



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**JANNE TUOMINEN**  
**YLEISEN LIIKENNELASKENNAN LASKENTAMALLIEN**  
**KEHITTÄMINEN**

Diplomityö

Tarkastaja: professori  
Jorma Mäntynen  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Talouden ja rakentamisen  
tiedekuntaneuvoston kokouksessa  
15. tammikuuta 2014

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

**TUOMINEN, JANNE:** Yleisen liikennelaskennan laskentamallien kehittäminen

Diplomityö, 97 sivua, 18 liitesivua

Elokuu 2014

Pääaine: Liikenne- ja kuljetusjärjestelmät

Tarkastaja: professori Jorma Mäntynen

Avainsanat: liikennelaskenta, laskentamallit, KVL, estimointi, konstruointi

Suomessa on Liikenneviraston hallinnoimia yleisiä maanteitä noin 78 000 kilometriä. Liikennemäärät maanteillä ilmoitetaan tavallisesti vuoden keskimääräisinä vuorokausiliikennemäärinä, ns. KVL-tunnuslukuina, jotka tuotetaan vuosittain tierekisteriin yleisen liikennelaskentapalvelun pohjalta. Laskentaa varten maantieverkko on jaettu yli 15 000 liikenteellisesti homogeeniseen tieosuuteen, joista noin neljäsosalle lasketaan vuosittain uudet liikennemäärätiedot. Osalle laskentaväleistä tieto saadaan suoraan liikenteen automaattisilta mittauspisteiltä, joko LAM-pisteiltä (noin 440 kappaletta) tai alemman tieverkon jatkuvilta mittauspisteiltä (30 kappaletta), mutta suurimmalle osalle väleistä liikennemääräarvot tuotetaan lyhytaikaisiin otoslaskentoihin perustuvien laskentamallien avulla. Laskemattomille väleille tieto tuotetaan liikenteen kehityskertoimiin perustuvan konstruoinnin pohjalta.

Suurin osa laskettavista väleistä lasketaan laskentavuotenaan kahdessa, kesällä ja syksyllä toteutettavassa noin viikon mittaisessa laskentajaksossa. Vuoden keskimääräinen liikennemäärätieto estimoidaan näiden pohjalta ns. regressiomallin avulla. Vähäliikenteisissä kohteissa laskentajaksoja on yksi. Sen pohjalta vuoden keskimääräinen liikennemäärätieto tuotetaan ns. viikkomallilla. Laskemattomien välien liikennemäärätiedon tuottamisessa käytetään tien toiminnalliseen luokkaan ja alueelliseen sijaintiin perustuvia konstruointimalleja.

Tutkimuksen pääasiallisena tarkoituksena oli selvittää kuinka tarkkoja liikennemääräestimaatteja erilaisilla laskentamalleilla voidaan saavuttaa. Laskentamallien toimivuutta testattiin jatkuvilta ympärivuotisilta laskentapisteiltä saadun mittautiedon avulla. Kahden viikon laskentaan perustuvassa laskentamallitarkastelussa nykyistä regressiomallia vertailtiin kolmeen muuhun tarkasteluun valittuun malliin. Tarkastelussa havaittiin, että nykyisellä regressiomallilla päästään varsin tarkkoihin estimaatteihin, mutta paikoin vielä tarkempia tuloksia saadaan esimerkiksi kausivaihtelukertoimiin perustuvalla optimaalisesti painotetulla laskentamallilla. Mallien vertailun ohella havaittiin myös, että esimerkiksi LAM-pisteiden liikennemääräprofiilia hyödyntämällä voidaan estimointi suorittaa hyvinkin tarkasti kyseistä pistettä seuraaville laskentaväleille.

Yhden viikon laskentamallia tarkasteltiin vähäliikenteisten jatkuvien laskentapisteiden mittausaineistolla suoritetun viikkokohtaisen herkkyystarkastelun avulla. Tarkastelun perusteella viikon mittaisissa laskennoissa olennaisinta on kausivaihteluluokan määrittämisen ohella laskentojen kohdistaminen optimaalisimmille laskentaviikoille. Keskimäärin tarkimpia tuloksia tuottivat kauttaaltaan syys- ja lokakuun ajan laskentaviikot sekä tietyt loma-ajan ulkopuoliset kevätviikot.

Konstruoinnin osalta tarkastelu suoritettiin vertaamalla konstruoitujen laskentavälien liikennemääräarvoa seuraavana vuonna samassa kohteessa laskettuun arvoon. Tarkastelun perusteella konstruointi osoittautui ongelmalliseksi etenkin alempiasteisella tieverkolla, jossa konstruoinnin pohjalta tuotettu liikennemääräarvo oli useissa tapauksissa kehittyntä todellisuudesta poikkeavaan suuntaan.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Civil Engineering

**TUOMINEN, JANNE:** Improve of prediction models used in general traffic census in Finland

Master of Science Thesis, 97 pages, 18 Appendix pages

August 2014

Major: Traffic and Transportation Systems

Examiner: Professor Jorma Mäntynen

Keywords: traffic count, census, AADT, estimation, model

Finnish road network consists of 78 000 kilometers of public roads. The traffic volumes are usually announced in annual average daily traffic rates (AADT), which are provided by general traffic census. The road network is divided into more than 15 000 homogenous parts, in each of which the traffic volume rate is assumed to be equal. Approximately one fourth of these parts are counted yearly. The traffic rates of some parts are produced by permanent traffic monitoring stations but in most cases the value is produced by short term counts. Based on these counts AADT values are estimated with different kinds of prediction models. Values for uncounted homogenous parts are produced by construction system.

In most cases the AADT value is estimated based on approximately two week (one week in summer and one week in autumn) counting period a year. The estimation is usually done by regression model. In low-traffic roads there are only one counting period a year and the AADT estimation is done by one-week model. The constructed values for uncounted parts are based on the traffic growth rates in specific regions and functional classes of roads.

The main goal of the thesis was to find out how accurate estimations it is possible to achieve with different kinds of prediction models based on two week monitoring period. Comparisons were made by using the data from the permanent traffic monitoring stations. The results showed that the current regression model produces relatively accurate results in AADT estimation. However, in some occasions even better results was achieved for example with model based on weekly prediction factors when these are weighed optimally between summer and autumn periods.

The one-week model was analyzed with the sample group consisting of the most low-traffic permanent monitoring stations. The goal of the analysis was to find out which time of a year it is possible to achieve the most accurate estimations. The results showed that the best weeks for one week counting takes place between September and October as well as in certain weeks at spring time when limited outside the holiday seasons.

The current construction model was analyzed by comparing the constructed AADT value to the next year monitored value in the same point. The analysis proved that the construction model doesn't always work in the optimal way and occasionally gives misleading results of the traffic development. The problem was noteworthy especially in the road network with low traffic volume rates.

## ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Liikenneviraston tilaamana lisätyönä osana Siton toteuttamaa yleistä liikennelaskentapalvelua. Työn pääasiallisena tarkoituksena on ollut arvioida ja kehittää yleisessä liikennelaskennassa käytössä olevia laskentamalleja.

Diplomityön tekeminen alkoi ajatuksen tasolla vuoden 2013 keväällä yleiseen liikennelaskentapalveluun tutustumisen ja maastotyöhön mukaan hyppäämisen myötä. Kesän aikana maastoon asennetut sadat laskentalaitteet ja niistä kerätyt laskentatulokset antoivat vahvan pohjan tutkimuksen varsinaiselle käynnistämiseksi. Syksyllä maastokauden päätyttyä tuhannet tien päällä vietetyt kilometrit vaihtuivat toimistomaiseen ympäristöön ja vähitellen myös tekstiä alkoi syntyä paperille. Prosessi on ollut pitkä ja paikoin haastava, mutta ehdottomasti myös palkitseva. Mielenkiinto aihepiiriä kohtaan on kasvanut työn edistymisen myötä. Tutkimus on edennyt suunnitelmien mukaisesti, eivätkä lievät matkan varrella koetut epätoivon hetket ole päässeet olemaan missään vaiheessa hallitsevassa asemassa.

Haluan kiittää professori Jorma Mäntystä työn tarkastamisesta ja avusta työn rungon kasaamisessa. Lisäksi haluan osoittaa suuret kiitokseni Siton Kati Kiiskilälle sekä Riksroad Oy:n Kimmo Saastamoiselle aiheen hahmottelusta, työn ohjauksesta ja asiantuntevasta avusta matkan varrella. Kiitos kuuluu myös muille työtovereilleni sekä Tampereella että Oulussa, jotka ovat tarjonneet rennon työilmapiirin ja joustavuutta muiden samanaikaisten töiden suhteen. Lisäksi haluan kiittää Reijo Prokkolaa ja Erkki Pakarista Liikennevirastosta projektin ohjauksessa mukana olemisesta. Luonnollisesti kiitos kuuluu myös kaikille läheisilleni, joiden seurassa ajatukset on ollut helppo kääntää välillä myös vapaalle.

Yksi sivu kääntyy ja toinen aukeaa. Tästä on hyvä jatkaa eteenpäin.

Tampereella 22.8.2014

Janne Tuominen

# SISÄLLYS

1	Johdanto .....	1
1.1	Tutkimuksen taustaa .....	1
1.2	Tavoitteet, tutkimusongelmat ja rajaukset.....	2
1.3	Aikaisemmat tutkimukset, tutkimusmenetelmät ja työn sisältö .....	3
2	Yleinen liikennelaskenta palveluna.....	5
2.1	Yleisen liikennelaskennan nykytila ja tausta.....	5
2.2	Palvelun historia .....	6
2.3	Palvelun tavoitteet ja tiedon tärkeimmät käyttötarkoitukset .....	8
2.4	Laskentalaitteet ja -tekniikat.....	8
2.5	Laskentamäärät ja laskentakierto .....	12
2.6	Vuosaikataulut, laskentaviikot ja kriittiset pisteet.....	13
3	Laskentamallit ja tunnuslukujen tuottaminen .....	14
3.1	Laskentamallien synty .....	14
3.2	Liikenteen vaihtelumuodot .....	15
3.2.1	Kausivaihtelu .....	15
3.2.2	Viikonpäivävaihtelu .....	18
3.2.3	Tuntivaihtelu.....	20
3.3	Nykyiset laskentamallit .....	22
3.3.1	Regressiomalli .....	23
3.3.2	Painotettu regressiomalli .....	24
3.3.3	Viikkomalli.....	24
3.3.4	Painotettu viikkomalli .....	25
3.4	Estimointi ja tunnuslukujen synty .....	25
3.4.1	Laskentatarkkuus .....	26
3.4.2	KVL:n ja muiden tunnuslukujen laskenta .....	26
3.4.3	Huipputuntiliikenteen laskenta .....	29
3.5	Muita pohjoismaisia laskentamalleja .....	30
3.5.1	Ruotsin liikennelaskentajärjestelmä .....	32
3.5.2	Norjan liikennelaskentajärjestelmä .....	33
3.5.3	Tanskan liikennelaskentajärjestelmä .....	33
3.5.4	Islannin liikennelaskentajärjestelmä.....	34
3.6	Konstruointi.....	34
3.7	Laskentojen laadun seuranta.....	36
3.8	Nykyisten estimointimallien laatutarkastelu .....	39
4	Kahden viikon laskentaan perustuvat estimointimallit .....	45
4.1	Testimenetelmät ja vertailtavat mallit .....	45
4.1.1	VE0, nykyinen regressiomalli .....	48
4.1.2	VE1, viikkokerroinmalli.....	50
4.1.3	VE2, painotettu viikkokerroinmalli.....	51
4.1.4	VE3, yhdistelmämalli .....	54

4.2	Mallien toimivuus nyky menetelmillä.....	55
4.2.1	Mallien vertailu viikkoerotuksella 12.....	55
4.2.2	Mallien vertailu viikkoerotuksilla 6–18 .....	57
4.2.3	Arvonmuutostarkastelut .....	60
4.2.4	Estimaattien tarkkuuteen vaikuttavat tekijät .....	60
4.2.5	Mallien vertailu vuoden 2012 aineistolla .....	62
4.3	Kehitysideat.....	64
4.3.1	Mittauskausien laajennus.....	64
4.3.2	Mallien optimointi eri kausivaihteluluokille .....	67
4.3.3	Kausivaihteluluokan merkitys ja määrittämiskeinot .....	69
4.3.4	Laskentajakson määrittäminen .....	72
4.3.5	LAM-profiilimenetelmä Norjan referenssimallia mukailleen.....	73
5	Yhden viikon laskentaan perustuvat estimointimallit.....	76
5.1	Testimenetelmät .....	76
5.2	Alemman tieverkon laskentamalli.....	76
5.3	Ramppilaskentamalli .....	83
6	Konstruointimalli .....	86
6.1	Konstruointimallin tarkastelutapa .....	86
6.2	Tarkastelun tulokset .....	86
7	Yhteenveto ja johtopäätökset .....	89
7.1	Kahden viikon laskentaan perustuva estimointi.....	89
7.2	Yhden viikon laskentaan perustuva estimointi.....	90
7.3	Konstruointi.....	92
7.4	Muita tuloksia.....	92
7.5	Johtopäätökset .....	93
	Lähteet.....	94
	Liite 1. Tieräkisterin tietolajit 201 ja 202	
	Liite 2. Kausivaihtelukertoimet	
	Liite 3. Viikopäivä- ja tuntivaihtelukertoimet	
	Liite 4. Regressiokertoimet	
	Liite 5. Konstruointivälit	
	Liite 6. VE3:n regressiokertoimet	
	Liite 7. Mediaanivirheet viikkopareittain	
	Liite 8. Mediaanivirheet viikkopareittain (laajennetut mittauskaudet)	
	Liite 9. Mediaanivirheet viikkopareittain (laajennetut mittauskaudet, 2012 aineisto)	
	Liite 10. Keskivirheet + laadunosoitus (laajennetut mittauskaudet, 2012 aineisto)	
	Liite 11. Mediaanivirheet viikkopareittain (laskentajakso määritetty syksyviikosta)	
	Liite 12. Herkkyystarkastelu, raskas liikenne	

## TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

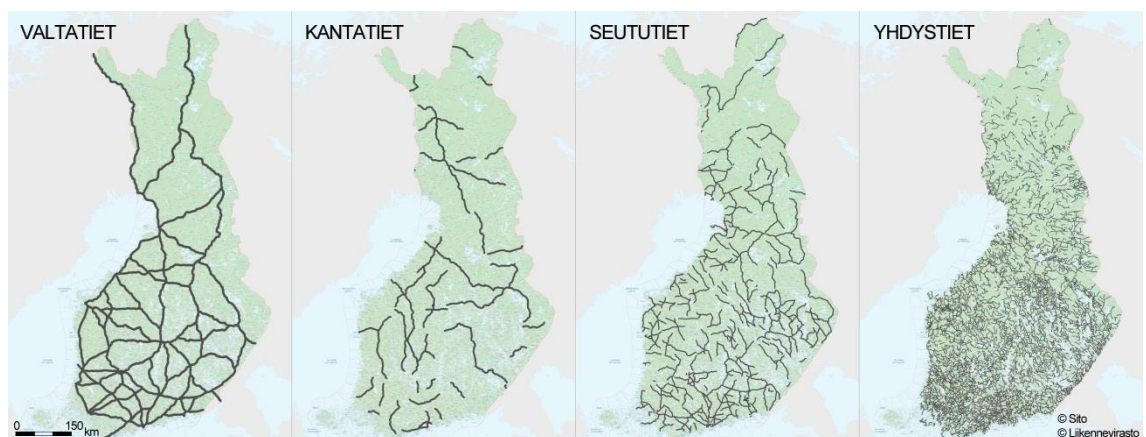
YL	Yleinen liikennelaskenta.
Homogeeninen väli	Liikenteellisesti homogeeninen tieosuus, jolla liikennemäärän oletetaan olevan sama.
Tierekisteri	Rekisteri Liikenneviraston hallinnoimista maanteistä, niiden liikenteestä ja muista ominaisuuksista. Liikennemäärätieto on tietolajissa 201 ja yleisessä liikennelaskennassa käytetyt mittauspaikat tietolajissa 202.
LAM	Liikenteen automaattinen mittauspiste.
Estimointi	Menetelmä, jolla yksittäisten lyhytaikaisten otoslaskentojen pohjalta tuotetaan homogeenisen laskentavälin koko vuoden keskimääräisiin liikennemääriin liittyvät tunnusluvut.
Konstruointi	Menetelmä, jolla liikennemäärätiedot tuotetaan homogeenisille väleille, joilla ei ole kyseisenä vuonna suoritettu laskentaa.
KVL	Vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne (ajoneuvo/vrk).
KVLras	Raskaan liikenteen (kuorma-autot, linja-autot, täys- ja puoliperävaunurekat) vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne (ajoneuvo/vrk).
KVlyhd	Yhdistelmäajoneuvojen (täys- ja puoliperävaunurekat) liikenteen vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne (ajoneuvo/vrk).
KAVL	Vuoden keskimääräinen arkivuorokausiliikenne, arki = ma-to (ajoneuvo/vrk).
KKVL	Kesän keskimääräinen vuorokausiliikenne, kesä = kesäkuu-elokuu (ajoneuvo/vrk).
Kausivaihtelu	Liikennemäärien viikkovaihtelu vuoden sisällä.
Viikonpäivävaihtelu	Liikennemäärien päivävaihtelu viikon sisällä.
Tuntivaihtelu	Liikennemäärien tuntivaihtelu vuorokauden sisällä.
Huipputuntiliikenne	Tietyn ajanjakson suurin tuntiliikennemäärä (ajoneuvo/tunti).
Ajoneuvoluokitus	Liikennelaskennoissa käytettävä luokitus, jossa ajoneuvotyypit jaotellaan eri luokkiin: MP = moottoripyörät HA = henkilöautot PA = pakettiautot LA = linja-autot KAIP = kuorma-autot ilman perävaunua KAPP = puoliperävaunulliset kuorma-autot KATP = täysperävaunulliset kuorma-autot

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen taustaa

Liikennemäärien tuntemusta eri liikenneväylillä voidaan pitää eräänä keskeisimpänä liikenne- ja tiesuunnittelun sekä alaan liittyvän tutkimuksen lähtökohtana. Liikennettä voidaan arvioida ja laskea tapauskohtaisesti eri hankkeiden yhteydessä, mutta usein selkeämpi ja yhteistaloudellisempi ratkaisu on liikennemäärätietojen ylläpito yhteisessä, eri tahojen käytössä olevassa tietokannassa, tässä tapauksessa Liikenneviraston ylläpitämässä tierekisterissä. Tiedon korkean laadun takaamiseksi on liikennettä laskettava säännöllisesti ja tiedon tuottamiseen käytettävien menetelmien oltava tarkoituksenmukaisia.

Suomessa on kuntien ja kaupunkien hallinnoimia katuja noin 26 000 kilometriä, Liikenneviraston hallinnoimia yleisiä maanteitä noin 78 000 kilometriä ja yksityis- ja metsäautoteitä noin 350 000 kilometriä. Tässä tutkimuksessa keskitytään liikenteen laskentaan ja liikennemääriin liittyvien tunnuslukujen tuottamiseen maanteillä. Maantiet on jaettu toiminnallisen luokan mukaan valta-, kanta-, seutu- ja yhdysteihin. Valta- ja kantateitä eli pääteitä on Suomen tieverkolla reilut 13 000 kilometriä, josta moottoritietä on hieman yli 700 kilometriä. Seutu- ja yhdystiet muodostavat selvästi suurimman osan tiepituudesta (noin 64 900 kilometriä), mutta liikennemäärästä ne edustavat vain runsasta kolmannesta. (Liikennevirasto 2014a) Koko Suomen tieverkko toiminnallisen luokan mukaan jaoteltuna on esitetty kuvassa 1.1.



**Kuva 1.1.** Suomen yleisten teiden tieverkko (2014).

Koko maantieverkon liikennemäärätietoa ylläpidetään tierekisterissä, johon liikennemääriin liittyvät tunnusluvut tuottaa vuosittain toteutettava yleinen liikennelaskentapalvelu (YL). Liikennemääriä tieverkon eri osilla arvioidaan vuoden keskimääräisten vuorokausiliikennemäärien, ns. KVL-tunnuslukujen avulla. Liikennelaskentaa varten maantieverkko on jaettu liikenteellisesti homogeenisiin osuuksiin, joista jokaisella lii-



kennemäärän oletetaan pysyvän vakiona. Ympärivuotinen liikennelaskenta koko maantieverkon kaikilla homogeenisilla väleillä todellisten KVL-arvojen selvittämiseksi vaatisi kohtuuttomasti resursseja, joten arvot tuotetaan useimmissa tapauksissa lyhytaikaisiin otoslaskentoihin perustuvien laskentamallien avulla.

