



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Mehaanika ja tööstustehnika instituut

MUUTUVTEABEGA KIIRUSMÄRKIDEGA KEHTESTATUD KIIRUSPIIRANGU MÕJU KIIRUSKÄITUMISELE

EFFECTS OF VARIABLE SPEED LIMIT SIGNS ON SPEED BEHAVIOUR

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Siim Jaksi

Üliõpilaskood: 176923EALM

Juhendaja: Prof. Dago Antov

Kaasjuhendaja: Tanel Jairus

Tallinn 2019

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” 201.....

Autor: Siim Jaksi

/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

“.....” 201.....

Juhendaja: Prof. Dago Antov

/ allkiri /

“.....” 201.....

Kaasjuhendaja: Tanel Jairus

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”.....201.....

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

TTÜ Mehaanika ja tööstustehnika instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Siim Jaksi, 176923EALM (nimi, üliõpilaskood)
Õppekava, peeriala: EALM02/14 – Logistika, transpordi planeerimine (kood ja nimetus)
Juhendaja(d): professor, Dago Antov, tel 620 2609 (amet, nimi, telefon)
liiklusspetsialist, Tanel Jairus, tel 679 1351 (amet, nimi, telefon)

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Muutuvteabega kiirusmärkidega kehtestatud kiiruspiirangu mõju kiiruskäitumisele
(inglise keeles) Effects of Variable Speed Limit signs on speed behaviour

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Analüüsida VSL märkide mõju liiklejate kiiruskäitumisele;
2. Hinnata VSL märkide efektiivsust ja leida võimalusi selle parandamiseks;
3. Teha ettepanekuid VSL märkide efektiivseks kasutuseks.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Teooria	28.02.
2.	Metoodika	31.03.
3.	Analüüs	30.04.

Töö keel: eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: "27." mai 2019. a

Üliõpilane: Siim Jaksi ".....".....201....a
/allkiri/

Juhendaja: Prof. Dago Antov ".....".....201....a
/allkiri/

Kaasjuhendaja: Tanel Jairus ".....".....201....a
/allkiri/

SISUKORD

EESSÖNA.....	6
SISSEJUHATUS	7
1. DÜNAAMILISE LIIKLUSKORRALDUSE RAKENDUSED JA TULEMUSED	9
1.1 Dünaamilise liikluskorralduse (DTM) põhimõtted	9
1.2 Muutuvteabega liiklusmärkide mõju uuringud välisriikides	12
1.3 Muutuvteabega liiklusmärkide kasutamine Eestis.....	18
1.3.1 Muutuvteabega märkide õiguslik alus	18
1.3.2 Informatiivsed muutuvteabega märgid	19
1.3.3 Muutuvteabega liiklusmärkide hetkeseis	20
1.3.4 Muutuvteabega liiklusmärkide juhtimine	23
2. METOODIKA JA ANDMED	25
2.1 VSL märkidega kaetud teelõik	25
2.2 Andmeallikad.....	27
2.2.1 Tarkvaralahenduse Hermes logid.....	27
2.2.2 Waze andmed	28
2.2.3 Liiklusõnnetuste statistika.....	29
2.2.4 Teeilmajaamad	30
2.2.5 Liiklusloendurid	32
2.3 Analüüsimeetod	33
3 ANALÜÜS JA TULEMUSED	34
3.1 Kiiruskäitumine Laagri-Ääsmäe lõigul	34
3.2 Juhtide kiiruskäitumine enne ja pärast VSL'ide kasutuselevõttu.....	37
3.3 Juhtide kiiruskäitumine erinevate teeolude korral	41
3.4 Juhtide kiiruskäitumine saju korral	44
3.5 Järeldused ja ettepanekud	48
KOKKUVÕTE	50
SUMMARY	51
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	52
LISAD	56
Lisa 1 – Muutuva teabega liiklusmärkide kujundused	57

Lühendite loetelu

AKÖL – aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus, autot/ööpäevas

ASSC (*automatic section speed control*) – teelõigu keskmise kiiruse automaatkontroll

DTM (*dynamic traffic management*) – dünaamiline liikluskorraldus ehk reaajajas liikluskorralduse muutmise

ITS (*intelligent transportation system*) – intelligentsed transpordisüsteemid

LJK (*liiklusjuhtimiskeskus*) – Maanteeameti keskus, kust juhitakse ja jälgitakse muutuva teabega liiklusmärke

v85 – kiirus, mida antud teel või tee ristlõikes ei ületa 85% sõidukitest.

VMS (*variable message sign*) – muutuva teabega elektriline liiklusmärk või infotabloo

VMS infotabloo – muutuva teabega liiklusmärgi ja infotabloo kombinatsioon, mille abil on võimalik operatiivselt hoiatada liiklejaid tee- ja ilmastikuoludest, liiklusõnnetusest, teetöödest, teel olevatest takistusest ning edastada liiklejatele mistahes liiklusega seotud teavet

VSL (*variable speed limit*) – muutuva teabega liiklusmärk „suurim kiirus“, millel on võimalik kuvada erinevaid kiiruspiiranguid vastavalt liiklus-, tee- või ilmastikuoludele

VWS (*variable warning sign*) – muutuva teabega hoiatusmärk, millel on võimalik kuvada erinevaid hoiatusmärke

VWS+VSL – kiirus- ja hoiatusmärgi kombinatsioon

EESSÕNA

Magistritöö teema pakkus välja Maanteeamet, mille sõnastust korrigeerisime koos Tanel Jairus'ega, kes on liiklusspetsialist AS Teede Tehnokeskuses ja käesoleva lõputöö kaasjuhendaja.

Käesolevas töös oli vaatluse all Eestis veel vähe kasutusel olevad muutuva teabega kiiruspiirangu märgid (VSL – *Variable Speed Limit*) ja nende mõju sõidukijuhtide kiiruskäitumisele. Tulemuste saamiseks analüüsiti Tallinn-Pärnu-Ikla maantee Laagri-Ääsmäe lõigul olevate liiklusloendurite, teeilmajaamade ja VSL märkide logide andmeid. Käesoleva too eesmärgiks oli uurida, kas ja kuidas liiklejad arvestavad VSL märkidel kuvatavate kiirustega, hinnata nende märkide efektiivsust ja kui esineb probleeme, siis ka leida võimalusi selle parandamiseks.

Töös kasutati kvantitatiivset uurimismeetodit ja andmeid töödeldi tabelitöötlusprogrammiga Microsoft Office Excel. Andmeanalüüsi tegemiseks kasutati muutuva teabega liiklusmärkide andmeid nende juhtimisprogrammist Hermes, andmeid liiklusloendusseadmetest, teeilmajaamadest ja Waze -süsteemist.

Soovin tänada lõputöö koostamisele kaasa aidanud isikuid - professor Dago Antov (juhendaja) ja Tanel Jairus (kaasjuhendaja), kelle poole sain oma küsimustega alati pöörduda.

Andmeid analüüsid selgus, et muutuva teabega kiiruspiirangu märkidel on positiivne mõju sõidukiirustele – võrreldes statsionaarsete märkidega vähenes piirkiiruse ületajate arv, langesid nii keskmised sõidukiirused kui ka v85 kiirused. Võib järeldada, et sõidukijuhtidel on VSL märkide vastu suurem usaldus kui statsionaarse kiiruspiirangu märgi vastu. Samuti selgus analüüsist, et vaadeldaval lõigul ületavad sõidukijuhid kehtestatud piirkiirusi oluliselt. Teooriale tuginedes saab öelda, et suurendades kiirust 1% võrra, suureneb õnnetusse sattumise tõenäosus 3% võrra ehk kui sõita 100 km/h piirangualas kiirusega 101 km/h, siis õnnetusse sattumise tõenäosus on suureneb 3% võrra. Ettepanekuna tõi lõputöö autor välja pilotiseerida teelõigu keskmise kiiruse automaatkontrolli, et kiiruseületajaid ohjeldada.

Võtmesõnad: muutuva teabega liiklusmärgid, VSL, sõidukiirused, magistritöö

SISSEJUHATUS

Erinevate riikide liiklusõnnetuste statistika põhjal peetakse kiirust peamiseks liiklusõnnetuste põhjustajaks umbes 10% puhul kõigist õnnetustest ja umbes 30% puhul surmaga lõppenud õnnetustest. Liiklusoludele ebasobivalt valitud sõidukiirus on oluline õnnetusi põhjustav tegur. Suurendades kiirust 1% võrra, suureneb õnnetusse sattumise tõenäosus 3% võrra. Ületades piirkiirust 20 km/h võrra (näiteks 60 km/h asemel 80 km/h) on liiklusõnnetusse sattumine sama tõenäoline kui juhtides sõidukit raske joobega (Nilsson 2004). Kehtiv piirkiirus on teatud määral kompromiss, mis püüab arvestada nii võimalikke erinevaid liiklustingimusi kui ka juhtide soovitatavat liikumiskiirust, seega piirkiiruse teatud ületamine mõningates oludes ei ole oma olemuselt iseenesest ja automaatselt liiklusohulik, kuid selline on olukord ainult juhul kui tee- ja liiklusolud ja juhi seisund seda lubavad. Samas, üldjuhul käsitleb juht piirkiirust garantiina, et sellisel kiirusel oht puudub.

Piirkiirus ja ohutus kiirus pole alati üks ja seesama. Sõltuvalt ilma- ja teeloludest, liikluskoormusest ja juhi oskustest, hoiakutest ning seisundist võib ohutu kiiruse väärtus oluliselt muutuda. Praegune Eestis kehtiv kiiruspiirangute süsteem on jäik ja ei vasta sageli neile eespool kirjeldatud tingimustele, mis puudutavad teed, sõidukit ja juhti ennast. See põhjustab omakorda palju kiiruseületusi ja seega ka teatud frustratsiooni juhtide hulgas, kellel kiiruspiirangu järgimise peamiseks eesmärgiks pole ohutu sõit, vaid püüd vältida trahvi.

Et viia kehtestatud piirkiirus paremini kooskõlla ilmastikust, tee seisundist, liikluse olukorrast ning liikluskoormusest tulenevate muutustega, kasutatakse maailmas järjest enam intelligentseid transpordisüsteemi (ITS - *intelligent transportation system*) lahendusi. ITS ühendab erinevaid valdkondi - telekommunikatsioon, elektroonika, infotehnoloogia, transporditehnika, jne, et planeerida, ehitada ja hallata transpordisüsteeme (Brudny, Krawiec 2013). Üheks ITS lahenduseks on muutuva teabega kiiruspiirangu märkide (VSL – *variable speed limit*) rakendamine, mis võimaldavad kehtiva kiirusepiirangu dünaamilist muutmist vastavalt liiklussagedustele, fikseeritud intsidentidele ja/või liiklus- ning ilmastikutingimustele. Nimetatud süsteemid kasutavad hulgaliselt erinevaid infoallikaid, näiteks sõidukite liikumiskiirused, liiklussagedus ja teeilmajaamade infosüsteemid, et määrata kindlaks hetke tingimustele sobivad sõidukiirused (Khondaker, Kattan 2014). VSL märkide üks peamisi eesmärke on liiklusohutuse suurendamine ja suurte liiklusvoogude ühtlustamine liiklusvoo kiiruse erinevuste vähendamisega (Geistefeldt 2011).

Muutuva teabega kiiruspiirangu märkide positiivne mõju liiklusohutusele on reeglina tingitud kiiruse vähendamisest ja kiiruse ühtlustamisest, mis on korrelatsioonis õnnetuste tõenäosuse vähenemisega (Papageorgiou et al 2008).

Käesolevas töös on vaatluse all Eestis kasutusel olevad VSL märgid ja nende mõju liiklejate kiiruskäitumisele, eesmärgiks on hinnata nende efektiivsust ja teha ettepanekuid nende efektiivseks kasutuseks.

1. DÜNAAMILISE LIIKLUSKORRALDUSE RAKENDUSED JA TULEMUSED

1.1 Dünaamilise liikluskorralduse (DTM) põhimõtted

Dünaamiline liikluskorraldus (DTM – *dynamic traffic management*) kasutab reaajas liikluskorralduse tehnoloogiaid: liiklusvoogude haldamist, liikluse kohanduvat juhtimist transpordisüsteemi muutuvate tingimuste täitmiseks, parandades samal ajal kogu transpordivõrgu tõhusust, ohutust ja sõidutingimusi (Khondaker ja Kattan 2014). Enamus DTM meetmed jagunevad kaheks – autosisesteks (nt navigatsiooniseade), mis sisaldab vabatahtlikult juhtidele edastavat infot ja taristule rakendatavad meetmed (nt kiiruspiirang), mis on seadustega kehtestatud ning juhtidele kohustuslikud. Neid meetmeid kasutatakse liiklejate teavitamiseks (nt marsruuditeabe edastamine muutuva teabega liiklusmärkide abil) või liiklusvoogude juhtimiseks. DTM meetmed on osa intelligentsete transpordisüsteemide (ITS) laiemast rakendusest (Wismans *et al* 2014). Intelligentseid transpordisüsteeme käsitletakse arenenud rakendustena, mille eesmärk on tagada innovaatiliste lahenduste kasutamine liikluskorralduses. Nende teine ülesanne on teavitada teekasutajaid hetkelisest olukorrast, parandades seeläbi olukorda teedel. ITS ühendab erinevaid valdkondi - telekommunikatsioon, elektroonika, IT, transporditehnika, et planeerida, ehitada ja hallata transpordisüsteeme. Muutuva teabega liiklusmärgid on üks oluline osa ITS süsteemidest, sest nende eesmärk on hoiatada liiklejaid sündmuste kohta teedel (Brudny, Krawiec 2013).

Dünaamilise liikluskorralduse kasu seisneb järgmises (Roosmond 1995):

- tegevuse tõhustamises – tõhusam läbilaskevõime, aktsepteeritav sõidukiirus, lühem sõiduaeg, täpsem sõiduaegade prognoos;
- liiklusohutuse tõstmises – väiksem õnnetuste arv, hukkunute arv, õnnetusjuhtumite kulud;
- vähendatud energia kasutamises ja keskkonnasäästlikkuses – väiksem kütusekulu, heitkogused, mürasaaste ja parem maakasutus.
- tootlikkuse tõstmises – väiksemad tegevuskulud, suurem teisaldatud kaupade maht, rohkem õigeaegselt kohale toimetatud tellimusi;
- täiustatud mugavuses – autojuhtide madalam stressitase, sõiduaegade vähendamine, transpordivahendite parem kasutamine;
- paremas koostöös süsteemi kasutajate vahel – parem teabe jagamine (nii üksikisiku kui ka ühistranspordi vahel), tõhusam vahejuhtumite ja ummikute teave.

Dünaamiline liikluskorraldus püüab traditsiooniliselt parandada liiklusolukorda teatavates kohtades või võrgutasandil, mõjutades otseselt läbilaskevõimet või mõjutades liiklejate käitumist reisieabe esitamisega (Wismans 2012). Üldise liiklusteabe edastamise teenuse raames soovitatakse liiklejatele jagada teavet järgmiste asjaolude kohta (Euroopa Komisjoni ... 2013):

- ajutiselt libe tee – ettenägematud tingimused, mis muudavad teepinna teatavaks ajaks libedaks, vähendades sõiduki haarduvust teel;
- loomad, inimesed, takistused, praht teel – olukord, kui loomad, praht, takistused või inimesed on teel ootamatus kohas, nii et neile otsasõidu vältimiseks võib vaja minna äkkpidurdust;
- kaitsmata õnnetusala – liiklusõnnetuse toimumise ala, mida pädev asutus ei ole veel piiritletud;
- lühiajalised teetööd – ajutised teetööd teel või tee servas, mis on nende lühiajalisuse tõttu üksnes minimaalselt tähistatud;
- piiratud nähtavus – tingimused, mis vähendavad sõidukijuhtide nägemisulatust ja võivad mõjutada ohutut liiklemist;
- vastassuunavööndis liikuv sõiduk, mis liigub kahe-suunalise liiklusega sõiduteel vales suunavööndis;
- märgistamata takistus teel – osaliselt või täielikult teed tõkestav takistus, mis on nõuetekohaselt eristamata ja märgistamata;
- erandlikud ilmastikutingimused – ebatavalised, rasked või aastaajale mitteomased ilmastikutingimused, mis võivad mõjutada ohutut liiklemist.

Kuna liiklustakistusi põhjustavad intsidendid on suhteliselt haruldased sündmused, siis VMS'id oleks alakoormatud kui kasutatakse kuvamiseks ainult ühte tüüpi sõnumeid. Sellest tulenevalt kaaluvad paljud liikluskorralduse eest vastutavad ametid nende kasutamist autojuhtidele ka muud liiki teabe edastamisel. Tuleb märkida, et kui VMS'id on paigaldatud, siis on see lihtsalt sidevahend, mida saab kasutada autojuhtidele kasulike sõnumite edastamiseks konkreetsel teel, kuhu seade on paigaldatud. Selle kasutamise optimeerimiseks tuleb kaaluda sõnumite kuvamise tõhusust ja nende eeldatavat mõju liikluskäitumisele (Tay, De Barros 2008).

Dünaamilisi liikluskorraldussüsteeme rakendatakse kogu maailmas, kasutades kogutud andmeid, täiustatud tehnoloogiat ja ennetavaid juhtimisstrateegiaid, et maksimeerida liiklusohutust maanteedel (Weikl *et al* 2013).

Järjest rohkem on hakatud eelpool nimetatud teavet liiklejateni viima muutuva teabega liiklusmärkide (VMS – *variable message signs*) abil, mida juhitakse kas manuaalselt või automaatselt, arvestades liikluse-, ilma- ja teeolusid. Tavaliselt kuvatakse VMS'idel reguleerivaid liiklusmärke, hoiatusmärke ja liiklusalast informatsiooni ning nende eesmärk on teavitada juhte eelnevalt või reaajas toimunud sündmustest/juhtumitest ja teeoludest, mis võivad mõjutada liiklusolusid ja sõiduaegu (Ulfarsson *et al* 2005). Muutuva teabega kiiruspiirangu (VSL) märgid on üks osa intelligentsetest transpordisüsteemidest, mis võimaldavad alandada kiirusepiiranguid piirkondades, mida mõjutavad sellised tingimused nagu ummikud, ehitus, õnnetused, udu, lumi ja jää (Riffkin *et al* 2008). Muutuva teabega kiiruspiirangu (VSL) märk on kohustuslik või soovitatav kiirusepiirang, millega on võimalik muuta reaajas kiiruspiirangut vastavalt ilmale või liiklustingimustele (Saha *et al* 2015). VSL süsteemid on olulised, sest aitavad stabiliseerida liiklusvoogusid, ennetada kaost liikluses ja suurendada maanteede tõhusust (Shao-long *et al* 2013).

Sageli võib tekkida olukordi, kus on täidetud tingimused mitme erinevat liiki sõnumi edastamiseks. Sellisel juhul tuleb rakendada järgmist sõnumite näitamise prioriteetsust (VMS juhtimisreeglid ... 2018), millised on järgmised (loetletud tähtsuse järjekorras):

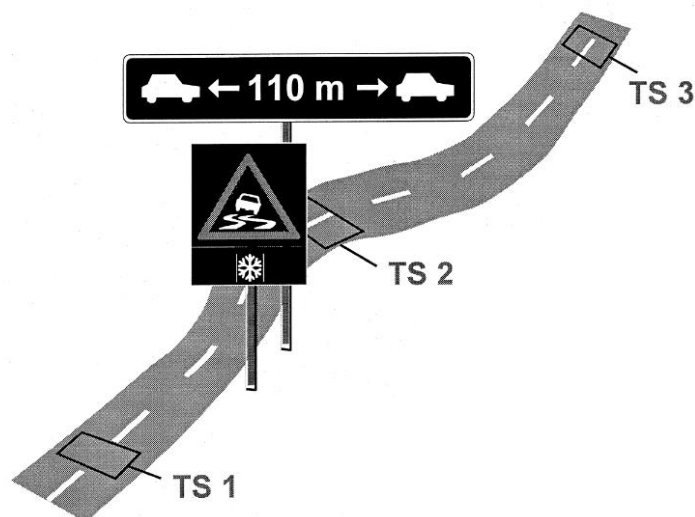
1. Raske liiklusõnnetus
2. Libe tee
3. Muu oht (halb nähtavus, vesiliu oht, takistus teel vm)
4. Külgtuul
5. Liiklusummik, ümbersõit
6. Teetööd, suletud sõidurada (rajad)
7. Eeldatav aeg sihtkohta jõudmiseks

Dünaamilise liikluskorralduse kasutamine ei ole absoluutne ravim kõikidele liiklusprobleemidele, see võib vähendada küll liikluskoormust, anda vajalikku informatsiooni ja nõustada sõidukijuhte, aga kõiki probleeme liikluses sellega siiski lahendada ei õnnestu (Roosmond 1995). VMS'ide kasutamine sõnumite puhul, mis ei vasta asjakohastele eesmärkidele ja prioriteetidele, vähendab nende tõhusust (Burley 2015). Iga kord, kui juhid näevad sisse lülitatud VMS'e, siis kutsutakse neid vaatama kuvatud sõnumit. Kui esitatud teave ei ole dünaamiline (reaajas muutuv) või on kasutu, võivad juhid hakata VMS'idel olevat teavet eirama, sest ei pea seda teavet oluliseks. See vähendab juhtide seas märkide usaldusväärsust ja juhid ei pruugi neid jälgida kui sõnumiga edastatav info on tõesti vajalik. Seetõttu tuleb VMS'idel vältida teabe esitamist, mis ei viita konkreetsetele reaajas liiklusega seotud probleemidele (Arbaiza *et al* 2012).

