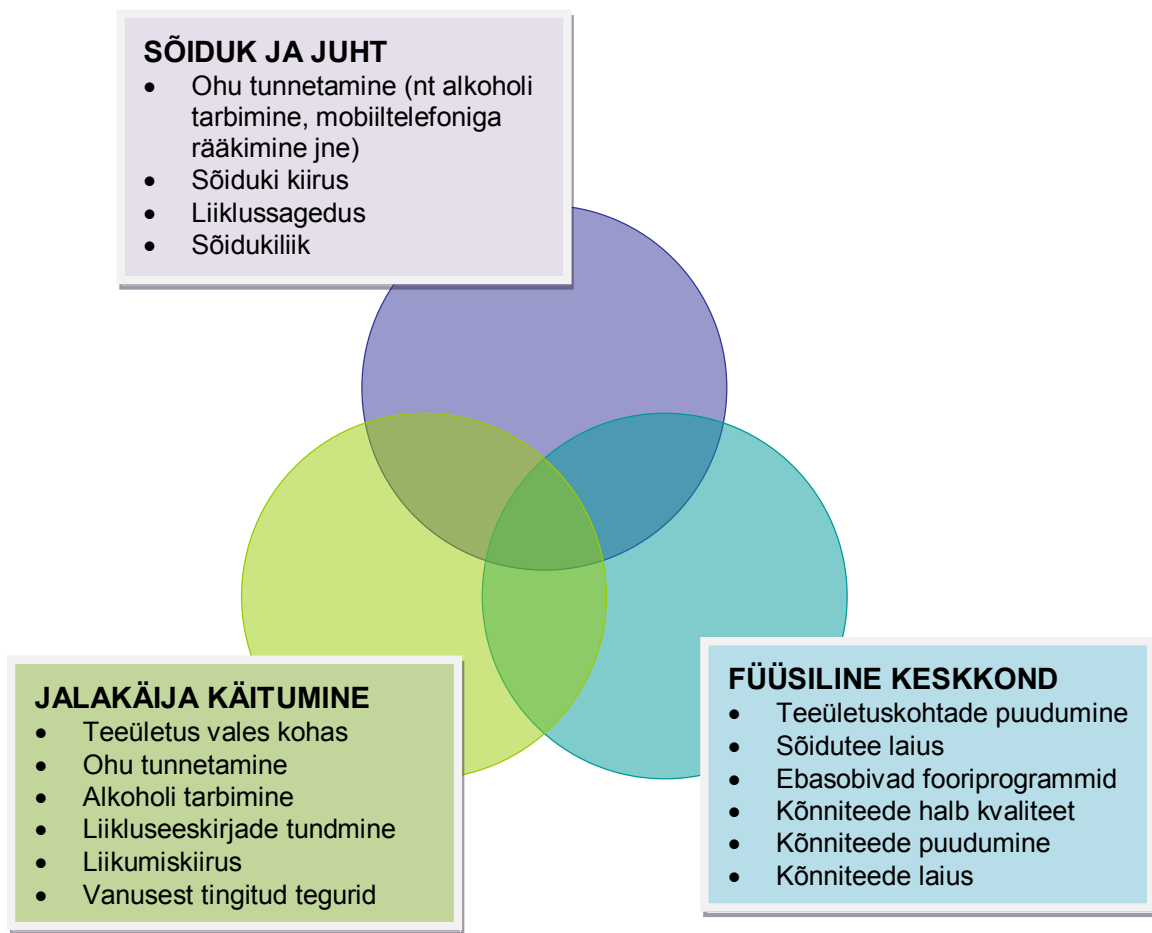
2.2. Jalakäijate ohutust mõjutavad riskitegurid

Liiklusõnnetuste põhjuste teaduslik uurimine sai alguse ca 100 aastat tagasi ning vähemalt sellest ajast alates on püütud leida vastuseid küsimusele: miks õnnetused juhtuvad? Kuigi ühest vastust sellele küsimusele ei ole, on leidnud kinnitust, et õnnetuste toimumisele aitavad kaasa väga erinevad tegurid, sh liikluskeskkonna elemendid (infrastruktuur ja liikluskorraldusvahendid), inimlik eksimus või kehtestatud reeglite eiramine. Mitmete allikate andmetele tuginedes saab väita, et ligi 95% liiklusõnnetuste toimumise peamiseks või kaasnevaks faktoriks on inimfaktor, liikluse infrastruktuuriga kaasnevad faktorid ligi 30% ulatuses, samas kui sõidukite pooltpõhjustatud või mõjutatud faktoreid on alla 10% juhtudest.



Joonis 133. Liiklusõnnetusi põhjustavad faktorid. (Allikas: O’Flaherty, 2006)

Riskiteguriks antud kontekstis peetakse igasugust tegurit, mis suurendab õnnetuste toimumise tõenäosust. Järgnevalt on loetletud levinuimad mootorsõidukite ja jalakäijate kokkupõrgete põhjused, millega kaasnevad inimvigastused



Mitmed uurimuse on kinnitanud, et sõiduki-jalakäija kokkupõrgete põhjustajaks võib olla liikluseeskirju eirav sõidukijuht ja/või jalakäija.

3. JALAKÄIJAST TINGITUD RISKITEGURID

Ametlikel andmetel jalakäijaõnnetuste üheks peapõhjustajaks jalakäijad ise, kes rikuvad liikluseeskirju ja käituvad autojuhtide jaoks ettearvamatult. Suurbritannias läbiviidud uuring jalakäijaõnnetuste põhjuste kohta leidis, et tervel 90%(!) juhtudel oli süüdlaseks just jalakäija ise.

Suur osa jalakäijate poolt põhjustatud õnnetusi leiab aset seetõttu, et jalakäijad liiguvad (jooksevad või astuvad) ootamatult teele, veendumata, kas see on ohutu. Alkoholi või muude ainete mõju muudab samuti jalakäija käitumist pikendades reaktsiooniaega ning mõjutades liikluses tehtavate otsuste kiirust ja adekvaatsust. Teele astumine parkivate sõidukite varjust, kus autojuhil on piiratud nähtavus, teele astumine juhul kui jalakäijal ei ole selleks (ees)õigust (punane tuli, spetsiaalse tähistatud koha puudumine), sõiduteel seismine ja kõndimine ning ettevaatamatus – kõik need faktorid mõjutavad jalakäijate õnnetusrisiki.

Seetõttu tuleb ülekäikude rajamiseks sobivate kohtade ja lahenduste valikul, lisaks erinevate tehniliste lahenduste efektiivsusele, mõista jalakäijate subjektiivseid hoiakuid, eelistusi ning sellest tulenevat käitumist ülekäikudel. Sellega arvestamine soodustab rajatiste hilisema ekspluatatsiooni efektiivsust ja ohutust, rahulolu liikluskorraldusega ja aitab vältida liiklusrikkumisi ning jalakäijate teele astumist juhile ootamatutes kohtades- seega kokkuvõttes liiklusõnnetuse toimumise tõenäosust.

Jalakäijate sõidutee ületamise koha valik sõltub erinevatest teguritest: kaugus ülekäigukohani, teeületuseks läbitav distants, liiklussagedus, samuti inimeste isiklikust eelistusest ületuskoha suhtes (reguleerimata/reguleeritud ülekäigurada, ülekäigukoht).

Uuringud on leidnud, et mida kaugemale jalakäija peab liikuma oma tegelikust (kavandatud) marsruudist, et selleks ette nähtud ülekäiku kasutada, seda vähemtõenäoline on, et ta seda teeb (Fitzpatrick jt., 2006). Juhul, kui vahemaa ülekäiguni, liiklussagedus või teeületuseks vajalik vahemaa (aeg) kasvab, siis väheneb ka tõenäosus, et valitakse ülekäiguks antud koht.

Otseselt jalakäijate käitumist ülekäikudel mõjutavad ka jalakäija ooteaeg sõidutee ületuseks. Seepärast kasutatakse ooteaegu ka jalakäijate teenindustaseme näitajana. Fooriga ülekäikudel on kindlaks tehtud, et maksimaalne aktsepteeritav ooteaeg jalakäijale on 30-40 sekundit, pärast mida suureneb suurema riskiga käitumise tõenäosus.

Nagu eelpooltoodud Eesti liiklusõnnetuste statistika näitas on ka liikleja vanusel oluline mõju jalakäijaõnnetusse sattumise tõenäosusele. Erilist tähelepanu nõuavad liikluskorraldajatelt kohad, kus liiguvad lapsed. Laste arusaam kehtivatest reeglitest ja nende reeglite täitmine on piiratud ning sageli ei suuda nad ohtu adekvaatselt hinnata või märgata. Seetõttu käituvad nad ettearvamatult, mis muudab nad jalakäijate seas üheks kõrgema riskiga grupiks.

Teine selge riskigrupp on eakad jalakäijad, kes enamasti ei käitu ebaratsionaalselt, kuid neil on samuti raskuseid liiklussituatsiooni adekvaatsel hindamisel, mis põhjustab keskmisest sagedamat õnnetustesse sattumist. Tõenäosust tõstab ka kõrgem jalgsi käimise osakaal selles vanusrühmas ja kohati isegi liiga usaldav suhtumine kehtivasse korda ülekäiguradadel.