Liikenteellisesti homogeenisiä välejä Suomen tieverkolla on yli 15 000, ja niiden pituudet vaihtelevat sadoista metreistä kymmeniin kilometreihin. Yleisessä liikennelaskennassa noin neljäsosalle homogeenisistä väleistä lasketaan vuosittain uudet liikennemäärätiedot. Osalle laskentaväleistä liikennemäärätiedot saadaan suoraan jatkuvatoimivilta ympärivuotisilta mittauspisteiltä, mutta suurimmalle osalle väleistä liikennemäärätiedot tuotetaan lyhytaikaisten koneellisten otoslaskentojen avulla. Otoslaskentojen perusteella liikennemäärätiedot estimoidaan vastaamaan mahdollisimman tarkasti koko vuoden keskimääräisiä vuorokautisia liikennemääriä. Kunakin vuonna laskennan ulkopuolelle jääville väleille liikennemäärätiedot tuotetaan ns. konstruoinnin avulla. (Liikennevirasto 2012a; Tieliikelaitos 2007; RIL 2005)

## 1.2 Tavoitteet, tutkimusongelmat ja rajaukset

Nykyisenkaltaisen muotonsa yleinen liikennelaskenta on saanut 1990-luvun puolenvälin jälkeen, jonka jälkeen järjestelmä on laskentamalleineen säilynyt rakenteeltaan pääpiirteissään samanlaisena. Yleisen liikennelaskennan palvelusopimukseen kuuluu keskeisenä osana koko liikennelaskentajärjestelmän kehittäminen, minkä pohjalta myös tämä tutkimus on toteutettu. Tutkimuksen päätavoitteena on tutkia nykyisten laskentamallien toimivuutta liikennemäärien estimoinnissa ja konstruoinnissa sekä vertailla niitä muihin tiedossa oleviin menetelmiin. Keskeisenä osana tutkimusta on myös pohjoismainen NorSIKT-yhteistyöprojekti, jossa käsitellään eri pohjoismaiden tapoja liikennemäärien laskennassa ja liikennemääriin liittyvien tunnuslukujen tuottamisessa.

Nykyiset yleisessä liikennelaskennassa käytettävät laskentamallit ovat jokseenkin monimutkaisia ja vaikeasti ymmärrettäviä asiaan perehtymättömille tahoille. Työn yhtenä sivutavoitteena voidaankin pitää nykyisten mallien selkeyttämistä ja niiden läpinäkyvyyden parantamista. Mallien päivittämisen myötä tuotettavien tulosten laadun tulisi kuitenkin säilyä mahdollisimman korkealla tasolla. Laskentamallien kehittämisen ohella työssä perehdytään myös yleisen liikennelaskennan laatu-järjestelmään ja pyritään kehittämään laskentamallien laadunosoitusta nykyistä selkeämmäksi. Tutkimuksen tuloksena esitetään päätelmät nykyisten ja muiden vertailuun valittujen menetelmien tuottamien tulosten laadusta.

Päätutkimusongelma työssä on seuraava:

- Millaisia liikennemäärien laskentamalleja on nykyisin käytössä yleisessä liikennelaskennassa, kuinka todenmukaisia tuloksia ne tuottavat ja miten niitä voidaan kehittää?

Vastausta päätutkimusongelmaan selvitetään seuraavien alaongelmien kautta:

- Mihin nykyisin käytössä olevat laskentamallit perustuvat?
- Kuinka tarkkoja liikennemääräestimaatteja nykyisillä malleilla voidaan tuottaa?

- Mitä vaihtoehtoisia laskentamalleja on tiedossa ja käytössä muun muassa muissa pohjoismaissa?
- Saadaanko muiden mallien avulla tuotettua nykyistä tarkempia estimaatteja vuoden keskimääräisille liikennemäärille?
- Tuottaako nykyinen konstruointimalli todenmukaisia arvioita liikennemääristä tieosuuksille, jotka eivät ole mukana laskennassa? Onko mallia mahdollista kehittää tai onko menetelmästä syytä luopua kokonaan?
- Voidaanko laskentamalleja yksinkertaistaa tai muokata kustannustehokkaampaan suuntaan tuotettavien tulosten laadun kuitenkin kärsimättä?
- Miten laskentamallien laadunosoitusta voidaan kehittää?

Työssä rajoitutaan tutkimaan nykyisten mallien toimivuutta pääasiassa tämänhetkisten resurssien puitteissa. Estimointimalleja tarkastellaan keväällä, kesällä ja syksyllä suoritettujen laskentojen pohjalta. Tarkastelut tehdään joko kahden tai yhden laskenta- viikon pohjalta suoritettuna estimoinnin perusteella. Työn tavoitteena on tutkia nimenomaan laskentamallien tuottaman tiedon laatua ottamatta kantaa muiden yleisessä liikennelaskennassa käytössä olevien laskentajärjestelmien, kuten laskentalaitteiden, - tekniikoiden ja tietojärjestelmien mahdollisiin kehitystoimenpiteisiin.

### **1.3 Aikaisemmat tutkimukset, tutkimusmenetelmät ja työn sisältö**

Yksi keskeisimmistä yleisen liikennelaskennan laskentamalleja arvioivista aikaisemmista selvityksistä on vuonna 2007 Tieliikelaitoksen (nyk. Destia) toimeksiannosta julkaistu tutkimus ”Yleisen liikennelaskennan laadun arviointi yhdysteillä”. Työ on julkaistu osana yleisen liikennelaskennan palvelusopimusta ja konsulttina siinä on toiminut Teknillisen korkeakoulun (nyk. Aalto-yliopisto) liikennelaboratorio, jossa työstä vastasivat liikennetekniikan professori Tapio Luttinen ja diplomi-insinööri Virpi Ojala. Tutkimuksessa rajoituttiin liikennemäärätiedon tutkimiseen yhdysteillä ja tutkimuksen pohjalta esitettiin muun muassa ehdotus ympärivuotisten laskentapisteiden perustamiseksi vähäliikenteisille teille. Lisäksi tutkimuksessa esitettiin optimointeja vähäliikenteisten teiden laskenta-ajankohdiksi sekä hienosäätöjä laskentamalleihin ja laadunarviointimenetelmiin. (Tieliikelaitos 2007)

Tässä tutkimuksessa keskeistä aineistoa ovat edellä esitetyn tutkimuksen lisäksi muun muassa vuoden 2005 ja 2012 yleisen liikennelaskennan kilpailutuksen tarjouspyyntöasiakirjat sekä vuoden 2012 sopimusasiakirjat, joissa on laaja kuvaus palvelusta ja tunnuslukujen tuottamisen menetelmistä. (Tieliikelaitos 2004; Liikennevirasto 2012a; Liikennevirasto 2012b; Sito 2012) Rinnakkaisprojektina työn aikana on toteutettu Liikenneviraston liikennelaskentajärjestelmän järjestelmäkuvaus ja vuosiraportti 2013, jonka nykytilan analyysikuvauksessa on hyödynnetty tämän työn sisältöä. (Liikennevirasto 2014b) Taustatietoa tutkimuksen tekemiseen on antanut kesän ja syksyn 2013 maastotyön aikana esiin tulleet havainnot laskentojen käytännön toteuttamisesta. Lisäksi tutkimuksessa hyödynnetään pohjoismaisen NorSIKT-yhteistyöprojektin tarjoamia ma-

teriaaleja sekä Uppsalassa 19.–20.11.2013 järjestetyssä kaksipäiväisessä seminaarissa esille tulleita asioita. (NordFoU 2014; NorSIKT2 2013)

Työn teoriaosuus koostuu yleisen liikennelaskentapalvelun toimintatapojen ja menetelmien kuvauksesta. Tutkimusosuudessa tarkastellaan konkreettisesti eri estimointimallien tuottamia tuloksia testaamalla malleja ympärivuotisten jatkuvien mittauspisteiden laskentatiedoilla ja vertaamalla saatuja liikennemäärien estimointituloksia kohteiden todellisiin mitattuihin arvoihin. Nykyisin jatkuvaa laskentadataa on saatavilla yli 400:lta liikenteen automaattiselta mittauspisteeltä (LAM) sekä 30:lta edellä esitetyn tutkimuksen (Tieliikelaitos 2007) jälkeen perustetulta vähäliikenteisten teiden laskentapisteeltä. Laskentadatan avulla vertaillaan eri estimointimallien tuottamia tuloksia kahden viikon laskennan pohjalta sekä tehdään viikkokohtainen herkkyytarkastelu yhden viikon laskentamallille. Tutkimusosuudessa tarkastellaan myös nykyisen konstruointimallin tuottamien liikennemäärätietojen oikeellisuutta laskentojen historiatiedon pohjalta.

Työn tekeminen ajoittui suurimmalta osin yleisen liikennelaskennan vuosien 2013 ja 2014 mittauskausien väliin. Pääpiirteissään palvelun runko ja laskentamenetelmät tulivat tutuiksi vuoden 2013 mittauskauden maastotyön aikana. Pääpiirteissään työ kirjoitettiin ja tutkimus toteutettiin syksyn 2013 ja loppukevään 2014 välisenä aikana. Työ viimeisteltiin diplomityöksi yleisen liikennelaskennan vuoden 2014 mittauskauden ohella. Runko tutkimuksen tekemiseen ja sen eri osavaiheisiin on esitetty kuvassa 1.2.



**Kuva 1.2.** Työn kulku.

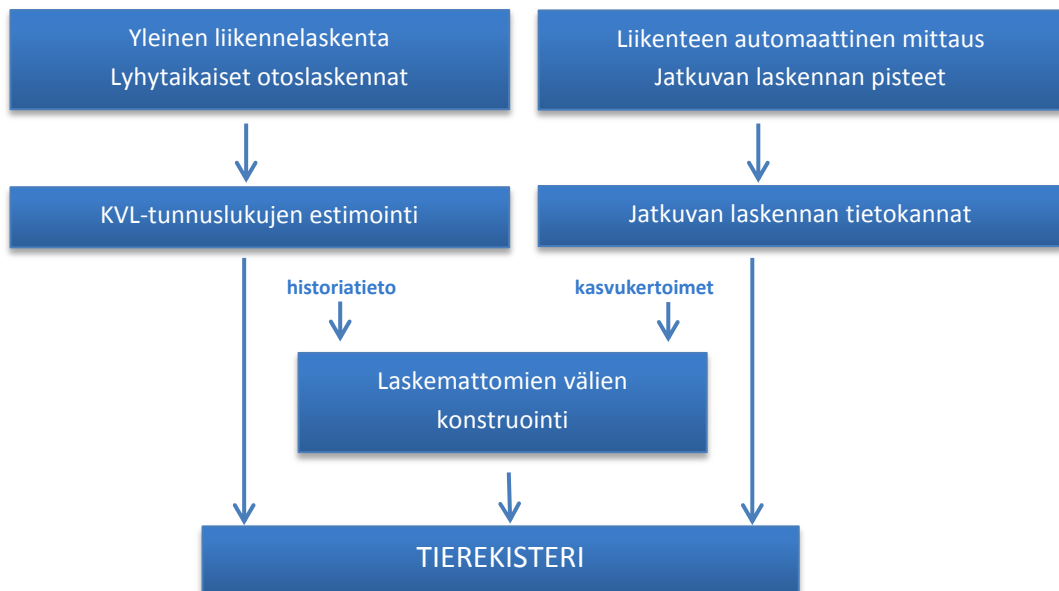
Työn teoriaosuus koostuu luvuista kaksi ja kolme. Luvussa kaksi käsitellään yleisen liikennelaskennan taustaa, historiaa ja nykytilaa sekä kuvataan palvelun käytännön toteuttamista ja sen avulla tuotettavia liikennemääriin liittyviä tunnuslukuja. Luvussa kolme käsitellään tarkemmin tunnuslukujen syntyä ja niiden tuottamisen taustalla olevia menetelmiä. Lisäksi luvussa kolme esitellään muiden pohjoismaiden liikenteen laskentatapoja NorSIKT-projektin pohjalta, kuvataan Suomessa käytössä olevia laskemattomien välien konstruointimenetelmiä sekä käydään läpi laskentojen laadunosoitusta. Kahden viikon laskentamallien arviointi ja vertailu sisältyy lukuun neljä. Luvussa viisi arvioidaan yhden laskentaviikon pohjalta suoritetun estimoinnin tarkkuutta ja luvussa kuusi konstruoinnilla tuotettujen tunnuslukujen todenmukaisuutta. Tutkimuksen ja analyysien pohjalta tehdyt johtopäätökset esitetään luvussa seitsemän.

## 2 YLEINEN LIKENNELASKENTA PALVELUNA

### 2.1 Yleisen liikennelaskennan nykytila ja tausta

Yleinen liikennelaskenta on Liikenneviraston tilaama palvelu ja palveluntuottaja valitaan nykyisin kilpailutuksen perusteella. Palvelu on kilpailutettu kahdesti; vuonna 2005 ja vuonna 2012. Nykyinen sopimus saman palveluntuottajan kanssa kattaa vuodet 2013–2020. Toimintaprosessi eri vuosina tapahtuu saman prosessin mukaisesti. Palvelu pitää sisällään kolme päätyövaihetta: 1) maastossa tehtävät otoslaskennat, 2) haluttujen tunnuslukujen laskenta estimointi- ja konstruointimallien avulla ja 3) liikennelaskenta-järjestelmän kehittäminen ja ylläpito. (Liikennevirasto 2012a)

Palveluntuottajan vastuulla on koko maantieverkon liikennemäärätietojen vuosittainen ylläpito. Osa liikennemäärätiedoista saadaan suoraan Liikenneviraston omistamasta ja kehittämästä LAM-järjestelmästä, jonka tuottamien laskentatietojen tietokantakorjaukset ja päivitykset ovat palveluntuottajan vastuulla, mutta itse pisteiden fyysinen ylläpito ei. Muusta liikennemäärätiedon tuottamiseen tarvittavasta kalustosta ja järjestelmissä vastaa kokonaisuudessaan palveluntuottaja. Yleisen liikennelaskentapalvelun rakenne ja liikennemääriin liittyvien tunnuslukujen muodostuminen on esitetty kuvassa 2.1. (Liikennevirasto 2012a)



**Kuva 2.1.** Tierekisteriin vietävien tunnuslukujen muodostuminen.

Alun perin yleinen liikennelaskenta suunniteltiin antamaan yleistietoa koko tieverkon liikenteen kehityksestä, liikennesuoritteesta, liikenteen koostumuksesta ja keski-

määräisistä liikennemääristä. Tarkemmat liikennemäärätiedot suunnittelun avuksi hankittiin varta vasten kyseistä hanketta varten suunniteltujen projektilaskentojen avulla. Nykyisin suunnittelussa käytetään usein suoraan tierekisteristä tuotuja liikennemäärätietoja, mikä asettaa liikennetiedon laadulle aikaisempaa suurempia vaatimuksia. Homogeenisten liikennevälien tarkastelun, estimointi- ja konstruointimallien kehittämisen ja testaamisen sekä laskentalaitteiden tarkoituksenmukaisen toiminnan varmistamisen tulee olla systemaattista ja parhaaseen mahdolliseen laatuun pyrkivää. (Tieliikelaitos 2004; Tieliikelaitos 2007)

Sisällöltään nykyisenkaltaisen muotonsa yleinen liikennelaskenta sai 1990-luvun puolivälin jälkeen yleisen liikennelaskennan uudistuksen yhteydessä. Keskushallinto aloitti tällöin laajan liikennelaskentojen kehittämisprojektin. Vuonna 1997 otettiin käyttöön nykyisenkaltaisen laskentajärjestelmä laskentamalleineen. Tämän jälkeen suuria rakenteellisia muutoksia laskentamalleissa käytettyjen kertoimien päivitystä, laskentaajankohtien muutoksia ja palvelun tuottamistapaa lukuun ottamatta palvelun sisältöön ei ole tehty. (Tieliikelaitos 2004; Liikennevirasto 2012a)

## 2.2 Palvelun historia

Yleinen liikennelaskenta on toteutettu Suomessa koko tieverkon kattavana palveluna vuodesta 1934 alkaen. Ennen vuotta 1965 liikennemäärät laskettiin käsilaskentana noin viiden vuoden välein kaikkien maanteliittymien liittymähaaroissa elokuun viimeisenä perjantaina kello 06–22 tai 06–06 välisenä aikana. Vuonna 1965 laskentoja alettiin suorittaa järjestelmällisesti tasan viiden vuoden välein. Laskenta toteutettiin käsin valta- ja kantateillä maaliskuu-, kesä-, elo- ja lokakuussa yhtenä arkipäivänä neljän tunnin ajalta ja yhtenä viikonloppupäivänä kolmen tunnin ajalta. Vastaavat laskennat senaikalaisen luokituksen mukaisilla maanteilla ja paikallisteilla tehtiin ainoastaan maaliskuu- ja elokuussa. Tavallisimmat laskenta-ajat olivat arkipäivinä välillä 14–18, lauantaina välillä 12–15 ja sunnuntaina välillä 17–20. Lyhytaikaisten laskentojen tulokset muutettiin erillisistä tarkkailulaskennoista saatavien korjauskertoimien avulla KVL:ksi ja KKVL:ksi. (Lyly 1967; Tekniikan käsikirja 1975; Antila 1995)

Palvelun alkuaikoina laskennat tehtiin kauttaaltaan käsilaskentana, mutta myös koneellisten menetelmien mahdollisuutta alettiin tutkia ja niihin haettiin malleja ulkomailta. Muun muassa Yhdysvalloissa tiedettiin käytettävän tien yli pingotettua kumiletkeä, jonka ylittäminen sai aikaan laskentalaitteelle rekisteröityvän ilmasysäyksen. 1950- ja 1960-lukujen taitteessa Suomessa kokeiltiin sekä ilmaletkujärjestelmää että valokennoja, mutta käsilaskenta säilyi silti pääasiallisena laskentamenetelmänä. (Antila 1995)

Vuonna 1970 yleisen liikennelaskennan kevatlaskenta siirrettiin suoritettavaksi huhtikuuhun ja samalla laskentojen kestoja tarkistettiin. Viisipäiväiseen työviikkoon siirtämisen vuoksi viikonloppulaskennat alettiin tehdä kahdessa erässä, sekä perjantaina että sunnuntaina. Käsilaskennan vaatiman runsaan laskentahenkilökunnan vähentämiseksi koneelliset laskentalaitteet alkoivat entisestään yleistyä ja käyttöön otettiin muun muassa ääneen perustuvia liikennelaskimia. Liikenteen kehitystä seurattiin varsinaisen yleis-

sen liikennelaskennan laskentajaksojen välissä tarkkailulaskentojen ja koneellisten laskentojen avulla. Tarkkailulaskentoja tehtiin huhti-, kesä-, elo- ja lokakuussa vähintään neljänä päivänä viikossa (sisältäen sekä viikonloppu- että arkiliikennettä) välillä 06–06 sekä muina kuukausina yhtenä arkipäivänä välillä 06–22. Laskentapisteitä oli valta- ja kantateilla 37, muilla maanteilla 43, paikallisteilla 16 ja kaduilla 23 kappaletta. Tarkkailulaskentojen avulla selvitettiin liikenteen vaihtelukertoimia eri laskentakausien välillä. (Tekniikan käsikirja 1975)

Koneellisista laskentamenetelmistä induktiosilmukat havaittiin parhaiten toimivaksi menetelmäksi liikenteen laskemiseen. Ensimmäisiä silmukoita oli asennettu maanteille jo 1960-luvulla tie- ja vesirakennustöiden yhteydessä. Energiakriisi nopeutti liikenteen muutoksia eikä vanhoilla laskentamenetelmillä pysytty enää liikenteen muutosten vauhdissa. Mallia haettiin muun muassa Ruotsista, jossa laskentajärjestelmän todettiin kuitenkin olevan liian häiriöherkkä ja vaativan taakseen valtavan organisaation. Suomessa päätettiin uudistaa laskentoja omatoimisesti, ja kehitystyön painopiste suunnattiin kotimaista teknologiaa hyödyntävään mikroaaltojärjestelmään. Menetelmät kehittyivät kuitenkin varsin hitaasti eikä 1970-luvun lopulla ollut vielä mahdollista esimerkiksi erotella eri ajoneuvotyyppisiä. Koneelliset laskentajärjestelmät olivat lisäksi varsin kalliita, vaikka niillä saavutettiin monia etuja käsilaskentaan nähden. (Antila 1995)