1.2 Muutuva teabega liiklusmärkide mõju uuringud välisriikides

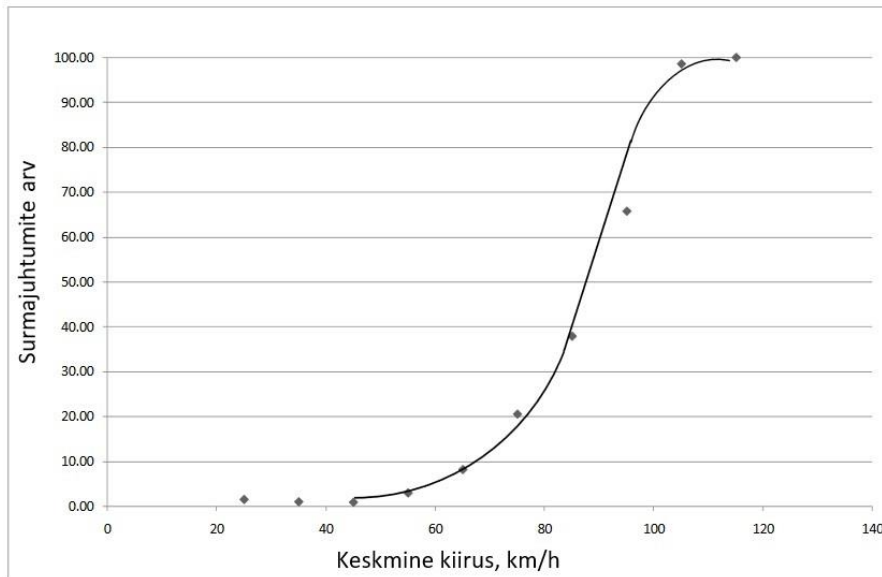
Peamiselt on muutuva teabega kiirusmärke kasutatud piirkiiruste alandamiseks liiklusolude halvenemisel, et vähendada liiklusõnnetuste arvu ja nende tagajärgede raskusastet. Kiiruse ületamine põhjustab erinevate uuringute põhjal umbes 20% kõigist surma või vigastustega lõppenud õnnetustest ning see mõjutab ka vigastuse raskusastet. Õnnetuse korral inimene sureb või saab tõsise vigastuse ainult siis, kui löögikiirus (ja seega inimese poolt neeldunud energia) ületab inimese taluvuspiiri tekkinud jõudude suhtes. Näiteks on leitud, et keskmise kiiruse vähenemine 5 km/h võrra 100 km/h piirangualas vähendab surmaga lõppenud õnnetusi 18%, tõsiseid vigastusi 14% ja väiksemaid vigastusi 10% võrra (Corben *et al* 2001).

Meie naaberriigis, Soomes teostati talvistes tingimustes praktiline katse sõidukijuhtidega, kus jälgiti juhtide kiiruskäitumist VMS lahendusega (libeduse hoiatus) varustatud teelõigul (vt Joonis 1.1).



Joonis 1.1 Soomes läbiviidud uuringu skeem
Allikas: (Kulmala, Rämä 2000)

Teelõigule oli kehtestatud piirkiirus 80 km/h. Katse eesmärk oli tuvastada autojuhtide reageering muutuva teabega liiklusmärgile ehk see kas nad korrigeerivad oma sõidukite liikumiskiirust. Katse viidi läbi kolmel erineval teelõigul ja selgus, et 500 - 1100 meetrit peale VMS märki vähenes sõidukite keskmine kiirus 1 - 2 km/h võrra. Kokkuvõttes on need mõjud siiski tähendusrikkad, sest varasemate uuringutega on tõestatud, et ka väikesed keskmise kiiruse muutused vähendavad riske liiklusõnnetuste toimumiseks (vt Joonis 1.2).

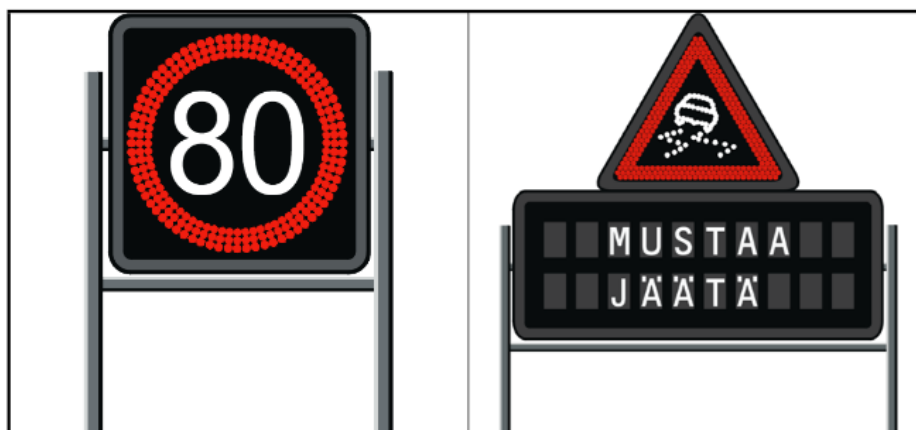


Joonis 1.2 Keskliste kiiruste mõju surmajuhtumite arvule
Allikas: (Elvik 2009)

Jooniselt 1.2 on näha, et keskmiste kiiruste kasv tõstab surmajuhtumite arvu märkimisväärselt ja risk on suurem just suuremate keskmiste kiiruste (80 kuni 110 km/h) juures.

Kulmala ja Rämä (2008) uuringus toodi ka välja, et libeduse hoiatuse märk avaldas suurimat mõju just pimedal ajal, kuna see jäi sõidukijuhtidele rohkem silma. 3 - 14 km peale muutuva teabega liiklusmärgi pigem kiirused tõusid. Lisaks katsetati vilkuvat VMS märki ning selle mõju kestis kauem, kuna vilkumist kasutatakse sageli ohu tähistamiseks. Samas uuringu autorid ei soovita kasutada vilkumisrežiimi, sest see ajas sõidukijuhid pigem segadusse ja nad ei pruugi aru saada, mis sõnumit püütakse märgiga edasi anda (Kulmala, Rämä 2000).

Lisaks on Soomes veel uuritud muutuva teabega kiiruspiirangu märkide ja -infotabloode mõju kiirustele riigiteel nr. 1 Helsinki – Turku (E18). Märke juhiti manuaalselt vastavalt ilma- ja teeoludele. Vaatluse all olev lõik oli 37 kilomeetri pikkune ning sinna oli paigaldatud 22 muutuva teabega kiiruspiirangu märki ja 4 muutuva teabega infotablood (vt Joonis 1.3). Kiirusmärkidel kasutati piiranguid 60, 80 ja 100 km/h, aga suurem osa ajast oli märkidel kiiruspiirang 80 km/h (Hautala *et al* 2001).



Joonis 1.3 Näide uuringus kasutatud muutuva teabega liiklusmärkidest (vasakul kiirusepiirang 80 km/h ja paremal hoiatusmärk „libe tee“ koos tekstiga „must jää“)
Allikas: (Hautala *et al* 2001)

Uuringu tulemused on välja toodud Tabelis 1.1

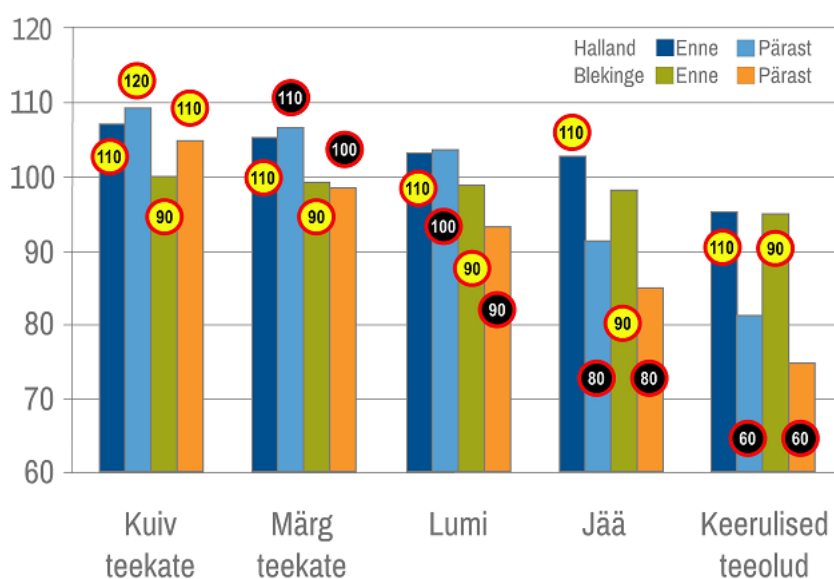
Tabel 1.1 Muutuva teabega liiklusmärkide mõju keskmistele kiirustele

Katselõik	Kontroll-lõik	Sõiduolud	Mõju talvisele keskmisele kiirusele
		Halvad	-2,5 km/h
		Tavalised	-2,8...4,2 km/h
		Halvad	-1,5...1,8 km/h
		Tavalised	-0,2...0,5 km/h
		Halvad	+1,5...1,8 km/h
		Tavalised	+2,3...2,6 km/h

Allikas: (Hautala *et al* 2001)

Kui hoiatusmärgil oli kujutis „libe tee“ ning muutuva teabega kiirusmärgil oli kehtestatud kiirusepiirang 60 km/h, siis keskmised kiirused langesid 2,5 kuni 4,2 km/h, mis on arvestatav tulemus. Kui samades tingimustes tõsteti muutuva teabega kiirusmärgi abil kiirus 60-lt 80-le, siis keskmised kiirused langesid samuti. Mida halvemad olid sõiduolud, seda suurem oli efekt - halbade teeolude korral langes keskmine kiirus 1,5 kuni 1,8 km/h ja tavaliste teeolude korral 0,2 kuni 0,5 km/h võrreldes kontroll-lõiguga, millel oli kehtestatud piirkiirus 80 km/h traditsioonilise liiklusmärgiga. Kui sõidukijuhtidele kuvati VSL märgi abil ainult kiirust 80 km/h, siis keskmised kiirused hoopis suurenesid 1,5 kuni 2,6 km/h võrreldes kontroll-lõiguga, millel oli fikseeritud kiirusepiirang 80 km/h.

Ka Rootsi Maanteeamet on uurinud muutuva teabega kiirusmärkide mõju. Uuringu käigus ühendati kiirusmärgid teelmajaamadega, mis suhtlesid omavahel ning süsteemi kaasabil langetati või tõsteti kiiruseid vastavalt teeoludele. Katse viidi läbi kahes maakonnas (Halland ja Blekinge) ning mõõdeti kiiruseid enne muutuva teabega kiirusmärkide paigaldust, et autojuhid harjuksid olukorraga ning peale märkide paigaldust. Suurimat lubatud sõidukiirust kuiva teekatte korral tõsteti 10 või 20 km/h võrra. Selle tulemusena keskmine kiirus suurenes vaid 2 - 4 km/h, mis näitab, et juhid ei kasuta võimalust heades teeoludes oluliselt kiiremini sõita. Teisest küljest vähendasid juhid sõidukiirusi halbade teeolude korral. Keerulistes tingimustes langes keskmine kiirus 12 - 20 km/h võrra (vt Joonis 1.4).



Joonis 1.4 Rootsi Maanteeameti kiiruste mõõtmistulemused
Allikas: (Vägverket 2008)

Antud uuring näitas, et muutuva teabega kiiruspiirangumärgid ei mõjuta märkimisväärselt heade teeolude (kuiv tee) ja mõõdukalt raskete (märg tee) teeolude korral keskmisi kiiruseid. Teisest küljest pakub VSL-süsteem rasketes (lumi) või väga rasketes tingimustes (jääh) autojuhtidele täiendavat stiimulit kiiruse vähendamiseks. Keeruliste teeolude korral küll alandati lubatud sõidukiirust kuni 50 km/h, kuid uuringust selgus, et keskmised kiirused olid siiski VSL märgil lubatust suuremad. Lisaks leiti uuringus, et muutuva teabega liiklusmärgid pakuvad sõidukijuhtidele suurt tuge näiteks musta jää tekke korral, mis ei ole palja silmaga nähtav. Kokkuvõtteks võib öelda muutuva teabega kiiruspiirangumärgid täidavad oma eesmärgi ja vähendavad halbades teeoludes oluliselt sõidukiirusi, mis tõstab liiklusohutust. Kahe ja poole aastase mõõtmisperioodi jooksul on vigastatute ja surmaga lõppenud avariide arv vähenenud ligikaudu 40% (Vägverket 2008).

Inglismaal, Londoni kiirteedel on katsetatud udu hoiatussüsteemi, mis tuvastas udu anduritega automaatselt. Kui nähtavus oli vähem kui 250 meetrit, siis muutuva teabega märkidel näidati sõna „udu“ 0,8–2,2 km enne andurite paigalduskohti. Süsteemi efektiivsust uuriti kiiruste mõõtmisega uduse ilma korral. Hindamiseks valiti kaksteist muutuva teabega liiklusmärki – kõik asusid kolme sõidurajaga teel ja ristmikest piisavalt kaugel, nii et sõidukid peaksid tavaliselt liikuma konstantse kiirusega ja ilma sõidurada vahetamata. Uuringus mõõdeti sõidukite kiirusi ja võrreldi keskmise kiiruse muutust enne ja pärast udu hoiatussõnumite näitamist muutuva teabega märgil. Kui udu sõnumeid näidati, vähenes keskmine kiirus 2,9 km/h võrra. Kiirused langesid kõige enam sisemistel, kiirematel sõiduradadel, samas kui välistel, aeglasematel sõiduradadel toimus vähem kiiruse muutusi. Kiiremad sõidukid aeglustasid udu hoiatuste näitamisel keskmisest rohkem. Kui udu hoiatussõnum välja lülitati, siis kiirused kasvasid. Kokkuvõtvalt võib öelda, et udu hoiatussüsteem pälvis sõidukijuhtide tähelepanu ja alandas sõidukiirusi (Cooper, Sawyer 2005).

Kanadas uuriti, kuidas hoiatussõnumid ja VSL'id mõjutavad juhi kiiruskäitumist maanteedel, kasutades selleks autosõidu simulaatorit (vt Joonis 1.5). Katsesse oli kaasatud 86 osalejat, kes läbisid sõidusimulaatoril 5 miili (ca 8 km) pikkuse maanteelõigu.



Joonis 1.5 Katses kasutatud sõidusimulaator
Allikas: (Lee, Abdel-Aty 2008)

Simulaatori eksperimendi tulemustest järeldus, et katses osalejad järgisid üldiselt hoiatussõnumeid ja VSL'e ülekoormatud tingimustes (nt ummikud) või kui kiirusepiiranguid vähendati järk-järgult, mistõttu kiiruse kõikumised vähenesid oluliselt. Seda peetakse VSL'ide potentsiaalseks ohutuseks, et juhid saaksid vältida järske kiiruste vähendamisi, mis sageli võivad kaasa tuua suure õnnetuse riski (Lee, Abdel-Aty 2008). Muutuva teabega kiirusepiirangu märgid võivad vähendada kokkupõrke tõenäosust 5 - 17%, vähendades ajutiselt kiirusepiiranguid riskantsetes liiklustingimustes (Lee *et al* 2006). Sama on näidanud ka Guattari koos kaasautoritega (2012) – kui juht saab aru VMS'il olevast

sõnumist, siis sõiduki kiirus püsib peaaegu stabiilsena. Samas kui sõidukijuht ei saa teatest aru, siis ta vähendab oma kiirust märgile lähenedes, et lugeda teadet ja suurendab uuesti kiirust, kui ta on teatest aru saanud. Nii järeldas ka Goudens (1996), et VMS'id on efektiivsed siis, kui need äratavad sõidukijuhtide tähelepanu, on loetavad kehtestatud piirkiirusel, põhjustavad minimaalset ebamugavust sõidukijuhtidele ja on tõhusad erinevates valgustingimustes.

Lee ja Abdel-Aty (2008) uuringust selgus, et kohe peale kiiruste tõstmist hakkasid sõidukijuhid kiirendama, et eemalduda ülekoormatud piirkonnast. See võib peegeldada juhi soovi kaotatud aega tasa teha, mis aitab ka ummikutel kiiresti hajuda. Tulemustest toodi lisaks välja, et juhid enamasti korrigeerivad oma kiirusi vastavalt VSL'idel kuvatud kiirustele ning sõnum, mis hoiatab autojuhte eelseisvatest ohtlikest liiklusoludest, suurendab samuti oluliselt kiiruspiirangute aktsepteerimist. See tähendab, et mitte ainult sõnumi olemasolu, vaid ka hoiatusteate sisu on oluline, et parandada juhtide kiiruskäitumist.

Kokkuvõtvalt soovitatakse tungival, et ülekoormatud piirkondades kuvatakse hoiatussõnumid ja vähendatakse kiiruseid VSL'idega ainult siis, kui esineb ummikuid. Samuti soovitatakse kiiruseid pikema vahemaa tagant järk-järgult vähendada, mis võimaldab juhtidel kiiremini liikuda ja järgida kiiruspiiranguid. Lõpuks tuleks ülekoormatud ala kiiruspiiranguid suurendada, et need vastaksid sõiduaegade hüvitamisele ja hõlbustaksid ka liiklusummikute ületamist, et vältida nende kasvu (Lee, Abdel-Aty 2008).

1.3 Muutuvteabega liiklusmärkide kasutamine Eestis

1.3.1 Muutuvteabega märkide õiguslik alus

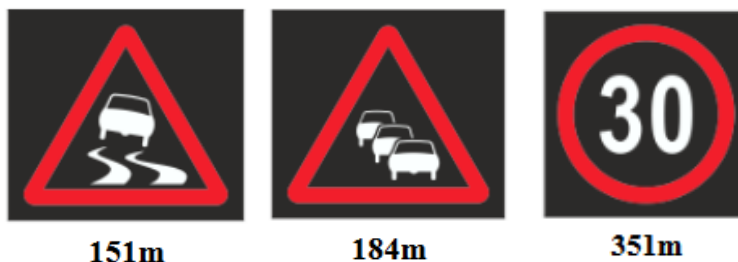
Euroopa Liidu Teatajas avaldati 06. augustil 2010 Euroopa Parlamendi ja Euroopa Liidu Nõukogu poolt 7. juulil 2010 vastu võetud direktiiv 2010/40/EL, mis käsitleb raamistikku intelligentsete transpordisüsteemide kasutuselevõtmiseks maanteedtranspordis ja liideste jaoks teiste transpordiliikidega (Euroopa Liidu ... 2010). Direktiivi eesmärk on toetada ja suurendada Euroopa Liidus intelligentsete transpordisüsteemide kasutuselevõtmist ning kasutamist.

Ligikaudu kaks aastat peale direktiivi avaldamist muudeti Eestis Liiklusseadust. 2. mail 2012 võeti Riigikogu poolt vastu Liiklusseaduse muutmise seadus, mis avaldati Riigi teatajas 25. mail 2012 ning see jõustus sama aasta 04. juunil. Seadust täiendati §-ga 6¹. Intelligentne transpordisüsteem (Liiklusseaduse muutmise ... 2012).

Aastaid hiljem, täpsemalt 01.03.2018 täiendati Majandus- ja Kommunikatsiooniministri määrust „Liiklusmärkide ja teemärgiste tähendused ning nõuded fooridele“. Määrus paneb paika, millised on Eestis kasutatavad liiklusmärgid ja teemärgised ning mida peab liikleja nendest lähtuvalt tegema. Muuhulgas on arvestatud, et Eesti märgid omaksid võimalikult sarnaseid tähendusi, mis teisteski riikides. Uutest kohustuslikest märkidest võib esile tõsta elektroonilised muutuva teabega liiklusmärgid, mille mõju on samamoodi kohustuslik nagu traditsioonilistel liiklusmärkidel. Muutuva teabega märke on eelkõige vaja ajutise iseloomuga info edastamiseks ja vajalike korralduste andmiseks liiklejatele, et nad saaksid nende põhjal teha otsuseid, mis vähendavad nende ajakulu või parandavad liiklusohutust (Uued liiklusmärgid ... 2018).

Määruses on lahti kirjutatud, et muutuva teabega hoiatus- ja keelumärgi taust on must, ääris punane ja märgil olev sümbol valge või kollane (Liiklusmärkide ja ... 2011).

Näiteid muutuva teabega hoiatusmärkidest ja keelumärkidest (vt Joonis 1.6):



Joonis 1.6 Hoiatus- ja keelumärgid
Allikas: (Liiklusmärkide ja ... 2011)

1.3.2 Informatiivsed muutuvteabega märgid

Esimene muutuva teabega liiklusmärk paigaldati Maanteeameti tellimisel 2005. aastal Tallinn-Narva maanteele Jõelähtmele. Märgi alumises osas on kaks tekstiriba ja üleval hoiatusmärk. Selle märgiga kuvati liiklejatele õhu- ja teetemperatuuri, mida mõõtis läheduses asuv teeilmajaam. Mõõtmistulemused kuvati automaatselt märgile ning vajadusel sai kuvada ka vastavaid hoiatusmärke (libe tee, muud ohud jne). Hetke seisuga ei ole märk töökorras, kuna puudub hooldusleping ja see märk on oma aja juba ära elanud.

2010. aastal paigaldati Tallinn-Rapla-Türi maanteele Tallinna linnapiirile Kangrusse LCD ekraaniga varustatud infotabloo, mis on ühendatud lähedal asuva teeilmajaamaga ning võimaldab sõidukijuhtidele kuvada nende tegelikku kiirust ning õhu- ja teetemperatuuri. Infotabloo kuulub eraettevõttele Terastiim OÜ.

Järgmised muutuva teabega liiklusmärgid paigaldati 2012. ja 2013. aastal Koidula ja Luhamaa piiripunkti lähedusse. Kuna sellel ajal puudus kaasaegne märkide juhtimistarkvara, siis kuvati märkidel kolmes keeles (eesti, vene ja inglise) informatiivset slaidikava (vt Joonis 1.7). 2018. aastal viis Maanteeamet läbi hanke, et tõsta nende märkide suhtlemisvõimekust – vahetati välja kontrolleresites olev tarkvara ja sideseadmed, et infotabloosid oleks võimalik juhtida Maanteeameti Liiklusjuhtimiskeskusest ning sideühendus märkide ja Liiklusjuhtimiskeskuse vahel oleks stabiilsem.



Joonis 1.7 Koidula piiripunkti VMS infotabloo
Allikas: (Autori foto 08.12.2017)

2013. aastal paigaldati Ülemiste liiklussõlme rekonstrueerimise käigus Järvevana tee tunneli jaoks foorid, muutuva teabega liiklusmärgid ja infotablood, mis võimaldab Tallinna Transpordiameti liikluse juhtimiskeskusel muuta vajadusel sõidukiirusi enne Ülemiste tunnelit ja ohuolukorras sulgeda tunnel liiklusele. Enamasti on muutuva teabega liiklusmärgid kasutusel ainult ohuolukorras kui tunnelis on jalakäija, peatunud sõiduk, aset leidnud tulekahju või seal liigub vales suunas sõitev auto. Tavaolukorras põleb tunneli fooris roheline tuli ja muutuva teabega märkidel ei kuvata midagi.