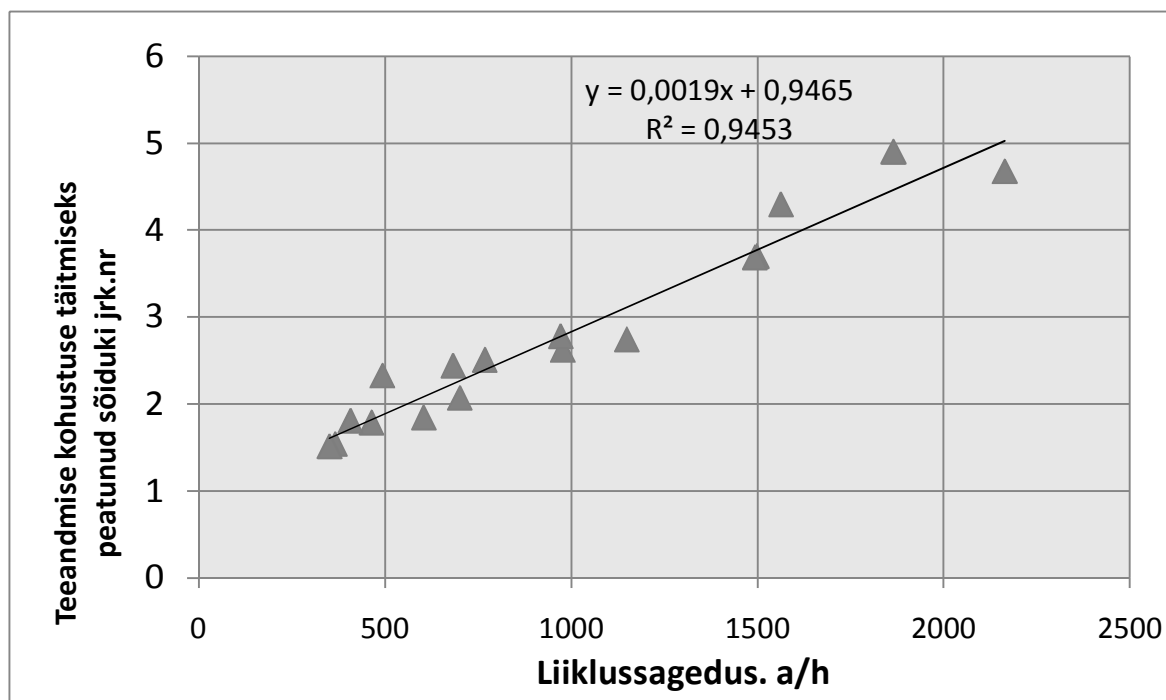
4. SÕIDUKITEST JA JUHTIDEST TINGITUD RISKITEGURID

4.1. Liiklussagedus

Selgitamaks õnnetustesse sattumise tõenäosust, tuleb alati arvestada **liiklussagedusega**. Läbiviidud uurimused annavad alust väita, et olukorras, kus teised tegurid püsivad muutumatuna, toob 1% **liiklussageduse kasvu** kaasa ka ca 1% vigastustega lõppenud liiklusõnnetuste kasvu (jalakäijatega õnnetuste puhul 1,1%). See uurimus näitab, et liiklussagedusel on väga suur mõju õnnetustele. Kuigi võib julgelt väita, et liiklussagedus on üks peamine tegur, mis mõjutab liiklusõnnetuste arvu, võib mõju ulatus kohati olulisel määral erineda (Elvik ja Vaa, 2004).

Konkreetselt teeületusvõimaluste osas mõjutab liiklussagedus otseselt juhtide teeandmiskohustuse täitmist, sõidukiliikluses olemasolevaid tühikuid, mida jalakäijad saavad ja julgevad kasutada ning jalakäijate ooteaegu. Juhul, kui liiklussagedus ja liiklustihedus on liiga suur, tuleb jalakäijal võtta teeületuseks suuremaid riske, kasutades ära väiksemaid tühikuid, mis omakorda mõjutab oluliselt õnnetuste tõenäosust (Pasanen, 2007).

2003-2006.aastal inseneribüroo Stratum poolt liikluskäitumise monitooringu projekti poolt läbi viidud uuringute tulemusel selgus samuti selge seos mootorsõidukite liiklussageduse ja juhtide teeandmise kohutuse täitmise vahel.



Joonis 144. Teeandmise kohustuse täitmise ja liiklussageduse seos.
(Allikas: Stratum OÜ, 2003-2006)

4.2. Kokkupõrkekiirus

Kuigi liiklusõnnetuste tagajärgede tõsidust mõjutavad nii jalakäijaga (vanus, tervises seisund) kui sõidukiga (mass, kuju) seotud tegurid, on üks peamisi riskitegureid kokkupõrkekiirus. Seetõttu on ka väga palju uurimusi keskendunud kiiruse mõju uurimisele.

Nilssoni kohaselt toob 1% kokkupõrkekiiruse muutus keskmiselt kaasa 2% muutuse vigastusega lõppenud õnnetuste arvus ja 3% muutuse raskete vigastustega õnnetuste arvus ning 4% muutuse hukkunuga liiklusõnnetuste arvus.

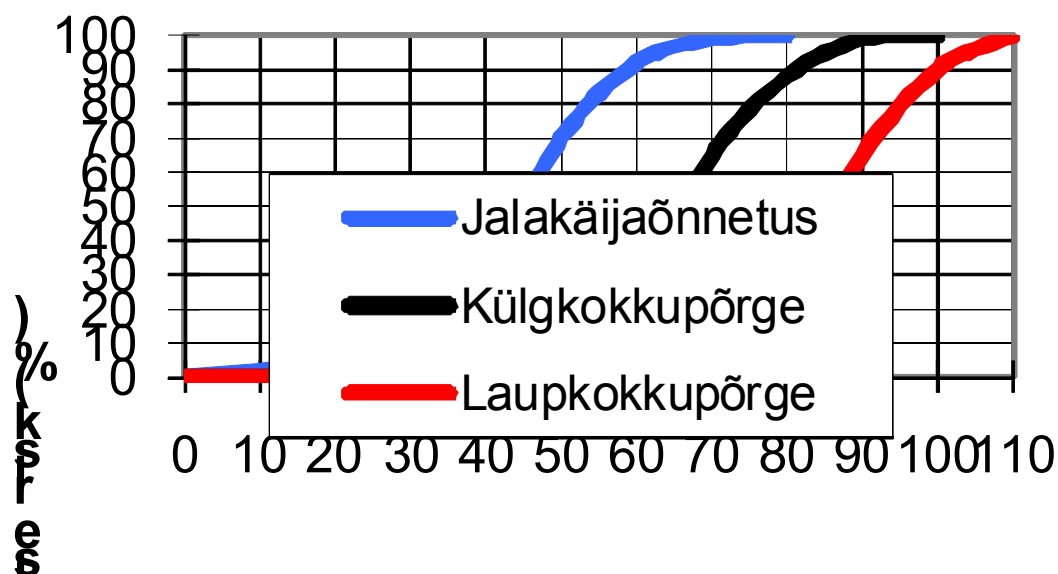
Täpne muutuse ulatus sõltub juba konkreetsest liikluskeskkonnast, juhtide ning teiste liiklejate käitumisest ning teistest omadustest nagu näiteks vanus, sugu, alkoholi tarbimine ja turvavarustuse kasutus (Elvik ja Vaa 2004).

Joonisel 15 on toodud hukkimise risk erinevate õnnetusliikide puhul. Jooniselt tuleneb, et jalakäijaõnnetuse toimumise puhul on jalakäija hukkimise risk 90% kui sõiduki kiirus kokkupõrkel on 60 km/h; 70% kiirusel 50 km/h; 30% kiirusel 40 km/h ja vaid 10% kiirusel 30 km/h.

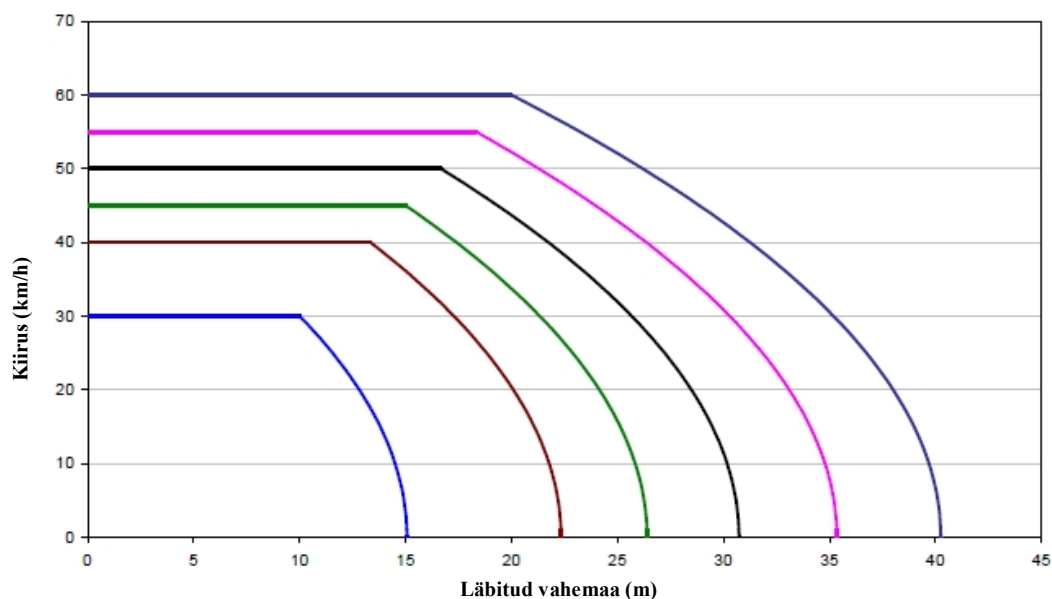
Kiirused mõjutavad ka õnnetuste toimumise tõenäosust. Võttes aluseks reaktsiooniaja 1,2 sek, said Corben jt (2006), et sõiduki peatumismaa pikeneb ca 2,6 korda kui sõidukiirust tõsta 30 km/h-lt 60 km/h-le. Seejuures sõidab autojuht veel mingi aeg esialgsel kiirusel (reageerimisaja jooksul, mida tähistab joonisel horisontaalne osa) ning alles pidurdusfaasis hakkab kiirus alanema.

Hetkel ongi Rootsis üha tähtsamaks muutunud sõidukiiruste alandamine 30 km/h-le jalakäijate ülekäikudel. Selle põhjendusena tuuakse paranenud silmside sõidukijuhi ja jalakäija vahel aga ka juba eelpoolnimetatud õnnetuste ennetamist ja tagajärgede leevendamist. Seetõttu on Rootsis viimastel aastakümnetel oluliselt kasvanud ka tõstetud ülekäikude arv (Pasanen,

Hukkumise



Joonis 15. Liikleja hukkumise riski sõltuvus kokkupõrkekiirusest (Allikas: Nilsson, 1993)



Joonis 16. Peatumiskaugused sõltuvalt algsest sõidukiirusest (reaktsiooniaeg 1,2 sek)
(Allikas: Corben jt. 2006)

Kuna mitte alati ei ole võimalik Rootsi eeskuju järgida ja sõidukite liikumiskiirust (majanduslikel, tehnilistel, ka poliitilistel jms. põhjustel) piirata (näiteks magistraaltänavad), siis tuleks jalakäijate ülekäigukohtadel ette näha piisavalt täiendavaid ohutusabinõusid (jalakäijate foor, ohutussaar, kõnniteelaiendused jne), sealhulgas on primaarsed ja

soovitavad just eelkõige selliseid projekteerimisvõtteid, mis sunniksid juhte iseseisvalt kiirust alandama. Kui kiiruse alandamine ei osutu siiski võimalikuks või otstarbekaks, on reaalseks võimaluseks projekteerida ja rajada eritasandiline ülekäik: tunnel või sild.

4.3. Erinevate liikumisviiside osakaal liikluses

Enamus liikluskeskkondi peavad tagama liiklemisvõimalused erinevate liikumisviiside kasutajatele st erinevad liiklejad jagavad sama tänavaruumi. Kuigi jalakäijatel ja/või jalgratturitel võivad olla mootorsõidukiliiklusest eraldi asetsevad rajatised, siis ristmikel ja ülekäigukohtades jalakäijate ning sõidukite liikumisteed ristuvad.