1980-luvulla käyttöön otettiin kehittyneempiä laskentalaitteita, kuten uusia silmukka- ja mikroaalto-laskimia. Vuonna 1989 luotiin liikenteen automaattinen mittausjärjestelmä, jolloin ensimmäiset 150 LAM-silmukkapistettä rakennettiin. (Helin 1989) Rakentamisen jälkeen järjestelmää on laajennettu käytännössä vuosittain. Keskushallinnon aloittaman liikennelaskentojen uudistusprojektin seurauksena 1990-luvun puolivälin jälkeen luotiin pohja nykyiselle laskentajärjestelmälle ja laskentamalleille. Samalla käyttöön otettiin laskimia, jotka pystyivät luokittelemaan ajoneuvot eri ajoneuvoluokkiin. 2000-luvulla tekniikka kehittyi jälleen huomattavasti ja käyttöön otettiin muun muassa erityyppisiä luokittelevia mikroaalto-laskimia, joiden avulla ajoneuvoista saatiin selville ajoneuvoluokan lisäksi myös nopeustieto. Tuotettavat tunnusluvut laajentuivat (muun muassa erillisen raskaan liikenteen laskentamallin luominen ja huipputuntiliikenteen määrittelyt) ja malleihin sekä laskenta-ajankohtiin tehtiin hienosäätöjä palvelun sisällön säilyessä kuitenkin samankaltaisena. (Tieliikelaitos 2004)

### **2.3 Palvelun tavoitteet ja tiedon tärkeimmät käyttötarkoitukset**

Jatkuvaa liikennelaskentaa voidaan pitää eräänä tehokkaan liikenteen hallinnan perusedellytyksenä. Säännöllisten liikennelaskentojen avulla saadaan ajantasaista tietoa liikennemääristä tieverkon eri osissa ja liikennesuoritteesta koko maan laajuisesti. Liikennesuorite koko tieverkolla on yksi keskeisimmistä tieliikenteen kehitystä seuraavista indikaattoreista. Paikallista liikennemäärätietoa puolestaan hyödynnetään lukuisissa erilaisissa yhteyksissä, kuten toteutettavien hankkeiden priorisoinneissa, investointilaskelmissa, kunnossapidon suunnittelussa, tieluokittelussa, teiden ja siltojen kestävyyslas-

kelmissä, liikennevalosuunnittelussa ja erilaisissa liikennetutkimuksissa. Lisäksi paikalliset liikennemäärätiedot auttavat liikenne-ennusteiden tekemistä, jonka seurauksena vähennetään muun muassa kalliiden määräpaikkatutkimusten tarvetta ja laajuutta. (Tieliikelaitos 2007)

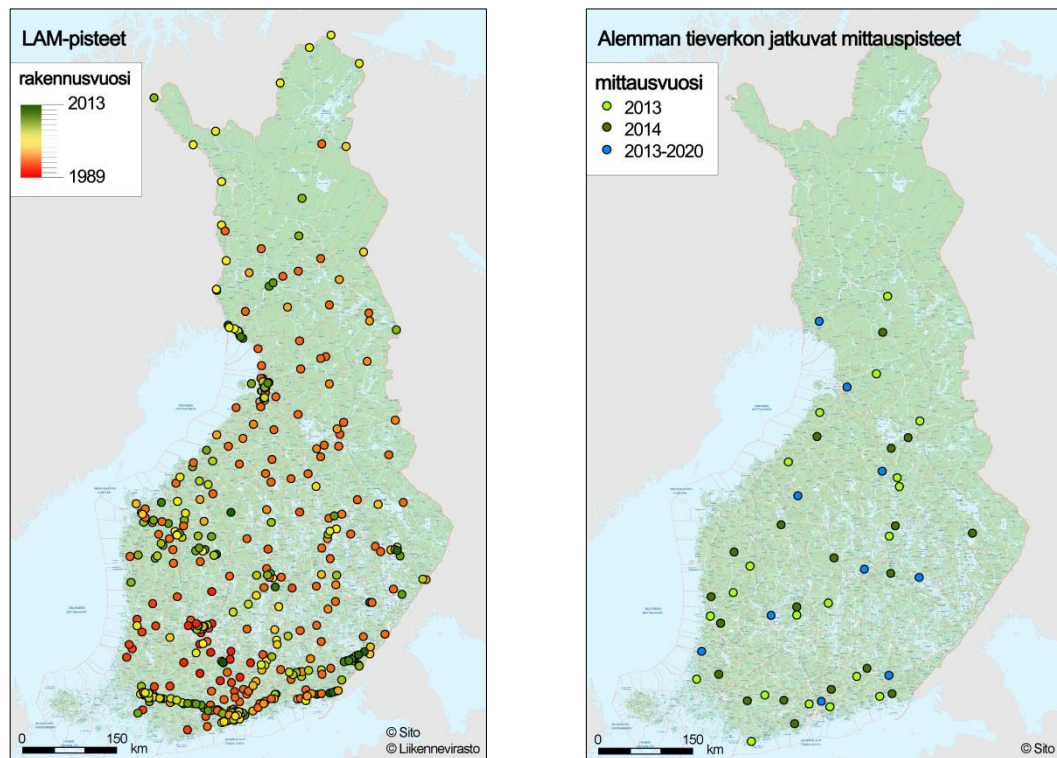
Yleisen liikennelaskennan lopputuotoksena tierekisteriin päivitetään vuosittain nykytilannetta vastaavat liikennemäärätiedot laskentaväleittäin. Liikennemäärätieto koko tieverkolta, eli kaikilta homogeenisilta väleiltä viedään tierekisteriin kerran vuodessa tammikuun alkupuolella. Tierekisteristä liikennetieto on käytettävissä apuna lähes kaikissa tienpidon järjestelmissä ja tietokannoissa. Tierekisteri on jaettu tietolajeihin, joista yleisen liikennelaskennan pohjalta päivitetään kaksi: tietolaji 201 eli liikennetieto ja tietolaji 202 eli tieto laskennassa käytetystä mittauspaikasta. (Sito 2012) Tierekisterin tietolajien 201 ja 202 koko sisältö on esitetty liitteessä 1.

Keskeisimmät ja yleisimmin suunnittelussa käytetyt tierekisterin liikennetiedot ovat tiedot vuoden keskimääräisistä liikennemääristä: KVL, KAVL, KKVL, KVLras, KAVLras, KVLyhd, KAVLyhd. Lisäksi suunnittelussa apuna käytetään usein luokittelutietoja: kausivaihteluluokka (kausivl), viikonpäivävaihteluluokka (vpvl) ja tuntivaihteluluokka (tv1) sekä huipputuntiliikenteen tietoja: laskettu huipputunti, 50., 100. ja 300. huipputunti. (Tieliikelaitos 2007)

## 2.4 Laskentalaitteet ja -tekniikat

Yleinen liikennelaskenta koostuu kahdesta alajärjestelmästä: kiinteästä ympärivuotisesta laskennasta sekä lyhytaikaisista otoslaskennoista. Kiinteä laskentajärjestelmä koostuu suurimmaksi osaksi LAM-pisteistä, jotka sijaitsevat pääasiassa pääteillä ja joita Suomen tieverkolla on nykyisin noin 440 kappaletta. Käytössä on myös 30 kappaletta palveluntuottajan vastuulla olevia siirrettäviä laskentalaitteita, jotka mittaavat liikennemääriä alemmalla tieverkolla niin ikään ympärivuotisesti. Näistä 30 laitteesta 20 siirretään vuosittain uuteen laskentakohteeseen. (Liikennevirasto 2014b)

1990-luvun taitteesta alkunsa saaneen LAM-järjestelmän mittauspisteiden paikat valittiin alun perin tilastollisin menetelmin siten, että niiden tuottamat tiedot edustaisivat mahdollisimman hyvin koko päätieverkon liikennemääriä, ajoneuvokoostumusta, liikenteen kehitystä ja ajallista vaihtelua. Myöhemmin LAM-pisteitä on rakennettu muihin liikenteen hallinnan ja seurannan sekä telematiikan kannalta tärkeisiin paikkoihin. Liikennemäärätietoa on mahdollista kerätä myös esimerkiksi kaupunkien silmukkaohjautuista liikennevaloliittymistä. (Somero 1996) LAM-pisteitä hyödynnetään liikenteen sujuvuuden arvioinnissa, ajoneuvotietojen seurannassa, tienkäyttäjille suunnatussa liikennetiedottamisessa ja liikenteen ohjauksessa. Joitakin LAM-pisteitä on sijoitettu myös rajanylityspaikkojen läheisyyteen seuraamaan raja-alueen liikennemääriä ja liikenteen koostumusta. (Tieliikelaitos 2007; Tiehallinto 2002) Siirrettävät ympärivuotiset laskentalaitteet (30 kpl) on sijoitettu vähäliikenteisille seutu- ja yhdysteille. LAM-pisteiden sekä alemman tieverkon jatkuvien mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 2.2.



*Kuva 2.2. Jatkuvien ympärivuotisten mittauspisteiden sijainnit (tilanne 20.3.2014).*

LAM-mittauspisteet rekisteröivät pisteen ohittavat ajoneuvot tienpinnan alle asennettujen metallisten silmukoiden avulla. Päälysteen sisälle upotetun silmukan toiminta perustuu sähkömagneettiseen induktioon. Ajoneuvon metallinen massa aiheuttaa muutoksen johdinsilmukan läpi kulkevaan magneettikenttään, jolloin silmukka indusoituu ja siinä alkaa kulkea sähkövirta. Kaksi tai useampaa silmukkaa voidaan liittää yhdeksi toiminnalliseksi kokonaisuudeksi, jolloin silmukoiden yliajavista ajoneuvoista voidaan rekisteröidä myös ajoneuvon pituus- ja nopeustieto. (FITS 2002; Tiehallinto 2002; RIL 2005)

Yksittäinen LAM-piste muodostuu kahdesta induktiosilmukasta ja tiedonkeruuyksiköstä. Jokaisesta silmukan yliajavasta ajoneuvosta rekisteröityy seuraavat tiedot: ohi-tuksen kellonaika, ajosuunta, ajokaista, ajonopeus, ajoneuvon pituus, peräkkäisten ajoneuvojen väliaika sekä ajoneuvoluokka. Ajoneuvoluokka päätellään magneettikentän muutoksen voimakkuuden ja muodon perusteella. Erilaisia ajoneuvoluokkia on seitsemän: henkilö- ja pakettiautot (1), kuorma-autot (2), linja-autot (3), puoliperävaunulliset kuorma-autot (4), täysperävaunulliset kuorma-autot (5), peräkärrylliset henkilö- ja pakettiautot (6) sekä asuntovaunua tai muuta pitkää peräkärryä kuljettavat henkilö- ja pakettiautot (7). LAM-pisteiltä liikennemäärätieto siirtyy automaattisesti modeemin välityksellä tietokantoihin, josta tieto viedään edelleen tarkastuksen jälkeen tierekisteriin. (RIL 2006)

Lyhytaikaisissa laskennoissa sekä 30:ssa alemman tieverkon jatkuvassa mittauspisteessä käytetään tämänhetkisen sopimuksen (2014) mukaisesti tutkatekniikkaan perustuvia ajoradan reunaan asennettavia mikroaaltolaskimia. Tekniikka perustuu Doppler-



ilmiöön, jonka keskeisenä ajatuksena on lähteen ja havaitsijan (laite ja ajoneuvo) välinen liike toisiinsa nähden ja siitä aiheutuvat muutokset lähetetyn ja vastaanotetun signaalin aaltoliikkeen taajuudessa, vaiheessa ja aallonpituudessa. Ajouradan sivussa oleva mikroaaltolaskin ei pysty erottamaan mittauspisteen samanaikaisesti eri kaistoilla ohitavia ajoneuvoja. (Klemola & Lehto 2013; RIL 2005)

Yleisessä liikennelaskennassa on nykyisin käytössä pääosin Viacount II -email-laskentalaitteet, jotka asennetaan tien reunaan, normaalisti esimerkiksi valaisin- tai sähköpylvääseen noin metrin korkeudelle ajoradan pinnasta. Laite suunnataan 45 asteen kulmaan ajorataan nähden ja se lähettää jatkuvaa kiilamaista mikroaaltosädettä asennussuuntaansa rekisteröiden säteen vaikutusalueen läpi ajavat ajoneuvot. Laitteen toimintaperiaate on esitetty kuvassa 2.3. Ympärivuotisen laskennan pisteissä on otoslaskenta-kohteista poiketen käytössä suurempi akku ja aurinkopaneeli jatkuvan virransaannin turvaamiseksi. (Liikennevirasto 2014b)




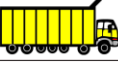































**Kuva 2.3.** Otolaskentakohteissa käytetyn mikroaaltolaskimen toimintaperiaate (Viatraffic 2014a)

Lähetetyn ja vastaanotetun mikroaaltosignaalin avulla laite rekisteröi ajoneuvokohtaisesti seuraavat tiedot: ohituksen kellonaika, ajosuunta, ajonopeus, peräkkäisten ajoneuvojen väliaika sekä ajoneuvon pituus. Pituuden perusteella ajoneuvot jaetaan viiteen ajoneuvoluokkaan. Ensimmäisen luokan muodostavat moottoripyörät ja mopot (MP-luokka). Toiseen luokkaan kuuluvat henkilö- ja pakettiautot, niiden vetämät peräkärryt, asuntovaunut, asuntoautot, maataloustraktorit ja niiden peräkärryt (HA+PA). Kolmannen luokan muodostavat linja-autot (LA), neljännen luokan kuorma-autot ilman perävaunua (KAIP) ja viidennen luokan puoli- ja täysperävaunulliset kuorma-autot eli raskaan liikenteen yhdistelmäajoneuvot (KAPP+KATP). (Viatraffic 2014b; Jokela 2014)

Ajoneuvoluokittelu eroaa hieman käytetystä laskentatekniikasta riippuen; silmukalliset LAM-pisteet jakavat ajoneuvot seitsemään luokkaan kun taas yleisessä liikennelaskennassa käytössä olevat mikroaaltolaskimet viiteen luokkaan. Teoriassa silmukkalaskinten erottelutarkkuus on hieman mikroaaltolaskimia tarkempi, mutta toisaalta niiden tapauksessa massaltaan pienten ajoneuvojen kuten moottoripyörien erottelu on heikompaa. Tierekisterissä ajoneuvot luokitellaan tekniikasta riippumatta kokonaisliikennemää-

rän lisäksi kuitenkin vain kahteen erilliseen luokkaan: raskaisiin ajoneuvoihin (KVLras) sekä yhdistelmäajoneuvoihin (KVLyhd). Tekniikan kehittyessä myös ajoneuvoluokitteluun saadaan tarkennuksia ja eri luokkien väliset erot selvemmiksi. Esimerkiksi Yhdysvalloissa yleisiä teitä hallinnoiva taho FHWA (Federal Highway Administration) esittää liikenteen laskentaa ja seurantaan käsittelevässä julkaisussaan (Traffic Monitoring Guide) 13-portaisen ajoneuvoluokittelun kuvan 2.4. mukaisesti. (FHWA 2013)

<b>Class 1</b> Motorcycles		<b>Class 7</b> Four or more axle, single unit	
<b>Class 2</b> Passenger cars		<b>Class 8</b> Four or less axle, single trailer	
			
			
			
<b>Class 3</b> Four tire, single unit		<b>Class 9</b> 5-Axle tractor semitrailer	
			
			
<b>Class 4</b> Buses		<b>Class 10</b> Six or more axle, single trailer	
			
			
<b>Class 5</b> Two axle, six tire, single unit		<b>Class 12</b> Six axle, multi-trailer	
			
			<b>Class 13</b> Seven or more axle, multi-trailer
<b>Class 6</b> Three axle, single unit			
			
			

**Kuva 2.4.** FHWA:n mukainen ajoneuvoluokittelu. (FHWA 2013)

Suomessa mikroaaltolaskimilla lasketuissa kohteissa FHWA:n mukainen luokka 1 vastaa MP-luokkaa. Luokat 2, 3 ja 5 puolestaan luokitellaan yhdeksi HA+PA-luokaksi. Lisäksi tähän luokkaan Suomessa kuuluvat myös esimerkiksi maatalouskoneet ja traktorit. Luokka 4 vastaa Suomen LA-luokkaa, johon kuuluvat lisäksi esimerkiksi minibussit ja nivelelliset linja-autot. Luokat 6 ja 7 kuuluvat Suomessa KAIP-luokkaan ja yhdistelmäajoneuvoista koostuvat suurinumeroiset luokat KATP-luokkaan. (Saastamoinen 2014)

## 2.5 Laskentamäärät ja laskentakierto

Yleisessä liikennelaskennassa noin neljäsosalle yli 15 000 homogeenisestä välistä sekä eritasoliittymien rampeista (noin 2000 kappaletta) lasketaan vuosittain uudet liikennemäärätiedot. Ramppien osalta laskentaan otetaan mukaan vain ne, joiden pituus on yli 150 metriä. Laskettavien laskentavälien määrä on vuosittain vähintään 3200 ja enintään 4000 kappaletta. Laskettavat kohteet jakaantuvat tasaisesti maakunnittain valta-, kanta- ja seututieverkolle siten, että jokaisella laskettavalla tiellä laskentoja suoritetaan vuosittain (mikäli laskentavälejä kyseisellä tiellä on neljä tai enemmän). (Liikennevirasto 2014b)

Laskentaväleillä, joilla KVL on yli 200, laskenta suoritetaan samassa kohteessa normaalisti kahdesti laskentavuoden aikana. Kausivaihtelun vuoksi pienessä osassa tapauksia laskentakertoja saattaa olla myös kolme. Mikäli laskentoja suoritetaan yleisen liikennelaskennan ohella esimerkiksi muiden projektien yhteydessä, voi yksittäisen laskentavälin vuosittainen laskentakertojen määrä yksittäisissä tapauksissa olla vieläkin suurempi. Rampeilla ja alemman tieverkon laskentaväleillä, joilla KVL on alle 200, laskenta suoritetaan kerran vuodessa. (Liikennevirasto 2014b)

Jokainen yleisen liikennelaskennan otoslaskenta suoritetaan noin viikon mittaisessa jaksossa kerrallaan. Yksittäisen laskennan pituus on vähintään viisi vuorokautta ja enintään kymmenen vuorokautta. Laskennan tulee sisältää perjantain, lauantain ja sunnuntain liikennetiedot kokonaisuudessaan jokaiselta tunnilta sekä vähintään kaksi täyttä vuorokautta arkipäivien (ma–to) liikennettä. Laskenta aloitetaan maanantain ja torstain välisenä aikana. Laskentaviikon numero määräytyy laskentaan sisältyvän viikonlopun (pe–su) perusteella. (Liikennevirasto 2014b)

Homogeenisilla väleillä, joilla KVL on yli 150, laskenta suoritetaan samassa kohteessa neljän vuoden välein. Myös rampeilla laskentakierto on vuoden 2013 loppuun saakka ollut neljä vuotta. Väleillä, joilla KVL on alle 150, laskenta on suoritettu (enimmillään) kahdeksan vuoden välein. Vuodesta 2014 eteenpäin ramppien ja vähäliikenteisten teiden laskentakierto muuttuu molemmissa tapauksissa kuuteen vuoteen. Muutos laskentakiertoon aiheuttaa sen, että ramppien vuosittaiset laskentamäärät pienentyvät ja vähäliikenteisten teiden laskentamäärät lisääntyvät. Muutaman vuoden mittaiset siirtymäkauden aikana ramppilaskentoja ei suoriteta ja vähäliikenteisistä teistä lasketaan 7–8 vuotta sitten laskettuja kohteita. (Liikennevirasto 2013; Liikennevirasto 2014b)

## 2.6 Vuosiaikataulut, laskentaviikot ja kriittiset pisteet

Yleinen liikennelaskenta tuotetaan kalenterivuositain. Edellisen vuoden laskentatieto viedään tierekisteriin heti tammikuun alussa. Kunkin laskentavuoden valmistelut aloitetaan edellisen vuoden marraskuussa, jolloin kierrätettävät jatkuvatoimiset mittauspisteet (20 kpl) siirretään uusiin kohteisiin. Talvikaudella myös kaikkien palveluntuottajan laskentalaitteiden toimivuus testataan erillisissä testipisteissä. Tarvittavat ohjeet, aikatau-

lut, mittauspisteiden paikat ja muut suunnitelmat päivitetään sekä tarvittavat koulutukset järjestetään ennen uuden mittauskauden alkua. (Liikennevirasto 2014b)