1.3.3 Muutuvteabega liiklusmärkide hetkeseis

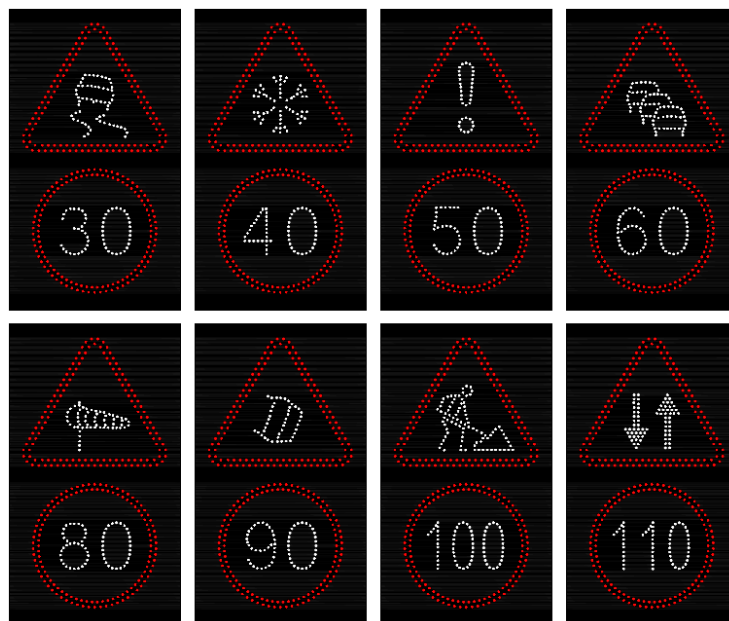
Maanteeamet osaleb koos Läti Maanteeametiga Central Baltic Interreg programmis, mis finantseerib Kesk-Läänemere piiriüleseid koostööprojekte. Programmi rahastatakse Euroopa Regionaalarengu Fondist (ERDF). Koostöös Läti Maanteeametiga taotleti ERDF-st raha projekti „SMART E67“ elluviimiseks, mille eesmärk on suurendada reisijate- ja kaubavedude tõhusust Euroopa teel E67 (Tallinn-Varssavi, tuntud ka kui Via Baltica) tuues sisse intelligentseid transpordisüsteeme. Mõlemas riigis on nimetatud teel iga-aastane keskmine liiklussagedus kõrgeim võrreldes teiste riigiteedega - Eestis 16 155 autot/ööpäevas ja Lätis kuni 21 122 autot/ööpäevas (SMART E67 ... 2019). 24. aprillil 2017 sõlmis Maanteeamet eelpool nimetatud projekti raames Tallinn–Pärnu–Ikla maanteele paigaldatavate muutuva teabega elektrooniliste liiklusmärkide projekteerimis- ja ehituslepingu ettevõttega IB Foor OÜ, kes oli avatud riigihanke edukas pakkuja (Sõlmiti rahvusvahelise ... 2017).

Projekti „SMART E67“ raames paigaldati Maanteeameti poolt hallatavatele riigiteedele kaht tüüpi elektroonilisi liiklusmärke. Ühed on suured muutuva teabega infotablood, millel on võimalik kuvada nii liiklusmärke kui tekstilist teavet. Infotabloode kaudu teavitatakse liiklejaid liiklustakistustest, teetöödest, ajutistest ümbersõitudest ning sõiduajast. Lisaks hoiatatakse talvisel ajal ootamatu libeduse tekke eest ning kuvatakse teeilmajaamade õhu- ja teetemperatuuri näite. Teiseks tüübiks on muutuvad kiirusepiirangu märgid (vt Joonis 1.8), millest osadel on kiirusmärgi kohal võimalik näidata ka muutuvat hoiatusmärki.



Joonis 1.8 Muutuva teabega kiirusepiirangu märk Tallinn-Pärnu-Ikla maanteel
Allikas: (Muutuva teabega ... 2019)

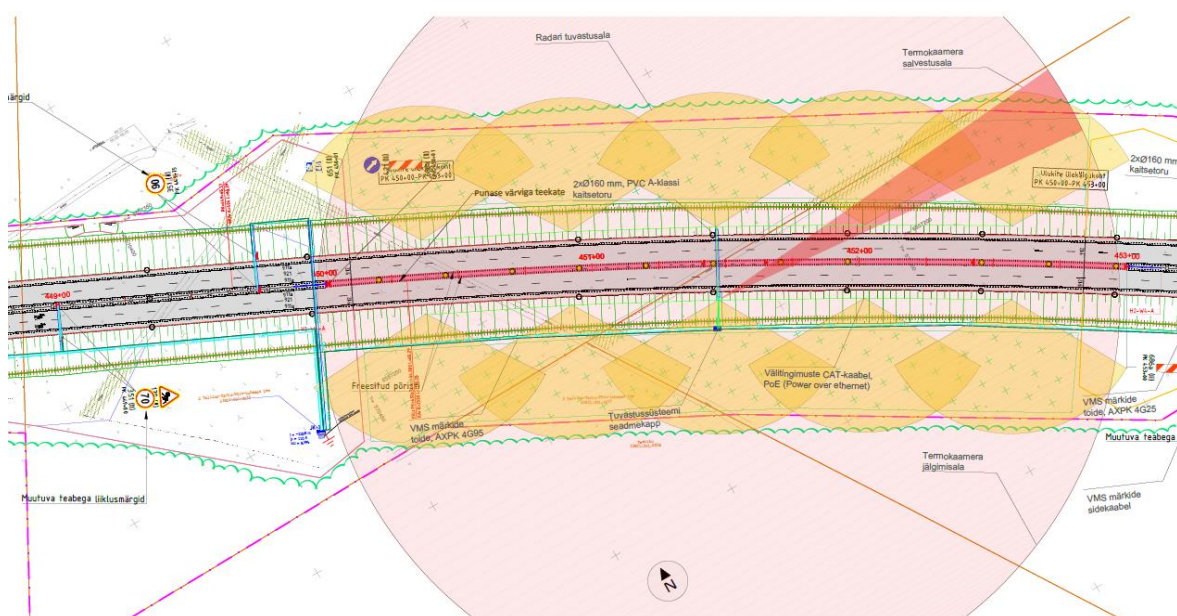
Muutuvate kiirusepiirangu märkidega saab kehtestada lubatud suurima kiiruse sõltuvalt tegelikest tee-, ilma- ja liiklusoludest ning muutuva hoiatusmärgiga saab täiendavalt hoiatada liiklejaid ohtude eest ning põhjendada tavapärasest madalamat kiirusepiirangut. Suuri infotabloosid on Tallinn-Pärnu-Ikla maanteele paigaldatud seitse ja kiirusemärke 28, millest 12-l on kiirusmärgi kohal võimalik näidata ka muutuva hoiatusmärgi (vt Joonis 1.9) (KKK muutuva ... 2019).



Joonis 1.9 Kiirus- ja hoiatusmärgi kombinatsiooni kujundused
Allikas: (KKK muutuva ... 2019)

Muutuva teabega kiiruspiirangu märkide süsteemid võtavad konkreetsetel teelõigul arvesse sõidukite liiklussagedust, -kiirust ja -voolu, hindamaks reaalselt liiklusolukorda ning reguleerida kiirusepiirangut vastavalt vajadusele (Grumert, Tapani 2017).

Maanteeameti visioon on saada kõrgelt hinnatud kompetentsikeskuseks liiklejatele ja partneritele, mille saavutamiseks võetakse kasutusele uusi tehnoloogilisi lahendusi, sh arendatakse intelligentseid transpordisüsteeme ning tulevikku suunatud taristu planeerimist (Strateegia, missioon ... 2019). Näiteks hetkel neljarealiseks ehitatava Tallinn-Tartu maantee Kose-Võõbu lõigule on planeeritud paigaldada 6 VMS infotablood ja 22 kiirus- ning hoiatusmärgi kombinatsiooni. Lisaks tuleb samale lõigule suurulukite tuvastussüsteem, mis koosneb ühest termokaamerast ja 10 radarist, millest 5 on ühel pool teed ja 5 teisel pool teed (vt Joonis 1.10).



Joonis 1.10 Suurulukite tuvastussüsteemi eskiis
Allikas: (Loomade tuvastussüsteemi ... 2018)

Samuti on Maanteeamet tellinud uuringu Tallinna ringtee liiklusjuhtimise lahenduse väljatöötamiseks, mis valmis 2017. aastal. Kuna ulatuslikud ümberehitustööd muudavad Tallinna ringtee lähiaastatel nelja sõidurajaga maanteeks ning uuringu põhjal on Maanteeametil võimalik planeerida ning arendada erinevaid ITS lahendusi, mis muudavad liikluse ringteel sujuvamaks ja ohutumaks ning võimaldab paremini hallata erinevaid liiklustakistusi põhjustavaid intsidente. Nimetatud uuring on ühtlasi ka üks töopakettidest, mis kuulub FinEst Smart Mobility (FESM) rahvusvahelisse projekti. FESM on Euroopa Liidu regionaalarengu programmi Central Baltic poolt 85% ulatuses rahastatud projekt Helsingi Läänesadama ja Tallinna Vanasadama vahelise liikuvuse parendamiseks nutikate lahenduste abil (Uuring mnt ... 2017).

1.3.4 Muutuva teabega liiklusmärkide juhtimine

Muutuva teabega liiklusmärke juhitakse Maanteeameti Liiklusjuhtimiskeskusest (LJK). Liiklusjuhtimiskeskus alustas tegevust 1. novembril 2017 ja selle eesmärk on anda liiklejatele operatiivset infot ja korraldusi, mis suurendavad liiklejate ohutust või vähendavad liiklemise ajakulu (Liiklusjuhtimiskeskus, 2019). Keskuses töötab 6 inimest – juhataja, liiklusjuht-analüütik, kolm liiklusjuhti ja erivedude koordinaator.

Liiklusjuhtimiskeskusel on palju erinevaid ülesandeid (Liikluskorralduse osakonna ... 2017):

- vaatab läbi suuremõõtmeliste ja raskekaaluliste veoste veotaotlused ning annab loa nende veoks;
- hangib välisriigi taotlejale veotee kooskõlastuse ja eriloa teistelt tee või rajatiste omanikelt;
- vaatab läbi liikluskeelu alased taotlused ning annab välja vastavaid lube;
- võtab vastu informatsiooni riigimaanteede sõiduolude, liikluskorralduse muudatuste ja liiklustakistuste kohta ameti teistelt üksustelt, lepingupartneritelt, teistelt asutustelt, massiürituste korraldajatelt ning teistest allikatest;
- töötleb saadud liikluspiirangute, teede sõidetavusega ja liiklustakistustega seotud informatsiooni ning edastab selle avalikkusele, sh avalikustab teabe Tark Tee portaalis, koostab pressiteateid ja annab intervjuusid;
- juhhib muutuva teabega liiklusmärkide, liikluskaamerate, tõkkepuude, fooride ja teiste liikluskorraldusvahendite tööd;
- haldab ja arendab teekasutustasude süsteemi, vaatab läbi teekasutustasudega ning nende tagasimaksetega seotud taotlused ning teeb vastavad otsused;
- vahendab jääteede avamise ja sulgemise infot;
- valmistab ette otsuseid piirkiiruste kehtestamiseks ja tühistamiseks olenevalt teest ja ilmastikust;
- korraldab kriisikommunikatsiooni ja osaleb kriisikomisjonides;

Lisaks kõigele eelnevale on Liiklusjuhtimiskeskuse ülesandeks suurendada liiklusjuhtimisvõimekust riigiteedel (Tänasest alustab ... 2017).

Lihtsustamaks Liiklusjuhtimiskeskuse tööd on muutuva teabega liiklusmärkidele koostatud juhtimisreeglid, et nende juhtimine saaks toimuda võimalikult automaatselt, põhinedes teele paigaldatud liiklusloendusseadmete ja teeilmajaamade andmetel. Selleks, et juhtimine saaks

toimuda reaajas, on vajalik tagada praktiliselt pidev andmevoog liiklusloendusseadmetest ja teeilmajaamadest liiklusjuhtimise tarkvarasse. Alati on automaatselt juhtimiselt võimalik üle minna manuaalsele juhtimisele ja sellisel juhul lisanduvad juhtimisotsuste tegemist toetavad tee- ja liikluskaamerad. Muutuva teabega märkidele on määratud konkreetsed teeilmajaamad millest kogutavad andmed on märgi juhtimisotsusele aluseks. Teeilmajaama rikke korral tuleb andmed märgile võtta temale määratud varu teeilmajaamast. Muutuva teabega märkidele on määratud ka konkreetsed loendusseadmed, mille andmeid märgi juhtimises kasutatakse. Loendusseadmete rikke korral ei ole määratud varuloendusseadet, sest loendurid on üldjuhul paigaldatud suuremate ristmike vahele ja liiklustingimused lähimas loendusseadmes, mis üldjuhul asub teisel pool suuremat ristmiku, võivad oluliselt erineda. Seetõttu tuleb loenduri rikke korral iga kord konkreetselt hinnata, kas on võimalik kuskilt saada asenduseks andmeid. (VMS juhtimisreeglid. ... 2018).

2. METOODIKA JA ANDMED

2.1 VSL märkidega kaetud teelõik

Käesoleva magistritöö vaatluse all oli riigitee nr. 4 Tallinn-Pärnu-Ikla (km 13-27) Laagri-Ääsmäe lõik, mis on nelja sõidurajaga põhimaantee ja Eestis üks suurema liiklussagedusega teelõik (vt Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Laagri-Kanama ja Kanama-Ääsmäe lõigu liiklussagedused aastatel 2010 kuni 2018

Aasta	Laagri-Kanama AKÖL, autot/ööp	Liiklussageduse muutus 2018/2010, %	Kanama-Ääsmäe AKÖL, autot/ööp	Liiklussageduse muutus 2018/2010, %
2010	18077	+16,6 %	12233	+36,6 %
2011	17257		12661	
2012	19593		12778	
2013	19047		13467	
2014	19474		14059	
2015	20022		15136	
2016	21242		15848	
2017	22077		16593	
2018	21078		16705	

Allikas: (Maanteeameti liiklusloendussüsteem)

Võrreldes 2010. aasta liiklussagedusi 2018. aastaga, siis on näha, et Laagri-Kanama lõigu liiklussagedused on kasvanud 16,6% ja Kanama-Ääsmäe lõigu liiklussagedused on kasvanud 36,6%. Huvitav on ka asjaolu, et Eesti suurima liiklusega teelõik asub samal teel nr.4 Tallinna linna piiril (km 13,0 - 13,8), kus mõõdeti 2018. aasta keskmiseks liiklussageduseks 32 723 autot/ööpäevas (Liiklusloenduse tulemused ... 2019).

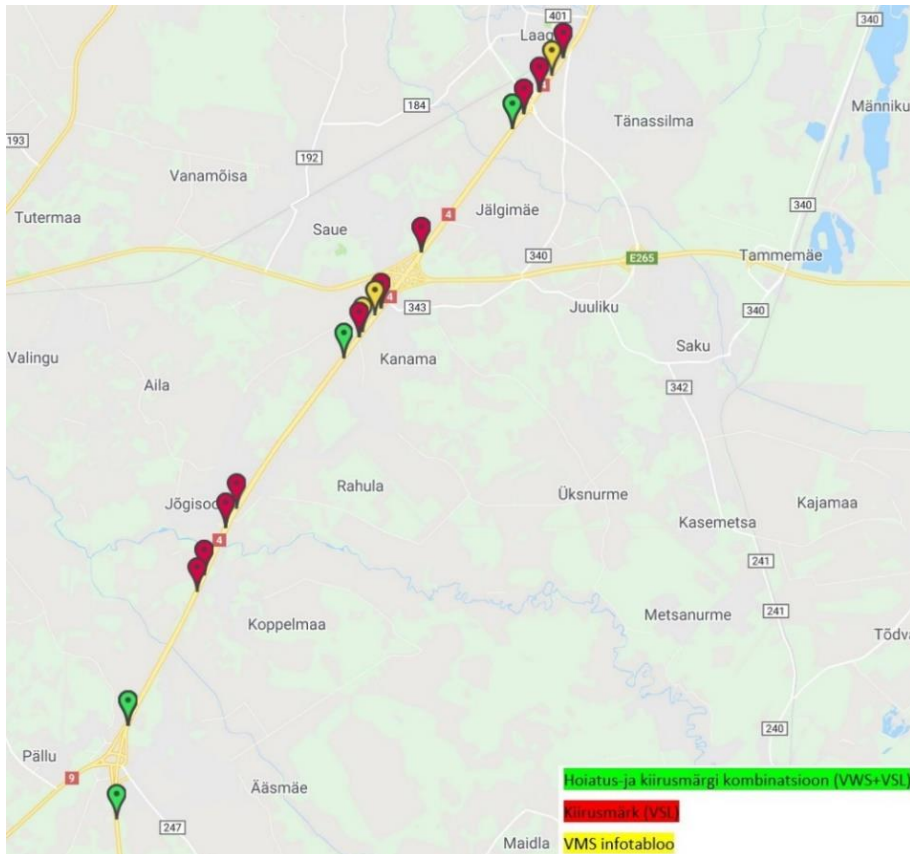
Laagri-Ääsmäe lõigul olevad muutuva teabega infotablood, kiiruspiirangumärgid ning kiirus- ja hoiatusmärgi kombinatsioonide asukohad on välja toodud Tabelis 2.2 ja Joonisel 2.1.

Tabel 2.2 Muutuva teabega liiklusmärgid Tallinn-Pärnu-Ikla maanteel Laagri-Ääsmäe lõigul

VMS nr	Asukoht	VMS paigaldise tüüp	Suurus	Tee nr	Tee km	Sõidusuund
1	Laagri	VSL	suur	4	13,90	lõuna
2	Laagri	VSL	suur	4	13,90	lõuna
3	Laagri	VMS infotabloo	suur	4	14,25	lõuna
4	Jälgimäe	VSL	suur	4	14,59	põhi
5	Jälgimäe	VSL	suur	4	14,59	põhi
6	Topi	VSL	suur	4	15.03	lõuna
7	Topi	VSL	suur	4	15.03	lõuna

8	Topi	VWS ja VSL märgi kombinatsioon	suur	4	15.34	põhi
9	Topi	VWS ja VSL märgi kombinatsioon	suur	4	15.34	põhi
10	Kanama	VSL	suur	4	17.85	põhi
11	Kanama	VSL	suur	4	17.85	põhi
12	Kanama	VSL	suur	4	18.98	lõuna
13	Kanama	VSL	suur	4	18.98	lõuna
14	Kanama	VMS infotabloo	suur	4	19.14	lõuna
15	Kanama	VMS infotabloo	suur	4	19.48	põhi
16	Rahula	VSL	suur	4	19.56	põhi
17	Rahula	VSL	suur	4	19.56	põhi
18	Rahula	VWS ja VSL märgi kombinatsioon	suur	4	20.00	põhi
19	Rahula	VWS ja VSL märgi kombinatsioon	suur	4	20.00	põhi
20	Jõgisoo	VSL	suur	4	23.04	põhi
21	Jõgisoo	VSL	suur	4	23.39	lõuna
22	Jõgisoo	VSL	suur	4	23.39	lõuna
23	Jõgisoo	VSL	suur	4	24.26	põhi
24	Jõgisoo	VSL	suur	4	24.26	põhi
25	Jõgisoo	VSL	suur	4	24.55	lõuna
26	Ääsmäe	VWS ja VSL märgi kombinatsioon	suur	4	27.02	põhi
27	Ääsmäe	VWS ja VSL märgi kombinatsioon	suur	4	27.02	põhi
28	Ääsmäe	VWS ja VSL märgi kombinatsioon	väike	4	27.02	lõuna
29	Ääsmäe	VWS ja VSL märgi kombinatsioon	väike	4	28.57	põhi

Allikas: (Maanteeameti liiklusjuhtimiskeskus)



Joonis 2.1 Muutuva teabega liiklusmärkide asukohad kaardil
Allikas: (Autori koostatud)

2.2 Andmeallikad

2.2.1 Tarkvaralahenduse Hermes logid

Hermes on muutuva teabega liiklusmärkide tootjapoolne (Swarco) tarkvaralahendus, millega saab juhtida ja kontrollida kuni kaheksat muutuva teabega liiklusmärki ühest arvutist. Peamine eesmärk on ühendada iga liiklusmärk otse liiklusjuhtimiskeskusega (Hermes 2019).

Tarkvara Hermes hangiti koos muutuva teabega liiklusmärkidega, mis paigaldati SMART E67 projekti raames Tallinn-Pärnu-Ikla maantee Laagri-Ääsmäe lõigule.

Hermese logist on võimalik välja võtta andmed (ja teisaldada need tabelitöötlustarkvarasse Excel) mis koosnevad järgmisest: kuupäevast, kellaajast, mis märgiga tegu on ja märgil kuvatavast informatsioonist (vt Joonis 2.2).