On alust arvata, et erinevate liiklejagruppide osakaal liikluses mõjutab õnnetuste arvu. Kuigi selliseid uurimusi on vähe, on siiski leitud seos jalakäijaõnnetuste ning jalakäijate ja sõidukite arvu vahel. Näiteks kui jalakäijate arv kasvab 500-lt 1000-le ja mootorsõidukite arv kasvab 5000-lt 10 000-le, siis jalakäijaõnnetuste arv kasvab peaaegu 2,33 võrra, st rohkem kui kaks korda. Samas aga risk iga jalakäija jaoks väheneb jalakäijate arvu kasvades kui mootorsõidukite arv ei muutu. Seega iga jalakäija jaoks ohutus kasvab jalakäijate arvu kasvades (Elvik ja Vaa, 2004).

Need üldisemad trendid sõltuvad aga konkreetsest teekeskonnast, teeelementidest, liikluskorraldusest ja liiklejate käitumisest.

4.4. Sõidukijuhi eksimused

Mootorsõidukijuhtidest tingitud eksimused, mis on põhjustanud jalakäijaõnnetusi, on enamasti seotud:

- Reguleerimata ülekäigurajal jalakäija eesõiguse eiramine. Sõidukijuhid peavad olema tähelepanelikud olenemata sellest, kas tegemist on ülekäigurajaga või mitte, kuna jalakäijad võivad käituda väga ootamatult
- Liikluskorraldusvahendite (liikluseeskirja nõuete) eiramine.
- Sõiduteele astunud jalakäija mitte märkamine. Sellised õnnetused on tavalised just sõiduteel, kus jalakäijal tuleb ühes sõidusuunas ületada rohkem kui üks sõidurada. Peatuva sõiduki ees teele astunud jalakäijat aga ei pruugi kõrvalrajalt lähenev sõidukijuht piisavalt varakult märgata, et võimaldada õigeaegset peatumist.
- Joobes juhtimine. Alkoholi mõju all autorooli istumine, aga ka jalgsiliikumine on suur riskitegur liikluses ning kokkupõrkel jalakäijaga on kahjuks kaotajaks pooleks jalakäija.

Nii liikluseeskirja täitmist kui ka sõidukiiruste valikut mõjutavad ühelt poolt juhi enda isiklikud hoiakud ja tõekspidamised, teisalt aga kehtestatud kord, mida peab toetama konkreetne teekeskond. Järgnevalt on välja toodud füüsilisest keskkonnast tulenevad tegurid, mis mõjutavad teeületuskohtade ohutust.

5. FÜÜSILISEST KESKKONNAST TULENEVAD RISKITEGURID

5.1. Teeliik ja asukoht

Õnnetuste tase erineb väga oluliselt teeliigiti. Tabelis on toodud suhtelised õnnetuste tasemed riikide lõikes.

Liikluskeskkond	Teeliik	Suhteline õnnetuse risk						
		Taani	Soome	Suurbrit.	Norra	Holland	Rootsi	USA
Asulaväline	Kiirtee	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Magistraaltee	3,97	2,91	2,90	2,28	2,08	1,29	2,72
	Kogujatee	4,67	3,27	4,10	3,46	4,17	2,34	4,56
	Juurdepääsutee	5,67	6,11		5,53		1,34	8,66
Asulates	Magistraaltee	11,0	7,86	9,6	5,22	18,44	2,15	5,68
	Kogujatee	9,11	6,82	9,20	6,46	8,89	3,96	5,61
	Juurdepääsutee	9,98	7,35		12,13	10,32	3,09	8,81
Kokku	Kokku	4,61	3,75	5,65	4,04	7,30	2,22	4,64

Sellest tuleneb, et kõige ohutumad on kiirteed. Asulavälised magistraalteed on väiksema õnnetuste tasemega kui asulaväliste teede keskmine.

Kõigil asulasisestel teedel on kõrgem õnnetuste tase kui keskmiselt asulavälistel (kiirteed=1,00). Kuigi tabelis on nimetatud vaid seitsme riigi andmeid, on peamised trendid suure tõenäosusega täheldatavad ka teistes kõrge autostumisega riikides (Elvik ja Vaa, 2004).

Enamus jalakäijaõnnetusi, mis lõppevad jalakäija vigastusega, leiab aset asulates, kuna siin lihtsalt liigub rohkem jalakäijaid ning ka autoliikluse sagedus on tavaliselt suurem. Samas on asulavälistel teedel hukkunute osakaal tunduvalt suurem kui kergelt vigastatute oma (Elvik ja Vaa, 2004). Põhjuseks on suuremad sõidukiirused aga ka muud mõjutegurid nagu näiteks jalakäijaid sõidukiliiklusest eraldava infrastruktuuri puudumine, nähtavuse probleemid, alkoholi kasutanud liiklejatega seotud probleemide teravnemine jne.

5.2. Ühesuunaline vs kahe-suunaline

Ühesuunalise tänava mõju jalakäijate ohutusele võib olla nii positiivne kui negatiivne. Positiivne mõju seisneb selles, et jalakäijad, kes on liikluskorraldusest teadlikud, saavad tähelepanu keskendada ainult ühele sõidusuunale. Lisaks vähendab ühesuunaline tee potentsiaalseid pöördemanöövreid ja sellest tulenevaid võimalikke konflikte jalakäijatega. Ameerikas ja Kanadas läbiviidud uuringud näitasid, et ühesuunalistel teedel oli jalakäijate kokkupõrkeohu madalam kui kahe-suunalistel teedel ning selline meede võib olla suhteliselt soodne riski alandamiseks (Zegeer 1991). Zegeer väitis, et ühesuunaliste tänavatega võib kaasneda 40-60% vähem jalakäijaõnnetusi, samas Summersgill ja Layfield (1998) seda tulemust ei kinnitanud, leidmata mingit olulist erinevust. Seega ei saa kindlalt väita, et ühesuunalistel tänavatel oleks olulisi eeliseid võrreldes kahe-suunalistega, juhul kui muud liikluskorralduslikud meetmed jäävad samaks. Näiteks võib ühesuunalise liiklusega tänavate riskitaset oluliselt suurendada selline liikluslahendus, mis toob kaasa ka suurema sõidukiiruse tänaval.

5.3. Ristmik vs lüli

Liiklusõnnetuste koondumine sageli ristmikele, tuleneb sellest, et selles kohas konfliktuvad erinevate liiklejate liikumisteed. Vaid hea geomeetiline ja liikluskorralduslik lahendus koos võivad tagada ristmiku efektiivse ja ohutu toimimise.

Ristmike ja juurdepääsude arvul on oluline mõju õnnetuste tasemele. Ristmikel kasvab õnnetuste tase selle võrra, mida rohkem on sellel harusid (konfliktpunkte) ja mida suurem on liiklus kõrvalteelt. Konfliktpunktide arv sõltub konfliktuvate liikumiste (jalakäijate, sõidukite jne) arvust antud kohas.

Konfliktpunkte seostatakse liiklusriski tasemega ja seega kasutatakse neid tavaliselt õnnetuste juhtumise tõenäosuse kirjeldamiseks. Seetõttu püütakse konfliktpunktide arvu ja tihedust vähendada.

Uuringud on näidanud, et kuigi konfliktpunktide vähendamine ei ole lihtne, siis valitseb otsene seos konfliktpunktide vähendamise ja õnnetuste taseme olulise vähenemise vahel.

5.4. Nähtavus

Jalakäijate teeületuskohad peavad paiknema kohtades, kus lähenevad sõidukid neid selgelt näevad. Seega ei tohiks neid paigaldada koheselt pärast vertikaalseid või horisontaalseid kurve, kus sõidukijuhtidel ei ole tagatud piisavalt võimalusi peatumiseks. Nähtavuskaugus pole vajalik üksnes sõidukijuhtidele ülekäigu asukoha märkamiseks, vaid ka selleks, et jalakäija ja autojuht teineteist näeksid. Seega ei tohiks tee-elementid, ajutised takistused, puud jne varjata jalakäijate või sõidukijuhtide vaatevälja. Kurvid, kumer vertikaalkõver ja ehitised võivad vähendada nähtavust. Vähenenud või varieeruv nähtavuskaugus raskendab otsustamist ja ootamatute sündmuste korral reageerimist.

Soovitav ülekäigu ja sõidutee lõikumisnurk peaks olema ligilähedane 90°-le. See garanteerib parima lahenduse nii jalakäijate kui ka sõidukite jaoks. Teineteise suhtes on nähtavus kõige optimaalsem, konfliktiala on piiratud ja teeületuse vahemaa (ja seega ohutsoonis viibimise aeg) väikseim.

Varasemad uuringud on näidanud kõrget vigastuste ohtu, kui kohalikel jaotustänavatel ja elamutänavatel varjavad ülekäiku parkivad sõidukid. Samuti on üks kõige ohtlikumaid situatsioone mitmerealisel sõiduteel reguleerimata ülekäigu ees peatunud sõiduki (nt bussist) ees tee astumine, kui samal ajal sõiduk kõrvalrajal ei peatu. Kuigi näiteks Soome liikluseeskiri selgelt keelustab selle, siis seda eeskirja rikutakse pidevalt. Liikluseeskirjade täitmise parandamiseks tuleb oluliselt karmistada karistusi või siis tõsta ohutust ootamatute olukordade puhuks teeandmis-joonte abil.

5.5. Sõiduradade arv

Olenemata sellest, kas tegemist on hõreda või tiheasustuspiirkondadega, võib sõiduradade arvu tõstmine (v.a. 4 realiselt 6 realisele) tõsta vigastustega lõppenud õnnetuste riski ca 10%. Peamine põhjus on see, et sõiduradade arvu kasv soodustab kõrgemate sõidukiiruste valikut

ning sõiduradade arvu muutus võib kaasa tuua lisaohte, näiteks muutuvad ristmikud laiemaks ning keerulisemaks (Elvik ja Vaa, 2004).

5.6. Sõidutee laius

Sõidutee laiuse mõju õnnetuste tasemele on uuritud mitmetes töödes, millest järeldus, et mõju õnnetuste tasemele sõltub sellest, kas tee asub asulas või asulavälises kohas. Asulaväliselt õnnetuste tase sõidutee laiuse kasvuga langeb, asulasiseselt aga õnnetuste tase kasvab. Selle põhjuseks on erisused nii liikluse koosseisus kui ka sõidukiiruses. Asulavälistel teedel on kiirused suuremad ning laiem sõidurada võib lisada ohutust, mis ei ole aga nii asulates. Samuti võivad liiga kitsad teed tingimustes, kus sõidurada ei ole jalakäijate liikumistest eraldatud või eraldi kõnnitee puudumise tõttu on jalakäijad sunnitud sõiduteel liikuma, põhjustada liiklusohutlikke olukordi (Zegeer, 1998; Elvik ja Vaa, 2004).