Yleinen liikennelaskenta jakaantuu neljään laskentakauteen. Laskentakaudet on jaettu keväälle, kesälle ja syksylle siten, että ne edustaisivat mahdollisimman tarkasti kyseisen kauden keskimääräistä liikennettä. Laskentakaudet sijoittuvat vuodelle seuraavasti:

- kevätlaskentakausi: kaksi laskentaviikkoa, jotka toteutetaan juuri ennen pääsiäisviikkoa (ajankohta vaihtelee vuosittain)
- ramppilaskentakausi/toukokuun laskentakausi: normaalisti kaksi laskentaviikkoa, jotka toteutetaan toukokuun aikana siten, että helatorstai ei sisälly laskentaajankohtaan (ajankohta vaihtelee hieman vuosittain)
- kesälaskentakausi: seitsemän laskentaviikkoa viikoilla 26–32
- syksylaskentakausi: seitsemän laskentaviikkoa viikoilla 38–44 (Liikennevirasto 2014b)

Mittauskausien jälkeen viimeisen viikon laskentalaitteet kerätään maastosta ja saadut laskentatiedot prosessoidaan. Laskettujen välien laskentatiedot tarkastetaan ja lasketuille väleille estimoidaan vaaditut tunnusluvut. Tehtyjen otoslaskentojen ja jatkuvien pisteiden KVL-arvojen perusteella muodostetaan ns. konstruointikertoimet eli liikenteen kehityskertoimet, jonka jälkeen tunnusluvut konstruoidaan myös kyseisenä vuonna laskennan ulkopuolella oleville väleille. Mittauskausien päätteeksi laaditaan myös laaturaportti, jossa esitetään laskentojen etenemistä mittauskauden aikana sekä mahdollisia laskennoissa havaittuja laatu puutteita ja niiden korjauksia. Myös mittauskausien aikana esiin tulleet homogeenisten välien muutostarpeet esitetään tilaajaorganisaatiolle ennen tietojen viemistä tierekisteriin. (Liikennevirasto 2014b; Sito 2012)

## 3 LASKENTAMALLIT JA TUNNUSLUKUJEN TUOTTAMINEN

### 3.1 Laskentamallien synty

KVL-tunnuslukuja on arvioitu ja laskettu erilaisten laskentamallien avulla yleisen liikennelaskentapalvelun alkuvuosista lähtien. Keskeisintä malleissa on aina ollut laskenta-ajankohdan ja liikenteen vaihtelumuotojen huomioiminen. Ennen koneellisten laskentalaitteiden yleistymistä liikennettä jouduttiin laskemaan huomattavasti nykyistä lyhyemmissä ajanjaksoissa kerrallaan. Alle vuorokauden mittaisten yhtenäisten laskentojen pohjalta oli ensin estimoitava kyseisen päivän keskimääräinen vuorokausiliikenne, jonka jälkeen voitiin siirtyä kyseisen viikon keskimääräisen vuorokausiliikennemäärän ja sitä kautta lopulta koko vuoden keskimääräisen vuorokausiliikennemäärän estimointiin. (Lyly 1967)

Koneellisten laskentalaitteiden myötä laskentoja voitiin suorittaa kerrallaan aikaisempaa pidemmissä jaksoissa. Laskentojen pohjalta saatiin suoraan esimerkiksi laskentaviikon keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä, jonka pohjalta estimointi koko vuodelle voitiin tehdä. Laskenta-ajankohdat ja määrät sekä niiden pohjalta johdetut laskentamallit vaihtelivat vuosien mittaan muun muassa kustannussyistä. Liikenteen vaihtelumuotoja pyrittiin seuraamaan ja tunnistamaan jo 1930-luvulla, mutta varsinaisen kausivaihteluluokittelun kehittäminen laskentojen avuksi oli hankalaa. Vielä esimerkiksi 1980-luvulla kaikki estimoinnit tehtiin käytännössä yhden kausivaihteluluokan pohjalta. Lisäksi eri tiepiireillä oli käytössään erilaisia laskentajärjestelmiä, minkä vuoksi tuotettavat tunnusluvut eivät olleet täysin vertailukelpoisia Suomen eri osissa. (Tielaitos 1996; Lyly 1967; Tieliikelaitos 2004)

1990-luvun puolivälissä Tiehallinnon keskushallinto aloitti laajan projektin liikennelaskentojen kehittämiseksi ja vuonna 1997 yleisessä liikennelaskennassa otettiin käyttöön uudet laskentalaitteet ja -mallit. Uudistuksen tavoitteena oli selkeyttää järjestelmää ja yhtenäistää se koko Suomen kattavaksi palveluksi. Samalla pyrittiin optimoimaan laskentaan varattuja resursseja parhaan mahdollisen hyöty-/kustannussuhteen saavuttamiseksi. Uudistuksen yhteydessä luotiin pohja nykyiselle kausivaihteluluokitukselle (viisiportainen luokittelu) ja kehitettiin nykyiset regressio- ja viikkomallit. Kevään, kesän ja syksyn laskentakausien lisäksi joitain laskentoja suoritettiin myös talvella ja liikennemäärien estimoinnissa käytettiin regressiomallin lisäksi ns. 2- ja 3-viikkomalleja. 2000-luvulla uusien laskentalaitteiden johdosta liikennetietoa alettiin kerätä yksittäisistä laskennoista aiempaa monipuolisemmin (muun muassa estimointimallit eri ajoneuvo-

luokille sekä viikonpäivä- ja tuntivaihtelutietojen kerääminen). (Tielaitos 1996; Tielaitos 1997; Tieliikelaitos 2004; Tiehallinto & Tieliikelaitos 2004)

## 3.2 Liikenteen vaihtelumuodot

Liikennemäärä eri vuodenaikoina, eri viikonpäivinä ja eri kellonaikoina ei pysy vakiona. Tietyypistä, sijainnista, aluerakenteesta ja tien toiminnallisesta luokasta johtuen ajallinen vaihtelu voi olla hyvinkin suurta. Vaihtelu jaetaan kolmeen eri vaihtelumuotoon: vuoden sisällä tapahtuvaan kausivaihteluun, viikon sisällä tapahtuvaan viikonpäivävaihteluun ja vuorokauden sisällä tapahtuvaan tuntivaihteluun. Näiden lisäksi tuntikohtaisia vaihteluita kuvaamaan on liikennesuunnittelun avuksi kehitetty laskentajärjestelmä vuorokauden sisäisen liikennemäärän huipputunnin ja siihen liittyvien tunnuslukujen määrittämisestä (kappale 3.4.3). Yleisimpien tunnistettavissa olevien vaihtelumuotojen lisäksi liikenteessä esiintyy myös erikoistapausten aiheuttamaa vaihtelua sekä satunnaisvaihtelua. (Tieliikelaitos 2007; Lyly 1981)

Yleisen liikennelaskennan lyhytaikaisista otoslaskennoista estimoitujen koko vuoden keskiarvoa kuvaavien tunnuslukujen oikeellisuuden kannalta liikenteen vaihtelutyyppien tunnistaminen on ensiarvoisen tärkeää. Yleisessä liikennelaskennassa liikennettä lasketaan aina noin viikon jaksossa kerrallaan, jolloin keskeisintä on vuodenaikojen riippuva kausivaihtelu ja sen määrittäminen. Viikonpäivä- ja tuntivaihtelut eivät vaikuta tunnuslukujen estimointiin, mutta muussa suunnittelussa niiden tunteminen on tärkeää, ja siksi myös niiden osalta vaihtelumuodot selvitetään yleisen liikennelaskennan yhteydessä. Nykyinen kausivaihtelu- sekä viikonpäivä- ja tuntivaihteluluokitus on kehitetty pääasiassa vuonna 1997 estimointimallien luomisen yhteydessä. (Tieliikelaitos 2007)

### 3.2.1 Kausivaihtelu

Suomessa liikennemäärät kesällä ovat useimmiten hieman suurempia kuin muina vuodenaikoina (suurimpia kaupunkiseutuja lukuun ottamatta). Liikenne lisääntyy erityisesti heinäkuussa, joka on vilkkain lomakuukausi. Kesäliikenteen merkityksen vuoksi kausivaihteluluokituksen määrittämisen taustalla on vertailu kesäliikenteen ja syksyliikenteen välillä. Nykyisin käytössä olevat luokitukset perustuvat pääosin LAM-pisteiden liikennemäärätietojen pohjalta tehtyyn klusterianalyysiin, eli selvitykseen siitä, kuinka monta samankaltaista kausivaihteluluokkaa voitiin aineistosta erottaa toisistaan poikkeaviksi joukoiksi. Kausivaihteluluokkia syntyi alun perin viisi. (Somero 1996; Tielaitos 1996) Vuoden 2013 estimoinnin yhteydessä eroteltiin lisäksi alemman tieverkon jatkuvien mittauspisteiden laskentatuloksien avulla kuudes kausivaihteluluokka kuvaamaan vuosittaista vaihtelua kaikkein vähäliikenteisimmillä teillä. (Sito 2013) Nykyisin käytössä olevat kausivaihteluluokat ovat:

#### (1) Alentunut

- Kesäliikenne on selvästi muuta liikennettä vähäisempää. Koostuu pääasiassa pääkaupunkiseudun tieosista, joissa liikennemäärät ovat erittäin suuria. Noin 10 % väleistä kuuluu tähän luokkaan.

## (2) Tasainen

- Liikenne pysyy tasaisena ympäri vuoden. Sisältää pääasiassa kaupunkien työmatkaliikenteeseen käytettyjä tieosuuksia, joihin loma-aikana sekoituu myös pitkämatkaista lomaliikennettä. Noin 36 % väleistä kuuluu tähän luokkaan.

## (3) Normaali

- Liikennemäärät ovat yleensä alhaisia, jolloin kesän liikenne erottuu selkeästi. Koostuu tavallisesti maaseutumaisista liikenneympäristöistä, joissa liikennemäärät ovat alhaisia. Noin 32 % väleistä kuuluu tähän luokkaan.

## (4) Kesä

- Liikenne kesällä on selvästi muuta vuotta vilkkaampaa. Koostuu maaseutumaisista, pieniliikennemääräisistä kohteista. Noin 16 % väleistä kuuluu tähän luokkaan.

## (5) Kevät

- Hiihtolomaviikkojen ja pääsiäisen aikaan liikennemäärät ovat suuria, jopa kesäliikennettä suurempia. Selvästi harvinaisin kausivaihteluluokka, joka koostuu Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskusten alueella sijaitsevista lomaliikennepisteistä. Reilusti alle 1 % väleistä kuuluu tähän luokkaan.

(Tielaitos 1996; Liikennevirasto 2014b)

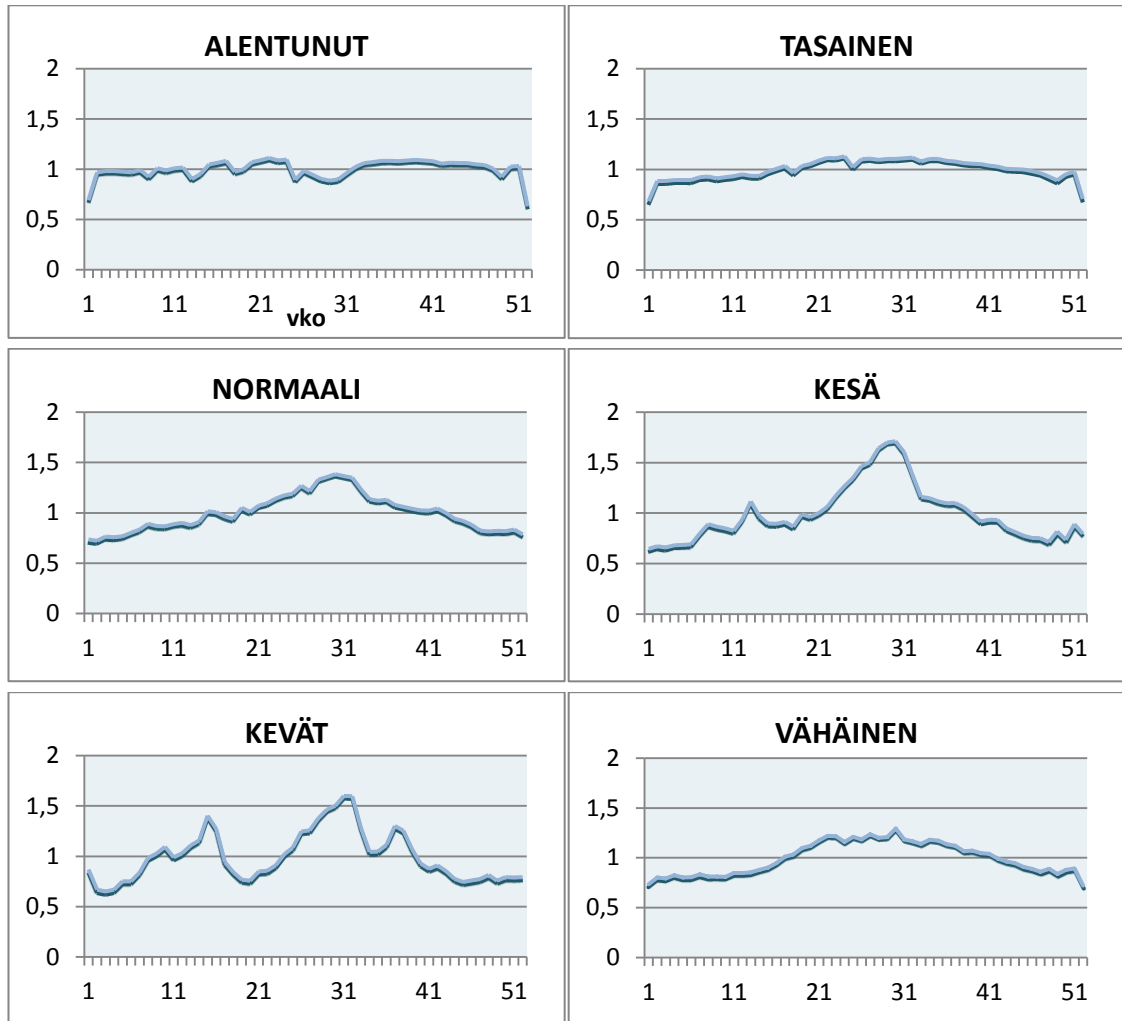
## (6) Vähäinen

- Liikennemäärät ovat läpi vuoden alhaisia. Koostuu kaikkein vähäliikenteisimmistä tieosuuksista, joilla KVL on alle 200 ja laskentaviikon keskimääräinen vuorokausiliikenne alle 160. Noin 5 % väleistä kuuluu tähän luokkaan.

(Liikennevirasto 2014b)

Kausivaihteluluokituksen kehittämisen yhteydessä kullekin luokalle laskettiin keskimääräiset kausivaihtelukertoimet vuoden jokaiselle viikolle (viikkomallin mukaisia laskentoja varten). Vuosittain kertoimia korjataan lähinnä pääsiäisen ajan liikenteen osalta, sillä se on tärkeistä juhlapyhistä ainoa, jonka ajankohta vaihtelee vuosien välillä. (Tieliikelaitos 2007) Tarvittaessa päivityksiä kertoimiin voidaan tehdä vuosittain myös muiden arkipyhien sijaintimuutosten tai muiden poikkeuksellisten tilanteiden johdosta, joilla arvioidaan olevan vaikutusta liikenteeseen. Tällaisia tilanteita voivat olla esimerkiksi laajat lakot, vuodenaikaan nähden epätyypilliset sääjaksot tai polttoaineen äkilliset korotukset. (Sito 2013)

Kokonaisuudessaan kausivaihtelukertoimia päivitetään vähintään kolmen–neljän vuoden välein huomioimaan liikenteen rakenteellisia muutoksia. Rakenteellisia liikenteeseen vaikuttavia muutoksia ovat muun muassa työllisyystilanteen ja BKT:n muutokset, yleiset kulkumuotomuutokset ja lomarytmin hitaat muutokset. Nykyiset kausivaihtelun viikkokertoimet on päivitetty vuonna 2013. (Sito 2013) Liikenteen vuoden sisäinen jakautuminen eri viikoille eri kausivaihteluluokissa on esitetty kuvassa 3.1.



**Kuva 3.1.** Liikenteen painottuminen vuodelle eri kausivaihteluluokissa.

Yleisessä liikennelaskennassa suurimmalla osalle laskentaväleistä (regressiomallin mukaiset laskennat) kausivaihteluluokka määritetään kesän ja syksyn laskentatulosten perusteella. Ennalta määrätyillä laskentaviikkopareilla mitattujen liikennemäärien perusteella lasketaan suhdeluku  $L$  kaavalla:

$$L = \frac{W_{kesä}}{W_{syksy}},$$

missä  $W_{kesä}$  on kesän laskentaviikolla laskettu keskimääräinen vuorokausiliikenne (ajon/vrk) ja  $W_{syksy}$  syksyn laskentaviikolla laskettu keskimääräinen vuorokausiliikenne (ajon/vrk). Saadun suhdeluvun perusteella kausivaihteluluokka määritetään taulukossa 3.1 esitettyjen raja-arvojen perusteella. Suhdeluvun poiketessa taulukon mukaisista raja-arvoista, liikennemäärien estimointimalliin tulee mukaan painotuksia. Mikäli kausivaihteluluokkaa ei voida määrittää lasketun kesä- ja syksyliikenteen suhdeluvun perusteella, määritetään se tierekisterissä olevan KKVL:n ja KVL:n suhdeluvun perusteella. Jos tierekisterinkään perusteella ei voida kausivaihteluluokkaa määrittää, käytetään kausi-



vaihteluluokkana luokkaa ”normaali”. Myös ramppilaskennoissa käytetään kausivaihteluluokkana poikkeuksetta luokkaa ”normaali”. (Tieliikelaitos 2004)

**Taulukko 3.1.** Kausivaihteluluokkien määrittelyrajat viikkoparien mukaisesti tehtyjen laskentojen perusteella.

Laskentajakso	alentunut (1)	tasainen (2)	normaali (3)	kesä (4)
1 (vko 26, 38)	(0,65)...0,95	0,95...1,15	1,15...1,40	1,40...(2,10)
2 (vko 27, 39)	(0,65)...0,90	0,90...1,20	1,20...1,50	1,50...(2,10)
3 (vko 28, 40)	(0,65)...0,90	0,90...1,20	1,20...1,70	1,70...(2,10)
4 (vko 29, 41)	(0,65)...0,90	0,90...1,20	1,20...1,70	1,70...(2,10)
5 (vko 30, 42)	(0,65)...0,95	0,95...1,20	1,20...1,70	1,70...(2,10)
6 (vko 31, 43)	(0,65)...1,00	1,00...1,20	1,20...1,60	1,60...(2,10)
7 (vko 32, 44)	(0,65)...1,03	1,03...1,25	1,25...1,55	1,55...(2,10)

Kausivaihteluluokkaan ”kevät” kuuluvat laskentavälit on määritetty manuaalisesti Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskusten alueella sijaitsevien suurimpien lomakeskusten sijainnin perusteella. Kevätluokan laskentakohteiden kesä- ja syksylaskennat tehdään regressiomallin mukaisilla laskentajaksoilla 5 ja 6. (Liikennevirasto 2012b) Jotta liikennelaskentaväli kuuluisi kausivaihteluluokkaan ”kevät”, on sen täytettävä seuraavat ehdot:

- Kevään laskennan viikonpäiväluokka on ”lauantai”  
TAI
- Kevätlaskennan liikennemäärä > syyslaskennan liikennemäärä **JA**
- Kesälaskennan liikennemäärä > 1,25 \* syyslaskennan liikennemäärä.