TimeStamp;Level;Message;User;IpAdress									
10/3/2018 9:10:55 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 15 Rahula VWS VSL pohi parem (172.16.8.5	LogicalUnit#1 changed from Permanent.58 to Blank.1;	system;";"					
10/3/2018 9:13:40 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 15 Rahula VWS VSL pohi parem (172.16.8.5	LogicalUnit#1 changed from Blank.1 to Permanent.58;	system;";"					
10/3/2018 9:14:00 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 16 Rahula VWS VSL pohi vasak (172.16.8.6)	LogicalUnit#1 changed from Blank.1 to Permanent.58;	system;";"					
10/3/2018 9:14:22 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 16 Rahula VWS VSL pohi vasak (172.16.8.6)	LogicalUnit#1 changed from Permanent.58 to Blank.1;	system;";"					
10/3/2018 9:14:22 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 15 Rahula VWS VSL pohi parem (172.16.8.5	LogicalUnit#1 changed from Permanent.58 to Blank.1;	system;";"					
10/3/2018 9:33:45 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 15 Rahula VWS VSL pohi parem (172.16.8.5	LogicalUnit#1 changed from Blank.1 to Permanent.58;	system;";"					
10/3/2018 9:33:46 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 16 Rahula VWS VSL pohi vasak (172.16.8.6)	LogicalUnit#1 changed from Blank.1 to Permanent.58;	system;";"					
10/3/2018 9:34:06 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 15 Rahula VWS VSL pohi parem (172.16.8.5	LogicalUnit#1 changed from Permanent.58 to Blank.1;	system;";"					
10/3/2018 9:34:07 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 16 Rahula VWS VSL pohi vasak (172.16.8.6)	LogicalUnit#1 changed from Permanent.58 to Blank.1;	system;";"					
10/3/2018 9:54:32 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 16 Rahula VWS VSL pohi vasak (172.16.8.6)	LogicalUnit#1 changed from Blank.1 to Permanent.58;	system;";"					
10/3/2018 9:54:33 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 15 Rahula VWS VSL pohi parem (172.16.8.5	LogicalUnit#1 changed from Blank.1 to Permanent.58;	system;";"					
10/3/2018 9:55:13 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 16 Rahula VWS VSL pohi vasak (172.16.8.6)	LogicalUnit#1 changed from Permanent.58 to Blank.1;	system;";"					
10/3/2018 9:55:14 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 15 Rahula VWS VSL pohi parem (172.16.8.5	LogicalUnit#1 changed from Permanent.58 to Blank.1;	system;";"					
10/3/2018 10:01:44 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 15 Rahula VWS VSL pohi parem (172.16.8.	LogicalUnit#1 changed from Blank.1 to Permanent.58;	system;";"					
10/3/2018 10:01:44 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 16 Rahula VWS VSL pohi vasak (172.16.8.6)	LogicalUnit#1 changed from Blank.1 to Permanent.58;	system;";"					
10/3/2018 10:02:05 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 15 Rahula VWS VSL pohi parem (172.16.8.	LogicalUnit#1 changed from Permanent.58 to Blank.1;	system;";"					
10/3/2018 10:02:06 AM;	Info;	ActiveContent of VMS 16 Rahula VWS VSL pohi vasak (172.16.8.6)	LogicalUnit#1 changed from Permanent.58 to Blank.1;	system;";"					

Joonis 2.2 Väljavõtte Hermese logist

Allikas: (Hermes)

Kuna Hermese võimalused osutusid piiratuks ning kasutajamugavuse ja operatiivse juhtimisvõimekuse tõstmiseks kuulutati 2018. aastal välja riigihange muutuva teabega liiklusmärkide juhtimisprogrammi hankimiseks, kuhu tuleb integreerida kõik muutuva teabega liiklusmärgid ning liikluskaamerate, teeilma- ja liiklusloendusseadmete andmed. Uue tarkvara peamisteks ülesanneteks on (Liiklusjuhtimissüsteemi tarkvara ... 2018):

- automaatselt koguda infot liikluse kohta sh ummikute, liiklusõnnetusjuhtumite ja muude tõrgete ja takistuste kohta;
- automaatselt koguda infot maanteede seisundi kohta, nt veekihi paksus, must jää ja muud tingimused, mis avaldavad mõju liikluse ohutusele ja sujuvusele;
- automatiseerida kogutava info salvestamist ja töötlemist;
- operatiivselt edastada infot VMS'ide kaudu liiklusolukorra ja maanteede seisundi kohta sõidukijuhtidele;
- automatiseerida ja optimeerida transpordivoo juhtimist (sh liiklusõnnetusjuhtumite korral) tagades maksimaalse läbilaskevõime;
- võimaldada reguleerida transpordivoogusid (nt piirkiiruse alandamisega) liiklusõnnetuste ja ummikute ennetamiseks.

2.2.2 Waze andmed

Waze on rahvusvaheline tasuta nutitefonis kasutatav navigatsioonirakendus, mille vahendusel saab liikleja jagada kasulikku informatsiooni (löökaugud, libe tee, liiklusõnnetus jne) teistele

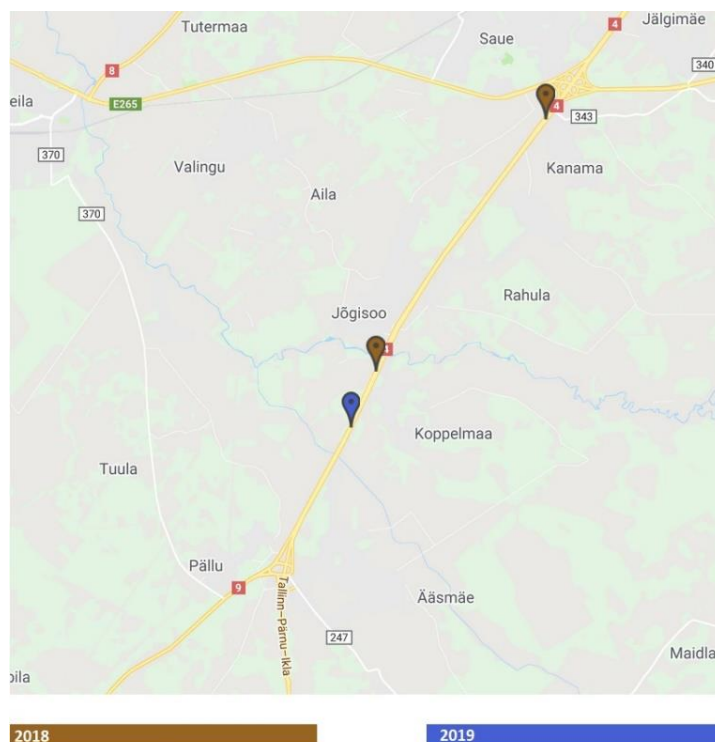
sõidukijuhtidele, kes sõidavad samal marsruudil. Samuti näeb teiste liiklejate poolt postitatud hoiatusi.

2015. aastal liitus Maanteeamet Waze'i tasuta infovahetuse programmiga Connected Citizens Program. Maanteeamet jagab infot riigiteede liikluspiirangute kohta ja talvel teeilmajaamade libeduse hoiatusi. Alates 2018. aasta talvest saavad Waze'i kasutajad näha ka 1 km kaugusel olevaid teehooldesõidukeid, millel on sahk või puistur kasutuses ehk teostatakse talviseid töid riigiteedel. Liiklejaid hoiatatakse ka vastassuunast lähenevast hooldeautost (Waze'i lisatud ... 2018).

Magistritöö analüüsis kasutati Waze kasutajate poolt edastatud andmeid Laagri – Ääsmäe ja Ääsmäe – Laagri suuna kohta. Waze'ist sai välja võetud teekonna keskmised liikumiskiirused, nimetatud andmed uuenevad iga 15 minuti tagant.

2.2.3 Liiklusõnnetuste statistika

Käesoleva töö algaasis tekkis idee kasutada Tallinn-Pärnu-Ikla maantee Laagri-Ääsmäe teelõigul toimunud liiklusõnnetuste statistikat, et vaadata kas VMS märkide kasutuselevõtt on nende toimumist mõjutanud. Andmeid välja võttes selgus, et 2018. aastal registreeriti Laagri-Ääsmäe lõigul kaks inimkannatanutega liiklusõnnetust, milles sai vigastada kolm inimest. Magistritöö kirjutamise ajal ehk 2019. aasta 1. aprilli seisuga toimus samal lõigul üks inimkannatanutega liiklusõnnetus, milles sai vigastada kaks inimest. Liiklusõnnetuste toimumise asukohad on välja toodud Joonisel 2.3.



Joonis 2.3 Liiklusõnnetuste toimumise asukohad Laagri-Ääsmä lõigul (01.01.2018-01.04.2019)
Allikas: (Autori koostatud)

Kuna selgus, et liiklusõnnetuste arv on väike, ega võimalda läbi viia statistiliselt usaldusväärset analüüsi, samuti pole liiklusõnnetused sellel lõigul probleemsed, siis käesoleva magistritöö analüüsis neid andmeid ei ole kasutatud.

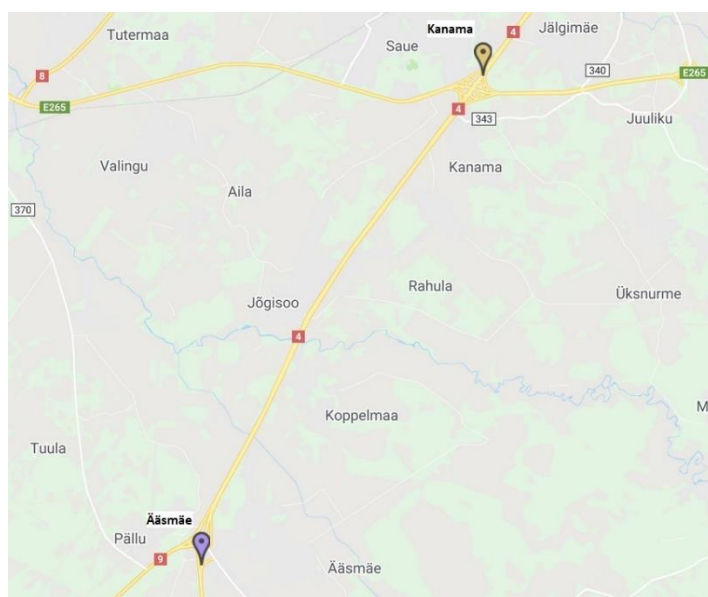
2.2.4 Teeilmajaamad

Talvisel maanteehooldusel on otsuste tegemisel oluline osa ilmastikuolude, ilmaprognooside, radaripiltide ning tormi- ja muude võimalike hoiatuste pidev jälgimine. Selleks on teemeistritel ja järelevalve töötajatel abiks teeilmajaamade infosüsteem 68 maanteede ääres asuva teeilmajaama ja 112 teekaameraga (Teeilmajaamad ja ... 2019).

Teeilmajaamad mõõdavad õhutemperatuuri, õhuniiskust, sademeid, tuule kiirust ja suunda ning talihoolduse korraldamiseks olulisi parameetreid nagu teetemperatuur, teeseis, nähtavus, puistatud kloriidi kogus jms (Ibid.).

Käesoleva magistritöö analüüsi jaoks kasutati kahe teeilmajaama (Kanama, Ääsmä) kogutud andmeid. Kanama teeilmajaam asub Tallinn-Pärnu-Ikla maantee 18. kilomeetril ja Ääsmä teeilmajaam sama maantee 28. kilomeetril (vt Joonis 2.3). Nimetatud asukohtades kasutatakse

Soome Vaisala teeilmajaamu ROSA (Kanamal) ja RWS200 (Ääsmäel), mis koguvad andmeid ööpäevaringselt ja edastavad neid 10 minutilise intervalliga (Maanteeameti hooldeosakonna ... 2019).



Joonis 2.3 Teeilmajaamade asukohad
Allikas: (Autori koostatud)

Juhi jaoks sarnaselt tajutavate teeseisude koondamiseks teostati järgmine lihtsustus allpool toodud vastavustabeli (vt Tabel 2.3) järgi:

Tabel 2.3 Teeilmajaamade teeseisundi tekstide lihtsustus

Teeilmajaamade teeseisundi tekst	Lahti seletus	Lihtsustus
niiske	niiske teepind	hea
lumine	lumine teepind	halb
kuiv	kuiv teepind	hea
hoiatus! härmatis	härmatise hoiatus	hea
jäine	jäine teepind	halb
hoiatus! niiske	niiske teepinna hoiatus	hea
härmatis	härmatis teepinnal	hea
märg	märg teepind	hea
hoiatus! märg	märja teepinna hoiatus	hea
lörts	lörtsine teepind	halb

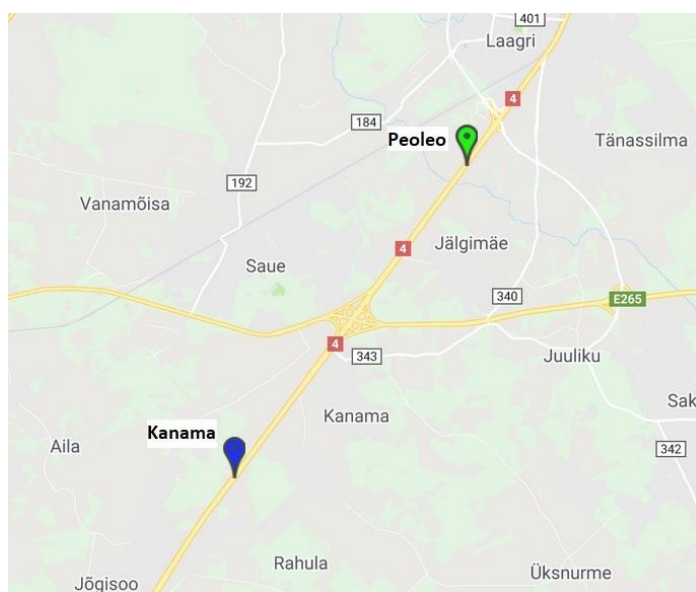
Allikas: (Teeilmajaamade infosüsteem)

2.2.5 Liiklusloendurid

Maanteeamet korraldab vastavalt põhimäärusele riigiteede liiklusloendust. Loendusandmeid kasutatakse teede projekteerimisel, ehitusel ja hooldamisel, liiklusohutuse ja -korraldusega seotud tegevuste elluviimisel, eelarveraha jaotamisel ning erinevate juhendite jm dokumentide koostamisel. Maanteeameti koduleheküljel avaldatakse iga aasta I kvartalis eelneva aasta liiklusloenduse tulemused (Liiklussageduse statistika 2019).

Püsiloenduspunkt on statsionaarne teeinfrastruktuuriehitus, mis paikneb vahetult tee muldkeha läheduses ning on varustatud elektritoitega. Tugipostile paigaldatud seadmekapis paikneb liiklusloenduseseade, mis on ühendatud teekattesse paigaldatud induktiivanduritega. Püsiloenduspunktides kasutatakse loenduseseadmeid, mis võimaldavad registreerida sõidukite arvu, liiki, liikumiskiirust ja liikumissuunda. Kogutud sõidukite loendusandmed ning loenduseseadme töökorrasoleku kohta käiv info edastatakse serverisse viivitamatult uue andmepaketi moodustumisel kasutades edastamiseks GPRS teenust ja interneti protokollid. Saabunud andmed salvestatakse andmebaasi ja edastatakse iga 1 – 15 minuti tagant (Liiklusloenduse tulemused ... 2019).

Käesoleva magistr töö analüüsi jaoks kasutati kahe püsiloenduspunkti (Peoleo ja Kanama) kogutud andmeid perioodil 01.01.2017 – 19.11.2018. Peoleo liiklusloenduseseade asub Tallinn-Pärnu-Ikla maantee 15,6 kilomeetril ja Kanama loendur sama maantee 21,2 kilomeetril (vt Joonis 2.4). Nimetatud asukohtades kasutatakse Black Cat radarit, mis edastab andmeid 1 minutilise intervalliga (Ibid.).

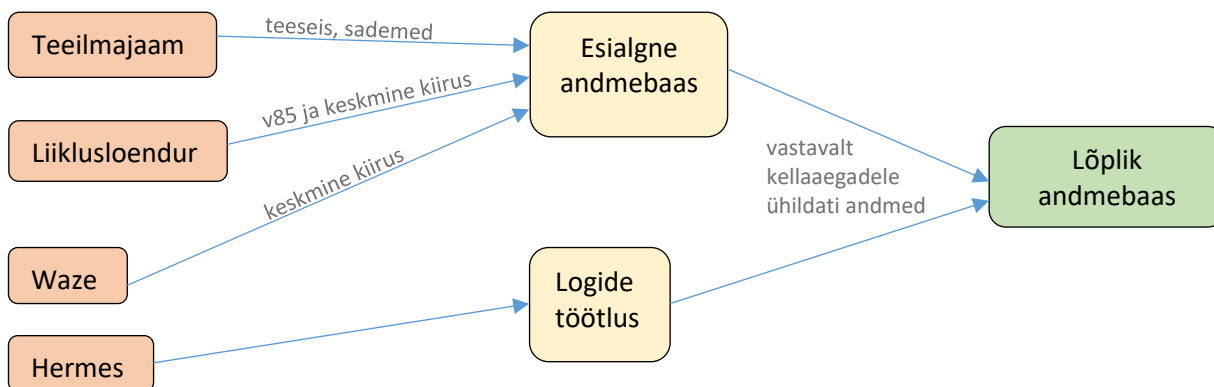


Joonis 2.4 Liiklusloenduseseadmete asukohad
Allikas: (Autori koostatud)

2.3 Analüüsimeetod

Käesoleva töö andmeanalüüs viidi läbi kvantitatiivsel meetodil. Kasutusel oli Microsoft Office Excel tabeltöötlusprogramm. Tulemuste saamiseks kasutati sama tarkvara lisamoodulit PivotTable (liigendtabel), millega visualiseeriti andmeid graafiliste kujutistena, et leida seoseid ja erinevusi. Analüüsitavad andmed pärinesid erinevatest andmebaasidest, mis on kirjeldatud käesolevas peatükis.

Andmeanalüüsi käigus võrreldi Waze ja loenduspunktide poolt mõõdetud keskmiseid sõidukiiruseid ja v85 kiiruseid enne VSL'ide kasutuselevõttu ja peale nende tööle rakendamist Tallinn-Pärnu-Ikla maanteel Laagri-Ääsmäe lõigul. Lisaks sai analüüsitud samal lõigul ka tee- ja ilmaolude mõju keskmistele sõidukiirustele enne ja pärast VSL'ide kasutuselevõttu, et hinnata nende efektiivust.



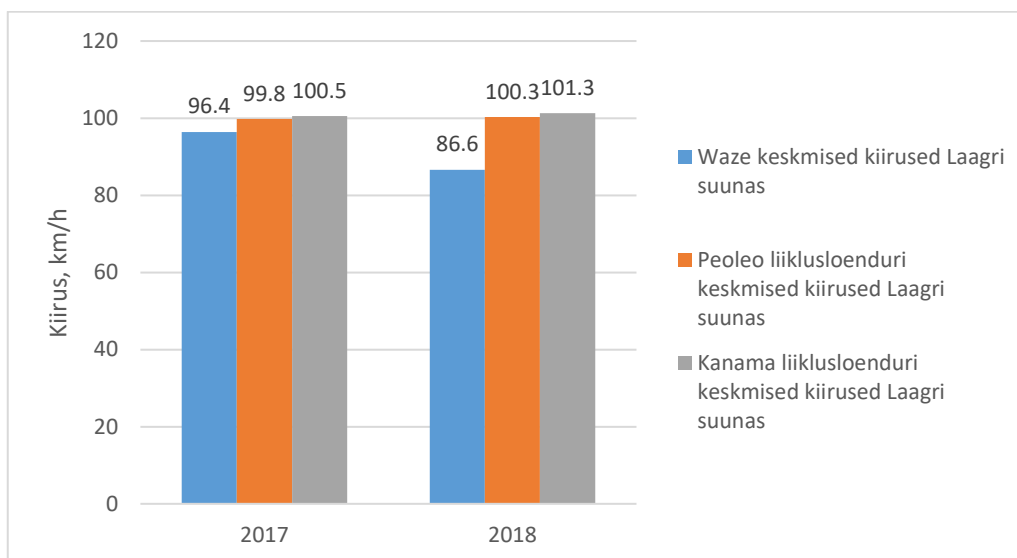
Joonis 2.5 Andmete kogumise skeem
Allikas: (Autori koostatud)

Joonisel 2.5 on kujutatud andmete kogumise protsessi. Jooniselt on näha, et teeilmajaamade infosüsteemist võeti välja andmerekad „teeseis“ ja „sademed“, liiklusloendusseadmete süsteemist võeti välja loendurite poolt mõõdetud keskmised sõidukiirused ja v85 kiirused. Waze rakendusest võeti välja lõigu keskmised kiirused. Eelpool nimetatud andmete baasil koostati esialgne andmetabel, mida täiendati tarkvara Hermes töödeldud logidega. Analüüsi jaoks vajalik lõplik tabel saadi andmete ühendamise teel kellaaegade järgi ehk iga andmekirje kohta määrati logide põhjal VSL märgil kuvatud kiiruspiirang. Andmeid analüüsides vaadati liiklusvoo keskmiseid ja v85 kiiruseid, ning võrreldi statsionaarsete liiklusmärkide ja VSL märkide rakendamise korral kiiruskarakteristikuid, mille eesmärk oli hinnata kuidas VSL'ide kasutuselevõtt vaadeldavaid kiiruseid mõjutas.

3 ANALÜÜS JA TULEMUSED

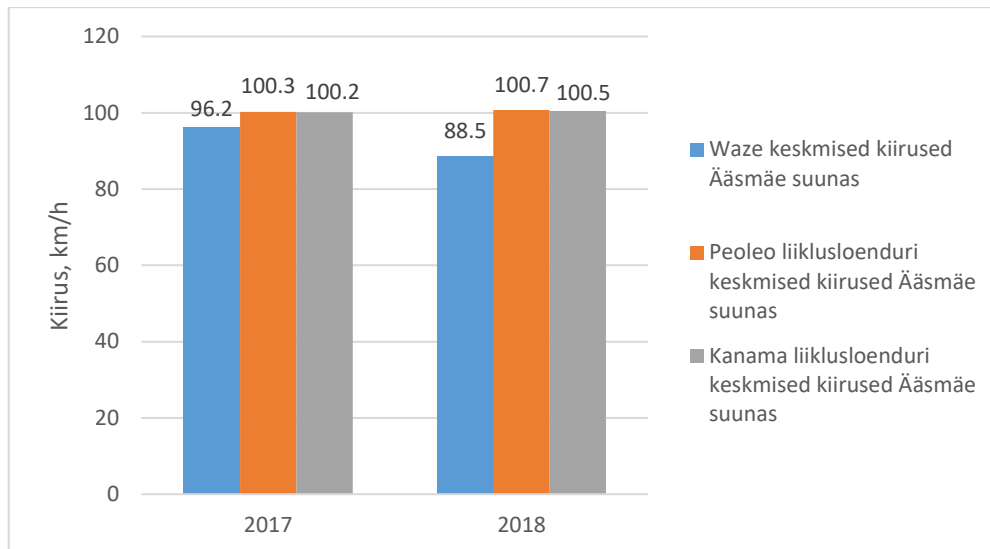
3.1 Kiiruskäitumine Laagri-Ääsmäe lõigul

Käesolevas peatükis on võrreldud juhtide kiiruskäitumist Ääsmäe-Laagri ja Laagri-Ääsmäe suunal. Analüüsis on kasutatud Waze kiirusandmeid ja liiklusloendurite poolt mõõdetud keskmiseid kiiruseid.