Asulasiseselt on sõiduteed ületav liiklus suurem kui asulaväliselt ning teeületuse aeg kasvab koos sõidutee laiuse kasvuga.

Erinevalt sõidutee laiusest on **sõiduradade laiuse** suurendamisel selgelt negatiivne mõju jalakäijaõnnetustele, olenemata sellest, kas tegemist on linna või maapiirkonnaga (Elvik ja Vaa, 2004).

5.7. Pöörderaadius

Pöörderaadiuse suurusel võib olla oluline mõju jalakäijate teeületuse vahemaale, teed ületava jalakäija ning paremale/vasakule pöörava sõiduki vahel ja pööravate sõidukite kiirusele.

Siiski tuleb leida tasakaal väikse raadiuse ning suuremate sõidukite pöördeteeekonna vahel. Liiga väike raadius võib põhjustada äärekivile sõitmist suuremate sõidukite poolt (Zegeer, 1998).

5.8. Kõnniteed/teeperved

Sõidutee kõrval teeperve olemasolu võib maapiirkonnas õnnetuste taset vähendada 5-10% võrra (Elvik ja Vaa, 2006).

Uuringud on kinnitanud ka seda, et kõnniteede olemasolu mõlemal pool teed on seotud oluliste vähenemistega jalakäijaõnnetuste osas, mis seotud piki teed käivate jalakäijatega. Seda liiki jalakäijaõnnetused vähenesid 50-90%.

Knoblauch jt (1987) leidsid, et kohtades, kus kõnniteid ei olnud, oli jalakäijaõnnetuste risk kaks korda suurem võrreldes kohtadega, kus jalakäijatel oli oma liikumistee. Kõnniteedel oli eriti suur mõju liiklusohutusele elupiirkondades ja segakasutusega elumualadel, kuid mitte kaubanduspiirkondades.

McMahon jt (2002) uurisid kõnniteede mõju liiklusohutusele ning vaatlesid kokku 47 õnnetuskohta, kus õnnetus oli toimunud sõiduteel liikuva jalakäijaga ning 94 kontrollala. Selle tulemusena leiti, et peamised tegurid, mis õnnetuste riski mõjutasid olid suurem piirkiirus, laia teeperve või kõnniteede puudumine. Sama kiiruspiirangu ja liiklussageduse juures oli liiklusõnnetuse tõenäosus kohas, kus olid kõnniteed, 88% madalam.

5.9. Ohutussaared/eraldusribad tee keskel

Ohutussaarte näol on tegemist suhteliselt odava ja populaarse meetodiga jalakäijate ülekäikude ohutuse parandamiseks. Ohutussaared võimaldavad jalakäijatel ületada tiheda liiklusega teed kahes etapis, keskendudes ühele liiklusvoole korraga. See parandab jalakäijate teenindustaset, sõiduteel viibimise koguaeg jääb üldiselt samaks ja teeületuse keerukust vähendatakse. USA-s läbiviidud uurimus kinnitas, et ohutussaarte paigaldamisega on võimalik oluliselt vähendada jalakäijatega teeületusel juhtuvate õnnetuste ohtu (Zegeer et al 2001; Garder 1989).

Näiteks uurisid Zeeger jt. (2001) reguleerimata ülekäiguradade ja ülekäigukohtade ohutust ja leidsid et liikluse (sh jalakäijate hulk, liiklussagedus) ja sõiduteega seotud (sh sõiduradade arv) tegurid on seotud jalakäijateõnnetuste arvu tõusuga. Kontrolliti ka teisi tegureid, millest kiiruspiirang ei olnud oluliselt seotud õnnetuste sagedusega, samas kui väljaehitatud ohutussaar oli seotud oluliselt madalama jalakäijate õnnetuste ohuga mitmerealisel (st. rohkem kui 2 sõidurada) teel. Seega on soovitatav rohkem kui kaherealisel teel alati rajada lisaks ülekäigule ka ohutussaar.

Varasemate uuringute kokkuvõttes nentisid Elvik ja Vaa (2004), et lisaks ülekäikudele rajatud ohutussaarte positiivsele mõjule jalakäijate õnnetuste osas, vähenesid ka sõidukitega aset leidnud õnnetused. Sõidukite õnnetuste vähenemine ei olnud siiski statistiliselt oluline.

Alljärgnevalt on esitatud mõnede uuringute tulemuste kokkuvõte:

Õnnetuste raskusaste	Õnnetuste arvu muutus (%)		
	Mõjutatud õnnetuste liigid	Parim hinnang	95% usaldusintervall
Ohutussaared jalakäijate ülekäikudel			
Vigastustega õnnetused	Jalakäijate õnnetused	-18	(-30;-3)
Vigastustega õnnetused	Sõidukite õnnetused	-9	(-20;+3)
Vigastustega õnnetused	Kõik õnnetused	-13	(-21;-3)

Samas on uurimustulemused andnud põhjust olla skeptiline ajutiste, teekattele joonistatud nn ohutussaarte tegeliku ohutuse suhtes. Zegeer jt (2001) väidavad, et ajutiste ohutussaarte mõju ei ole tähelepanuväärne ja on võrreldav ilma ohutussaareta ülekäikude riskitasemega.

5.10. Keskkonnast tulenevad riskitegurid

Pimedus ja keerukad teeolud suurendavad õnnetuse riski. Varasematele uuringutele tuginedes on hinnatud erinevate keskkonnategurite suhtelist õnnetuse taset.

Õnnetuste risk suureneb pimedas, märjal teel ja siis kui sõiduteed on kaetud lume või jääga.

Tegur	Teguri väärtus	Suhteline õnnetuste tase	Usaldusväärsus
Valgustingimused	Päevavalgus	1,0	
	Pimedus- sõidukite õnnetused	1,2	(1,1-1,5)
	Pimedus- jalakäijate õnnetused	2,1	(1,5-4,0)
	Pimedus- kõik õnnetused	1,5	(1,2-2,0)
Teeolud	Kuiv, puhas tee	1,0	
	Märg, puhas tee	1,3	(1,1-1,8)
	Märg lumi	1,5	(1,1-2,0)
	Lume või jääga kaetud tee	2,5	(1,5-4,0)

Valgustingimused on juhtidele väga olulised kuna pimedas väheneb kontrastide, detailide ja liikumiste eristamise võimekus. See on ka üks põhjuseid, miks õnnetuse risk pimedas on kõrgem kui päeval ajal. Võrreldes mootorsõidukijuhtiga (kelle risk pimedas kasvab 1,5-2 korda), on just jalakäijate risk tunduvalt kõrgem.

Tänavavalgustuse eesmärk ongi liiklusõnnetuste vähendamine just pimedal ajal lihtsustades tee, teiste juhtide ja vahetu ümbruse nägemist. Samuti on valgustatud oludes meeldivam ja turvalisem liigelda.

Varasemad uuringud tänavavalgustuse paigaldamise mõjust valgustamata teedele näitasid, et pimedal ajal hukkunuga lõppenud õnnetused vähenesid peaaegu 65%, vigastustega õnnetused ca 30% ja materiaalse kahjuga õnnetused 15%. Need andmed suhteliselt suur üldistus erinevates riikides ja kohtades läbiviidud uuringute tulemustest mitmete aastate jooksul. Kõige suurem mõju tänavavalgustusel on just pimedas aset leidnud jalakäijaõnnetustele (ca 50% vähenemine). Veelgi enam, tänavavalgustuse mõju on sama kõigi teekeskkondade puhul (kiirteed, asulad ja asulavälised piirkonnad)

Õnnetuste raskusaste	Õnnetuste arvu muutus (%)		
	Õnnetuse liik, mida mõjutati	Parim hinnang	95% usaldusväärsus-intervall
Hukkunuga	Õnnetused pimedas	-64	(-74;-50)
Vigastatutega	Õnnetused pimedas	-28	(-32;-25)
Materiaalse kahjuga	Õnnetused pimedas	-17	(-21;-13)

Olemasoleva tänavavalgustuse parandamise järgsed uuringute kokkuvõtte on toodud alljärgnevas tabelis:

Õnnetuse raskusaste	Õnnetuste arvu muutus (%)		
	Õnnetuse liik, mida mõjutati	Parim hinnang	95% usaldusväärsus-intervall
Eelneva tasemega võrreldes kahekordne valgustuse parandamine			
Vigastustega õnnetused	Õnnetused pimedas	-8	(-20;+6)
Materiaalse kahjuga	Õnnetused pimedas	-1	(-4;+3)
Valgustuse parandamine 2-5 korda eelnevaga võrreldes			
Vigastustega õnnetused	Õnnetused pimedas	-13	(-17;-9)
Materiaalse kahjuga	Õnnetused pimedas	-9	(-14;-4)
Valgustuse parandamine 5 või rohkem korda eelnevaga võrreldes			
Hukkunuga õnnetused	Õnnetused pimedas	-50	(-79;+15)
Vigastustega õnnetused	Õnnetused pimedas	-32	(-39;-25)
Materiaalse kahjuga	Õnnetused pimedas	-47	(-62;-25)
Tänavavalgustuse vähendamine			
Vigastustega õnnetused	Õnnetused pimedas	+17	(+9;+25)
Materiaalse kahjuga	Õnnetused pimedas	+27	(+9;+50)

Valgustuse parandamine kuni kahekordselt omab piiratud efekti õnnetuste arvule. Samas kui valgustust parandada 2-5 korda, väheneb õnnetuste arv pimedas kuni 10%. Kui valgustuse taset parandatakse rohkem kui 5 korda võrreldes algse tasemega, siis vigastustega lõppenud õnnetuste arv pimedas väheneb ca 30%. Seega näitavad tulemused ilmselgelt, et valgustuse mõju suurus sõltub kuivõrd olukord võrreldes eelnevaga on muutunud.

Valgustustaseme vähendamine energia säästmiseks ca poole võrra (nt. iga teise tänavalambi välja lülitamine) võib aga õnnetuste riski tõsta 15-25%.

Siiski tuleb silmas pidada, et valgustuse parandamine võib tõsta keskmisi kiiruseid ja vähendada autojuhtide tähelepanelikkust.