Arkiliikenteellä, raskaalla liikenteellä ja yhdistelmäajoneuvoliikenteellä on omat kausivaihtelukertoimensa. Kausivaihtelukertoimet vuoden jokaiselle viikolle eri tapauksissa on esitetty liitteessä 2. (Liikennevirasto 2012b)

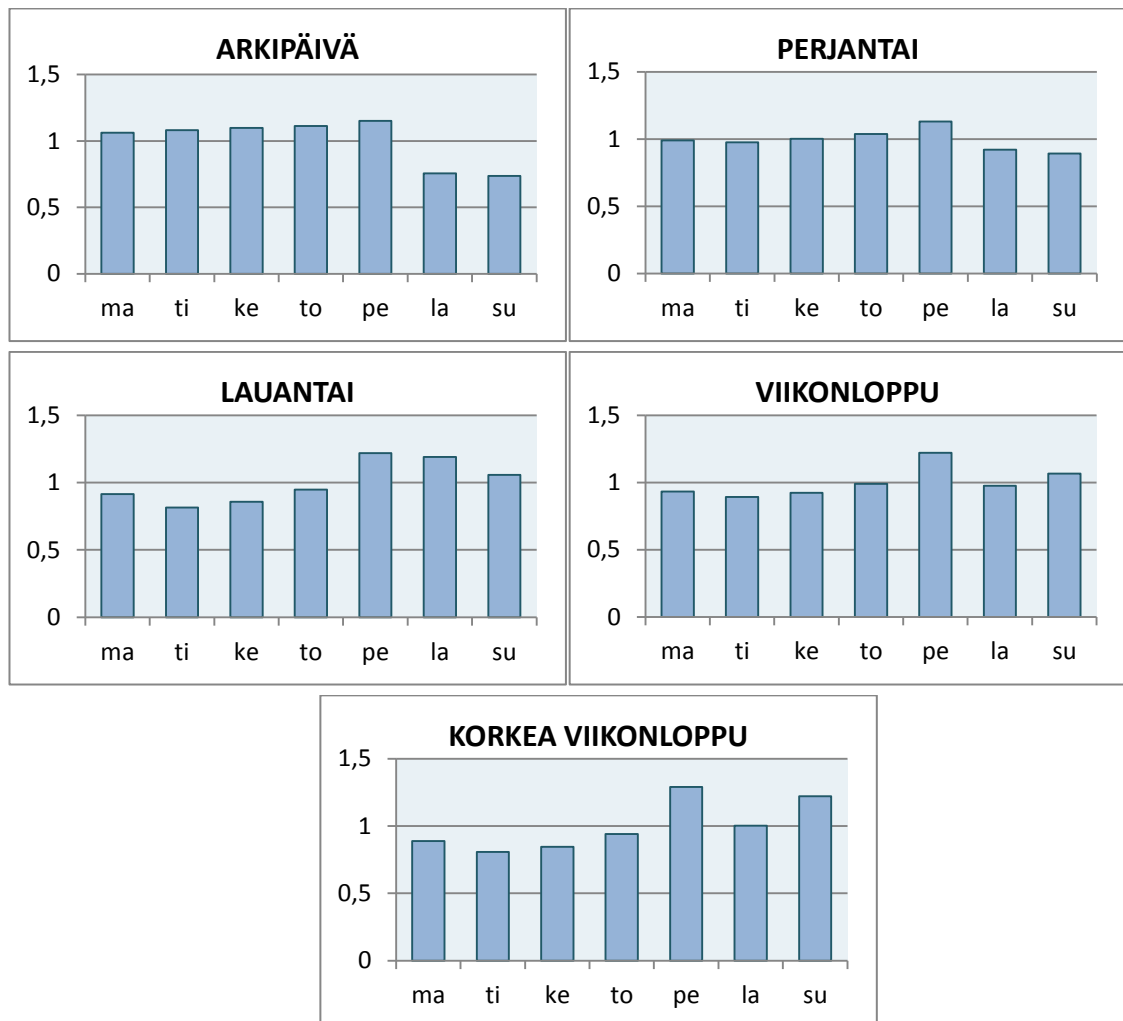
### 3.2.2 Viikonpäivävaihtelu

Keskimäärin vuorokautiset liikennemäärät useimmissa kohteissa pysyvät jokseenkin vakioina maanantaista torstaihin. Eri suuntien välillä ei myöskään ole tavallisesti suuria eroja arkipäivien (ma-to) kokonaisliikennemäärien osalta. Suurimmassa osassa kohteita viikon vilkkain päivä on perjantai, jolloin esiintyy arkiliikenteen lisäksi myös viikonloppun menoliikennettä. Suurimmat suhteelliset erot eri kohteiden välillä liittyvät viikonloppuliikenteeseen. Myös suuntakohtaiset erot viikonloppun liikenteessä ovat usein suuria perjantaina menoliikenteen ja sunnuntaina paluuliikenteen korostuessa. (Somero 1996)

Kausivaihteluluokituksen mukaisesti myös viikonpäivävaihteluluokitus on muodostettu klusterianalyysillä LAM-pisteiden liikennemäärätietoa apuna käyttäen. Analyysi on tehty ilman suuntatietoja ja sen pohjalta on muodostettu viisi toisistaan poikkeavaa viikonpäiväluokkaa:

- (1) Arkipäivä
- (2) Perjantai
- (3) Lauantai
- (4) Viikonloppu
- (5) Korkea viikonloppu

Liikenteen viikon sisäinen jakautuminen eri viikonpäiville eri viikonpäivävaihteluluokissa on esitetty kuvassa 3.2. (Liikennevirasto 2012b)



**Kuva 3.2.** Liikenteen painottuminen viikolle eri viikonpäivävaihteluluokissa.

Viikonpäivävaihteluluokka määritetään jokaisen laskennan pohjalta erikseen, mutta laskentavälille tulee tierekisteriin vain yksi arvo, joka saadaan pääsääntöisesti syksyn laskentatuloksesta. Kevään kausivaihteluluokassa viikonpäivävaihteluluokka määritetään kevään laskennan perusteella, mikäli vaihteluluokaksi saadaan luokka ”lauantai”, mutta muussa tapauksessa niin ikään syksyn laskennan perusteella. Viikonpäivävaihteluluokat määritetään taulukon 3.2 mukaisin laskusäännöin. (Liikennevirasto 2012b)

**Taulukko 3.2.** Viikonpäivävaihteluluokan määrittäminen yksittäisen laskennan perusteella. (Tielaitos 1996)

	(1) arkipäivä	(2) perjantai	(3) lauantai	(4) viikonloppu	(5) korkea viikonloppu
<b>Kevään laskennan ehdot (kevätkviikot)</b>					
$Q_{LA}/W$			$\geq 1,5$		
<b>Kesän laskennan ehdot (vko 26–32)</b>					
$\frac{(AW)^2}{W * \bar{X}(Q_{PE} + Q_{LA} + Q_{SU})}$	$\geq 1,22$				
$AW/W$				$\geq 0,88$ ( $W \leq 1500$ )	$\geq 0,88$ ( $W > 1500$ )
$AW/Q_{SU}$		$> 0,84$		$\leq 0,84$	
<b>Syksyn laskennan ehdot (vko 38–44)</b>					
$AW/W$	$\geq 1,05$			$\geq 0,88$ ( $W \leq 1500$ )	$< 0,88$ ( $W > 1500$ )
$Q_{SU}/W$		$\leq 1,04$		$> 1,04$	
<b>Muulloin tehdyt laskennat</b>					
$\frac{\bar{X}(Q_{LA} + Q_{SU})}{W}$	$\leq 0,84$	$\leq 1,01$		$> 1,12$ ( $W \leq 1500$ ) TAI $\leq 1,12$	$> 1,12$ ( $W > 1500$ )

Taulukossa  $Q$  kuvaa tietyn päivän laskettua vuorokausiliikennettä (ajon./vrk),  $W$  laskentajakson keskimääräistä vuorokausiliikennettä (ajon./vrk), ja  $AW$  laskentajakson keskimääräistä arkivuorokausien liikennettä (ajon./vrk). Taulukon mukaisista kaavoista laskettuja viikonpäivävaihteluluokkia vastaavat viikonpäiväkertoimet löytyvät liitteestä 3. (Liikennevirasto 2012b)

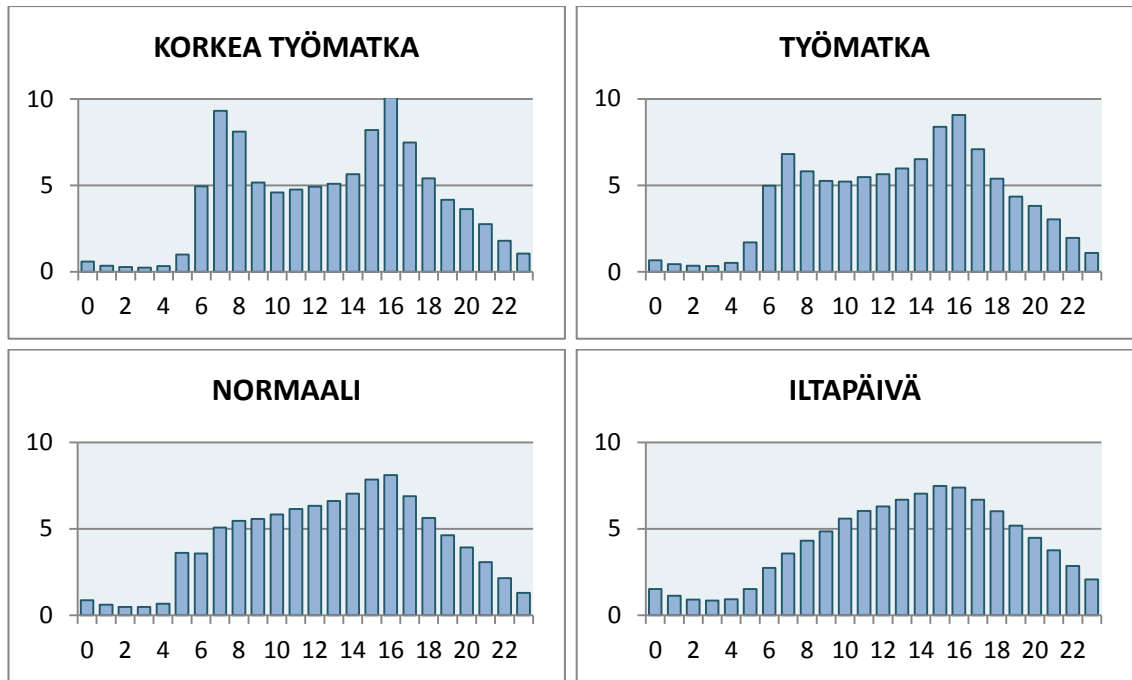
### 3.2.3 Tuntivaihtelu

Vuorokauden sisäisiä liikennemäärän vaihteluita kuvaamaan on kehitetty tuntivaihteluluokitus. Tuntiliikenteen vaihtelussa työmatkaliikenteen esiintyminen on merkittävässä roolissa. Pisteissä, joissa työmatkaliikenne on hallitsevaa, voidaan sekä aamun että illan huipputuntien olettaa muodostavan karkeasti noin 10 prosentin osuuden KVL:stä. Suuntakohtaiset vaihtelut vuorokauden sisäisessä tuntiliikenteessä ovat huomattavia erityisesti kohteissa, joissa työmatkaliikennettä on paljon ja jotka sijaitsevat asuinalueen ja työpaikka-alueen välissä. Keskimäärin liikennemäärät ovat suurimpia useimmissa pisteissä iltapäivällä, noin kello 16 aikaan. (Somero 1996)

Tuntiliikennettä on tutkittu LAM-pisteiden arkiliikenteen (ma–to) keskimääräisten tuntiliikennemäärien perusteella. Eri suuntia ei ole eroteltu. Analyysin pohjalta on muodostettu neljä toisistaan poikkeavaa arkipäivien tuntivaihteluluokkaa:

- (1) Korkea työmatka
- (2) Työmatka
- (3) Normaali
- (4) Iltapäivä

Liikenteen vuorokauden sisäinen jakautuminen eri tunneille eri tuntivaihteluluokissa on esitetty kuvassa 3.3. (Liikennevirasto 2012b)



**Kuva 3.3.** Liikenteen painottuminen vuorokaudelle eri tuntivaihteluluokissa (tuntikohtaiset prosentiosuudet vuorokauden liikennemäärästä).

Kuten viikonpäiväluokka, myös tuntivaihteluluokka määritetään jokaisen laskennan pohjalta erikseen, mutta laskentavälille tulee tierekisteriin vain yksi arvo. Pääsääntöisesti tierekisterissä käytetään syksyn laskennan perusteella määriteltyä luokkaa. Tuntivaihteluluokat määritellään aamun keskimääräisen tuntiliikenteen osuutena keskimääräisestä arkivuorokausiliikenteestä taulukon 3.3 mukaisin laskusäännöin. (Liikennevirasto 2012b)

**Taulukko 3.3.** Tuntivaihteluluokan määrittäminen yksittäisen laskennan perusteella. (Tielaitos 1996)

	(1) korkea työmatka	(2) työmatka	(3) normaali	(4) iltapäivä
<b>Kevään laskennan ehdot (keväiviikot)</b>				
$\frac{q\bar{X}(klo\ 7 - 8)}{AW}$	$\geq 8$ ( $W > 1500$ )	$\geq 8$ ( $W \leq 1500$ ) TAI $\geq 5,9$	$\geq 4,4$	$< 4,4$
<b>Kesän laskennan ehdot (vko 26–32)</b>				
$\frac{q\bar{X}(klo\ 7 - 10)}{AW}$	$\geq 5,75$ ( $W > 1500$ )	$\geq 5,75$ ( $W \leq 1500$ )		
$\frac{q\bar{X}(klo\ 7)}{AW}$		$\geq 4,38$	$< 4,38$	
<b>Syksyn laskennan ehdot (vko 38–44)</b>				
$\frac{q\bar{X}(klo\ 7 - 8)}{AW}$	$\geq 8,75$ ( $W > 1500$ )	$\geq 8,75$ ( $W \leq 1500$ )		$< 5,1$
$\frac{q\bar{X}(klo\ 6 - 7)}{AW}$		$\geq 6,1$	$< 6,1$	
<b>Muulloin tehdyt laskennat</b>				
$\frac{q\bar{X}(klo\ 7 - 8)}{AW}$	$\geq 8$ ( $W > 1500$ )	$\geq 8$ ( $W \leq 1500$ ) TAI $\geq 5,9$	$\geq 4,4$	$< 4,4$

Taulukossa  $q$  kuvaa tietyn ajanjakson laskettua tuntiliikennettä (ajon./h),  $W$  laskentajakson keskimääräistä vuorokausiliikennettä (ajon./vrk), ja  $AW$  laskentajakson keskimääräistä arki vuorokausien liikennettä (ajon./vrk). Taulukon mukaisista kaavoista laskettuja tuntivaihteluluokkia vastaavat tuntikohtaiset kertoimet löytyvät liitteestä 3. (Liikennevirasto 2012b)

### 3.3 Nykyiset laskentamallit

Yleisessä liikennelaskennassa laskennat suunnitellaan etukäteen tietyn ajankohdan ja mallin mukaan toteutettaviksi. Laskentamallien toiminta perustuu kullekin homogeeniselle välille määriteltyyn kausivaihteluluokkaan ja sen pohjalta määriteltyihin laskenta-ajankohdasta riippuviin kertoimiin. Yleisessä liikennelaskennassa käytettäviä laskentamalleja on neljä: regressiomalli, painotettu regressiomalli, viikkomalli ja painotettu viikkomalli. (Liikennevirasto 2012b)

Regressiomalliin perustuvat viikon mittaiset laskennat sekä kesällä että syksyllä muodostavat noin 65 % kaikista yleisen liikennelaskennan laskennoista. Pienenä osana regressiomallia on myös Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskusten alueella suurten matkailukeskusten läheisyydessä toteutettavat kolmen viikon laskennat (kevät-, kesä- ja syksyviikko), joita on alle 1 % kaikista laskennoista. Viikkomalliin perustuvia keväällä suoritettavia laskentoja on noin 15 % ja syksyllä suoritettavia laskentoja noin 5 % kaikista yleisen liikennelaskennan laskennoista. Pääsääntöisesti regressiomallilla lasketaan kohteet, joissa KVL on yli 200 ja yhden viikon viikkomallilla alemman tieverkon kohteet, joissa KVL on alle 200. Ramppilaskennat loppukevästä muodostavat noin 15 % osuuden laskennoista ja niissä liikennemäärien estimointi toteutetaan niin ikään viikkomallin mukaisesti. (Liikennevirasto 2014b)

Eri mallien mukaisia laskentoja toteutetaan seuraavilla laskentakausilla:

- kevätlaskentakausi: viikkomallin mukaiset laskennat sekä regressiomallin mukaiset kevätlaskennat
- ramppilaskentakausi/toukokuun laskentakausi: viikkomallin mukaiset ramppilaskennat (vuodesta 2014 eteenpäin laskentakierron siirtymäkauden ajan myös osa viikkomallin mukaisista laskennoista)
- kesälaskentakausi: regressiomallin mukaiset kesälaskennat
- syksylaskentakausi: regressiomallin mukaiset syksylaskennat sekä viikkomallin mukaiset laskennat (Liikennevirasto 2014b)

Laskentamalleista käytetyt lyhenteet selityksineen on esitetty taulukossa 3.4.

**Taulukko 3.4. Laskentamallit ja selitteet. (Sito 2012)**

Malli	Selite	Laskentamalli	Poikkeus
Y1	Normaali YL	Regressiomalli	Painotettu regressio, jos $L > 2,1$ tai $L < 0,65$
Y2	Normaali projektilaskenta	Viikkomalli	
Y3	YL kevätluokka	Regressiomalli	
Y4	YL ja ylimääräinen/-set laskentaviikko/-viikot	Viikkomalli	
Y5	YL kevätluokka ja ylimääräinen/-set laskentaviikko/-viikot	Viikkomalli	
Y6	YL tehty paikkauksen avulla	Painotettu viikkomalli	Viikko, jos laskentakertamäärä $\geq 3$
YA	YL viikkomalli	Viikkomalli	

Kaikissa laskentamalleissa selittävänä muuttujana käytetään laskentaviikolla lasketua keskimääräistä vuorokausiliikennemäärää  $W$ , joka määritetään kaavalla

$$W = \frac{4 * W_a + W_{pe} + W_{la} + W_{su}}{7},$$

missä  $W_a$  on arkivuorokausien (ma–to) keskimääräinen laskettu vuorokausiliikennemäärä,  $W_{pe}$  perjantain laskettu vuorokausiliikennemäärä,  $W_{la}$  lauantain laskettu vuorokausiliikennemäärä ja  $W_{su}$  sunnuntain laskettu vuorokausiliikennemäärä. Vuorokausiliikennemäärät lasketaan vuorokauden tuntiliikennemäärien summana. Arkivuorokausien keskimääräinen liikennemäärä määritetään laskemalla vuorokauden jokaiselle tunnille keskiarvo päivittäisistä tuntitaso havainnoista ja summaamalla saadut tunnittaiset keskiarvot. Kaikkia arkipäivän aikana laskettuja tunteja kohdellaan siis menetelmässä tasa-arvoisesti riippumatta siitä, kuinka paljon havaintoja kultakin tunnilta on. (Tieliikelaitos 2007)

### 3.3.1 Regressiomalli

Regressiomallia käytetään kaikissa kohteissa, joissa tierekisterin mukainen KVL on suurempi kuin 200, ja joissa laskenta pystytään suorittamaan sekä kesällä että syksyllä toisiaan vastaavilla laskentaviikoilla. Regressiomallin mukaiset kesän ja syksyn laskennat toteutetaan ns. laskentaviikkopareina siten, että kesän ensimmäisellä laskentaviikolla (viikko 26) lasketut välit lasketaan uudestaan syksyn ensimmäisellä laskentaviikolla (viikko 38). Muut laskentaviikkoparit muodostetaan järjestyksessä samaan tapaan, jolloin saadaan yhteensä seitsemän laskentaviikkoparia (laskentajaksoa):

- (1) vko 26/38
- (2) vko 27/39
- (3) vko 28/40
- (4) vko 29/41
- (5) vko 30/42
- (6) vko 31/43
- (7) vko 32/44

Kesän ja syksyn laskentaviikoilla laskettujen vuorokausiliikennemäärien perusteella lasketaan suhdeluku  $L = W_{\text{kesä}}/W_{\text{syksy}}$ . Suhdeluvun perusteella määritetään välin kausivaihteluluokka 3.1. mukaisesti. Mikäli suhdeluku täyttää ehdon  $0,65 < L < 2,1$ , mallinnetaan liikennemäärä lineaarisen regressiomallin mukaisesti kaavalla

$$KVL = a * W_{\text{kesä}} + b * W_{\text{syksy}},$$

missä  $W_{\text{kesä}}$  on kesän laskentaviikon keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä,  $W_{\text{syksy}}$  syksyn laskentaviikon keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä ja  $a$  sekä  $b$  laskentajak-sosta ja kausivaihteluluokasta riippuvia regressiokertoimia. Regressiokertoimet eri kausivaihteluluokille löytyvät liitteestä 4. (Liikennevirasto 2012b)

### 3.3.2 Painotettu regressiomalli

Painotettua regressiomallia käytetään tilanteissa, joissa kesän ja syksyn laskentojen suhdeluku  $L = W_{\text{kesä}}/W_{\text{syksy}}$  ei osu raja-arvon  $0,65 < L < 2,1$  sisälle tai jos laskentavälin kausivaihteluluokka on ”kevät”.