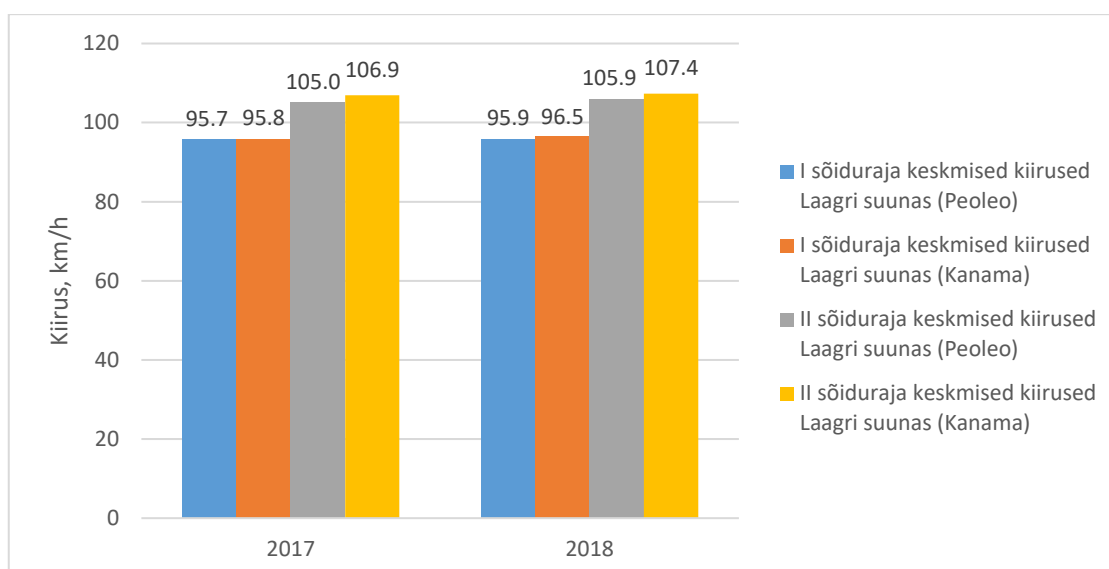
Joonis 3.1 Loenduspunktide keskmised kiirused ja Waze keskmised kiirused 2017. ja 2018. aastal Laagri suunas

Ääsmäe-Laagri suunas on liiklusloendurite andmete põhjal keskmised kiirused 2018. aastal marginaalselt kasvanud (0,5 kuni 0,8 km/h) võrreldes 2017. aastaga (vt Joonis 3.1). Kiiruste kasvu saab põhjendada soodsate ilmastikutingimustega ja asjaoluga, et 2017. aastal oli suurendatud piirkiirus (110 km/h) kehtestatud kuni 25. oktoobrini, samas 2018. aastal oli suurendatud piirkiirus kehtestatud kuni 26. novembrini ehk kuu aega kauem (Alates 26. novembrist ... 2018).



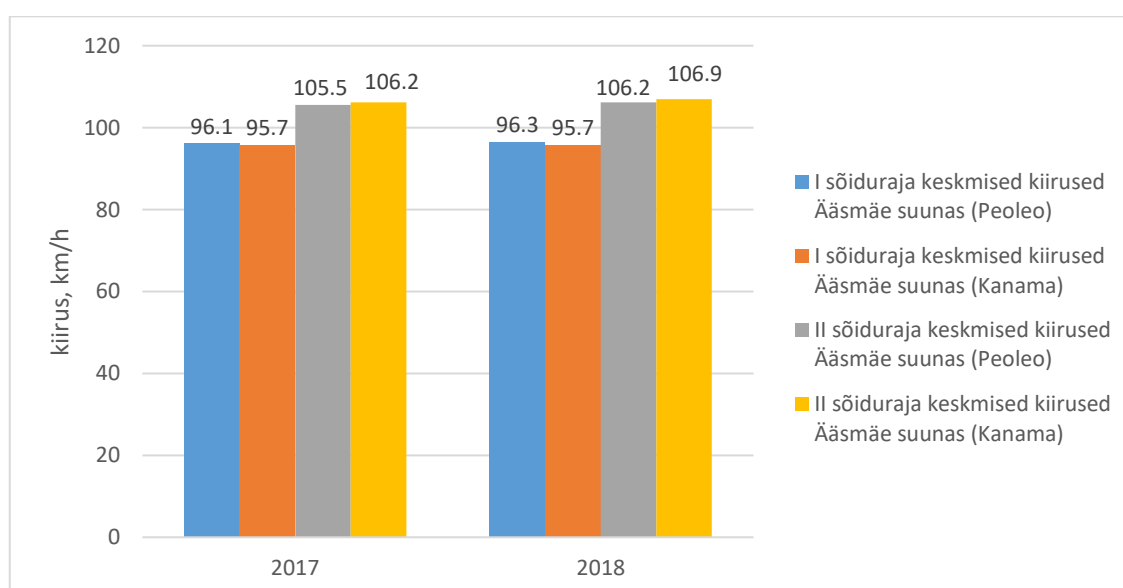
Joonis 3.2 Loenduspunktide keskmised kiirused ja Waze keskmised kiirused 2017. ja 2018. aastal Ääsmäe suunas

Laagri-Ääsmäe suunas on liiklusloendurite andmete põhjal keskmised kiirused 2018. aastal samuti marginaalselt kasvanud (0,3 kuni 0,4 km/h) võrreldes 2017. aastaga (vt Joonis 3.2). Joonistelt 3.1 ja 3.2 tuleb välja selge erinevus Waze keskmiste kiiruste ja loenduspunktide poolt mõõdetud keskmiste kiiruste vahel. Näiteks Ääsmäe-Laagri suunas on erinevus aastate lõikes 4,1-14,7 km/h ja Laagri-Ääsmäe suunas 4,1-12,2 km/h. Erinevus tuleb sellest, et Waze andmed kirjeldavad terve lõigu läbimise keskmist kiirust, aga liiklusloendurite keskmised kiirused on punkt andmed. Kuna liiklusloendurid asuvad sirgetel lõikudel, siis harva esineb olukordi, kus konkreetses punktis on liiklust takistavaid asjaolusid ning seega ka nende poolt mõõdetud kiirused on ka suuremad. Waze keskmiste kiiruste langus oli tõenäoliselt seotud ka Kanama jalakäijate tunneli ehitusega, mis tõi endaga kaasa liiklusummikud selles piirkonnas. Kuna Waze keskmised kiirused on nii Laagri kui ka Ääsmäe suunas oluliselt madalamad võrreldes liiklusloendurite poolt mõõdetud kiirustega, siis edaspidi on töö analüüsis kasutatud loenduspunktide poolt mõõdetud keskmiseid ja v85 kiiruseid.



Joonis 3.3 Loenduspunktide keskmised kiirused sõiduradade kaupa 2017. ja 2018. aastal Laagri suunas

Jooniselt 3.3 saab välja lugeda, et suunal Ääsmäe-Laagri on 2017. aastal esimese ja teise sõiduraja keskmiste kiiruste vahe Peoleo liiklusloenduri andmetel 9,3 km/h ja Kanama liiklusloenduri andmetel 11,1 km/h. 2018. aastal on esimese ja teise sõiduraja keskmiste kiiruste vahe Peoleo liiklusloenduri andmetel 10,0 km/h ja Kanama liiklusloenduri andmetel 10,9 km/h.



Joonis 3.4 Loenduspunktide keskmised kiirused sõiduradade kaupa 2017. ja 2018. aastal Ääsmäe suunas

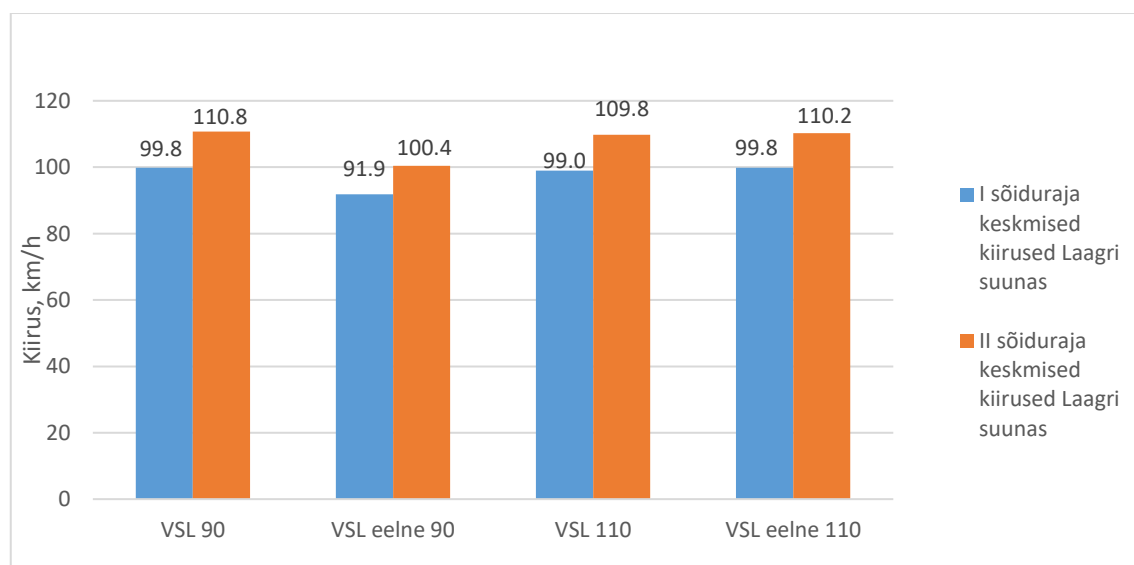
Jooniselt 3.4 saab välja lugeda, et suunal Laagri-Ääsmäe on 2017. aastal esimese ja teise sõiduraja keskmiste kiiruste vahe Peoleo liiklusloenduri andmetel 9,4 km/h ja Kanama liiklusloenduri andmetel 10,5 km/h. 2018. aastal on esimese ja teise sõiduraja keskmiste kiiruste vahe Peoleo liiklusloenduri andmetel 9,9 km/h ja Kanama liiklusloenduri andmetel 11,2 km/h. Keskmiste kiiruste erinevused sõiduradade kaupa on ka loogiline, kuna esimesel sõidurajal liiklevad enamasti

aeglasemad sõidukid, näiteks kiirusepiirajatega varustatud veoautod ja bussid ning teisel sõidurajal kiiremad sõidukid. Samuti kasutatakse ka teist sõidurada möödasõitude tegemiseks, mis tõstab sellel keskmisi kiiruseid.

3.2 Juhtide kiiruskäitumine enne ja pärast VSL'ide

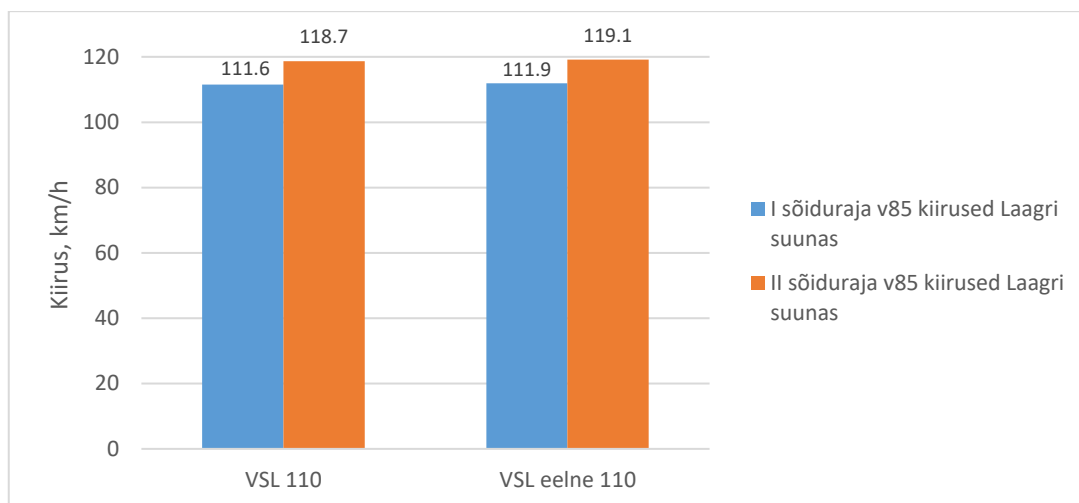
kasutuselevõttu

Käesolevas alapeatükis on võrreldud juhtide kiiruskäitumist Ääsmäe-Laagri ja Laagri-Ääsmäe suunal enne ja pärast VSL'ide kasutuselevõttu. Analüüsis on kasutatud liiklusloendurite poolt mõõdetud keskmiseid ja v85 kiiruseid ning VSL märkide logi.



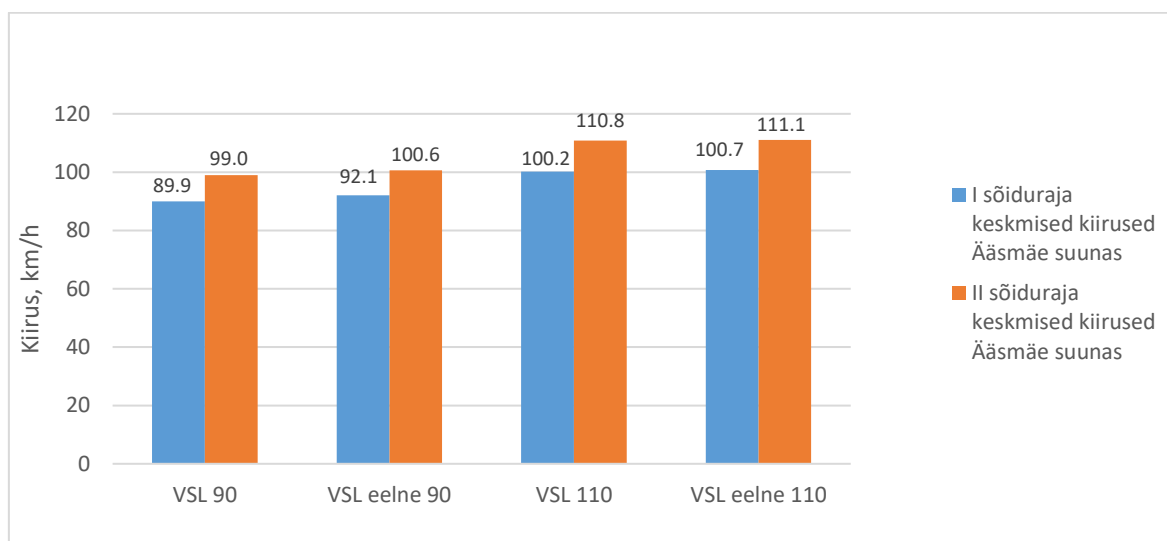
Joonis 3.5 Keskmised sõidukiirused I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 90 ja 110) ja pärast muutuva teabega kiirusmärkide (VSL 90 ja 110) kasutuselevõttu Laagri suunas

Vastu ootusi selgus analüüsist, et Ääsmäe-Laagri sõidusuunas on sõidukiirused VSL 90 puhul kõrgemad kui VSL 110 puhul (vt Joonis 3.5). Sellise tulemuse saamisel kahtlustas lõputöö autor viga andmetes, aga selgus, et Ääsmäe-Laagri suunas on muutuva teabega kiirusmärkidel kuvatud kiirust 90 km/h väga lühikest aega ehk Ääsmäe-Laagri suuna valim ei ole esinduslik. Edaspidises analüüsis ei ole kasutatud Ääsmäe-Laagri suunas 90 km/h piirkiiruse andmete võrdlusi enne ja pärast VSLide kasutuselevõttu. Samas kui võrrelda kiiruspiirangut 110 km/h enne ja pärast VSL'ide kasutuselevõttu, siis keskmised sõidukiirused langesid VSL'ide kasutamise ajal esimesel sõidurajal 0,8 km/h ja teisel sõidurajal 0,4 km/h.



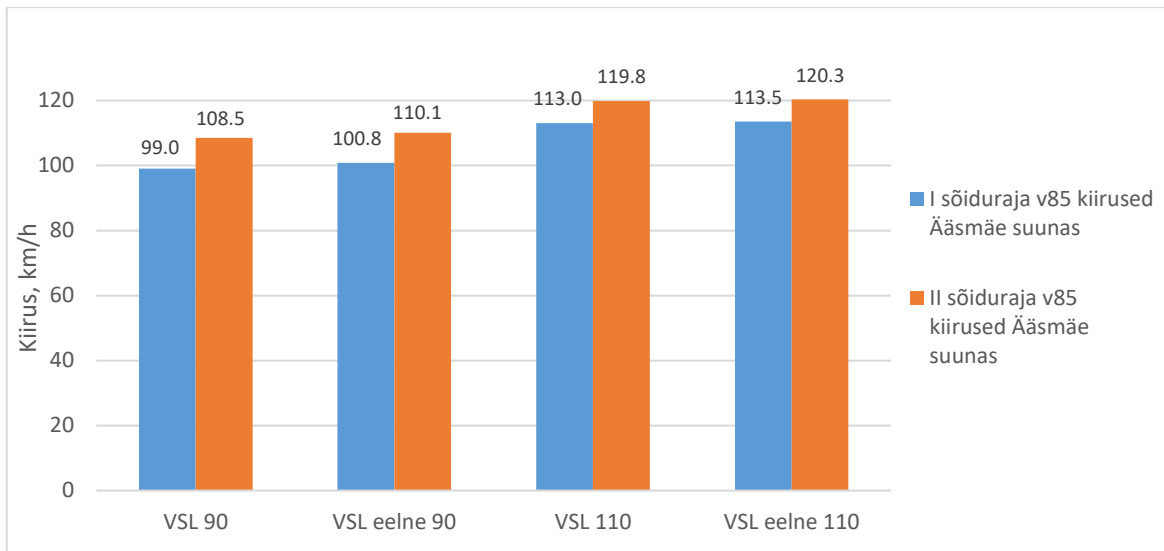
Joonis 3.6 v85 kiirused I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 110) ja pärast muutuva teabega kiirusmärkide (VSL 110) kasutuselevõttu Laagri suunas

VSL eelsel ajal olid Ääsmäe-Laagri sõidusuuna v85 kiirused 110 km/h piirangualas kõrgemad (vt Joonis 3.6), mis tähendab, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud Laagri-Ääsmäe suunas v85 kiiruseid esimesel sõidurajal 0,3 km/h ja teisel sõidurajal 0,4 km/h võrra. Samas v85 kiirus oli esimesel sõidurajal 1,6 km/h ja teisel sõidurajal 8,7 km/h üle piirkiiruse.



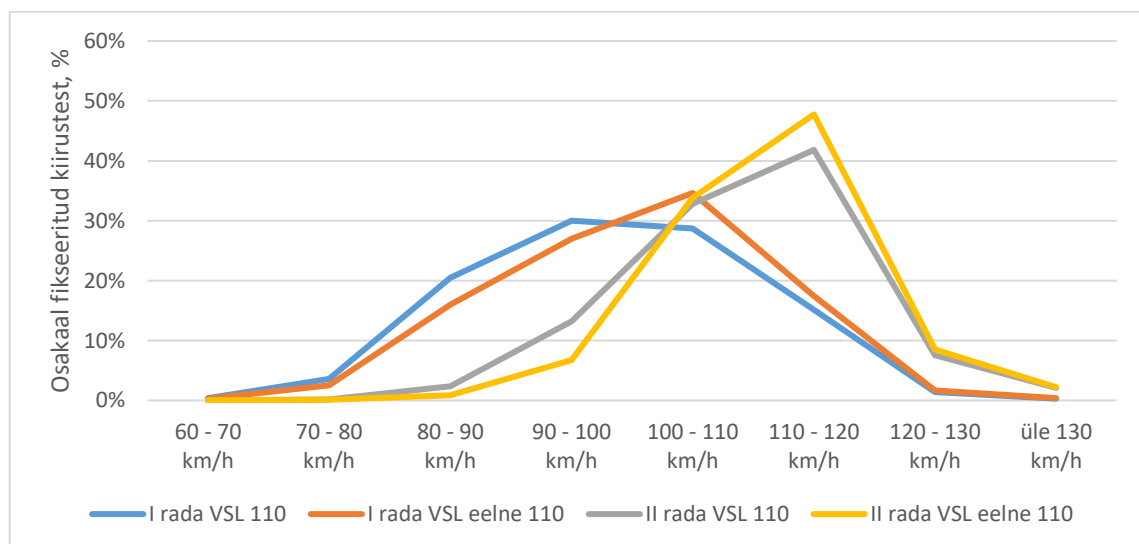
Joonis 3.7 Keskmine sõidukiirus I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 90 ja 110) ja pärast muutuva teabega kiirusmärkide (VSL 90 ja 110) kasutuselevõttu Ääsmäe suunas

Laagri-Ääsmäe sõidusuuna keskmised kiirused enne ja pärast VSL'ide kasutuselevõttu on ootuspärased. VSL eelsel ajal olid Laagri-Ääsmäe suuna keskmised kiirused 110 km/h piirangualas esimesel sõidurajal 0,5 km/h ja teisel sõidurajal 0,3 km/h kõrgemad ning 90 km/h piirangualas esimesel sõidurajal 2,2 km/h ja teisel sõidurajal 1,6 km/h kõrgemad (vt Joonis 3.7), mis tähendab, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud Laagri-Ääsmäe suunas keskmiseid sõidukiiruseid esimesel sõidurajal 0,5-2,2 km/h ja teisel sõidurajal 0,3-1,6 km/h võrra.