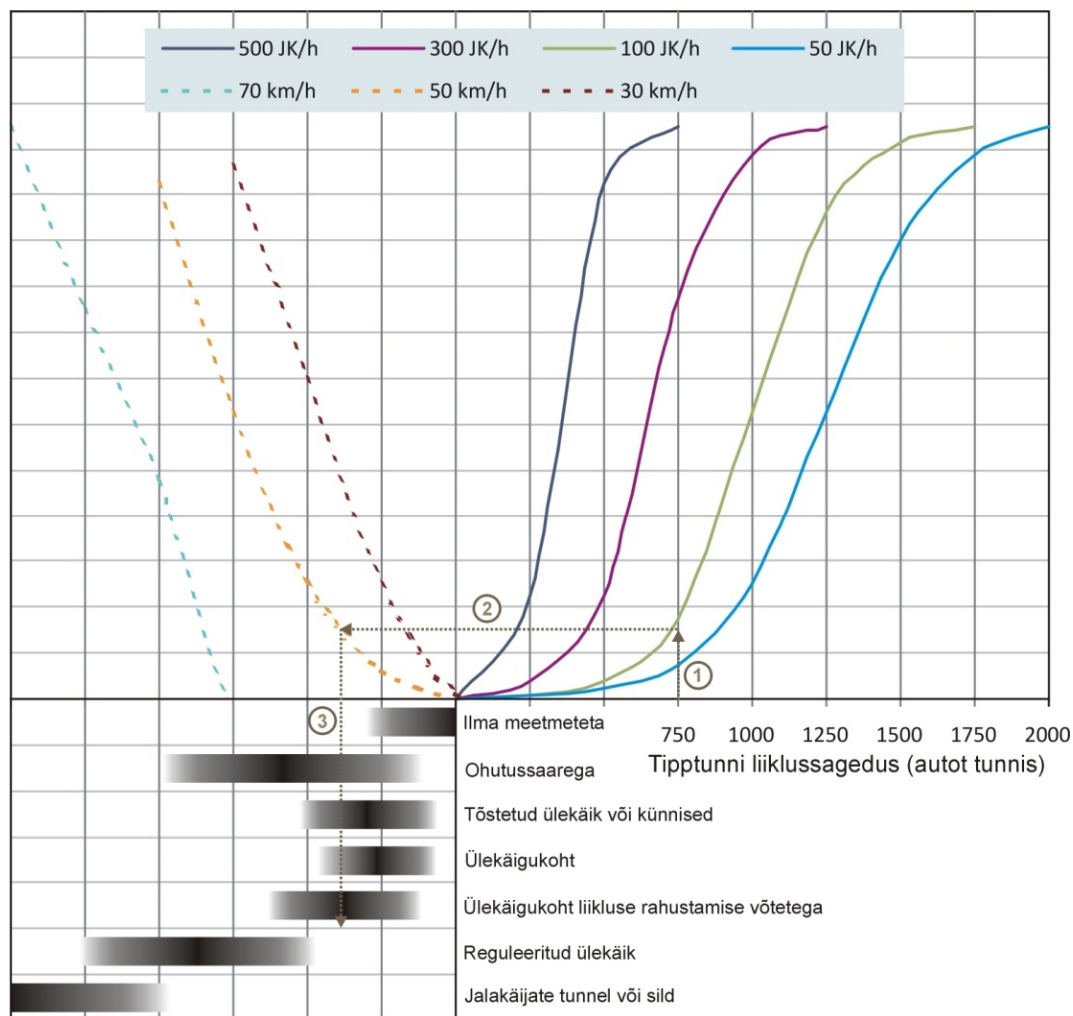
6. ERINEVATE TEEÜLETUSVÕIMALUSTE OHUTUS

Peamiseks argumendiks mingi teeületusliigi valikul peab alati olema inseneritehniline hinnang. Mitte kunagi ei ole võimalik kõiki ohutegureid standardse mudeli järgi hinnata, sest alati võib olla ettenägematuid, asukohaspetsiifilisi tegureid, millest planeerija lähtuma peab.

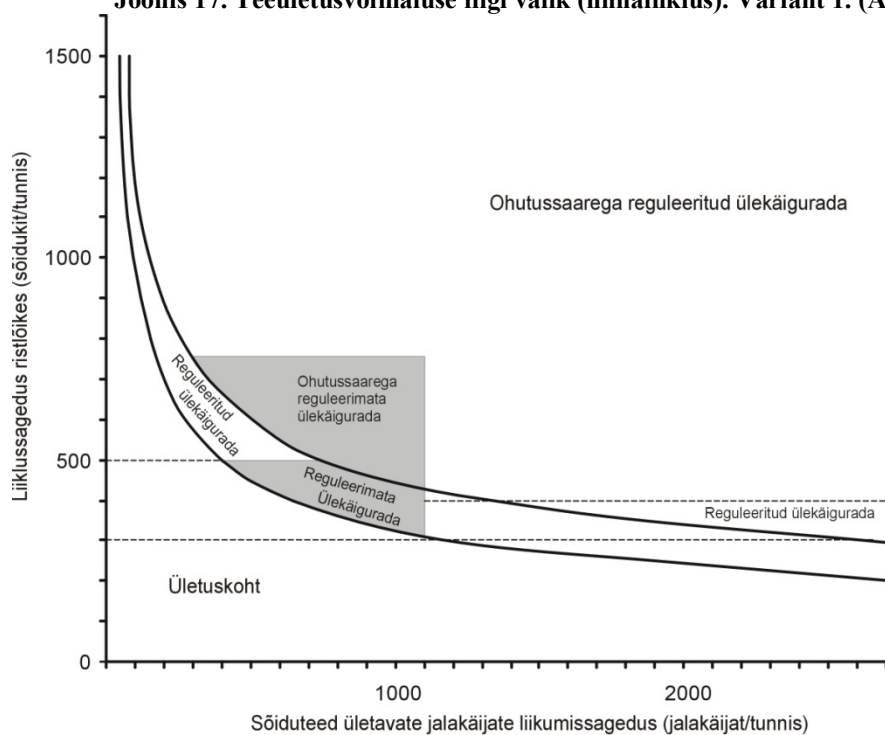
Siiski tuleks vältida liialdamist ülekäiguvõimaluste rajamisega, et suurendada nende ülekäikude efektiivsust, mis on juba loodud. Samuti tuleks püüelda selle poole, et põhimõtted, mille alusel mingeid ülekäiguliike rajatakse, oleksid ühtsed, mis tagaks juhtidele ning jalakäijatele etteaimatava liikluskeskkonna. Teine oluline argument ülekäiguliigi valikul peaks olema majanduslik otstarbekus ning võimekus ülekäiku hooldada.

Kuigi riikide lõikes teeületusvõimaluste liigi valiku meetodikad erinevad, siis üldtegurid, millest lähtutakse on kõigil samad: sõidukiirus, liiklussagedus ja teed ületavate jalakäijate hulk.

Joonistel 14 ja 15 on esitatud võimalikud skeemid, mille alusel teeületusvõimaluse lahenduse osas otsust langetada. Seejuures tuleb siiski arvestada erinevate teeületusvõimaluste mõju jalakäijate ohutusele. Järgnevalt on toodud olulisimad aspektid, mida ülekäiguliigi valikul tuleks silmas pidada.



Joonis 17. Teeületusvõimaluse liigi valik (linnaliiklus). Variant 1. (Allikas: B. Leerkamp)



Joonis 18. Teeületusvõimaluse liigi valik. Variant 2

6.1. Reguleerimata ülekäigurajad vs ületuskohad

Reguleerimata ülekäiguradade rajamine jalakäijate ohutuse tõstmiseks on olnud pidevaks arutlusteemaks. Kuigi avalik arvamus on sageli nende paigaldamist soosiv, siis statistika seda järeldust alati ei toeta. Seaduse järgi annavad reguleerimata ülekäigurajad jalakäijatele eesõiguse, samas ei tunnustata seda alati sõidukijuhtide poolt. Arvestades liikuvatest sõidukitest tulenevat ohtu, võib jalakäijatele väärade turvatunde pakkumine osutuda teatavates olukordades ka mittemõistlikuks või isegi vastutustundetuks.

Kirjandust uurides võib leida arvukalt töid jalakäijate teeületusriski kohta reguleerimata ülekäiguradadel ja ülekäigukohtades. Varasemad uuringud on enamasti leidnud, et jalakäijate risk ülekäiguradadel ja neist 50 m raadiuses mõlemale poole vähenes, mis soodustas vöötradu soosiva avaliku arvamuse kujunemist. Viimase aja uuringud reguleerimata ülekäiguradade positiivset mõju ohutusele ei ole kinnitanud, pigem vastupidi.

Pasanen (2007) on teinud ülevaate erinevates riikides reguleerimata ülekäiguradade rajamise praktikast.

Rootsis Lundis läbiviidud uuring reguleerimata ülekäiguradadel (Ekman ja Hyden, 1999) leidis, et vöötrajal teed ületavate jalakäijate risk on kaks korda suurem kui samas olukorras ilma vastava rajatiseta teed ületaval jalakäijal. Varasemas uuringus (Ekman 1996) on väidetud, et risk (jalakäija kohta) on suurem reguleerimata ülekäiguradadel kui liiklussagedus ületab 100 sõidukit tunnis. 1980ndate lõpus Rootsis läbiviidud erinevate ülekäigurajatiste õnnetuseriski võrdlus näitas, et reguleerimata ülekäigud olid jalakäijate jaoks kõige ohtlikumad kohad tee ületamiseks. See tõi kaasa avaliku arutelu ning 2000.a. muudeti liikluseeskirja sätteid, et rõhutada juhtide teeandmiskohustust, samal ajal aga 15% reguleerimata ülekäikudest likvideeriti hoopis. Sell tulemusena tõusis teed andvate juhtide osakaal 20%-lt 50%-le. Jalakäijate ooteajad vähenesid 1/3 võrra. Siiski jalakäijate õnnetuste arv reguleerimata ülekäiguradadel kasvas 15% ja tagant sissesõidud kasvasid 70%.

Hollandis ei ole reguleerimata ülekäikude jaoks ühtset praktikat, kuid nt Eindhoveni linnas rajati viimati reguleerimata ülekäik 1990ndate keskpaigas. Peamiseks põhjuseks, miks vöötradasid ei rajata on nende poolt antav vale ohutuse tunnetamine. Selle asemel rajatakse ülekäigukohti, kus jalakäijatel ei ole eesõigust. Hollandi jalakäijate teeületusrajatiste uuringute kokkuvõttes (Hummel 1999) on tsiteeritud Boot'i (1987) tööd, kus järeldatud, et reguleerimata ülekäigurajad ei tõsta jalakäijate ohutust.

Saksamaal kasutati vöötraja ülekäike peaaegu kõigil tänavanurkadel kuni märgati, et need kalduvad olema õnnetuste koondumiskohaks.