Mikäli suhdeluku  $L$  on pienempi kuin 0,65, mallinnetaan liikennemäärä kaavalla

$$KVL = \frac{L}{1,3} * (W_{\text{kesä}} - W_{\text{syksy}}) + W_{\text{syksy}}.$$

Mikäli suhdeluku  $L$  on suurempi kuin 2,1, mallinnetaan liikennemäärä kaavalla

$$KVL = \frac{W_{\text{kesä}} - W_{\text{syksy}}}{2,5 * L} + W_{\text{syksy}}.$$

Mikäli puolestaan kausivaihteluluokka on ”kevät”, mallinnetaan liikennemäärä kaavalla

$$KVL = a * W_{\text{kevät}} + b * W_{\text{kesä}} + c * W_{\text{syksy}}$$

Kevätregressiomallissa kertoimet  $a$ ,  $b$  ja  $c$  ovat kevään kausivaihteluluokan regressiokertoimia. Kevätluokan regressiokertoimet eri laskentakausille löytyvät liitteestä 4. (Liikennevirasto 2012b)

### 3.3.3 Viikkomalli

Viikkomallia käytetään yhden viikon mittaisissa laskennoissa ja ramppilaskennoissa. Viikkomallia voidaan myös soveltaa useamman viikon laskennalle, mikäli laskentoja on tehty useammalla kuin yhdellä viikolla. Tällöin liikennemääräarvo estimoidaan laskettujen vuorokausiliikennemäärien ja kausivaihtelukertoimien summien avulla. Viikkomallin mukaisesti liikennemäärä estimoidaan kaavalla

$$KVL = \frac{\sum W_{viikko}}{\sum K_{viikko}},$$

missä  $W_{viikko}$  on lasketun viikon keskimääräinen vuorokausiliikenne (ajon/vrk) ja  $K_{viikko}$  lasketun viikon kausivaihtelukerroin. Kausivaihtelukertoimet eri kausivaihteluluokille ja viikoille löytyvät liitteestä 2. (Liikennevirasto 2012b)

### 3.3.4 Painotettu viikkomalli

Kaikki kahden viikon laskennat pyritään aina tekemään regressiomallin mukaisilla viikkopareilla. Laskentaviikkopariajattelusta voidaan poiketa toisen viikon osalta yhdellä viikolla, mikäli laskentaa ei pystytä suunnitellun viikkoparin mukaisesti tekemään (esimerkiksi toisen laskennan epäonnistuuessa). Mikäli viikkopariajattelusta joudutaan poikkeamaan yli yhdellä viikolla, käytetään laskennassa ns. paikkausviikkoa. Painotettua viikkomallia käytetään, jos kesän ja syksyn laskennassa on jouduttu toisen viikon osalta käyttämään paikkausviikkoa. Ennen laskentakauden ensimmäistä laskentaviikkoa (vko 26 tai 38) ei paikkauslaskentaa voida kuitenkaan suorittaa. (Sito 2014a) Mikäli kahden viikon laskenta on tehty kesän tai syksyn osalta paikkausviikolla, mallinnetaan liikennemäärä painotetun viikkomallin mukaisesti kaavalla:

$$KVL = \frac{0,2 * W_{kesä} + 0,8 * W_{syksy}}{0,2 * K_{kesä} + 0,8 * K_{syksy}},$$

missä  $K_{kesä}$  on lasketun kesäviikon kausivaihtelukerroin ja  $K_{syksy}$  lasketun syksyviikon kausivaihtelukerroin. Kausivaihtelukertoimet eri luokille ja viikoille löytyvät liitteestä 2. (Liikennevirasto 2012b)

## 3.4 Estimointi ja tunnuslukujen synty

Lyhytaikaisten laskentojen pohjalta liikennemääriin liittyvät tunnusluvut estimoidaan edellä esitettyjen laskentamallien avulla. KVL-arvon lisäksi tierekisteriin tuotetaan tieto keskimääräisestä arkivuorokausiliikenteestä (ma–to) sekä kesän (kesäkuu–elokuu) keskimääräisestä liikennemäärästä (KAVL ja KKVVL). Liikennemäärätieto tuotetaan myös raskaalle liikenteelle, josta erotellaan lisäksi yhdistelmäajoneuvoliikenne (KVLras ja KVLyhd). Kesäliikenne lasketaan ainoastaan kokonaisliikennemäärälle, mutta raskaiden ajoneuvojen osalta lasketaan myös arkivuorokausiliikenteet (KAVLras ja KAVLyhd). (Liikennevirasto 2012b) Estimoitava aineisto muodostuu laskennoista, jotka täyttävät seuraavat ehdot:

- laskenta-aika on vähintään viisi vuorokautta
- laskenta sisältää täyden viikonlopun (perjantai klo 0:00 – sunnuntai klo 24:00) ja
- laskenta sisältää liikennetietoa (viikko- ja arkiliikennettä tulee olla vähintään 1).

Ennen estimoinnin suorittamista jokainen laskenta tarkistetaan ja siinä esiintyvät mahdolliset virheet korjataan. Kesän ja syksyn laskentatuloksia vertaillaan keskenään ja



niissä mahdollisesti esiintyvien suurten erojen syyt selvitetään. Liikennetiedon oikeellisuuden lisäksi laskennan osoitetiedot, ajoneuvoluokittelu ja käytettävä laskentamalli tarkistetaan. (Liikennevirasto 2012b)

### **3.4.1 Laskentatarkkuus**

Yleisessä liikennelaskennassa ei ole käytössä systemaattista jokaisen estimoidun liikennemäärätiedon tarkkuutta kuvaavaa laskentaa tai mittaria. Tieräkisteriin kunkin laskennan kohdalla vietävä laskentatarkkuus (KVL:n virhemarginaali 90 %:n luottamustasolla) määräytyy suoraan liikennetiedon tuottamistavan mukaan. Laskentatarkkuus on sitä tarkempi mitä parempi laskentatapa ja estimointimalli on ollut käytössä. Tieräkisterissä laskentatarkkuudesta (lasktark) käytetään seuraavia numerokoodeja, jotka samalla kertovat laskennan virhemarginaalin:

- 1 = 1 % virhemarginaali (LAM-asema tai muu jatkuva laskenta)
- 10 = 10 % virhemarginaali (regressiomallin mukainen laskenta tai muu vähintään kolmen viikon laskenta)
- 15 = 15 % virhemarginaali (muu kuin regressiomallin mukainen kahden viikon laskenta)
- 20 = 20 % virhemarginaali (yhden viikon viikkomallin mukainen laskenta)

(Liikennevirasto 2012b)

### **3.4.2 KVL:n ja muiden tunnuslukujen laskenta**

KVL-arvo estimoidaan tieräkisteriin jonkin edellä esitetyn estimointimallin avulla. Taulukossa 3.5 on esitetty koostettuna käytetyn mallin määräytyminen ja laskentatarkkuus laskentakertojen määrän perusteella.

**Taulukko 3.5. KVL:n estimointi. Yleisimmin käytetyt tapaukset on korostettu sinisellä. (Liikennevirasto 2012b) (Saastamoinen 2014)**

Homogeenisen välin laskentamäärä/vuosi	Ehto	Rajaukset	KVL:n laskenta	Malli	Laskentatarkkuus
1	Laskenta tehty viikkomallin mukaisesti	kausivl = vähäinen tai tierekisterin mukainen	$\frac{W}{K}$	YA	20
	Ramppilaskenta	kausivl = normaali	$\frac{W}{K}$	YA	20
	Muu laskenta	kausivl = tierekisterin mukainen tai normaali	$\frac{W}{K}$	Y2	20
2	Laskenta tehty regressiomallin viikkopareilla	Määritä L ja kausivl	$L < 0,65 \rightarrow L/1,3 * (W_k - W_s) + W_s$	Y1	10
			$0,65 \leq L \leq 2,1 \rightarrow a * W_k + b * W_s$		
			$L > 2,1 \rightarrow \frac{W_k - W_s}{2,5 * L} + W_s$		
	Laskenta tehty regressiomallin paikkausviikon avulla	kausivl = tierekisterin mukainen tai normaali	$\frac{0,2 * W_k + 0,8 * W_s}{0,2 * K_k + 0,8 * K_s}$	Y6	15
Muu laskenta	kausivl = tierekisterin mukainen tai normaali	$\frac{\sum W}{\sum K}$	Y2	15	
3	Laskenta tehty kevätregressiomallin mukaisilla viikoilla	kausivl = kevät	$a * W_{kv} + b * W_k + c * W_s$	Y3	10
3+	Laskenta tehty regressiomallin viikkopareilla + ylimääräisillä viikoilla	Määritä L ja kausivl	$\frac{\sum W}{\sum K}$	Y4	10
	Laskenta tehty regressiomallin paikkausviikon avulla + ylimääräisillä viikoilla	kausivl = tierekisterin mukainen tai normaali	$\frac{\sum W}{\sum K}$	Y6	10
	Laskenta tehty kevätregressiomallin mukaisilla viikoilla + ylimääräisillä viikoilla	kausivl = kevät	$\frac{\sum W}{\sum K}$	Y5	10
	Muu laskenta	kausivl = tierekisterin mukainen tai normaali	$\frac{\sum W}{\sum K}$	Y2	10

Keskimääräiset arkivuorokausien liikennemäärät lasketaan samaan tapaan kuin kokonaisliikennemäärät sillä erotuksella, että W:n tilalla laskentakaavoissa käytetään AW-arvoa. Kesän keskimääräiset liikennemääräarvot lasketaan ensisijaisesti lasketun kesäliikenteen perusteella. Mikäli kesäviikkoina ei ole tehty laskentoja, lasketaan kesäliikennemäärät lasketun KVL-arvon perusteella. KAVL- ja KKVVL-arvot eri mallien tapauksissa lasketaan taulukon 3.6 mukaisesti. (Liikennevirasto 2012b)

**Taulukko 3.6. KAVL:n ja KKVL:n estimointi. (Liikennevirasto 2012b)**

Malli	KAVL:n laskenta	KKVL:n laskenta
Y1	$\frac{L}{1,3} * (AW_k - AW_s) + AW_s$ <p style="text-align: center;"><b>TAI</b></p> $d * AW_k + e * AW_s$ <p style="text-align: center;"><b>TAI</b></p> $\frac{AW_k - AW_s}{2,5 * L} + AW_s$	$i * W_k$
Y2	$\frac{\sum AW}{\sum K}$	$k_{kkvl} * KVL$
Y3	$f * AW_{kv} + g * AW_k + h * AW_s$	$i * W_k$
Y4	$\frac{\sum AW}{\sum K}$	
Y5	$\frac{\sum AW}{\sum K}$	
Y6	$\frac{0,2 * AW_k + 0,8 * AW_s}{0,2 * K_k + 0,8 * K_s}$ <p style="text-align: center;"><b>TAI</b></p> $\frac{\sum AW}{\sum K}$	$k_{kkvl} * KVL$
YA	$\frac{AW}{K}$	

KAVL:n laskennassa kertoimet  $d$ ,  $e$ ,  $f$ ,  $g$  ja  $h$  sekä KKVL:n laskennassa kerroin  $i$  ovat laskentajaksosta ja kausivaihteluluokasta riippuvia regressiokertoimia. Kertoimien arvot löytyvät liitteestä 4. KKVL:n laskennassa kerroin  $k_{kkvl}$  on kausivaihteluluokasta riippuva kesän keskimääräinen kausivaihtelukerroin. Kertoimen arvot löytyvät liitteestä 2.

Raskaan liikenteen liikennemäärien laskennassa ei määritetä erikseen kausivaihteluluokkia, vaan kertoimet määräytyvät suoraan laskentajakson tai -viikon perusteella. KVLras-arvon laskennassa käytetään joko regressioyhtälöitä tai raskaan liikenteen kausivaihteluun perustuvaa kaavaa eri mallien tapauksissa seuraavasti:

- Y1:  $KVLras = a * Wras_k + b * Wras_s$
- Y3:  $KVLras = a * Wras_{kv} + b * Wras_k + c * Wras_s$
- Y2, Y4, Y5, Y6, YA:  $KVLras = \frac{\sum Wras}{\sum K}$

Raskaan liikenteen laskentajaksosta riippuvat regressiokertoimet  $a$ ,  $b$  ja  $c$  on esitetty liitteessä 4. Raskaan liikenteen kausivaihtelukertoimet eri laskentaviikoille löytyvät liitteestä 2. (Liikennevirasto 2012b)

Raskaan liikenteen laskennan laskentatarkkuus on 10 %, mikäli laskentoja on tehty useampana kuin yhtenä viikkona. Muussa tapauksessa laskentatarkkuus on 20 %. KVLyhd:n, KAVLras:n ja KAVLyhd:n laskennassa käytetään samoja kaavoja kuin KVLras:n laskennassa siillä erotuksella, että  $Wras$  korvataan  $Wyhd$ :lla,  $AWras$ :lla tai  $AWyhd$ :lla. (Liikennevirasto 2012b)

### 3.4.3 Huipputuntiliikenteen laskenta

Liikennesuunnittelun eri osa-alueilla on usein tarpeellista hyödyntää KVL:ää tarkempaa mitoitusliikennettä. Muun muassa väylien välityskykytarkasteluissa, liikennevalosuunnittelussa ja poikkileikkaussuunnittelussa mitoittavana liikenteenä käytetään monissa tapauksissa ns. huipputuntiliikennettä, eli tietyn ajanjakson vilkkaimman tunnin liikennemäärää. Yleisessä liikennelaskennassa huipputuntiliikennetiedot tuotetaan kaikille 1-ajorataisille maanteille, joilla laskettu vuorokausiliikennemäärä on yli 1000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Todellisen lyhytaikaisen laskennan aikana havaitun huipputunnin liikennemäärän lisäksi lasketaan koko vuoden 50., 100. ja 300. vilkkaimman tunnin (teoreettiset) liikennemäärät, joita pidetään keskeisinä tunnuslukuina mitoitusuunnittelussa. (Liikennevirasto 2012b; Tiehallinto 2002b)

Huipputuntiliikenne lasketaan jokaiselle laskentavälille kausi-, viikonpäivä- ja tuntivaihteluluokan sekä laskennan aikana havaitun suurimman tuntiliikennemäärän avulla. Eri vaihteluluokille muodostetaan laskentayhtälöt seuraavasti:

$$\begin{aligned} \text{Kausivaihtelukerroin } c' &= \frac{W}{KVL} \\ \text{Viikonpäivävaihtelukerroin } b' &= \frac{Q}{W} \\ \text{Tuntivaihtelukerroin } a' &= \frac{q}{Q} \end{aligned}$$

Tästä voidaan johtaa yhtälö tuntiliikenteelle:

$$q = KVL * (a' * b' * c')$$

ja edelleen myös tuntiliikenteen suhteelliselle osuudelle KVL:stä:

$$q' = \frac{q}{KVL} = a' * b' * c'$$

Jokaiselle (lukuun ottamatta vähäliikenteisten teiden kausivaihteluluokkaa) kausivaihteluluokan (5 kpl), viikonpäiväluokan (5 kpl) ja tuntivaihteluluokan (4 kpl) yhdistelmälle (100 kpl) saadaan näin laskettua vaihtelukertoimien avulla vuoden jokaisen tunnin (8760 kpl) liikennemäärän osuus KVL:stä. Vaihtelumuojojen yhdistelmistä muodostetaan 100x8760 matriisi, johon lasketaan tuntikohtaiset q'-arvot. Kun q'-arvot on laskettu, asetetaan ne laskevaan järjestykseen siten, että suurimmalle arvolle annetaan järjestysnumero 1 ja pienimmälle 8760. Arvoista pystytään tämän jälkeen piirtämään järjestysnumeron mukaan ns. tuntijärjestyskäyrä (pysyvyyskäyrä). Tämän jälkeen järjestystä muutetaan ajan suhteen kasvavaksi vuoden alusta vuoden loppuun, minkä jälkeen muodostetaan järjestysnumerotaulukko, joka kertoo kunkin q'-arvon järjestysnumeron tun-

nin ja vaihteluyhdistelmän mukaan sekä toisaalta  $q'$ -taulukko, joka kertoo  $q'$ -arvon tunnin ja vaihteluyhdistelmän mukaan. (Tiehallinto 2002b)

Vuoden 50., 100. ja 300. huipputunti estimoidaan (järjestysnumerotaulukkoa apuna käyttäen)  $q'$ -taulukon avulla, josta haetaan vaihteluluokan järjestyksessään 50., 100. ja 300. suurin  $q'$ -arvo (tuntijärjestyskäyrän arvo). Saatua arvoa verrataan laskennassa havaitun todellisen suurimman tuntiliikennemäärän  $q'$ -arvoon ( $q/KVL$ ). Estimoidut huipputuntitiedot tietyille tunnille saadaan laskettua kaavalla:

$$Hutu_{nn} = hav\_q_{max} * \frac{q'_x}{hav\_q'_{max}},$$

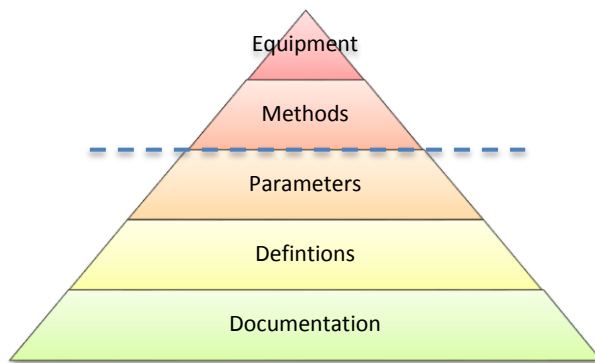
missä  $Hutu_{nn}$  on (teoreettisen)  $nn:n$  huipputunnin arvo,  $hav\_q_{max}$  on laskentajaksolla havaittu huipputuntiliikenne (ajon/h),  $q'_x$  on  $q'$ -taulukon arvo järjestykseltään  $x$ . suurimman järjestyskäyrän kohdalla ja  $hav\_q'_{max}$  on  $q'$ -taulukon arvo havaitun huipputuntiliikenteen ajankohdan kohdalla. (Tiehallinto 2002b)

### 3.5 Muita pohjoismaisia laskentamalleja

Yleistä liikennelaskentaa vastaavia menetelmiä eri pohjoismaissa on tutkittu vuonna 2009 alkunsa saaneen yhteispohjoismaisen NorSIKT-projektin yhteydessä. Yhteistyöprojektin toinen osa NorSIKT2 käynnistyi vuonna 2013. Projekti on toteutettu yhteistyössä eri pohjoismaiden tieviranomaisten kanssa maiden väliseen yhteistyöhön tähtäävän NorFou-tutkimusorganisaation alaisuudessa. Projektin tavoitteena on ollut kerätä tietoa ja vertailla käytäntöjä eri pohjoismaiden tavoissa laskea liikennettä ja tuottaa liikennemääriin liittyviä tunnuslukuja. Liikennemäärätiedon lisäksi projektin yhteydessä on perehdytty eri maiden tapoihin mitata liikennesuoritteiden kehitystä, tuottaa ja ylläpitää ajoneuvojen nopeustietoa sekä toteuttaa kevyen liikenteen laskentoja. Tiedonvaihdon lisäksi projektilla on pyritty yhtenäistämään menetelmiä eri pohjoismaiden välillä. (NordFoU 2014; NTNU 2013)

Vuoden 2014 alussa NorSIKT2-projektin tuloksista julkaistiin loppuraportti, johon kerättiin keskeisimmät projektin aikana esille tulleet ideat ja ehdotukset jatkotoimenpiteiksi. KVL-tiedon tuottamisen osalta projektin pohjalta ei katsota tarpeelliseksi täysin yhtenäistää tiedon tuottamismenetelmiä, kuten laskentalaitteistoa ja estimointimalleja. Liikenteen ominaisuudet ja kunkin maan erityispiirteet, kuten tieverkon laajuus, ovat hyvin yksilöllisiä jokaiselle pohjoismaalle, eikä näin ollen samoja menetelmiä voida vaatia sovellettavaksi jokaiseen maahan. Sen sijaan määritelmien, tuotettavien tunnuslukujen sekä dokumentoinnin tulisi olla jokaisessa maassa yhteneviä, jolloin myös tuotettujen arvojen vertailukelpoisuus maiden välillä säilyisi hyvänä. Tällä hetkellä liikennemääriin liittyvät tunnusluvut kuvaavatkin lähes poikkeuksetta samoja asioita eri pohjoismaissa; ainoastaan keskimääräisen arkivuorokausiliikenteen (KAVL) määrittämisessä on pieniä eroja. Projektin pohjalta suositellaan jatkossa KAVL-arvo laskettavaksi maantain kello 12:00 ja torstain kello 24:00 välisen ajan keskimääräisenä liikenteenä.