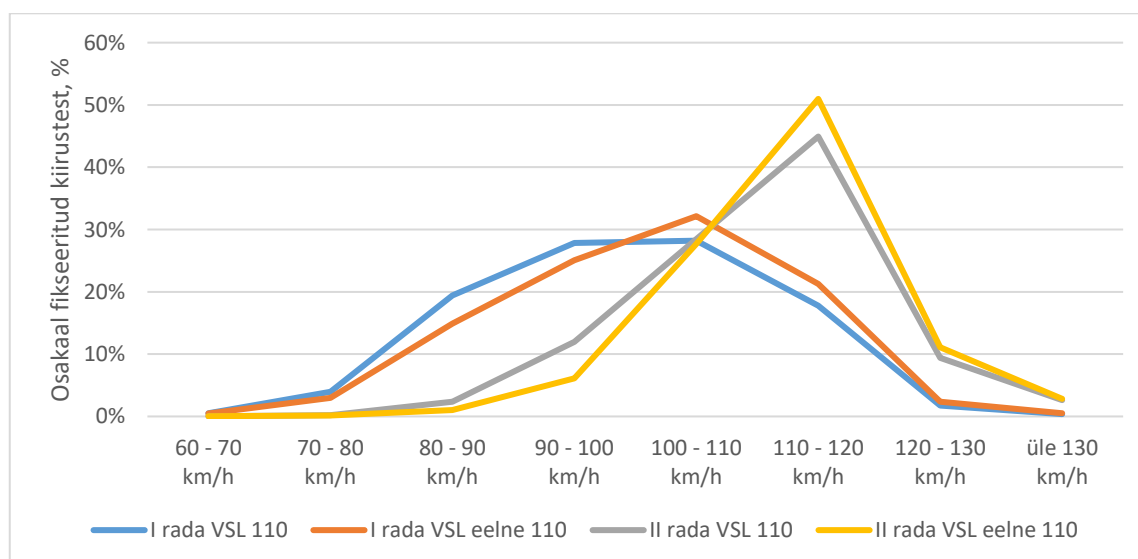
Joonis 3.8 v85 kiirused I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 90 ja 110) ja pärast muutuva teabega kiirusmärkide (VSL 90 ja 110) kasutuselevõttu Ääsmäe suunas

VSL eelsel ajal olid Laagri-Ääsmäe sõidusuuna v85 kiirused 110 km/h piirangualas esimesel ja teisel sõidurajal 0,5 km/h võrra kõrgemad. 90 km/h piirangualas olid v85 kiirused esimesel sõidurajal 1,8 km/h ja teisel sõidurajal 1,6 km/h võrra kõrgemad (vt Joonis 3.8), mis tähendab, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud Laagri-Ääsmäe suunas v85 kiiruseid esimesel sõidurajal 0,5-1,8 km/h ja teisel sõidurajal 0,5-1,6 km/h võrra. Samas piirkiiruse 110 km/h puhul oli v85 kiirus esimesel sõidurajal 3,0 km/h ja teisel sõidurajal 9,8 km/h üle piirkiiruse, aga piirkiiruse 90 km/h puhul oli erinevus oluliselt suurem, 9,0-18,5 km/h üle piirkiiruse. Seega võib eeldada, et liiklejad käsitlevad 90 km/h piirangut hoopis 100 ja 110 km/h piiranguna.



Joonis 3.9 Kiiruste jaotuse graafik I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 110) ja pärast muutuva teabega kiirusmärkide (VSL 110) kasutuselevõttu Laagri suunas

Jooniselt 3.9 on näha, et 110 km/h piirangualas sõitis Ääsmäe-Laagri lõigul VSL eelsel ajal esimesel sõidurajal 34% liiklejatest kiirusega 100-110 km/h ning 17% liiklejatest kiirusega 110-120 km/h. Peale VSL'i ide kasutuselevõttu sõitis esimesel sõidurajal 29% liiklejatest kiirusega 100-110 km/h ja 15% liiklejatest kiirusega 110-120 km/h. Siit selgub, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud esimesel sõidurajal kiirusega 100-110 km/h sõitvate juhtide osakaalu 6% võrra ja kiirusega 110-120 km/h sõitvate juhtide osakaalu 2% võrra. Teisel sõidurajal langes kõige rohkem kiirusega 110-120 km/h sõitvate juhtide osakaal – VSL eelsel ajal sõitis nimetatud kiirusega 48% liiklejatest ja peale VSLide kasutuselevõttu 42% liiklejatest ehk kiirusega 110-120 km/h sõitvate juhtide osakaal vähenes 6% võrra. Oluliselt üle lubatud piirkiiruse (120-130 km/h) sõitvate juhtide osakaal on vähenenud esimesel sõidurajal 1% võrra, samas teisel sõidurajal ei ole muutusi toimunud – 8% liiklejatest sõitis nii VSL eelsel ajal kui ka peale nende kasutuselevõttu kiirusega 120-130 km/h. Seega saab järeldada, et VSL'ide kasutuselevõtt on Ääsmäe-Laagri suunas ühtlustanud kiiruseid ja alandanud kiirust ületavate juhtide osakaalu.



Joonis 3.10 Kiiruste jaotuse graafik I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 110) ja pärast muutuva teabega kiirusmärkide (VSL 110) kasutuselevõttu Ääsmäe suunas

Jooniselt 3.10 on näha, et 110 km/h piirangualas sõitis Laagri-Ääsmäe lõigul VSL eelsel ajal esimesel sõidurajal 32% liiklejatest kiirusega 100-110 km/h ning 21% liiklejatest kiirusega 110-120 km/h. Peale VSL'i ide kasutuselevõttu sõitis esimesel sõidurajal 28% liiklejatest kiirusega 100-110 km/h ja 18% liiklejatest kiirusega 110-120 km/h. Siit selgub, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud esimesel sõidurajal kiirusega 100-110 km/h sõitvate juhtide osakaalu 4% võrra ja kiirusega 110-120 km/h sõitvate juhtide osakaalu 3% võrra. Teisel sõidurajal langes kõige rohkem kiirusega 110-120 km/h sõitvate juhtide osakaal – VSL eelsel ajal sõitis nimetatud kiirusega 51% liiklejatest ja peale VSLide kasutuselevõttu 45% liiklejatest ehk kiirusega 110-120 km/h sõitvate

juhtide osakaal vähenes 6% võrra. Oluliselt üle lubatud piirkiiruse (120-130 km/h) sõitvate juhtide osakaal on vähenenud teisel sõidurajal 2% võrra, samas esimesel sõidurajal ei ole muutusi toimunud – 2% liiklejatest sõitis nii VSL eelses ajal kui ka peale nende kasutuselevõttu kiirusega 120-130 km/h. Seega saab järeldada, et VSL'ide kasutuselevõtt on Laagri-Ääsmäe suunas ühtlustanud kiiruseid ja alandanud kiirust ületavate juhtide osakaalu. Kokkuvõtvalt võib öelda, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud nii keskmisi kui ka v85 kiiruseid (vt. Tabel 3.1).

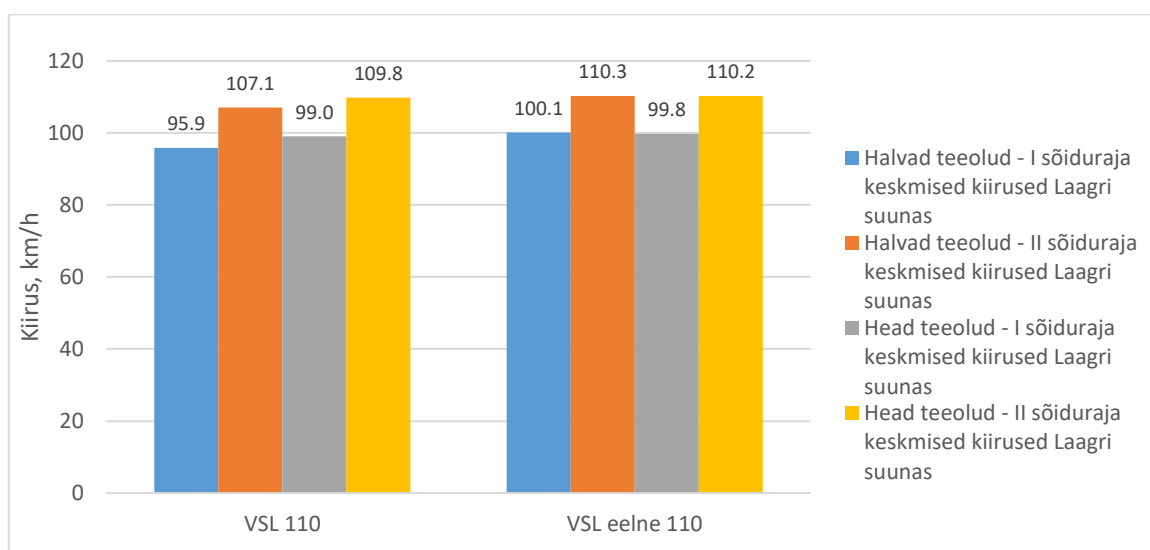
Tabel 3.1 Kiiruste muutused Laagri-Ääsmäe lõigul peale VSL'ide kasutuselevõttu

Laagri-Ääsmäe-Laagri lõik	Keskliste kiiruste muutus (km/h)	v85 kiiruste muutus (km/h)
90 km/h piirangualas	-1,6...2,2	-1,6...1,8
110 km/h piirangualas	-0,3...0,8	-0,3...0,5

Allikas: (Autori koostatud)

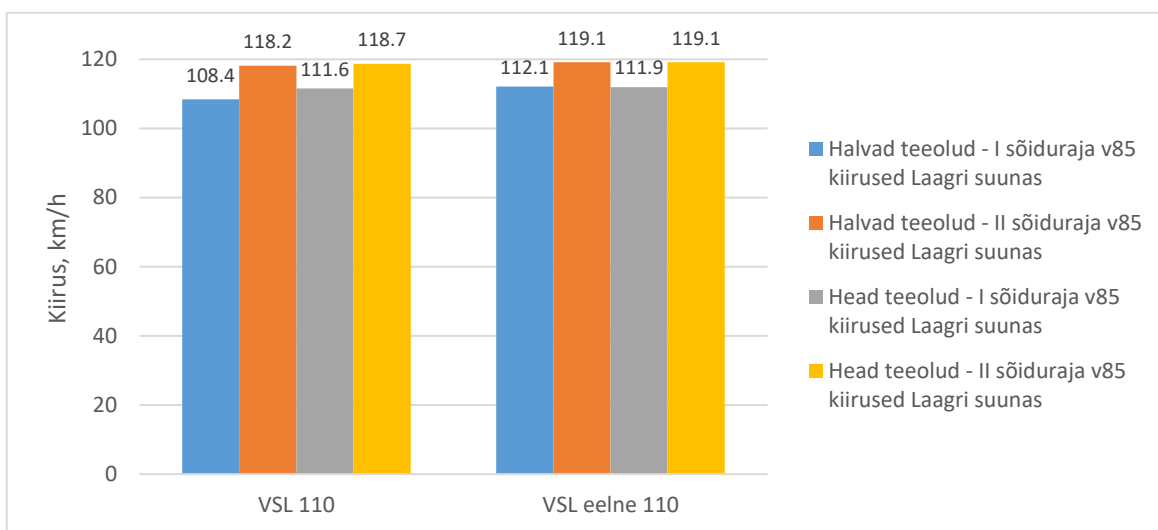
3.3 Juhtide kiiruskäitumine erinevate teeolude korral

Käesoleva alapeatüki andmeanalüüsi jaoks teostati juhi jaoks sarnaselt tajutavate teeseisude koondamiseks lihtsustus (vt Tabel 2.3). Analüüsis on võrreldud liiklusloendurite poolt mõõdetud keskmiseid ja v85 kiiruseid heade ning halbade teeolude korral.



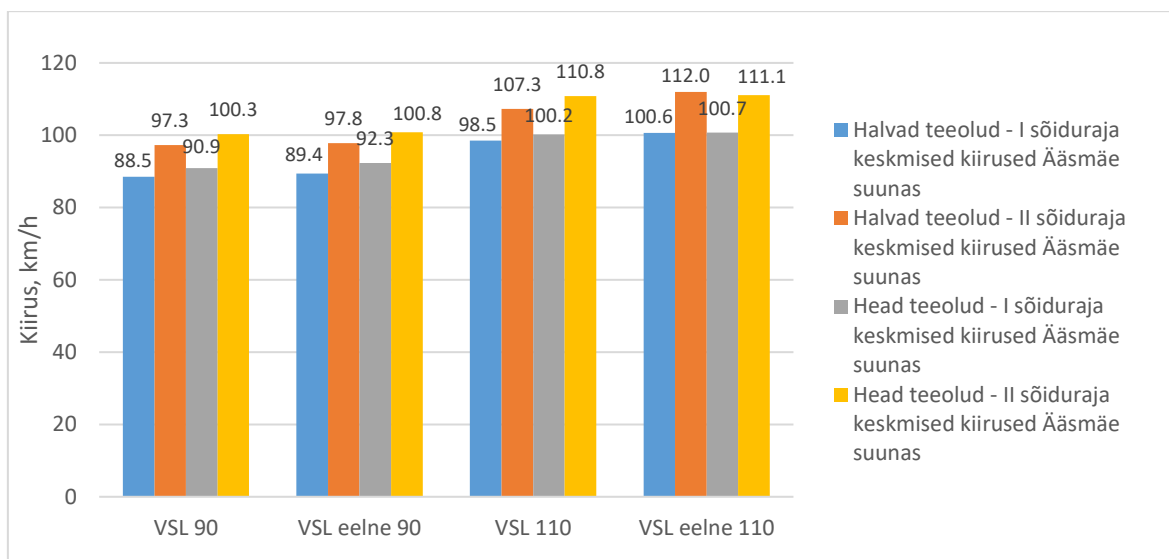
Joonis 3.11 Keskmised sõidukiirused I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 110) ja pärast muutuva teabega kiirusemärkide (VSL 110) kasutuselevõttu heade ja halbade teeolude korral Laagri suunas

VSL eelsel ajal olid Ääsmäe-Laagri sõidusuuna keskmised kiirused 110 km/h piirangualas esimesel sõidurajal halbade teeolude korral 4,2 km/h ja teisel sõidurajal 3,2 km/h võrra kõrgemad (vt Joonis 3.11). Heade teeolude korral olid keskmised kiirused esimesel sõidurajal 0,8 km/h ja teisel sõidurajal 0,4 km/h võrra kõrgemad, mis tähendab, et halbade teeolude korral on VSL'ide kasutuselevõtt alandanud Ääsmäe-Laagri suunas keskmiseid sõidukiiruseid 3,2-4,2 km/h ja heade teeolude korral 0,4-0,8 km/h võrra. Kuna ka väikesed keskmiste kiiruste langused vähendavad liiklusõnnetuse toimumise riske ja selles surmasaanute arvu, siis on tegemist märkimisväärse tulemusega.



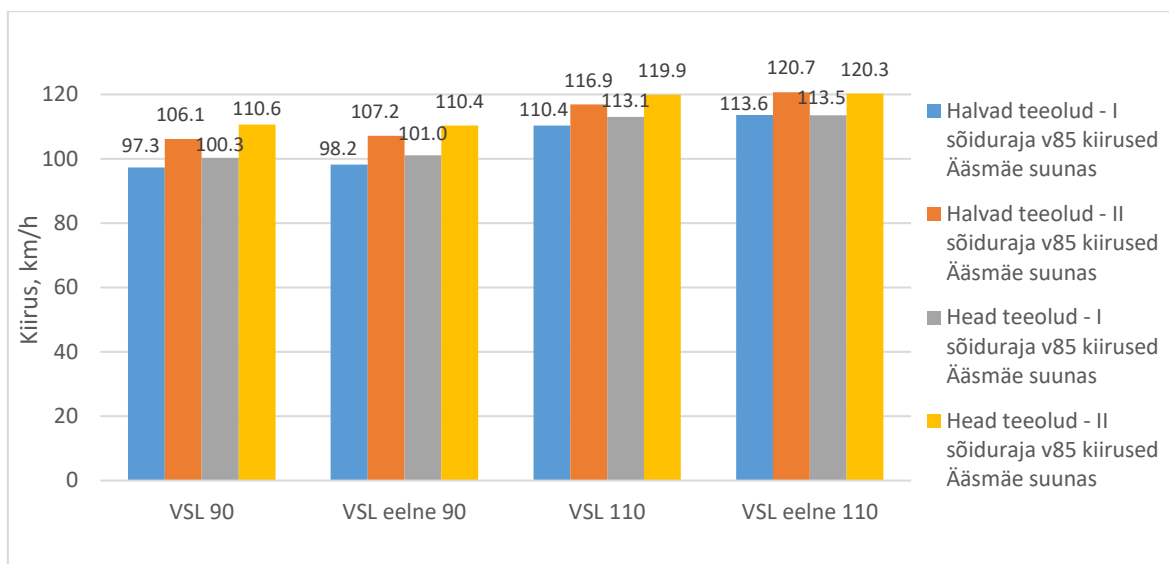
Joonis 3.12 v85 kiirused I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 110) ja pärast muutuva teabega kiirusmärkide (VSL 110) kasutuselevõttu Laagri suunas

VSL eelsel ajal olid Ääsmäe-Laagri sõidusuuna v85 kiirused 110 km/h piirangualas esimesel sõidurajal halbade teeolude korral 3,7 km/h ja teisel sõidurajal 0,9 km/h võrra kõrgemad (vt Joonis 3.12). Heade teeolude korral olid v85 kiirused esimesel sõidurajal 0,3 km/h ja teisel sõidurajal 0,4 km/h võrra kõrgemad, mis tähendab, et halbade teeolude korral on VSL'ide kasutuselevõtt alandanud Ääsmäe-Laagri suunas keskmiseid v85 kiiruseid 0,9-3,7 km/h võrra ja heade teeolude korral 0,3-0,4 km/h võrra. Samas piirkiiruse 110 km/h puhul oli v85 kiirus teisel sõidurajal keskmiselt 8 km/h üle piirkiiruse.



Joonis 3.13 Keskmine sõidukiirus I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 90 ja 110) ja pärast muutuva teabega kiirusmärkide (VSL 90 ja 110) kasutuselevõttu heade ja halbade teeolude korral Ääsmäe suunas

VSL eelsel ajal olid Laagri-Ääsmäe suuna keskmised kiirused 110 km/h piirangualas esimesel sõidurajal halbade teeolude korral 2,1 km/h ja teisel sõidurajal 4,7 km/h võrra kõrgemad (vt Joonis 3.13). Heade teeolude korral olid keskmised sõidukiirused esimesel sõidurajal 0,5 km/h ja teisel sõidurajal 0,3 km/h võrra kõrgemad, mis tähendab, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud Laagri-Ääsmäe suunas keskmiseid sõidukiiruseid 110 km/h piirangualas halbade teeolude korral 2,1-4,7 km/h ja heade teeolude korral 0,3-0,5 km/h võrra. 90 km/h piirangualas oli VSL eelsel ajal keskmised kiirused esimesel sõidurajal halbade teeolude korral 0,9 km/h ja teisel sõidurajal 0,5 km/h kõrgemad ning heade teeolude korral esimesel sõidurajal 1,4 km/h ja teisel sõidurajal 0,5 km/h võrra kõrgemad, mis tähendab, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud Laagri-Ääsmäe suunas 90 km/h piirangualas keskmisi kiiruseid halbade teeolude korral 0,5-0,9 km/h ja heade teeolude korral 0,5-1,4 km/h võrra.

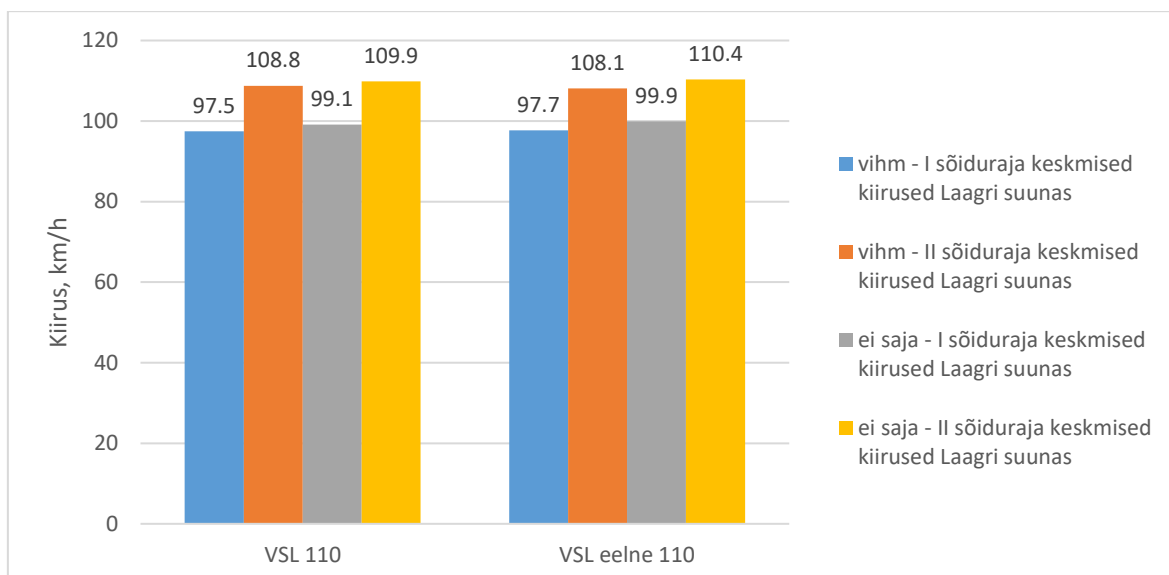


Joonis 3.14 v85 kiirused I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 90 ja 110) ja pärast muutuva teabega kiirusmärkide (VSL 90 ja 110) kasutuselevõttu heade ja halbade teeolude korral Ääsmäe suunas

VSL eelsel ajal olid Laagri-Ääsmäe suuna v85 kiirused 110 km/h piirangualas esimesel sõidurajal halbade teeolude korral 3,2 km/h ja teisel sõidurajal 3,8 km/h võrra kõrgemad (vt Joonis 3.14). Heade teeolude korral olid v85 kiirused esimesel sõidurajal ja teisel sõidurajal 0,4 km/h võrra kõrgemad, mis tähendab, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud Laagri-Ääsmäe suunas keskmiseid sõidukiiruseid 110 km/h piirangualas halbade teeolude korral 3,2-3,8 km/h ja heade teeolude korral 0,4 km/h võrra. 90 km/h piirangualas oli VSL eelsel ajal v85 kiirused esimesel sõidurajal halbade teeolude korral 0,9 km/h ja teisel sõidurajal 1,1 km/h võrra kõrgemad ning heade teeolude korral esimesel sõidurajal 0,7 km/h võrra kõrgemad ja teisel sõidurajal 0,2 km/h võrra madalamad, mis tähendab, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud Laagri-Ääsmäe suunas 90 km/h piirangualas v85 kiiruseid halbade teeolude korral 0,9-1,1 km/h ja heade teeolude korral esimesel sõidurajal alandanud 0,7 km/h ning teisel sõidurajal tõstnud 0,2 km/h võrra.