Reguleerimata ülekäikude likvideerimine sai alguse 1955.aastal ja kestis kuni 1980ndateni. Hetkel kehtivate juhendite järgi ei tohi reguleerimata ülekäiku (nn vöötrada) rajada:

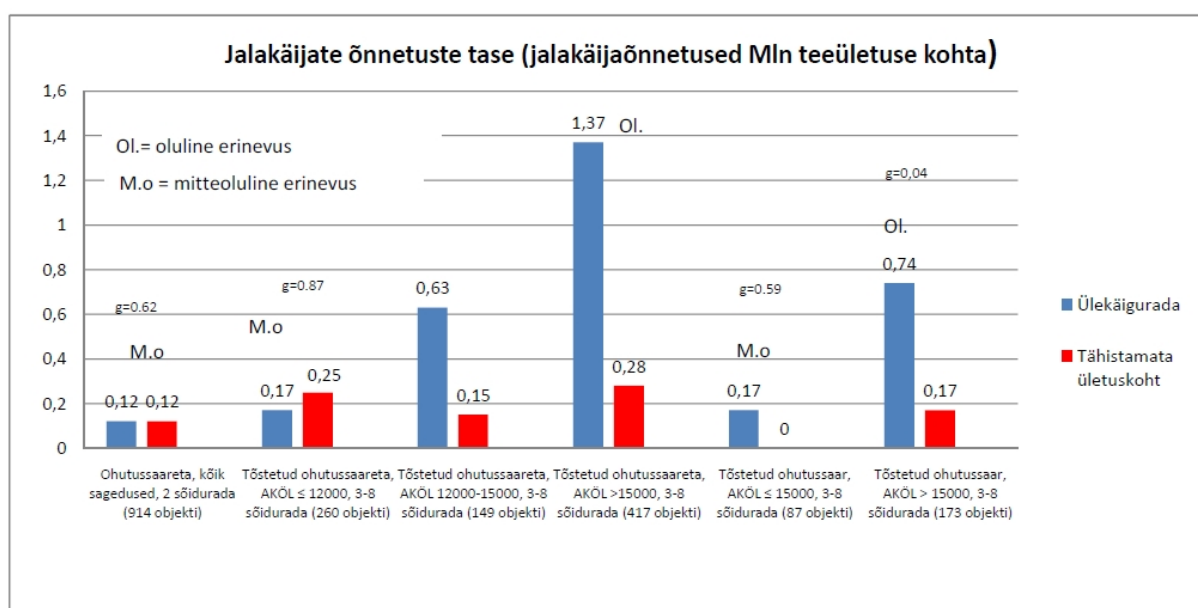
- Tänavatele, kus on rohkem kui üks sõidurada sõidusuuna kohta;
- Kui kiiruspiirang on >50 km/h;
- Fooriga ristmike lähedusse;

- Nn „roheline lainega“ (koordineeritud foorjuhtimisega) tänavatele;
- Sõidueesõigusega tänavatele, kui liiklussagedus tipptunnis on üle 500 sõiduki sõidusuuna kohta;
- Kui teed ületavate jalakäijate arv on tipptunnis väiksem kui 50 või rohkem kui 150.

Selliste karmide reeglite kohaselt on üldiselt väga keeruline leida kohta, kuhu reguleerimata ülekäike rajada saab. On kaheldud ka motiivides, mis kannustasid reguleerimata ülekäikude eemaldamist suure autostumise perioodil ning väidetud, et vöötradade kaotamine on suurim viga Saksamaa liikluskorralduse ajaloos. 1990ndatest alates on varasemat skeptilist suhtumist reguleerimata ülekäikudesse hakatud siiski ümber hindama.

Suurbritannias on reguleerimata ülekäigud kasutusel vaid madala liiklussagedusega tänavatel (vähem kui 500 sõidukit tipptunnis mõlemas suunas). Vöötrajad on varustatud must-valgete postidega, mille tipus on ülekäiguraja märgutuled. Siksak-jooned enne ülekäiku takistavad parkimist ja samuti ülekäigule lähimast peatunud sõidukist möödasaõitmist.

Tõenäoliselt suurim uuring reguleerimata ülekäiguradade ja ülekäigukohtade ohutuse võrdluseks on läbiviidud Zegeer'i jt. (2001) poolt, mis hõlmas 2000 asukohta (1000 reguleerimata ülekäigurajal, 1000 ülekäigukohal). Zegeer leidis, et kui liiklussagedus ööpäevas on vähem kui 10 000, siis jalakäijate teeületuse risk (jalakäijaõnnetused 10⁶ jalakäija teeületuse kohta) oli sarnane mõlema teeületusrajatise kohta. Samas oli suuremate liiklussageduste korral (s.o. >10 000 sõid/ööp) jalakäijate õnnetuserisk oluliselt kõrgem reguleerimata ülekäiguradadel ning see risk kasvas kiiremini liiklussageduste suurenemisega. Nende tulemuste põhjal on Cambell et al (2004) järeldanud, et teeületuskohtade mahamärkimine ei tõsta ohutust madalamate liiklussageduste korral (vähem kui 10 000 sõidukit/ööp) ja sellised lahendused suurendavad jalakäijate riski suuremate liiklussageduste korral.



Joonis 19. Reguleerimata ülekäiguraja ja tähistamata ületuskoha õnnetuste taseme võrdlus
(Allikas: Zegeer jt., 2002)

Ülalmainitud uuring näitab, et reguleerimata ülekäigurajad ei erine enamusel juhtudel ohutuse osas ülekäigukohtadest, kuid suure liiklussagedusega mitmerealistel teedel tõstab reguleerimata ülekäigu paigaldamine jalakäijate riski. Seega võib järeldada, et reguleerimata ülekäiguradade paigaldamist ei saa alati õigustada ohutuse tõstmise kaalutlustega ja on tõenäoline, et teatud situatsioonides võivad olla jalakäijatele ohtlikumad kui üksnes jalakäijate teeületuse lihtsustamine ülekäigukohtades.

Läbiva maantee tingimustes, kus ei peeta võimalikuks piirkiiruse alandamist vähemalt 50 km/h, tuleb alati eelistada jalakäija eesõigusega ületuskohta.

Samas peab ületuskoht olema rajatud kõigi ohutusreeglite kohaselt, kusjuures enamus neist on sarnased nendega, mida nõutakse või mida on otstarbekas rakendada ka ülekäiguradade jaoks (ohutussaar, sõiduraja kitsenemine, piiretega suunatakse jalakäija teed ületama ristisuunaliselt vms), et jalakäija tajuks seal teeületuse suhtelist ohutust võrreldes muu kohaga.

Käesoleva töö mahus tehakse ettepanek viia maanteede projekteerimismäärustesse sisse teeületuskoha mõiste. Tänapäeval „kaob“ maantee projekteerimismäärustes jalakäija samatasandiline teeületuse võimalus alates projektkiirusest 80 km/h, mis üldjuhul vastab piirkiirusele 70 km/h. Samuti nähakse suurema liiklussageduse korral (AKÖL enam kui 4000 autot ööpäevas) praktiliselt ainsaks, vähemalt rahuldavaks lahenduseks eritasandilist teeületust (silda või tunnelit), mille massiline rajamine Eesti maanteedele ei ole reaalne.

Teeületuskoha rajamise otstarbekuse määramiseks võib lähtuda nn potentsiaalsete konfliktide väärtusest. Potentsiaalsete konfliktide arvu saab määrata jalakäijate teeületuse sageduse ja liiklussageduse korrutisena. Teeületuskoha rajamist ei pea kaaluma tiip tunni potentsiaalsete konfliktide arv väärtuse **800** või vähem puhul. Alates sellest väärtusest peab kaaluma teeületusvõimaluse rajamist, vt (<http://www.co.kane.il.us/DOT/COM/Bicycle/FINAL/ch04.pdf>).

Maanteedel tuleb kindlasti kasutada teeületuskohta, kui AKÖL vaadeldavas kohas on suurem kui 8000 sõidukit (Zegeer, Cambell kohandatud Eesti oludele). Samuti kohtades, kus ei ole võimalik rajada eritasandilist ületust projektkiiruse 80 km/h ja suurema korral.

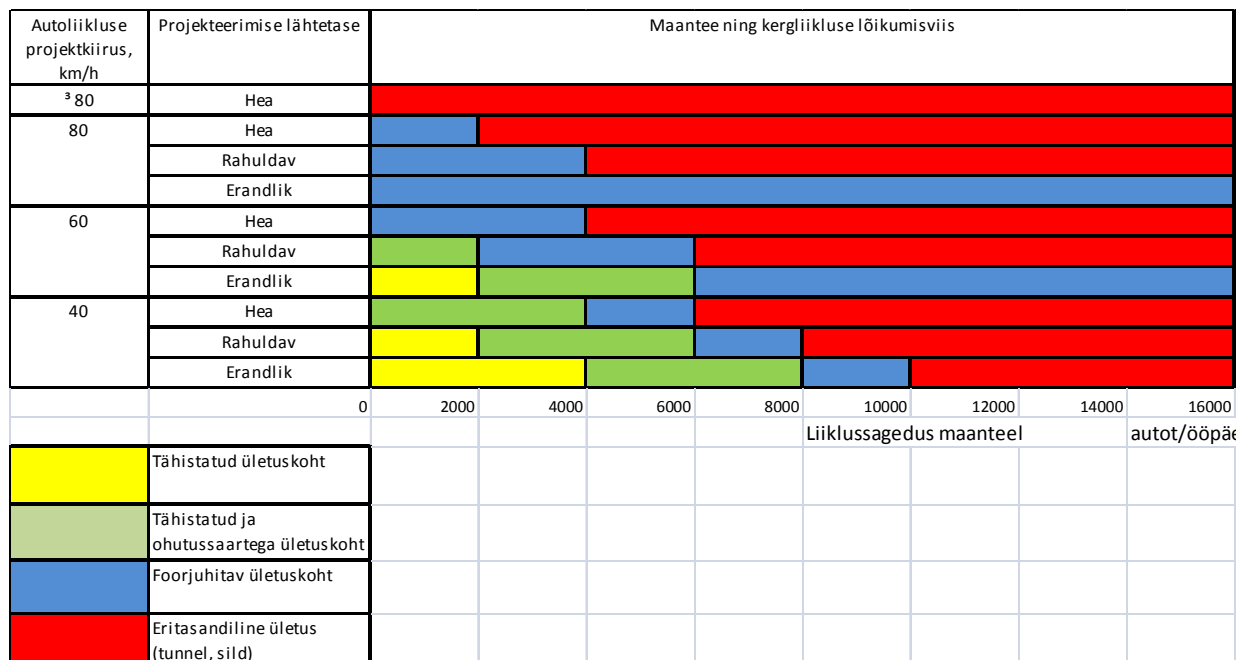
Standardisse EVS 613:2001 „Liiklusmärgid ja nende kasutamine“ on ettepanek teha muudatus liiklusmärgi 171 nimetusse ja kirjeldusse järgmiselt:

6.24 Märk 171. Ees on reguleerimata ülekäigurada *või teeületuskohale*.



Märk hoiatab lähenemisest reguleerimata ülekäigurajale *või teeületuskohale*.

Märk 171 pannakse väljaspool asulat iga reguleerimata ülekäiguraja ette, mis on tähistatud märkidega 543, 544 ja/või teekatemärgisega 945, 946 *või teeületuskoha ette* ja asulas siis, kui nähtavus väljaspool ristmikku asuva ülekäigurajani *või teeületuskohani* on alla 100 m.