Kuvassa 3.4. on esitetty pyramidikaaviona projektin pohjalta tehty rajanveto liikennemäärätiedon yhtenäistämisen tasoksi. (NordFoU & Statisticon 2014; Statisticon 2014a)



**Kuva 3.4.** Rajanveto laskentajärjestelmän yhtenäistämisen tasoksi eri pohjoismaissa NorSIKT-projektin pohjalta. (NordFoU & Statisticon 2014)

Liikennemääriin liittyvien tunnuslukujen tuottamismenetelmissä ja tavoissa laskea liikennettä havaitaan sekä yhtäläisyyksiä että eroavaisuuksia eri pohjoismaiden välillä. Kaikissa maissa on sekä ympärivuotisia laskentapisteitä että lyhytaikaisia otoslaskentapisteitä. Laskentojen perusteella saadaan tietoa liikennemääristä, liikennesuoritteesta ja liikenteen kehityksestä. Lyhytaikaiset laskentamallit perustuvat kaikissa maissa yleisimmin erilaisia kausivaihteluita kuvaaviin käyriin ja kertoimiin, joiden avulla lyhytaikaisten laskentojen liikennemäärätiedot sovitetaan vastaamaan vuoden keskimääräisiä arvoja. Laskentojen kesto, laskentamäärä ja -kierto, laskentatekniikat ja laskentamallien tarkempi rakenne ovat yksilöllisiä jokaiselle maalle. Taulukossa 3.7. on esitetty yhteenvedona kaikkien pohjoismaiden yleistä liikennelaskentaa vastaavien järjestelmien keskeisimmät osa-alueet. (NorSIKT2 2013)

**Taulukko 3.7. Yhteenvedo eri pohjoismaiden laskentajärjestelmistä. (Statisticon 2014b) (NordFoU 2014)**

	Tanska	Suomi	Islanti	Norja	Ruotsi
Tieverkon laajuus	3800 km	78 000 km	9800 km	54 900 km	98 500 km
Homogeenisia laskentavälejä / laskentapisteitä	1485	yli 15 000	1242	7494	n. 23 000
Jatkuvia pisteitä	615	n. 440	n. 250	757	0 (suoraan KVL:n laskennassa)
Lyhytaikaisia pisteitä	870	n. 14 600	n. 990	6283	n. 23 000
Laskentatekniikka	Silmukka	Jatkuvat: silmukka Lyhytaik.: tutka	Jatkuvat: silmukka Lyhytaik.: letku	Jatkuvat: silmukka Lyhytaik.: tutka	Jatkuvat: silmukka Lyhytaik.: letku
Lyhytaikaisten laskentojen laskenta-aika	5 viikkoa	yl. 2 viikkoa	yl. 3 viikkoa	muutama tunti – muutama viikko	4 jaksoa, yht. n. 10 päivää
Estimointimenetelmä (yleisin)	Kerroinmenetelmä	Regressiomalli	Referenssimenetelmä	Peruskäyrämenetelmä	Indeksikäyrämenetelmä
Laskentakierto	901 osaa vuosittain, 584 osaa 3 vuoden välein	400 osaa vuosittain, muut 4-6 vuoden välein	250 osaa vuosittain, muut 7-8 vuoden välein	vaihtelee, yl. 4 vuoden välein	4-12 vuotta

Laskentamäärät ja -tekniikat vaihtelevat melko suuresti eri maiden välillä. Luonnollisesti myös yleisten teiden tieverkon laajuus vaihtelee maittain. Suhteutettaessa vuosittainen laskentavälimäärä tieverkon laajuuteen havaitaan, että suurin vuosittainen laskentatiheys on Tanskassa (0,39 mittauspistettä/km) ja pienin Islannissa (0,13) ja Norjassa (0,14). (Statisticon 2014b) Yleistä liikennelaskentaa vastaavan palvelun tuottamistavan osalta Suomi eroaa muista pohjoismaista ollen ainoa maa, jossa palvelun tuottaja valitaan kilpailutuksen perusteella. (NorSIKT 2013)

### 3.5.1 Ruotsin liikennelaskentajärjestelmä

Ruotsissa Vägverket on vastuussa liikennelaskentojen tuottamisesta. Laskentaa varten valtion tieverkko on jaettu homogeenisiin väleihin, joita on yhteensä noin 23 000. Näiden lisäksi tieverkolla on noin 11 500 lyhyempää laskentaväliä (rampit, kiertoliittymät ja muut lyhyet laskentavälit), joille liikennemäärätieto tuotetaan. Jokainen väli lasketaan ennalta määrätyn laskentakierron mukaisesti. Pääteillä kierto on neljä vuotta ja muulla tieverkolla 12 vuotta. (Statisticon 2014b; Trafikverket 2014)

Tieverkolla on käytössä 83 ympärivuotista mittauspistettä (TF-pistettä), jotka on sijoitettu satunnaisesti tieverkon eri osiin. Ympärivuotisilta mittauspisteiltä ei suoraan tuoteta liikennemääräarvoja, vaan niitä käytetään muun muassa liikennesuorituksen arviointiin ja laskentamallien kehittämiseen. Lyhytaikaisissa laskentapisteissä laskenta suoritetaan vuoden aikana yleensä neljänä eri ajankohtana (sekä arki- että pyhäjaksoissa), yhteensä noin kymmenen päivän ajalta. Lyhytaikaisissa laskennoissa laskentatekniikkana käytetään akselien tunnistamiseen perustuvia ilmaletkuja ja ympärivuotisessa lasken-

nassa silmukoita. Ajoneuvot luokitellaan 15 eri ajoneuvoluokkaan, josta lopulliseen rekisteriin päätyy kuusi eri luokkaa. (Trafikverket 2011)

Ympärivuotisten laskentapisteiden pohjalta tuotetaan ns. indeksikäyrät (indexkurvor), joiden perusteella KVL (ÅDT) arvioidaan lyhytaikaisissa laskennoissa. Erilaisia liikenteen kausivaihteluita kuvaavia indeksikäyriä on 33 ja jokainen homogeeninen laskentaväli määrätään kuuluvaksi johonkin näistä vaihteluluokista. KVL-arvojen yhteydessä esitetään aina virheprosentti muodossa  $KVL \pm$  virheprosentti. Virhe kuvaa KVL:ssä esiintyvää maksimivirhettä 95 prosentin luottamustasolla ja se on arvioitu ympärivuotisten laskentapisteiden kaikkiin mahdollisiin otoksiin perustuvien KVL-estimaattien keskihajonnan avulla. (Statisticon 2014b)

### 3.5.2 Norjan liikennelaskentajärjestelmä

Norjassa tieverkolla on 7494 laskentaväliä, joilla laskentaa suoritetaan ympärivuotisena tai lyhytaikaisena. Jatkuvia mittauspisteitä on 757 laskentavälillä. Lyhytaikaisissa laskennoissa laskentakierto on tavallisimmin neljä vuotta. Lyhytaikaisten laskentojen kesto vaihtelee muutamasta tunnista muutama viikkoon. Ympärivuotisten laskentojen laskentatekniikkana käytetään silmukoita ja lyhytaikaisissa laskennoissa tutkaa. (Statisticon 2014b)

Otoslaskentojen perusteella liikennemääräarvot (KVL, KVLtyöpäivä, KVLviikonloppu, KVLkesäloma, KVLheinäkuu) estimoidaan yleisimmin ns. peruskäyrämenetelmän (basiskurvmethod) tai yksinkertaisemman liikenteen vaihtelua käyrillä kuvaavan mallin (faktorkurvmethod) avulla. Molemmissa menetelmissä liikennemääräarvot estimoidaan joko yhden tai useamman vaihtelukäyrän avulla vastaamaan koko vuoden keskimääräisiä liikennemääriä. Mallin muoto riippuu laskennan kestosta ja käytetyt kertoimet muun muassa liikenteen tyypistä (esimerkiksi työmatkaliikenne- tai vapaa-ajanliikennekohde) ja kausivaihtelusta. Peruskäyrämenetelmässä jatkuvien mittauspisteiden laskentatiedoista kerätään joukko ns. peruskäyriä, jotka kuvaavat liikenteen ajallista vaihtelua. Lyhytaikaisten laskentojen data sovitetaan tämän jälkeen koko vuodelle sopivia peruskäyriä yhdistelemällä, jonka jälkeen KVL-estimaatit voidaan laskea. Osalle laskentakohteista käytetään myös ns. referenssimenetelmää (referenssmethod), jossa KVL:n laskenta perustuu läheisen liikenteeltään samantyyppisen jatkuvan laskentapisteen laskentatuloksen avulla sovitettuun dataan. Laskentatulosten epävarmuus arvioidaan tapauskohtaisesti. (Statens vegvesen 2011; Statisticon 2014b)

### 3.5.3 Tanskan liikennelaskentajärjestelmä

Tanskassa liikennettä lasketaan yleisillä teillä yhteensä 1485 mittauspisteessä. Näistä ympärivuotisia laskentapisteitä on 615 ja lyhytaikaisia 870. Vuosittain laskennassa on 901 pistettä, loput 584 kohdetta lasketaan kolmen vuoden välein. Pienessä osassa tieverkkoa laskentaa ei suoriteta ollenkaan vaan liikennemäärät päätellään muiden laskentojen perusteella. Lyhytaikaisissa laskennoissa laskenta suoritetaan viitenä viikkona vuodessa: kahtena erillisenä talvi- ja syksyviikkona sekä yhtenä viikkona kesällä. Pää-



asiassa laskentalaitteina käytetään silmukkalaskimia, mutta joissain kohteissa laskentoja tehdään myös käsin. (Statisticon 2014b; Vejdirektoratet 2006)

Viiden viikon laskentatulosten pohjalta KVL-estimaatit tuotetaan ns. kerroinmenetelmällä (faktormetod). Kertoimet tuotetaan ympärivuotisten laskentapisteiden avulla ja niissä otetaan huomioon sekä liikenteen koostumus että vaihtelumuodot. Kertoimia päivitetään säännöllisesti. Jokaisen laskennan yhteydessä ilmoitetaan myös 95 prosentin luottamusväliin perustuva arvio virheestä laskennassa. (Statisticon 2014b; Vejdirektoratet 2006)

### 3.5.4 Islannin liikennelaskentajärjestelmä

Islannissa yleisiä teitä, joilla liikennelaskentaa suoritetaan, on yhteensä noin 9800 kilometriä. Tieverkko on jaettu 1242 osaan, joista 250:llä laskenta suoritetaan ympärivuotisesti. Näistä pisteistä noin 40 on luokittelevia pisteitä, joista saadaan selville liikennemäärien lisäksi ajonopeudet ja ajoneuvon pituus (ajoneuvoluokka). Jatkuvan laskennan ohella noin 100 osaa lasketaan vuosittain lyhytaikaisena laskentana, tavallisimmin kolmen viikon jaksossa. Laskentakierto on 7–8 vuotta. Jatkuvissa laskentapisteissä käytetään silmukatekniikkaa ja lyhytaikaisissa laskennoissa ilmaletkuja. Lisäksi liikennemäärätietoa kerätään silmukkaohjatuista liikennevaloliittymistä. (Statisticon 2014b; NorSIKT2 2013)

Liikennemäärät estimoidaan lyhytaikaisten laskentojen pohjalta ns. referenssimenetelmään (referenssmetod) perustuvien indeksikäyrien avulla. Otoslaskennan tulosta verrataan ominaisuuksiltaan vastaavankaltaiseen ympärivuotiseen pisteeseen, johon lasketut liikennemäärät sovitetaan ja jonka perusteella KVL-arvot estimoidaan. Laskentatuloksen epävarmuudelle ei ole käytössä erillistä arviointimenetelmää. (Statisticon 2014b)

## 3.6 Konstruointi

Liikennemäärätiedot laskentaväleille, joilla laskentaa ei ole kyseisenä vuonna suoritettu (eikä näin ollen normaaleja estimointimalleja voida käyttää) tuotetaan konstruoinnin avulla. Laskemattomien välien konstruoinnin perustana on ns. liikenteen kehityskertoimet, jotka on tuotettu jatkuvien ympärivuotisten laskentapisteiden liikennemäärätietojen avulla. Jatkuvia pisteitä tarkastellaan kalenterivuodesta poikkeavalla ajanjaksolla, ja mukaan kehityskertoimien laskentaan otetaan ne pisteet, joilta liikennemäärätietoa saadaan vähintään 75 prosentilta (39 viikolta) koko vuoden tiedoista. Ennen tiedon käyttöä konstruoinnissa, liikennemäärätiedon oikeellisuus tarkastetaan ja siinä esiintyvät mahdolliset virheet korjataan. (Liikennevirasto 2012b)

Konstruoinnissa käytetään kolmea eri kerrointa: aluekerrointa, tiekohtaista kerrointa tai yleiskerrointa. Aluekerroin on käytössä Oulun ja Kuopion kaupunkiseudulla. Näillä kaupunkiseuduilla on määritelty ne homogeeniset välit, jotka kuuluvat saman aluekerroin piiriin. Tiekohtaista kerrointa käytetään valtateilla. Valtateiltä on määritelty niin ikään ne homogeeniset välit, joilla käytetään yhteistä tiekohtaista kerrointa (pääsääntöisesti maakuntien pääpaikkojen välillä). Sekä aluekerroin että tiekerroin alaiset

homogeeniset laskentavälit on esitetty liitteessä 5. Kaikilla muilla maanteiden homogeenisilla väleillä on käytössä yleiskerroin, joka määritetään erikseen koko liikenteelle ja raskaalle liikenteelle. Yleiskerroin lasketaan ELY-keskuksittain taulukon 3.8. mukaisille kuudelle toiminnallisen luokan ja liikennemäärän mukaan erotellulle ryhmälle. Ramppien osalta konstruointia ei suoriteta. (Liikennevirasto 2012b)

**Taulukko 3.8.** Kanta-, seutu- ja yhdysteiden konstruointikerroinryhmittely. (Liikennevirasto 2012b)

Toiminnallinen luokka	KVL-rajat
Kanta- ja seututiet	< 1 500
Kanta- ja seututiet	≥ 1 500
Yhdystiet	< 150
Yhdystiet	150 - 349
Yhdystiet	350 - 1499
Yhdystiet	≥ 1 500

Konstruointikerroin (liikenteen kehityskerroin) kullekin luokalle lasketaan jatkuva-toimisten mittauspisteiden laskentadatan sekä kyseisenä vuonna laskettujen välien KVL-estimaattien avulla kaavalla

$$\text{Liikenteen kehityskerroin} = \frac{KVL}{KVL_{\text{tierekisteri}}} * 100\%,$$

missä KVL on kyseisenä vuonna estimoitu (tai laskettu todellinen) KVL-arvo ja  $KVL_{\text{tierekisteri}}$  kyseisen vuoden tierekisterissä oleva arvo (edellisen vuoden perusteella tuotettu arvo). Kerroin muodostetaan erikseen jokaiselle luokalle estimoinnin pohjalta laskettujen kertoimien ja jatkuvatoimisten mittauspisteiden pohjalta laskettujen kertoimien mediaanina siten, että jatkuvatoimisten mittauspisteiden pohjalta muodostetut kertoimet huomioidaan kaksinkertaisella painoarvolla. Kertoimien liian suuren vaihtelun estämiseksi käytetään niiden laskennassa ennalta sovittuja raja-arvoja, joita suuremmiksi tai pienemmiksi ei kertoimien anneta muodostua. (Liikennevirasto 2012b)

Kertoimien määrittämisen jälkeen KVL-arvo tuotetaan laskemattomille väleille kaavalla

$$KVL = \text{liikenteen kehityskerroin} * KVL_{\text{tierekisteri}}$$

Vastaavasti lasketaan myös muut liikennemääriin liittyvät tunnusluvut: KAVL, KKVL, KVLras, KAVLras, KVLyhd ja KAVLyhd. ELY-keskukset hyväksyvät konstruointiker-  
toimet ennen lopullisen konstruointiajon suorittamista. (Liikennevirasto 2012b)

### 3.7 Laskentojen laadun seuranta

Yleisessä liikennelaskennassa laskentojen laatua seurataan jatkuvasti sekä laskentakausien aikana että niiden ulkopuolella. Sovittujen laatuvaatimusten täyttämättä jättäminen johtaa ennalta määrättyihin tilaajan ja tuottajan välisen palvelusopimuksen mukaisiin arvovähennyksiin. (Sito 2012) Arvonvähennyksiä voi aiheutua tierekisteriin vietävien tunnuslukujen puutteellisuudesta, yksittäisissä mittauksissa havaituista laatupuutteista, alemman tieverkon jatkuvien mittauspisteiden havaintopuutteista, estimointimenetelmän laatupuutteista sekä puutteista toimitusvarmuudessa, tietopalvelussa tai muissa havaituissa sopimuksen vastaisissa toimintamenettelyissä. (Liikennevirasto 2014b)

Yleisessä liikennelaskennassa voidaan käyttää vain laskentalaitteita, joille on saatu tyyppihyväksyntä. Tyyppihyväksyntään vaaditaan kuvaus asennustavasta ja tiedonkäsittelystä sekä osoitus laitteen käytännön laskentakyvystä. Kaikki yleisessä liikennelaskennassa käytössä olevat laitteet testataan laskentakausien välissä, ja niiden on täytettävä niille asetetut laatuksiteerit. Laitetestausta tapahtuu asentamalla kukin testattava laite luotettavaksi tunnetun laskentapisteen (esimerkiksi LAM-pisteen) yhteyteen ja vertaamalla testattavan ja referenssilaitteen tuloksia keskenään. Kun laitteen tuottaman tiedon laatu on hyväksytysti testattu, testaus hyväksytään ja laitetta voidaan käyttää seuraavan kauden laskennassa. (Sito 2012)

Varsinaisten laskentakausien aikaisen laskentatiedon laatua seurataan erilaisten laatu-tunnuksien avulla. Laatu-tunnuksia kehitetään ja tarkennetaan jatkuvasti maastolaskennoista saatujen kokemusten perusteella. Taulukossa 3.9. on esitetty ne laatu-tunnuksit, määrittelyt ja kriteerit, joilla jokaista yleisen liikennelaskennan yksittäistä laskentaa tällä hetkellä arvioidaan. (Liikennevirasto 2012c)

**Taulukko 3.9.** Yksittäisiä laskentoja arvioivat laatutunnusluvut. Tunnuslukuja kehitetään lisää jatkuvasti. (Sito & Tietomekka 2014)