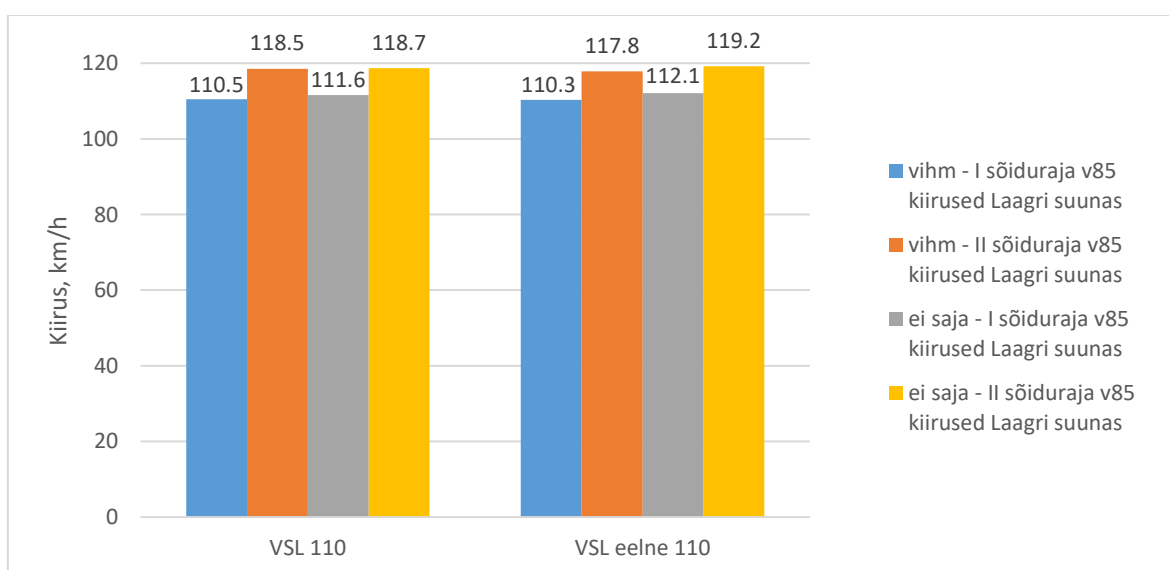
3.4 Juhtide kiiruskäitumine saju korral

Käesolevas alapeatükis on võrreldud juhtide kiiruskäitumist Ääsmäe-Laagri ja Laagri-Ääsmäe suunal kuiva ilma ja vihmasaju korral. Analüüsis on kasutatud liiklusloendurite poolt mõõdetud keskmiseid ja v85 kiiruseid ning teeilmajaamade andmeid sademete kohta. Analüüsist on välja jäetud lumesadu, kuna 2018. aasta teises pooles teeilmajaamade poolt lumesadu ei registreeritud.



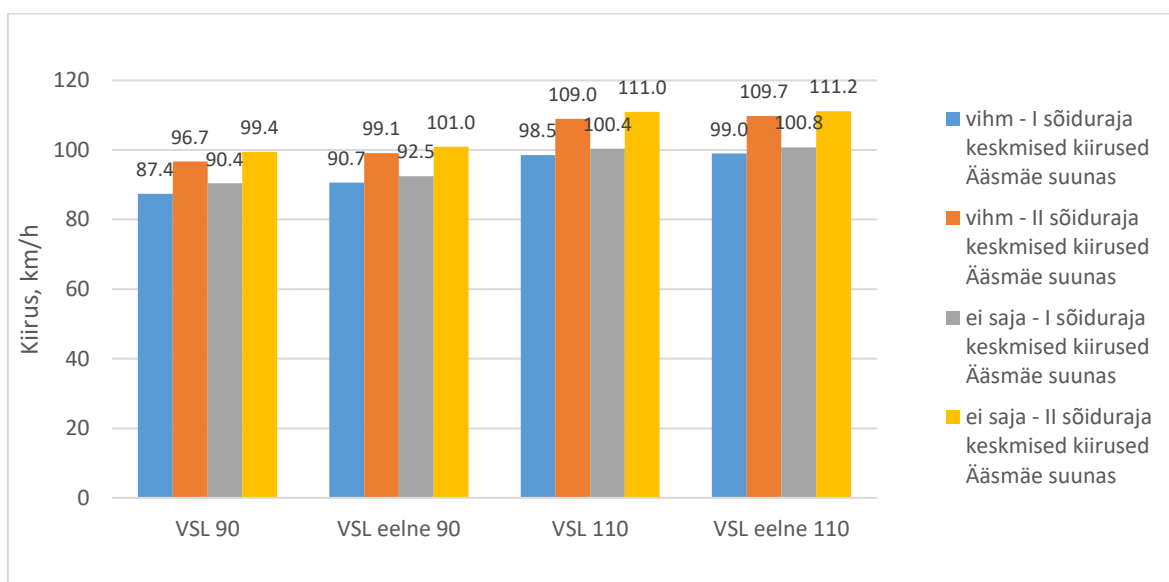
Joonis 3.15 Keskmised sõidukiirused I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 110) ja pärast muutuva teabega kiirusmärkide (VSL 110) kasutuselevõttu kuiva ilma ja vihasaju esinemise korral Laagri suunas

VSL eelsel ajal olid Ääsmäe-Laagri sõidusuuna keskmised kiirused 110 km/h piirangualas esimesel sõidurajal vihasaju korral 0,2 km/h kõrgemad ja teisel sõidurajal 0,7 km/h võrra madalamad (vt Joonis 3.15). Kuiva ilma korral olid keskmised kiirused esimesel sõidurajal 0,8 km/h ja teisel sõidurajal 0,5 km/h võrra kõrgemad, mis tähendab, et kuiva ilma korral on VSL'ide kasutuselevõtt alandanud Ääsmäe-Laagri suunas keskmiseid sõidukiiruseid 0,5-0,8 km/h võrra. Samas vihasaju korral on keskmised kiirused langenud esimesel sõidurajal 0,2 km/h ning teisel sõidurajal tõusnud 0,7 km/h võrra.



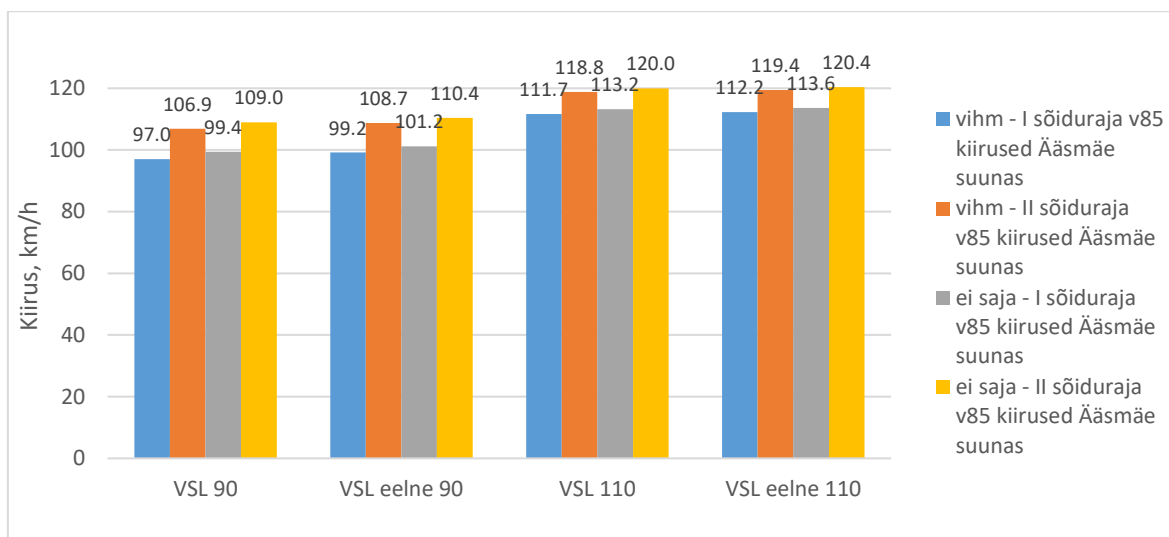
Joonis 3.16 v85 kiirused I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 110) ja pärast muutuva teabega kiirusmärkide (VSL 110) kasutuselevõttu kuiva ilma ja vihasaju esinemise korral Laagri suunas

VSL eelsel ajal olid Ääsmäe-Laagri sõidusuuna v85 kiirused 110 km/h piirangualas esimesel sõidurajal vihmajärgi korral 0,2 km/h ja teisel sõidurajal 0,7 km/h võrra madalamad (vt Joonis 3.16). Kuiva ilma korral olid v85 kiirused esimesel- ja teisel sõidurajal 0,5 km/h võrra kõrgemad, mis tähendab, et kuiva ilma korral on VSL'ide kasutuselevõtt Ääsmäe-Laagri suunas v85 kiiruseid tõstnud 0,2-0,7 km/h võrra ja heade teeolude korral alandanud 0,5 km/h võrra. Samas piirkiiruse 110 km/h puhul oli v85 kiirus teisel sõidurajal keskmiselt 8 km/h üle piirkiiruse.



Joonis 3.17 Keskmine sõidukiirus I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 90 ja 110) ja pärast muutuva teabega kiirusemärkide (VSL 90 ja 110) kasutuselevõttu kuiva ilma ja vihmajärgi esinemise korral Ääsmäe suunas

VSL eelsel ajal olid Laagri-Ääsmäe suuna keskmised kiirused 110 km/h piirangualas esimesel sõidurajal vihmajärgi korral 0,5 km/h ja teisel sõidurajal 0,4 km/h võrra kõrgemad (vt Joonis 3.17). Kuiva ilma korral olid keskmised sõidukiirused esimesel sõidurajal 0,4 km/h ja teisel sõidurajal 0,2 km/h võrra kõrgemad, mis tähendab, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud Laagri-Ääsmäe suunas keskmiseid sõidukiiruseid 110 km/h piirangualas vihmajärgi korral 0,4-0,5 km/h ja heade teeolude korral 0,2-0,4 km/h võrra. 90 km/h piirangualas oli VSL eelsel ajal keskmised kiirused esimesel sõidurajal vihmajärgi korral 3,3 km/h ja teisel sõidurajal 2,4 km/h võrra kõrgemad. Kuiva ilma korral olid kiirused esimesel sõidurajal 2,1 km/h ja teisel sõidurajal 1,6 km/h võrra kõrgemad, mis tähendab, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud Laagri-Ääsmäe suunas 90 km/h piirangualas keskmiseid kiiruseid vihmajärgi korral 2,4-3,3 km/h ja kuiva ilma korral 1,6-2,1 km/h võrra.



Joonis 3.18 v85 kiirused I ja II sõidurajal enne (VSL eelne 90 ja 110) ja pärast muutuva teabega kiirusmärkide (VSL 90 ja 110) kasutuselevõttu kuiva ilma ja vihmajärgu esinemise korral Ääsmäe suunas

VSL eelsel ajal olid Laagri-Ääsmäe suuna v85 kiirused 110 km/h piirangualas esimesel sõidurajal vihmajärgu korral 0,5 km/h ja teisel sõidurajal 0,6 km/h võrra kõrgemad (vt Joonis 3.18). Kuiva ilma korral olid v85 kiirused esimesel- ja teisel sõidurajal 0,4 km/h võrra kõrgemad, mis tähendab, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud Laagri-Ääsmäe suunas keskmiseid sõidukiiruseid 110 km/h piirangualas vihmajärgu korral 0,5-0,6 km/h ja kuiva ilma korral 0,4 km/h võrra. 90 km/h piirangualas oli VSL eelsel ajal v85 kiirused esimesel sõidurajal vihmajärgu korral 2,2 km/h ja teisel sõidurajal 1,8 km/h võrra kõrgemad ning kuiva ilma korral esimesel sõidurajal 0,8 km/h ja teisel sõidurajal 1,4 km/h võrra kõrgemad, mis tähendab, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud Laagri-Ääsmäe suunas 90 km/h piirangualas v85 kiiruseid vihmajärgu korral 1,8-2,2 km/h ja kuiva ilma korral 0,8-1,4 km/h võrra. Samas piirkiiruse 110 km/h puhul oli v85 kiirus kuiva ilma korral esimesel sõidurajal 3,2 km/h ja teisel sõidurajal 10,0 km/h üle piirkiiruse, aga piirkiiruse 90 km/h puhul oli erinevus oluliselt suurem, 9,4-19,0 km/h üle piirkiiruse. Seega võib eeldada, et liiklejad käsitlevad 90 km/h piirangut esimesel sõidurajal hoopis 100 km/h piiranguna ja teisel sõidurajal 110 km/h piiranguna. Kokkuvõtvalt võib öelda, et VSL'ide kasutuselevõtt on alandanud erinevate ilma- ja teeolude korral nii keskmisi kui ka v85 kiiruseid (vt. Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Kiiruste muutused erinevate ilma- ja teeolude korral Laagri-Ääsmäe lõigul peale VSL'ide kasutuselevõttu

Laagri-Ääsmäe-Laagri lõik	Keskliste kiiruste muutus (km/h)	v85 kiiruste muutus (km/h)
Head teeolud	-0,3...1,4	+0,2...-0,7
Halvad teeolud	-0,5...4,7	-0,9...3,8
Kuiv ilm	-0,2...2,1	-0,4...1,4
Vihmasadu	+0,7...-3,3	-0,2...2,2

Allikas: (Autori koostatud)

3.5 Järeldused ja ettepanekud

Käesoleva lõputöö analüüsi tulemustele tuginedes võib väita, et muutuva teabega kiiruspiirangumärkide kasutuselevõtt on avaldanud positiivset mõju kiirustele - langenud on nii keskmised sõidukiirused kui ka v85 kiirused.

Analüüs näitas, et peale VSL'ide kasutuselevõttu langesid vaadeldaval lõigul keskmised kiirused kuni 2,2 km/h ja v85 kiirused kuni 1,8 km/h võrra. Analüüsist selgus veel, et kõige suuremat mõju kiirustele avaldasid VSL'id halbade teeolude korral – keskmised kiirused langesid kuni 4,7 km/h ja v85 kiirused kuni 3,8 km/h.

Samuti mõjutasid sademed märkimisväärselt sõidukiirusi – peale VSL'ide kasutuselevõttu langesid vihmasaju korral keskmised kiiruseid kuni 3,3 km/h ja v85 kiirused kuni 2,2 km/h. Kuigi ei saa tähelepanuta jätta ka kuiva ilma korral VSL'ide mõju sõidukiirustele, kus keskmised kiirused langesid 2,1 km/h ja v85 kiirused 1,4 km/h. Võib tunduda, et eelpool kirjeldatud kiiruste muutused on väikesed ning ei ole tähendusrikkad, aga varasemad uuringud on tõestanud, et ka marginaalsed kiiruste muutused vähendavad liiklusõnnetuste toimumise riski ning nendes kannatanute või surmasaanute arvu. Võib eeldada, et sõidukijuhtidel on VSL märgi vastu suurem usaldus kui statsionaarse (nn plekkmärgi) vastu. Saadud tulemused on sarnased ka meie lähiriikides (Soome, Rootsi) teostatud uuringutele, kus keskmised kiirused langesid peale VSL'ide kasutuselevõttu 1-2 km/h võrra.

Ettepanekuna teeb lõputöö autor kasutada VSL märke põhimaanteedel ning suurema liiklussagedusega tugi- ja kõrvalmaanteedel ning teedel, kus liiklusõnnetused toimuvad sagedasti. Lisaks võiks kaaluda nende kasutamist linnades, et vähendada liiklusvoo kiiruste erinevusi, mis omakorda tõstab liiklusohutust ja saastab vähem keskkonda. VSL'id võiksid olla linnades kasutusel pikkadel sirgetel, kus saab tavaoludes kõrgemat piirkiirust kehtestada. Näiteks Tallinna linnas võiks paigaldada VSL märgid Paldiski maanteele (Haabersti – Mustamäe tee) ja Peterburi tee, Tartus Ringtee tänavale ja Pärnus Ehitajate tee. Kui vaadelda Peterburi teed lõigus Paneeli tn – Tallinna ringtee, siis sellel lõigul võiks lubada kiirust kuni 70 km/h (või isegi 90 km/h) ning kui tuvastatakse jalakäijad ülekäiguraja läheduses, siis kehtestada piirang 50 km/h. Samuti võiks VSL märke kasutada ajutise iseloomuga teetöödel – kui päeval teostatakse töid, siis alandatakse töötsoonis kiirust ning peale tööpäeva lõppu võimalusel (kui ohutus on tagatud) tõstetakse kiiruseid, et juhtidel ei tekiks frustratsiooni – keegi tööd ei tee, aga kehtib põhjendamata madal kiiruspiirang 30 km/h.

Lisaks selgus analüüsist, et piirkiiruse 110 km/h puhul oli v85 kiirus vaadeldaval lõigul keskmiselt 9 km/h üle piirkiiruse ja madalama kiiruspiirangu (90 km/h) korral olid v85 kiirused suuremad 9,4-19,0 km/h võrra, mis näitab, et piirkiirusest kinnipidamine on meie teedel liiklevate sõidukijuhtide jaoks probleemiks. Liiklejad käsitlevad 90 km/h piirangut hoopis 100 km/h ja 110 km/h piiranguna, mis ei tohiks olla aktsepteeritav, aga Eestis on sõidukijuhtide seas levinud aramus, et kiiruse ületamine kuni 10 km/h on aktsepteeritav. Sel aastal on politseinikud kinni pidanud üle 13500 kiiruseületaja, lisaks on automaatsed kiiruskaamerad fikseerinud 2019. aasta esimese kolme kuuga ligi 21 000 kiiruseületamist (Liiklus ei ... 2019). Põhjus on ka selles, et piirkiirust 10 km/h ületades trahvi eriti ei tehta, sest praegu peab liikleja liiklusrikkumise (nt kiiruse ületamine) vormistamisel istuma politseiautos keskmiselt 20 minutit, seda ka siis kui ta oma rikkumist tunnistab. Täna on jõustunud väärtemenetluse seadustiku muudatus, et kergemate rikkumiste puhul saaks kasutada lihtsustatud menetlust. Lõputöö autor usub, et seaduse muudatus vähendab meie teedel ka kiiruste ületamisi. Kehtestatud piirkiiruse ületamine on üleüldine probleem ja selle ohjamiseks teeb lõputöö autor ettepaneku pilotiseerida teelõigu keskmise kiiruse automaatkontrolli (ASSC – *Automatic Section Speed Control*). ASSC mõju liiklusohutusele on rahvusvaheliste kogemuste põhjal olnud väga positiivne. Hukkunutega ja raskete vigastustega liiklusõnnetused on vähenenud 50-85% ning lubatud piirkiirust ületavate sõidukite arv on vähenenud 50-75%. Põhiline kasu ASSC seadmete kasutamisel väljendub ühtlasemas liiklusvoos, alanenud sõidukiirustes ning nendest tingitud liiklusõnnetuste vähenemises ja liiklusõnnetuste raskusastmete alanemises (Keskmise kiiruse ... 2013).

Lõputöö autori hinnangul võimaldab VSL märkide kasutuselevõtt üle vaadata kogu kiiruspiirangute süsteemi. Hetkel Eestis kehtiv kiiruspiirangute süsteem on jäik ja ei vasta enamusele nõuetele, mis puudutavad teed, sõidukit ja juhti ennast. Näiteks põhimaanteedele on kehtestatud samad piirkiirused, mis on nii tugi- kui ka kõrvalmaanteedel sealhulgas arvestamata tee klassi, teekatet või tee seisukorda. Kõik see põhjustab palju kiiruseületusi ja seega teatud frustratsiooni juhtide hulgas, kus kiiruspiirangu järgimise peamiseks eesmärgiks pole ohutu sõit, vaid püüd vältida trahvi. Ettepanek oleks põhimaanteedele paigaldada VSL märgid, et võimalusel heade teeolude korral tõsta piirkiirusi ning vajadusel keerulisemate teeolude korral neid alandada. Selline lähenemine viib sõidukijuhtideni teadmise, et piirkiirusel on põhjus ja nad hakkavad seda ka järgima ehk tekib suurem usaldus kiiruspiirangute ja VSL märkide vastu.

KOKKUVÕTE

Liiklusohutus meie teedel on igapäevane teema ja läheb korda meile kõigile. Pidevalt arutletakse selle üle kuidas liiklusohutust tõsta ning vähendada liikluses hukkunute ja viga saanute arvu. Kuna kiiruse ületamine põhjustab umbes 20% kõigist surmavate või vigastustega lõppenud õnnetustest, siis lõputöö autor analüüsis käesolevas töös muutuva teabega kiiruspiirangu märkidega (VSL – *Variable Speed Limit*) kehtestatud piirkiiruse mõju liiklejate kiiruskäitumisele, analüüsis nende efektiivsust erinevate teeolude korral ja esitas ettepanekuid nende kasutamiseks.

Analüüsi jaoks kasutati põhimaantee nr. 4 Tallinn-Pärnu-Ikla maantee Laagri-Ääsmäe lõigul olevate liiklusloendurite, teeilmajaamade, muutuva teabega kiirusmärkide logide ja Waze kiirusandmeid. Eelpool nimetatud andmed sai välja võetud 2017. ja 2018. aasta kohta. Töös kasutati andmeanalüüsi (kvantitatiivne uurimismeetod) ning andmeid analüüsiti ning tulemused formuleeriti tabeltöötlusprogrammiga Microsoft Office Excel.