6.2. Fooriga reguleeritud ülekäigurada

Hummel (1999) väidab tuginedes Boot'i (1987) tööle, et lülil (ristmikevahelisel tee või tänavalõigul) paiknevad fooriga ülekäigud vähendavad oluliselt jalakäijate õnnetuste taset, kuid ei too välja selle ulatust. Campbell jt. (2004) viitavad samuti mitmetele uuringutele sh Tokyos läbiviidud tööle, kus jalakäijate foori paigaldamine ristmikele vähendas jalakäijaõnnetusi 37% võrra.

Kuigi foorid tekitavad liiklusvoos tühikuid, mis eeldatavalt on piisavalt pikad, et jalakäijad saaksid ohutult teed ületada, soovitatakse vähemalt asulasiseselt ületuskohtadele paigaldada siiski eraldi jalakäijafoorid. Oluline on kaaluda jalakäijafooride paigaldamise otstarbekust keerulistele ristmikele ja koolide piirkonda.

Fooride eelis teiste samatasandiliste teeületusvõimaluste ees on see, et eesõigus roteerib ajaliselt ning ajaliselt on eraldatud ka liikumise ajad. Samas on olenevalt foorirežiimist võimalik planeerida kas jalakäijate jaoks täiesti eraldi roheline faas (ohutuse seisukohast eelistatud - Zegeer jt 1983) või siis jagatud roheline aeg mingi suuna sõidukite liiklusega, harilikult pöördeliiklusega. Samas tõstab ohutust juba see, kui jalakäijate roheline tuli saab alguse mõnevõrra varem kui mootorsõidukitel (Zegeer, 2004).

Õnnetused, mis fooridega reguleeritud ülekäikudel aset leiavad on valdavalt tingitud sellest, et juhid ei peatu roheline signaali lõppemisel ja ületavad ülekäiguraja kollase või koguni

punase fooritule ajal, juhid ei oota ära rohelise tule saabumist ning alustavad liikumist keelava fooritule ajal. Jalakäijate liikumise seisukohalt on peamiseks ohuallikaks sõidutee ületamine mittelubava foorisignaali ajal, samuti on võimalik, et jalakäija ei suuda oma liikumist rohelise aja jooksul lõpetada. Jalakäijate puhul soodustab fooritule eiramist keeruline fooriprogramm (näiteks lahendus kus jalakäijad peavad sõidutee ületamiseks peatuma ja ootama järgmist rohelist signaali sõidutee keskel), aga ka pikk ooteaeg.

Ohutust tõstvate meetmetena vaegnägijate jaoks on kasutusel ka näiteks helilised seadmed.

Uurimused on kinnitanud, et helilise lisaseadmega foorid võivad tõsta jalakäijate tähelepanu ja seega vähendada jalakäijate ja mootorsõidukite vahelisi konflikte ning õnnetusi (Van Houten jt 1997). Euroopa riikides on leitud, et need kiirendavad tee astumise aega ja seega vähendavad jalakäijatele teeületuseks vajaliku rohelise tsükli pikkust.

Sekundiloendurid on samuti tõestanud efektiivsust just punase tulega veel sõiduteel liikuvate jalakäijate osakaalu vähendamisel. Samas on Huang ja Zegeer (2000) leidnud, et punast tuld eiravate jalakäijate osakaal kasvas, mis võis olla tingitud liiga pikast ooteajast või ka sellest, et loendur alustas sekundite loendamist kaitseajal (Martin, 2006).

Uuringute käigus on ka leitud, et paljudki inimesed eelistavad piisavalt suure liiklussageduse korral fooriga ülekäike ning ületavad ristmikel teed just seal, kus on foor. Samas võib väiksema liiklussageduse korral reguleeritud ülekäik pigem suurendada ohte, kuna jalakäijate ooteaeg muutub tavalisest pikemaks. Seega tuleb reguleerimata või reguleeritud ülekäiguradade kavandamisel hinnata kõiki ohutegureid enne, kui võtta vastu lõplik otsus ülekäiguraja lahenduse suhtes.

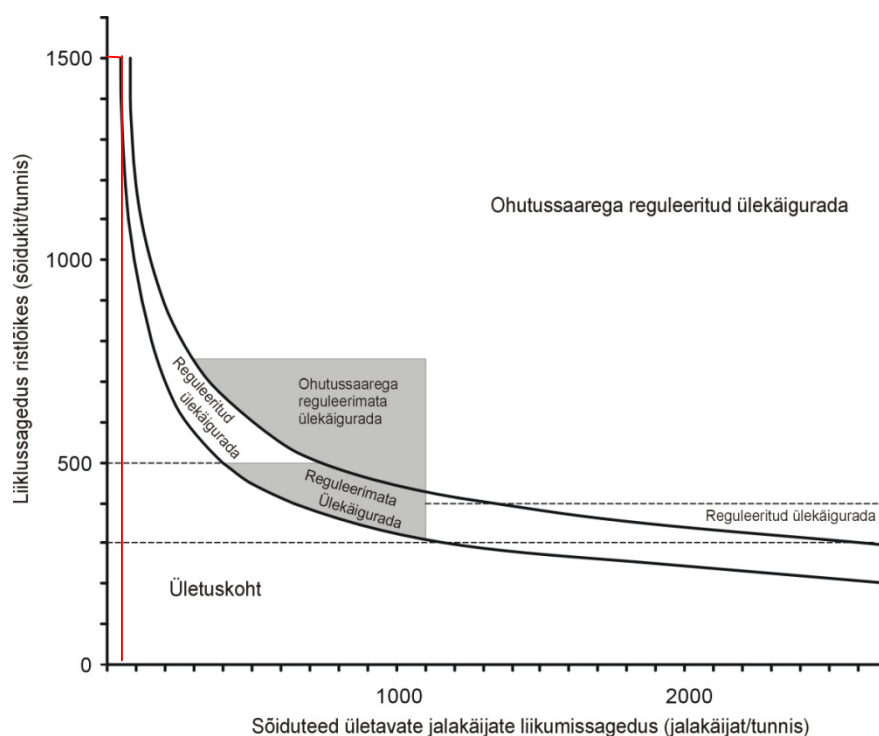
7. NÄITEID JUHENDI KASUTAMISEST

7.1. Ületuskoha rajamine - Bioloogia bussipeatus maantee nr 8 ja 11401 ristmikul



Teeületuse vajalikkuse hinnang:

- Tipptunni liiklussagedus – 1600 sõidukit/tunnis (kahes suunas kokku), AKÖL 16000 sõidukit
- Eeldatav jalakäijate liiklussagedus tipptunnil – min 80 inimest/tunnis
- Jalakäijate ületuskoha vajadus – $1600 \cdot 60 = 96000$, mis on suurem kui **800** -
- Kuna on tegemist maanteega, siis vastavalt Maanteenormile tuleks rajada eritasandiline ületuskoht;
- Vastavalt teeületusvariandi valiku diagrammile 1.2 on soovitatav antud kohta rajada reguleerimata teeületuskoht, kus jalakäijal ei ole sõidukite ees eesõigust (valikukriteerium on nõ piiri peal – jalakäijate liikluskoormuse olulisel suurenemisel, tuleb ohutuse seisukohalt ikkagi kaaluda eritasandilise ületuskoha rajamist.);



Riskikoefitsiendi määramine:

REGULEERIMATA ÜLEKÄIGUKOHT

Sisesta: koef

I : Tüüp:

Sõidutee laius*, m

16

16

Sõiduradade arv* (kokku)

3

1,1

Kas sõidutee keskel on eraldusriba?

jah

0,6

II : Lisanduvad ohud:

jah / ei

1 Sõidutee äär on ebakonkreetne (äärekivita)

jah

1,1

2 Sõidutee ääres on jalgrattarada

ei

1,0

3 Puudub valgustus

ei

1,0

4	Teeületus paikneb sõidutee suhtes nurga all	ei	1,0
5	Riskigruppi kuuluvaid isikuid on ületuskohal ebaproportsionaalselt palju	ei	1,0
6	Teeületus algab bussitaskust	jah	1,1
7	Järgmine reguleeritud ristmik või ülekäik on (...m) kaugusel	ei	1,0
8	Teekattemärgistus puudub või on halvasti nähtav	ei	1,0
9	Liikluskorraldusvahendid ja (või) teepäraldised piiravad JK märkamist	ei	1,0
10	Nähtavus on piiratud peatuvate (parkivate) sõidukite tõttu	ei	1,0
11	Jalakäijad ületavad teed väljaspool ülekäigurada	jah	1,2
12	Ülekäigu liiklusmärk on halvasti nähtav või otsesuuna sõiduraja äärest kaugemal kui 2m	ei	1,0
13	Muud ohud	jah	1,1
III : Liiklusohutust suurendavate meetmete kasutamine			
14	Tõstetud ülekäik või šikaan	ei	1,0
15	Künnis enne ülekäigurada	ei	1,0
16	Erinevat värvi või sõidutee kattest erinev sillutis	ei	1,0
17	Ohutussaar väljaehitatud	ei	1,0
18	Ajutine liiklusmärgiga varustatud ohutussaar	ei	1,0
19	Sõiduteekitsend ülekäiguraja juures	ei	1,0
20	Kohtvalgustus	ei	1,0
21	Lisatud eelhoiatav teekattemärgistus või helkur-taustkilp	ei	1,0
22	Jalakäijate liiklust suunav piire	ei	1,0
23	Muud ohutusmeetmed	ei	1,0
IV : Sõidukiirus			
		70	1,4
V : Liiklusõnnetused			
	Inimkahjuga LÕ viimasel kolmel aastal	3	1,3
Tulem		28,0	
Riskigrupp		1	

Väga kõrge riskiga ülekäigukoht

Vastavalt riskihindamise metoodikale avaldab suurimat mõju ülekäigukoha riskiastmele ületatava tee laius ning sõidukite liikumiskiirus teeületuskohal. Tänapäevaks on antud kohas rajatud tee keskele ohutussaar piiretega, mis sunnib jalakäija teed ületama ületuskohal ning lühendab jalakäija sõidutee ületamise vahemaad (üks suund) ja selle tulemusena langeb riskikoefitsient väärtuseni 11,6.

7.2. Ületuskoha rajamine - maantee nr 4 (km 111-112) Ares

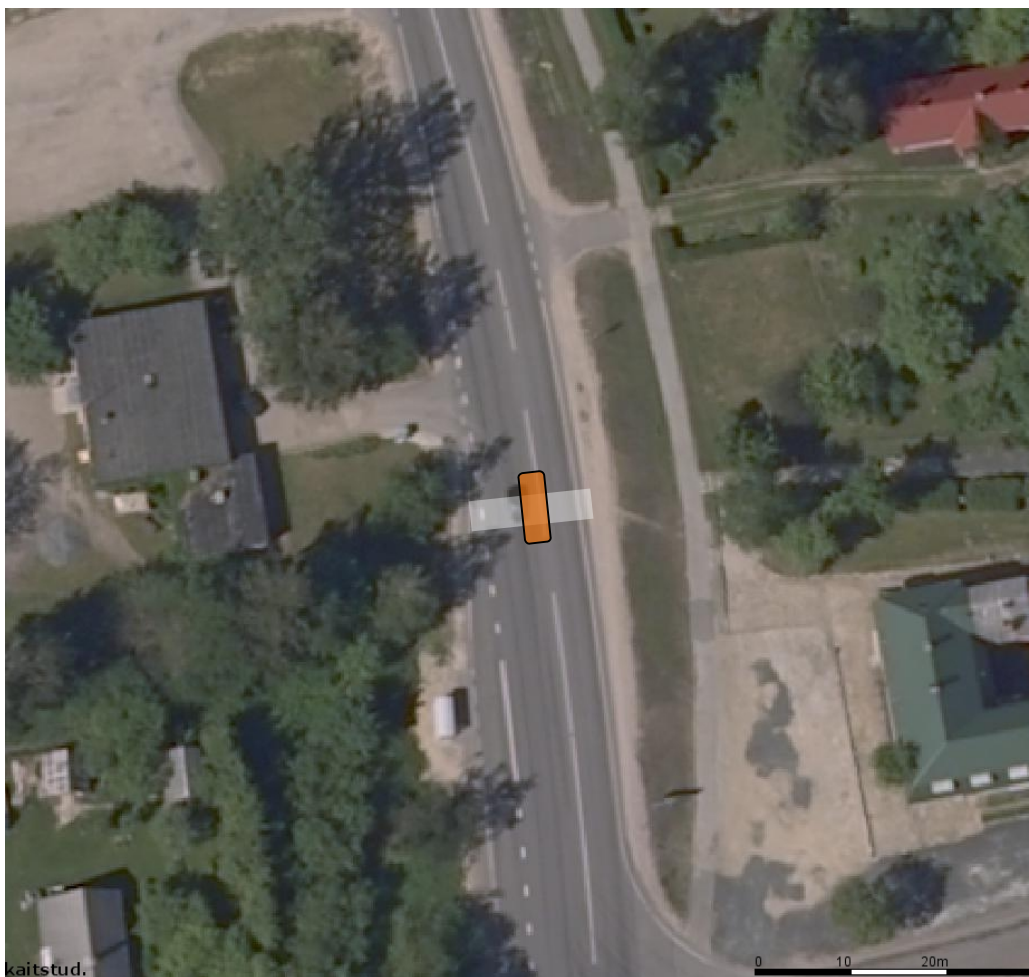
Maantee nr 4 Tallinn-Pärnu-Ikla km 111-112 läbib Are asulat. Põhiline asustus asub maanteest lääne pool, samas kui kohalik pood asub maanteest ida pool. Elanikud käivad tool peamiselt Pärnus, mis tekitab vajaduse teed ületada bussipeatusse jõudmiseks.

AKÖL antud kohas on 7162 sõidukit ning suurim lubatud kiirus on kellaajaliselt piiratud 50 km/h.

Võimalike konfliktide arv tipptunnis on $710 * 25$ (eeldatav min inimeste arv) = 17750, järelikult PEAB teeületusvõimaluse rajamist kaaluma.

Kuna tegemist on maanteega, siis Maanteenormi kohaselt on HEA ja RAHULDAVA taseme saamiseks ainuvõimalik lahendus eritasandiline teeületus, ERANDLIKU taseme korral on võimalik ka foorjuhitav ülekäigurada. Kuna need variandid ei ole realselt kasutatavad, siis vastavalt Maanteenormi muudatusettepanekule on vajalik rajada teeületuskoht. Teeületuskoha rajamisel tuleb tee keskele ette näha ohutussaar. Paigaldama peab liiklusmärgid 171 vastavalt EVS 613:2001 (muudatusettepanekuga). Soovitatakse paigaldada jalakäijat suunavad piirded. Täna olukorras on teeületuse riskikoefitsient – 22,7 – väga kõrge riskiga teeületus

Peale ületuskoha rajamist langeb teeületuse riskikoefitsient – 2,5 – väikese riskiga teeületus.



Teeületuskoha ettepanek Ares.

KASUTATUD KIRJANDUS

Accident Prevention Effects of Road Safety Devices - Annual Report. Japan Road Association, 1969.

Boot, T. J. M., 1987. Verkeersongevallen op de VOP en de GOP op kruispunten (Traffic accidents on Signalised and Non-signalised Pedestrian Crossings). SVT, Driebergen, Netherlands.

Bowman, B. L., Fruin, J. J., Zegeer, C. V., 1989. Handbook on Planning, Design, and Maintenance of Pedestrian Facilities. Report No FHWA IP-88-019. Federal Highway Administration, Washington, DC, March 1989.

Braaksma, J.P. *A Survey of Special Crosswalks in Canada*, Report No. TP981 CR7708, Canadian Department of Transportation, The Directorate of Road and Motor Vehicle Traffic Safety, September 1976.

Campbell, B.J., Zegeer, C.V., Huang, H.H., Cynecki, M. J., 2004. A Review of Pedestrian Safety Research in the United States and Abroad. FHWA-RD-03-042

Corben, B., D'Elia, A., Healy, D., 2006. Estimating Pedestrian Fatal Crash Risk. *Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference*

Ekman, L. (1996) On the Treatment of Flow in Traffic Safety Analysis. Department of Traffic Planning and Engineering. Lund Institute of Technology, Sweden

Ekman, L., Hyden, C. (1999). Pedestrian Safety in Sweden. FHWA-RD-99-091 Federal Highway Administration Washington December 1999

Elvik, R., Vaa, T., 2004. The Handbook of Road Safety Measures. Amsterdam [etc.]: Elsevier, 1078 lk.

Fitzpatrick, K., Turner, S., Brewer, M., Carlson, P., Ullman, B., Trout, N., Park, S. E., Whitacre, J., Lalani, N., Lord, D., 2006. Improving Pedestrian Safety at unsignalized crossings. NCHRP Report no 562.

Garder P (1989). *Pedestrian safety at traffic signals: a study carried out with the help of a traffic conflicts technique.* Accident Analysis and Prevention. Vol 20, No. 5, pp435-444.

Huang, H., and C. Zegeer. *The Effects of Pedestrian Countdown Signals in Lake Buena Vista*. Prepared for the Florida Department of Transportation, November 2000.

Hummel, T. (1999). Dutch Pedestrian Research Review. Report No. FHWA-RD-99-092 Federal Highway Administration Washington December 1999.

ITE Technical Council Task Force on Speed Humps. *Guidelines for the Design and Application of Speed Humps*, ITE Journal, Vol. 63, No. 5, May 1993, pp. 11-17.

Institute of Transport Engineers[ITE], 2006. Context Sensitive Solutions in Designing Major Urban Thoroughfares for Walkable Communities

Knoblauch, R.L., B.H. Tustin, S.A. Smith, and M.T. Pietrucha. *Investigation of Exposure-Based Pedestrian Accident Areas: Crosswalks, Sidewalks, Local Streets, and Major Arterials*. Report No. FHWA/RD-87-038. Federal Highway Administration, Washington, D.C., 1987.

Knoblauch, R.L., M.T. Pietrucha, Nitzburg, M. "Field Studies of Pedestrian Walking Speed and Start-Up Time," Transportation Research Record 1538: Pedestrian and Bicycle Research, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, p. 27, 1996.

Maanteeameti liiklusohutuse statistika. <http://www.mnt.ee/atp/?id=250> viimati külastatud 24.11.2009

Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways. Federal Highway Administration, 1988.

Martin, A., 2006. Factors Influencing Pedestrian Safety: A Literature Review. *Unpublished project report*.

McMahon, P.J., A.J. Khattak, C. Duncan, J.R. Stewart, C.V. Zegeer, C. V., 2002. *An Analysis of Factors Contributing to "Walking along Roadway" Crashes: Research Study and Guidelines for Sidewalks and Walkways*. Report No. FHWA-RD-01-101. Federal Highway Administration, 2002.

Nilsson, G., 1993. *Relationship between speed and safety: Calculation method*. The Speed Review: Appendix of Speed Workshop Papers, Federal Office of Road Safety, Report CR127A, Department of Transport and Communications, Canberra

Pasanen, E.. 2007. Traffic safety at pedestrian crossings. LINTU-Reports 7B/2007, 47 lk

Rom, R. 2005. *Liiklusõnnetused jalakäijatega. Kokkuvõtvalt põhjustest ja abinõudest*. Maanteeamet, 8 lk.(<http://www.mnt.ee/atp/failid/Miks.pdf>)

Summersgill, I., Layfield, R. (1998). *Non-junction accidents on urban single-carriageway roads*. TRL Report TRL183. Crowthorne: Transport Research Laboratory.

Tobey, H.N., E.M. Shunamen, and R.L. Knoblauch. *Pedestrian Trip Making Characteristics and Exposure Measures*, DTFH61-81-C-00020, Federal Highway Administration, 1983.

Zegeer, C.V., K.S. Opiela, and M.J. Cynecki. *Pedestrian Signalization Alternatives*. Report No. FHWA/RD-83/102. Federal Highway Administration, Washington, D.C., 1983.

Zegeer, C. V. (1991). *Synthesis of safety research- pedestrians*. Highway Safety Research Center, University of North Carolina, HSRC-TR90.

Zegeer, C. V., 1998. *Design and Safety of Pedestrian Facilities*. Recommended Practice of the Institute of Transport Engineers. Traffic Engineering Council Committee TENC-5A-5

Zegeer, C. V., Stewart, R. J., Huang, H. H., Lagerwey, P. A., 2001 Safety Effects of Marked vs. Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations: Executive Summary and Recommended Guidelines. FHWA-RD-01-075

Zegeer, C. V., Stutts, J., Huang, H., Cynecki, J., Van Houten, R., Alberson, B. , Pfefer, R., Neuman, T.R., Slack, K. L., Hardy, K. K., 2004. Volume 10: A Guide for Reducing Collisions Involving Pedestrians. Guidance for Implementation of the AASHTO Strategic Highway Safety Plan. NCHRP REPORT 500

Van Houten, R., R.A. Retting, J. Van Houten, C.M. Farmer, and J.E.L. Malenfant. Use of Animation in LED Pedestrian Signals to Improve Pedestrian Safety. *ITE Journal*, Vol. 69, 1999b, pp. 30-38

Zegeer, C. V., Richard Stewart, J. R., Huang, H. H., Lagerwey, P. A., Feaganes, J. and Campbell, B. J., Safety Effects of Marked Versus Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations. Report No FHWA-HRT-04-100, Federal Highway Administration, Washington DC, September 2005