Käesoleva lõputöö analüüsist selgus, et muutuva teabega kiiruspiirangu märkidel on positiivne mõju sõidukiirustele – peale VSL'ide kasutuselevõttu langesid vaadeldaval lõigul keskmised kiirused kuni 2,2 km/h ja v85 kiirused kuni 1,8 km/h võrra. Samas tuli analüüsist välja, et meie teedel liikleb juhte, kes ületavad oluliselt kehtestatud piirkiirusi. Näiteks analüüsi tulemuste järeldest selgus, et v85 kiirus on 90 km/h piirangualas 9-19 km/h üle piirkiiruse ning 110 km/h piirangualas keskmiselt 9 km/h üle piirkiiruse, mis liiklusohutuse vaatest ei ole tolereeritav ning jätab mulje, et sõidukijuhid teevad seda teadlikult. Võib eeldada, et meie teedel liiklevate sõidukijuhtide jaoks pole kiiruspiirangute süsteem arusaadav. Kuna riigiteed on heas seisukorras ning laiade katetega, siis liiklejatele ei tundu kiiruse ületamine ohtliku tegevusena.

Eesti teedel tuleks üle vaadata kogu kiiruspiirangute süsteem ja võimalusel ühtlustada sõidukiirusi, et väheneks kiiruse ületamiste arv ja selle tagajärjel toimunud liiklusõnnetuste ning selles hukkunute arv. Käesoleva töö autori ettepanekuteks on põhimaanteedele paigaldada statsionaarsete märkide asemele muutuva teabega kiiruspiirangu märgid ja kaaluda nende kasutamist ka linnades. Lisaks tuleks kiiruse ületajate ohjeldamiseks pilootprojektina rakendada teelõigu keskmise kiiruse automaatkontrolli, kuna varasemalt tehtud uuringute kohaselt on selle abil kiiruseületajate arv vähenenud märkimisväärselt.

SUMMARY

Traffic safety on our roads is a daily issue that matters to all of us. There is a constant debate on how to improve road safety and reduce the number of fatalities and injured. Since speeding causes about 20% of all fatal or injured accidents, the author of the thesis analyzed the impact of Variable Speed Limit Signs on speed behaviour, their effectiveness in different road conditions and made suggestions for their use.

For the analysis was used traffic counters, road weather stations, variable speed limit sign logs and Waze speeds data on main road no. 4 Tallinn-Pärnu-Ikla Laagri-Ääsmäe section. The above-mentioned data were taken for 2017 and 2018. Data analysis (quantitative research method) was used in the work. Data was analyzed and the results were formulated using Microsoft Office Excel.

The analysis of this thesis showed that Variable Speed Limit Signs have a positive effect on driving speeds - after the VSL deployment the average speeds decreased up to 2,2 km/h and the v85 speeds up to 1,8 km/h. At the same time, it emerged from the analysis that there are drivers on our roads who exceed significantly the established speed limits. For example, the conclusions of the analysis showed that the v85 speed in the 90 km/h speed limit area is 9-19 km/h above the speed limit and in the 110 km/h speed limit area an average of 9 km/h above the speed limit which is not tolerable from a road safety viewpoint and gives the impression that drivers do so consciously . It can be assumed that the speed limit system for drivers on our roads is not understandable. As state roads are in good condition and with wide pavement, therefore speeding does not seem to be a dangerous activity for road users

On the Estonian roads, the entire speed limit system should be reviewed and, if possible, the speeds should be harmonized to reduce the number of speedings and consequently the number of crashes and fatalities.

In this work the authors suggestions is to replace on main roads stationary speed limit signs with Variable Speed Limit Signs and consider their use in cities as well. In addition to curbing speeds, the pilot project for Automatic Section Speed Control of the roads should be implemented, because previous surveys have shown a significant reduction in the number of overspeeding.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- Alates 26. novembrist maanteedel kiirust 100 ja 110 km/h enam ei lubata. Maanteeamet. [WWW] <https://www.mnt.ee/et/uudised/alates-26-novembrist-maanteedel-kiirust-100-ja-110-kmh-enam-ei-lubata> (27.04.2019)
- Arbaiza, Alberto & Lucas-Alba, Antonio. (2012). Variable Message Signs Harmonisation Principles of VMS Messages Design.
- Cooper, B. R., Sawyer H. E. (2005). Assesment of M25 Automatic Fog-Warning System – Final Report. [WWW] <https://trid.trb.org/view/767174> (15.03.2019)
- Brudny D., Krawiec S. (2013). Role and Significance of Variable Message Signs in Traffic Management Systems. Activities of Transport Telematics. Communications in Computer and Information Science, vol 395, pp 208-215
- Corben, B., Lenné, M, Regan, M., Triggs, T. (2001). Technology to Enhance Speed Limit Compliance. Accident Research Centre. [WWW] <http://acrs.org.au/files/arsrpe/RS010014.pdf> (28.03.2019)
- Elvik, R. (2009). The Power Model of the relationship between speed and road safety. Update and new analyses. [WWW] <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=13206> (30.04.2019)
- Euroopa Komisjoni delegeeritud määrus nr 886/2013. [WWW] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0886&from=EN> (06.03.19)
- Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2010/40/EL. Vastu võetud 07.07.2010. [WWW] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0040&from=ET> (25.03.2019)
- FHWA (2011). Freeway management and operations handbook. [WWW] https://ops.fhwa.dot.gov/freewaymgmt/publications/frwy_mgmt_handbook/chapter8_01.htm#sec8257 (28.03.2019)
- Guattari, C., Blasiis, M. R. D. E., Calvi., A. (2012). The Effectiveness of Variable Message Signs Information: A Driving Simulation Study. Procedia Social and Behavioral Sciences, vol. 53, pp 692-702
- Geistefeldt, J. (2011). Capacity effects of variable speed limits on German freeways. Procedia Social and Behavioral Sciences, vol. 16, pp 48–56
- Grumert, E. F., Tapani, A. (2017). Using connected vehicles in a variable speed limit system. Transportation Research Procedia, vol. 27, pp 85–92
- Burley, M. (2015) Guidelines for Variable Message Signs. Main Roads Western Australia. [WWW] https://www.mainroads.wa.gov.au/Documents/Guidelines%20for%20VMS_Final.RCN-D15%5E23557581.PDF (27.03.2019)
- Goudens, R. (1996). Variable message signs and their use on main roads. Technology Transfer Forum.







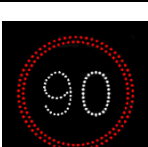

- Hautala, R., Schirokoff, A., Lehtonen, M. (2001). Effects of the weather-controlled variable speed limits and warning signs on a two-lane Main Road 1 (E 18). [WWW] http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/fits/impacts/VIKING_P4D_A31_5_Muuttuvien_opasteiden_vaikutukset.pdf (15.03.2019)
- Hermes. Swarco. [WWW] <https://www.swarco.com/products/software/sign-control-software/hermes> (11.03.2019)
- Keskmise kiiruse mõõtmisel põhineva automaatse liiklusjärelvalve kasutamise uuring. (2013). [WWW] https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/assc_lopparuanne_v_final.pdf (10.05.2019)
- Khondaker, B., Kattan, L. (2014). Variable Speed Limit: an overview. Transportation Letters. The International Journal of Transportation Research, 7 (5)
- KKK muutuva teabega liiklusmärkide kohta. Maanteeamet. [WWW] <https://www.mnt.ee/et/tee/liikluskorraldus/liiklusjuhtimiskeskus/kkk-muutuva-teabega-liiklusmarkide-kohta> (12.03.2019)
- Kulmala, R., Rämä, P. (2000). Effects of variable message signs for slippery road conditions on driving speed and headways. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, vol. 3, pp 85-94
- Lee, C., Abdel-Aty, M., A. (2008). Testing Effects of Warning Messages and Variable Speed Limits on Driver Behavior Using Driving Simulator. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. 2069, pp 55-64
- Lee, C., Hellinga, B., Saccomanno, F. (2006). Evaluation of variable speed limits to improve traffic safety. Transportation research Part C, vol. 14, pp 213-228
- Liiklus ei ole koht, kus püüda aega „tagasi võita“. Maanteeamet. [WWW] <https://www.mnt.ee/et/uudised/liiklus-ei-ole-koht-kus-puuda-aega-tagasi-voita> (08.05.19)
- Liiklusjuhtimissüsteemi tarkvara hankimine koos selle juurutamise, kasutajatoe ja hooldusega. (2018). Maanteeamet. Riigihanke alusdokument - HD III Tehniline kirjeldus. [WWW] <https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/725446/documents/source-document?group=B&documentOldId=7360709> (27.03.2019)
- Liiklusjuhtimiskeskus. Maanteeamet. [WWW] <https://www.mnt.ee/et/tee/liikluskorraldus/liiklusjuhtimiskeskus> (12.03.2019)
- Liikluskorralduse osakonna põhimäärus. (2017). Maanteeamet. [WWW] https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Pohimaarused/liikluskorralduse_osakonna_pohimaarus.pdf (28.03.2019)
- Liiklusloenduse tulemused 2018. aastal. AS Teede Tehnokeskus. [WWW] https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2018/2_II2018_aruanne.pdf (11.03.2019)
- Liiklusmärkide ja teemärgiste tähendused ning nõuded fooridele. Vastu võetud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeriumis 22. veebruar 2011 a – RT I, 03.03.2011, 6.

- Liiklusseaduse muutmise seadus. Vastu võetud Riigikogus 02.05.2012 – RT I, 25.05.2012, 7.
[WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/125052012007> (25.03.2019)
- Liiklussageduse statistika. Maanteeamet. [WWW]
<https://www.mnt.ee/et/ametist/statistika/liiklussageduse-statistika> (11.03.2019)
- Loomade tuvastussüsteemi materjalid kiri nr. T800-1/5041. (2018). AS Teede REV-2.
- Maanteeameti hooldeosakonna peaspetsialist Tõnu Asandi, e-kiri 27.03.2019
- Muutuva teabega liiklusmärgid. Maanteeamet. [WWW]
<https://www.mnt.ee/et/galeriid/muutuva-teabega-liiklusmargid> (13.03.2019)
- Nilsson, G. (2004). Traffic safety dimensions and the Power Model to describe the effect of speed on safety. Bulletin 221, Lund Institute of Technology, Department of Technology and Society, Traffic Engineering, Lund, Sweden.
<http://www.dissertations.se/dissertation/a9952d343f/>.
- Riffkin, M., McMurtry, T., Heath, S., Saito, M. (2008). Variable Speed Limit Signs Effects on Speed and Speed Variation in Work Zones. [WWW]
<https://www.udot.utah.gov/main/uconowner.gf?n=7828313631638132> (29.03.2019)
- Papageorgiou M., Kosmatopoulos E., Papamichail, I. (2008). Effects of Variable Speed Limits on Motorway Traffic Flow. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, no. 2047, pp 37-48
- Roosmond, D. A. (1995). An integrated multi-discipline dynamic traffic management system, based on information, objects and inter-object communication. Transactions on the Built Environment, vol. 16, pp 351-358
- Shao-long, G., Jun, M., Jun-li, W., Xiao-qing, S., Yana, L. (2013). Methodology for Variable Speed Limit Activation in Active Traffic Management. Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol. 96, pp 2129-2137
- Sõlmiti rahvusvahelise projekti „SMART E67“ muutuva teabega liiklusmärkide projekteerimis- ja ehitusleping. (2017.) Maanteeamet. [WWW] <https://www.mnt.ee/et/uudised/solmiti-rahvusvahelise-projekti-smart-e67-muutuva-teabega-liiklusmarkide-projekteerimis-ja> (12.03.2019)
- Teeilmajaamad ja -kaamerad. Maanteeamet. [WWW]
<https://www.mnt.ee/et/tee/teeilmajaamad-ja-kaamerad> (13.03.2019)
- Tänasest alustab tööd liiklusjuhtimiskeskus. Maanteeamet. [WWW]
<https://www.mnt.ee/et/uudised/tanasest-alustab-tood-liiklusjuhtimiskeskus> (14.03.2019)
- Ulfarsson, G. F., Shankar, V. N., Vu, P. (2005). The effect of variable message and speed limit signs on mean speeds and speed deviations. International Journal of Vehicle Information and Communication Systems, vol. 1, pp 69-87


- Saha, P., Ahmed, M. M., Young, R. K. (2015). Safety Effectiveness of Variable Speed Limit System in Adverse Weather Conditions on Challenging Roadway Geometry. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, vol. 2521, pp 45-53
- SMART E67. Advanced traffic management on E67 transport corridor. [WWW] <http://database.centralbaltic.eu/project/33> (20.04.2019)
- Strateegia, missioon, visioon ja väärtused. Maanteeamet. [WWW] <https://www.mnt.ee/et/ametist/strateegia-missioon-visioon-ja-vaartused> (26.04.2019)
- Tay, R., & De Barros, A. G. (2008). Public perceptions of the use of dynamic message signs. Journal of Advanced Transportation, vol. 42, pp 95-110
- Uued liiklusmärgid muutuvad kohustuslikuks. (2018). Maanteeamet. [WWW] <https://www.mnt.ee/et/uudised/uued-liiklusmargid-muutuvad-kohustuslikuks> (06.03.19)
- Uuring mnt nr 11 Tallinna ringtee liiklusjuhtimise lahenduse väljatöötamiseks. (2017). ERC Konsultatsiooni OÜ ja Stratum OÜ. [WWW] https://www.mnt.ee/sites/default/files/survey/tallinna_ringtee_liiklusjuhtimise_lahendus_erc-30-2017.pdf (22.04.2019)
- Ullman, B. R., Trout, N. D., Dudek, C. L. (2009). Use of Graphics and Symbols on Dynamic Message Signs. [WWW] <https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/0-5256-1.pdf> (29.03.2019)
- Vägverket. (2008). Variable Speed – in a nutshell. [WWW] https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/11322/RelatedFiles/89218_variable_speed_in_a_nutshell_extended_summary.pdf (14.03.2019)
- VMS juhtimisreeglid. SMART E67 raames paigaldatud muutuva teabega märkide juhtimis põhimõtted. (2018). Teede Tehnokeskus AS
- Waze'i lisatud liiklejate hoiatused jõuavad ka Tark Tee portaali. (2018). Maanteeamet. [WWW] <https://www.mnt.ee/et/uudised/wazei-lisatud-liiklejate-hoiatused-jouavad-ka-tark-tee-portaali> (11.03.2019)
- Weikl, S., Bogenberger, K., Bertini, R. L. (2013). Empirical Assessment of Traffic Management Effects of a Variable Speed Limit. System on a German Autobahn: Before and After. 92nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, 13-17th January 2013
- Wismans, L. J. J. (2012). Towards sustainable dynamic traffic management. [WWW] https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/6064024/thesis_L_Wismans.pdf
- Wismans, L., Romph, E., Friso, K., Zantema, K. (2014). Real time traffic models, decision support for traffic management. Procedia Environmental Sciences, vol. 22, pp 220-235

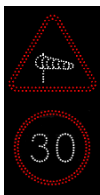

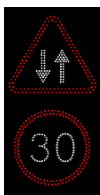
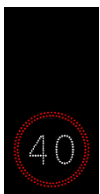

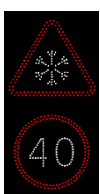
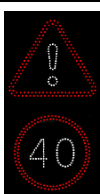
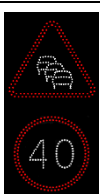
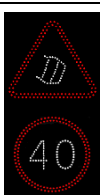
LISAD





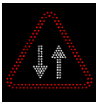











Lisa 1 – Muutuva teabega liiklusmärkide kujundused





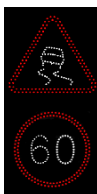
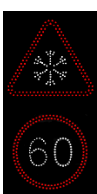
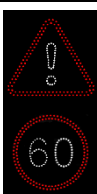
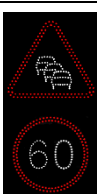
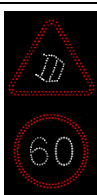
Kiirusmärk (VSL)		
Kujutise number	Kiirusmärk	Kujutis
1	kiirusepiirang 30	
2	kiirusepiirang 40	
3	kiirusepiirang 50	
4	kiirusepiirang 60	
5	kiirusepiirang 70	
6	kiirusepiirang 80	
7	kiirusepiirang 90	
8	kiirusepiirang 100	

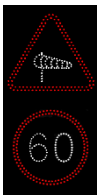
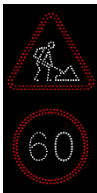




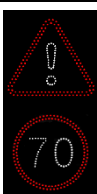
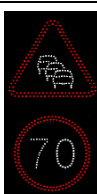
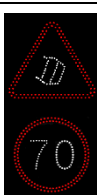
9	kiirusepiirang 110	
10	kiirusepiirang 120	










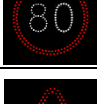

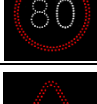

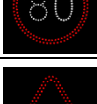

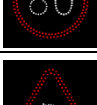

Hoiatus- ja kiirusmärgi kombinatsioon			
Kujutise number	Kiirusmärk	Hoiatusmärk	Kujutis
1	30	(tühi)	
2	30	libe tee	
3	30	jäätumisoht	
4	30	muud ohud	
5	30	liiklusummik	
6	30	liiklusõnnetus	

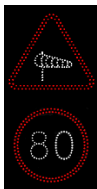
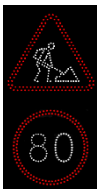
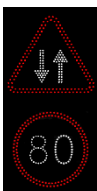

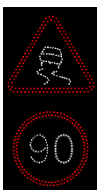
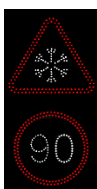
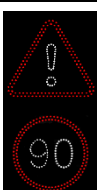
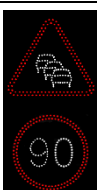
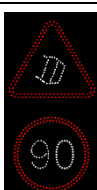
7	30	külgtuul	
8	30	teetööd	
9	30	kahesuunaline liiklus	
10	40	(tühi)	
11	40	libe tee	
12	40	jäätumisoht	
13	40	muud ohud	
14	40	liiklusummik	
15	40	liiklusõnnetus	

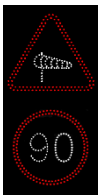
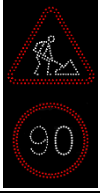
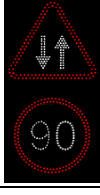

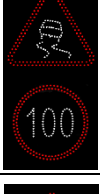
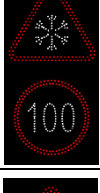



16	40	külgtuul	 
17	40	teetööd	 
18	40	kahe-suunaline liiklus	 
19	50	(tühi)	
20	50	libe tee	 
21	50	jäätumisoht	 
22	50	muud ohud	 
23	50	liiklusummik	 
24	50	liiklusõnnetus	 

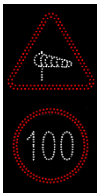
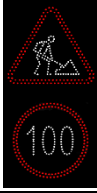
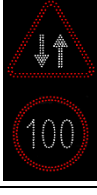






25	50	külgtuul	
26	50	teetööd	
27	50	kahesuunaline liiklus	
28	60	(tühi)	
29	60	libe tee	
30	60	jäätumisoht	
31	60	muud ohud	
32	60	liiklusummik	
33	60	liiklusõnnetus	







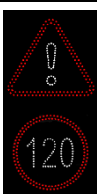

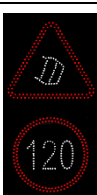
34	60	külgtuul	
35	60	teetööd	
36	60	kahesuunaline liiklus	
37	70	(tühi)	
38	70	libe tee	
39	70	jäätumisoht	
40	70	muud ohud	
41	70	liiklusummik	
42	70	liiklusõnnetus	

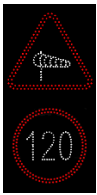

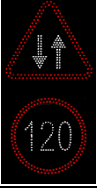

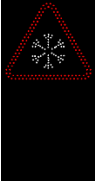
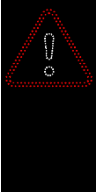
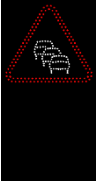
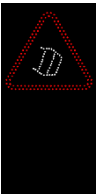
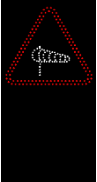
43	70	külgtuul	 
44	70	teetööd	 
45	70	kahesuunaline liiklus	 
46	80	(tühi)	
47	80	libe tee	 
48	80	jäätumisoht	 
49	80	muud ohud	 
50	80	liiklusummik	 
51	80	liiklusõnnetus	 

52	80	külgtuul	
53	80	teetööd	
54	80	kahe-suunaline liiklus	
55	90	(tühi)	
56	90	libe tee	
57	90	jää-tumisoht	
58	90	muud ohud	
59	90	liiklusummik	
60	90	liiklusõnnetus	

61	90	külgtuul	
62	90	teetööd	
63	90	kahesuunaline liiklus	
64	100	(tühi)	
65	100	libe tee	
66	100	jäätumisoht	
67	100	muud ohud	
68	100	liiklusummik	
69	100	liiklusõnnetus	

70	100	külgtuul	
71	100	teetööd	
72	100	kahesuunaline liiklus	
73	110	(tühi)	
74	110	libe tee	
75	110	jäätumisoht	
76	110	muud ohud	
77	110	liiklusummik	
78	110	liiklusõnnetus	

79	110	külgtuul	
80	110	teetööd	
81	110	kahesuunaline liiklus	
82	120	(tühi)	
83	120	libe tee	
84	120	jäätumisoht	
85	120	muud ohud	
86	120	liiklusummik	
87	120	liiklusõnnetus	

88	120	külgtuul	
89	120	teetööd	
90	120	kahesuunaline liiklus	
91	(tühi)	libe tee	
92	(tühi)	jäätumisoht	
93	(tühi)	muud ohud	
94	(tühi)	liiklusummik	
95	(tühi)	liiklusõnnetus	
96	(tühi)	külgtuul	

97	(tühi)	teetööd	A triangular warning sign with a red border and a black background, depicting a white silhouette of a person working with a shovel.
98	(tühi)	kahe-suunaline liiklus	A triangular warning sign with a red border and a black background, featuring two white arrows pointing in opposite directions (up and down).