Laatutunnusluku	Määrittely ja ehdot	Kriteeri
(H) Laskennan kesto	Laskenta-ajan havaintotuntien määrä, joilla tuntiliikennemäärä (q) > 0.	> 100 h > 80 h (W < 100)
(H2) Laskennan kesto, viikonloppu	Viikonlopun (pe - su) havaintotuntien määrä, joilla q > 0. Tunteja klo 21-06 välillä ei oteta huomioon.	> 42 h > 34 h (W < 100)
(H5) Yhtäjaksoisten tyhjen tuntien määrä	Yhtäjaksoisten tyhjen tuntien lukumäärä laskentajaksolta.	7h (W < 200) 5h (W: 200 - 500) 3h (W: 500 - 1500) 1h (W: 1500 - 3000) 0h (W > 3000) Ei myöskään nollatuntia alussa tai lopussa.
(S2) Suuntajakauma, ma tai ti tai ke tai to	Kunkin arkipäivän (ma, ti, ke, to) suunnan 1 liikennemäärän suhde saman päivän koko poikkileikkauksen liikennemäärään. Kunkin vuorokauden havaintotuntimäärän (q > 0) tulee olla vähintään 19 h.	0,42 - 0,58
(S4) Suuntajakauma, koko laskentajakso	Suunnan 1 koko laskentajakson liikennemäärän suhde koko poikkileikkauksen liikennemäärään.	0,44 - 0,56
(N) Keskinopeus	Suunnan 1 keskinopeuden suhde suunnan 2 keskinopeuteen päivittäin. Suunnan liikennemäärän tulee olla vähintään 50 ajoneuvoa.	0,85 - 1,15
(NR) Raskaiden ajoneuvojen keskinopeus	Suunnan 1 raskaiden ajoneuvojen keskinopeuden suhde suunnan 2 raskaiden ajoneuvojen keskinopeuteen päivittäin. Suunnan raskaiden liikennemäärän tulee olla vähintään 50 ajoneuvoa.	0,80 - 1,20
(NKH) Nopeuden keskihajonta	Suunnan 1 keskihajonnan suhde suunnan 2 keskihajontaan päivittäin. Suunnan liikennemäärän tulee olla vähintään 50 ajoneuvoa.	0,65 - 1,5
(R3%) Raskaiden osuus, poikkileikkaus	Raskaiden osuus lauantain liikennemäärästä.	< 11 %
(T1) q/Q	Tunnin liikennemäärän suhde koko vuorokauden liikennemäärään. Vuorokauden poikkileikkauksen määrän tulee olla yli 100 ajoneuvoa ja vertailtavan vuorokauden tulee olla täysi (24h).	< 15 %
(T2) q_yhd_s / Q_yhd_s	Tunnin yhdistelmien liikennemäärän suhde vuorokauden yhdistelmien liikennemäärään suunnittain. Suunnan yhdistelmien määrän tulee olla yli 10 ajoneuvoa ja vertailtavan vuorokauden tulee olla täysi (24h).	< 35 %
(M1) Samanaikaisuus	Samassa kohteessa (2-ajorataisilla teillä ja vilkkailla 1-ajorataisilla) eri laskentalaitteilla tehdyt mittaukset tulee alkaa ja loppua samalla tunnilla.	100 %
(M2) Kausisuhde	Kesän ja syksyn laskentojen liikennemäärien suhde.	0,65 - 2,10
(M3) Raskassuhde	Raskassuhde määritellään laskemalla mittausjakson keskimääräinen raskaiden ajoneuvojen vuorokausiliikenne (Q <sub>ras</sub> ) ja sen perusteella jaksojen välinen suhde. Raskaiden ajoneuvojen kokonaismäärän tulee olla vähintään 30 tai toisen suunnan raskaiden määrän yli 20.	0,50 - 2,00

Mikäli yksittäisen laskennan osalta jokin taulukossa esitetyistä raja-arvoista ylittyy, on laskentatietojen ja muiden saatavissa olevien laskentaan vaikuttavien tietojen puitteissa laskennalle tehtävä oikeellisuustarkastelu. Virheitä laskentaan saattaa syntyä muun muassa laitevioista, puutteellisesta laiteasennuksesta, ilkeistä, alueen poikkeuksellisista liikennejärjestelyistä tai epätavallisista sääolosuhteista, kuten voimakkaista sadekuuroista. Toisaalta jokin taulukon perusteella virheelliseltä vaikuttava laskentatulokset saattaa selittyä kyseisen kohteen luonteesta johtuvasta liikenteellisestä ominaisuudesta.

desta. Jos tarkastelun perusteella on syytä olettaa, että mittausdatassa on laatu puutteita, puutteet joko korjataan tai laskenta hylätään. (Liikennevirasto 2012c)

Tuntikohtaisia tietokantakorjauksia voidaan tehdä laskennan jälkeen, mikäli havaitaan liikennemäärän olleen hetkellisesti liian suuri tai pieni. Korjaukseen johtaneiden virheiden syyt on lisäksi selvitettävä. Mikäli korjausta ei voida tehdä, on laskenta hylättävä ja mahdollisuuksien mukaan uusittava toisella laskentakerralla. Hylättyjen laskentojen kokonaisuuden ja laatutunnuslukujen osalta poikkeavien laskentojen määrän perusteella määritellään laskentakauden päätteeksi mahdolliset arvonmuutokset palvelusopimukseen. (Liikennevirasto 2012c; Liikennevirasto 2014b)

Estimoinnin laatua tarkastellaan jatkuvilta pisteiltä (LAM-pisteet + alemman tieverkon jatkuvan laskennan pisteet) saadun laskentadatan ja niistä estimointimallien mukaan laskettujen KVL- ja KVLras-arvojen perusteella. Estimoituja arvoja voidaan näin verrata suoraan kohteen todelliseen vuoden aikana mitattuun KVL- tai KVLras-arvoon. Testijoukko muodostetaan jatkuvan laskennan kohteista, joilta on laskentatietoa vähintään 75 prosentilta (39 viikolta) koko vuoden tiedoista. Laatutarkastelu tehdään erikseen koko liikenteelle ja raskaalle liikenteelle kolmessa vaiheessa seuraavasti:

- Tarkastelu I
  - Tarkasteluun I valitaan valta- ja kantatiet sekä seutu- ja yhdysteistä ne, joilla KVL on yli 1000. Tarkastelu tehdään LAM-aineiston perusteella.
- Tarkastelu II
  - Tarkasteluun II valitaan seutu- ja yhdystiet, joilla KVL on yli 100, mutta alle 1000. Tarkastelu tehdään LAM-aineiston ja vähäliikenteisten tiedon jatkuvan laskentadatan avulla (voidaan hyödyntää myös aikaisempien vuosien jatkuvien laskentojen aineistoja).
- Tarkastelu III
  - Tarkasteluun III valitaan yhdystiet, joilla KVL on alle 100. Tarkastelussa estimoitua liikennetietoa verrataan laskentojen historiatietoon, ja sen avulla selvitetään kuinka paljon liikennetieto on muuttunut laskentakieron aikana. Tarkastelu III ei johda arvonmuutoksiin palvelusopimuksessa.

(Sito 2013)

Valitulle testausjoukolle tuotetaan estimointimallien mukaiset liikennemäärätiedot, joita verrataan todellisiin liikennemääriin. Laatupoikkeama lasketaan kaavalla:

$$\text{Laatupoikkeama} = \frac{KVL_{\text{todellinen}} - KVL_{\text{estimoitu}}}{KVL_{\text{todellinen}}}$$

KVL-estimaattien laatupoikkeamat arvioidaan valtakunnallisesti ja ne luokitellaan taulukon 3.10. mukaisesti luokkiin. Tarkastelujoukoille I ja II on määritelty KVL:stä riippuvat hyväksymisrajat, joihin testijoukon estimoituja liikennemääräarvoja verrataan. Tarkastelujoukkoon III kuuluvia vähäliikenteisiä teitä (KVL alle 100) ei arvostella. Myöskään ramppilaskentoja ei huomioida estimoinnin laatuarvioinnissa. Vastaava tar-

kastelu samalle testijoukolla tehdään raskaan liikenteen osalta taulukon 3.11. mukaisesti. (Liikennevirasto 2012c)

**Taulukko 1.10. Laatupoikkeamien luokittelurajat. (Liikennevirasto 2012c)**

KVL	Sallittu laatupoikkeama	Ylitys	Huomattava ylitys	Laatutarkastelu
≥ 8 000 1-ajorata	< 8 %	8 - 12 %	> 12 %	<b>Tarkastelu I</b>
≥ 16 000 2-ajorata				
≥ 1 000	< 10 %	10 - 15 %	> 15 %	<b>Tarkastelu I</b>
≥ 200	< 15 %	15 - 20 %	> 20 %	<b>Tarkastelu II</b>
≥ 100	< 25 %	25 - 30 %	> 30 %	<b>Tarkastelu II</b>
< 100	<b>Ei arvostella</b>	<b>Ei arvostella</b>	<b>Ei arvostella</b>	<b>Tarkastelu III</b>

**Taulukko 3.11. Laatupoikkeamien luokittelurajat (raskas liikenne). (Liikennevirasto 2012c)**

KVLras	Sallittu laatupoikkeama	Vähäinen ylitys	Huomattava ylitys
≥ 50	< 20,0 %	> 20,0 %	> 30,0 %
10...49	< 10 ajon	≥ 10 ajon	≥ 20 ajon
Alle 10	<b>Ei arvostella</b>	<b>Ei arvostella</b>	<b>Ei arvostella</b>

Palvelusopimuksen mukaiset sallitut raja-arvot eritasoisten laatupoikkeamien osuiksille tarkasteluluokittain koko testiaineistosta ovat:

- KVL, ylitys: max. 10 %
- KVL, huomattava ylitys: max. 5 %
- KVLras, ylitys: max. 10 %
- KVLras, huomattava ylitys: max. 5 %

Huomionarvoista on, että ylityksiin sisältyy myös huomattavat ylitykset. Laatupoikkeamien määrän ja suuruuden perusteella määritetään palvelusopimuksen mukaiset mahdolliset arvonmuutokset. (Liikennevirasto 2012c)

### 3.8 Nykyisten estimointimallien laatutarkastelu

Yleisessä liikennelaskennassa estimoitujen liikennemäärätunnuslukujen laatua arvioidaan kappaleessa 3.6 esitetyn menetelmän mukaisesti. Vuoden 2013 lopulla laadunosoituksen testijoukoksi valittiin kaikki soveltuvat jatkuvan aineiston laskentapistet (LAM-pisteet sekä vähäliikenteisten teiden jatkuvan laskennan pisteet) ja kaikki mahdolliset laskentaviikot, joilla yleisen liikenteen laskentoja oli suoritettu. Tarkastelusta jätettiin pois ne LAM-pisteet, joilla laskentadataa oli alle 75 prosentilta koko vuoden aineistosta sekä ne, joilla liikenteen kehitys oli ollut poikkeuksellisen suurta (yli 10 prosentin kehitys vuoden aikana). Lisäksi testiaineistosta jätettiin pois ne pisteet, joissa havaittiin muuta poikkeuksellisuutta (esimerkiksi toinen suunta puuttuu kokonaan tai piste kuuluu kevätkuokkaan). (Sito 2013)

Laadunosoitus suoritettiin erikseen tarkasteluluokalle I (KVL yli 1000) ja tarkasteluluokalle II (KVL 100–1000). Tarkastelussa käytettiin nykyistä regressiomallia sekä

viikkomallia, joiden avulla estimoinnit suoritettiin. Yleisessä liikennelaskennassa marginaalisessa osassa olevat laskentamallit laskettiin viikkomallin avulla. Viikkomallin avulla estimointi tehtiin kaikissa tapauksissa yhden viikon laskentatuloksen perusteella, jolloin laskentatulos on todellista, mahdollisesti useamman viikon avulla tehtyä estimointia epätarkempi. Laadunosoitus eri tarkasteluluokissa tehtiin seuraavien periaatteiden mukaisesti:

- Tarkastelu I
  - Tarkasteluun I valittiin laskentamallit Y1 (regressiomalli) ja Y2 (viikkomalli), joista jälkimmäisellä laskettiin kaikki marginaaliset laskentamallit kuten Y3, Y4 ja Y6. Laskentamallia Y2 tarkasteltiin kaikissa tapauksissa vain yhden viikon laskennan perusteella, joten tulos sen osalta on heikompi mitä todellisuudessa on tuotettu. Y1-tarkastelulaskennat tehtiin kaikilla mahdollisilla regressiomallin viikkopareilla, joilla viikkoerotus on 11, 12 tai 13. Y2-tarkastelulaskennat tehtiin niistä viikoista, joilla laskentoja suoritettiin vuonna 2013 Y2, Y3, Y4 ja Y6 -malleilla. Tarkastelu I tehtiin LAM-pisteiden laskentadatan perusteella.
- Tarkastelu II
  - Tarkasteluun II valittiin laskentamallit Y1 (regressiomalli) ja YA (viikkomalli), joista jälkimmäisellä laskettiin kaikki marginaaliset laskentamallit kuten Y2, Y3, Y4 ja Y6. Laskentamalli YA oli estimoinnin suhteen yhteneväinen tarkastelussa I käytetyn Y2-mallin kanssa. Laskentamallia YA tarkasteltiin yhden viikon laskennan perusteella, joten tulos sen osalta on heikompi mitä todellisuudessa on tuotettu. YA-tarkastelulaskennat tehtiin niistä viikoista, joilla laskentoja tehtiin vuonna 2013 yhden viikon laskentamallin mukaisilla kevät- tai syksyviikoilla. Tarkastelu II tehtiin pääasiassa alemman tieverkon jatkuvien mittauspisteiden laskentadatan perusteella.

Vuonna 2013 yleisessä liikennelaskennassa laskettiin 3596 laskentaväliä. Selvästi suurin osa laskennoista tehtiin viikoilla 26–32 sekä viikoilla 38–44. Regressiomallin mukaisen laskentojen lisäksi näillä viikoilla tehtiin satunnaisia projektilaskentoja sekä syksyllä viikkomallin mukaisia laskentoja. Ramppilaskentoja ja projektilaskentoja tehtiin viikoilla 21–22 ja viikkomallin mukaisia kevätlaskentoja viikoilla 11–12. Estimointi tehtiin viikkomallin mukaisesti yhden viikon laskennan perusteella myös kohteissa, joissa regressiomallin mukainen laskenta jouduttiin toisen viikon osalta hylkäämään. Vuoden 2013 eri laskentamallien mukaiset laskenta-ajankohdat, laskentamäärät ja osuudet koko yleisen liikennelaskennan laskentamäärästä (3596) on esitetty taulukossa 3.12. (Sito 2013)

**Taulukko 3.12.** Vuoden 2013 mukaiset laskentamallit, niiden toteutusajankohdat ja eri malleilla laskettujen kohteiden kokonaismäärät. (Sito 2014)

YL 2013	Tarkastelu I		Tarkastelu II	
viikko	Y1	Y2	Y1	YA
11				x
12				x
21		x		
22		x		
26	x		x	
27	x	x	x	
28	x	x	x	
29	x	x	x	
30	x	x	x	
31	x	x	x	
32	x	x	x	
33		x		
38	x	x	x	x
39	x	x	x	x
40	x	x	x	x
41	x	x	x	x
42	x	x	x	x
43	x	x	x	x
44	x	x	x	x
<b>MÄÄRÄ</b>	986	33	1136	398
<b>OSUUS YL:STÄ</b>	27,4 %	0,9 %	31,6 %	11,1 %

Mukana testijoukossa oli enimmillään 358 LAM-pistettä ja 30 (eli kaikki) alemman tieverkon jatkuvaa mittauspistettä. Y1-mallin mukaiset tarkastelut tehtiin kaikille mahdollisille regressiomallin viikkopareille (ensimmäinen laskentaviikko 26–32), joilla viikkoerotus oli 11, 12 tai 13, ja joilta laskentadataa oli saatavissa. Viikkomallin (Y2 ja YA) mukaiset tarkastelut tehtiin kaikille mahdollisille viikoille, joilla viikkomallin mukaisia laskentoja oli vuonna 2013 suoritettu, ja joilta laskentadataa oli saatavissa. Testipisteiden määrät sekä testattavien viikkoparien tai viikkoparien määrät tarkasteluluokittain ja malleittain on esitetty taulukossa 3.13. (Sito 2014)



**Taulukko 3.13. Testiaineiston koko malleittain ja tarkasteluluokittain. (Sito 2014)**

Y1 (regressiomalli)		
Tarkastelu I (KVL > 1000)		
Tyyppi	Määrä	Viikkopareja
LAM	360	7101
Jatkuvat	0	0
<b>Yhteensä</b>	<b>360</b>	<b>7101</b>

Y1 (regressiomalli)		
Tarkastelu II (100 < KVL < 1000)		
Tyyppi	Määrä	Viikkopareja
LAM	4	26
Jatkuvat	29	588
<b>Yhteensä</b>	<b>33</b>	<b>614</b>

Y2 (viikkomalli)		
Tarkastelu I (KVL > 1000)		
Tyyppi	Määrä	Viikkoja
LAM	362	5655
Jatkuvat	0	0
<b>Yhteensä</b>	<b>362</b>	<b>5655</b>

YA (viikkomalli)		
Tarkastelu II (100 < KVL < 1000)		
Tyyppi	Määrä	Viikkoja
LAM	6	11
Jatkuvat	30	261
<b>Yhteensä</b>	<b>36</b>	<b>272</b>

Laatutarkastelussa regressiomallin ja viikkomallin mukaiset KVL- ja KVLras-arvot estimoitiin taulukossa 3.12. esitetyille viikoille taulukon 3.13. mukaisten jatkuvien pisteiden laskentadatan avulla. Estimoituja tuloksia verrattiin jatkuvien mittauspisteiden todellisiin KVL- ja KVLras-arvoihin. Laatu poikkeama jokaiselle pisteelle jokaisen viikon tai viikkoparin osalta laskettiin edellä esitettyyn tapaan vertaamalla estimoitua arvoa kohteen todelliseen arvoon. Laatu poikkeamat jaoteltiin taulukoiden 3.10 ja 3.11. mukaisiin liikennemäärästä riippuviin ylityksiin ja huomattaviin ylityksiin (ylitysten sisältäessä myös huomattavat ylitykset). Testiaineistossa esiintyneet laatu poikkeamien määrät eri malleille ja tarkasteluluokille on esitetty taulukossa 3.14. (Sito 2014)

**Taulukko 3.14. Laatupoikkeamien määrät malleittain ja tarkasteluluokittain. (Sito 2014)**

Y1 (regressiomalli)				
Tarkastelu I (KVL > 1000)				
KVL-raja		Sallittuja	Ylittäviä	Huomattavasti ylittäviä
≥ 8000	(1-ajorata)	1018	20	0
≥ 16000	(2-ajorata)	1957	22	1
≥ 1000		3971	89	23
Yhteensä		6946	131	24
KVLras-raja		Sallittuja	Ylittäviä	Huomattavasti ylittäviä
≥ 50		7059	31	4
10–49		7	0	0
< 10		0	0	0
Yhteensä		7066	31	4

Y1 (regressiomalli)				
Tarkastelu II (100 < KVL < 1000)				
KVL-raja		Sallittuja	Ylittäviä	Huomattavasti ylittäviä
≥ 200		516	16	22
≥ 100		60	0	0
Yhteensä		576	16	22
KVLras-raja		Sallittuja	Ylittäviä	Huomattavasti ylittäviä
≥ 50		21	0	0
10–49		521	31	0
< 10		41	0	0
Yhteensä		583	31	0

Y2 (viikkomalli)				
Tarkastelu I (KVL > 1000)				
KVL-raja		Sallittuja	Ylittäviä	Huomattavasti ylittäviä
≥ 8000	(1-ajorata)	763	48	18
≥ 16000	(2-ajorata)	1408	120	50
≥ 1000		2965	197	86
Yhteensä		5136	365	154
KVLras-raja		Sallittuja	Ylittäviä	Huomattavasti ylittäviä
≥ 50		5496	111	36
10–49		11	1	0
< 10		0	0	0
Yhteensä		5507	112	36

YA (viikkomalli)				
Tarkastelu II (100 < KVL < 1000)				
KVL-raja		Sallittuja	Ylittäviä	Huomattavasti ylittäviä
≥ 200		215	10	14
≥ 100		33	0	0
Yhteensä		248	10	14
KVLras-raja		Sallittuja	Ylittäviä	Huomattavasti ylittäviä
≥ 50		9	0	0
10–49		223	22	1
Yhteensä		232	22	1

Koko testiaineistossa vuonna 2013 esiintyneet (taulukon 3.14. mukaiset) laatupoikkeamien määrät testiaineiston kokoon suhteutettuna tarkasteluluokittain ja laskentamalleittain on esitetty taulukossa 3.15.

**Taulukko 3.15.** Laatupoikkeamien osuudet malleittain ja tarkasteluluokittain. (Sito 2014)

YL 2013	Tarkastelu I		Tarkastelu II	
	Y1	Y2	Y1	YA
KVL, ylitys	2,2 %	9,2 %	6,2 %	8,8 %
KVL, huomattava ylitys	0,3 %	2,7 %	3,6 %	5,2 %
KVLras, ylitys	0,5 %	2,6 %	5,1 %	9,0 %
KVLras, huomattava ylitys	0,1 %	0,6 %	0,0 %	0,4 %
Laskentamäärä, kpl (tarkastelun edustavuus)	984	33	1138	374

Mahdollisiin sopimuksen arvonmuutoksiin johtava laatuarviointi tehdään tarkasteluluokittain. Malleittain tehdyt vuoden 2013 tarkastelut on yhdistetty taulukossa 3.16., jossa on esitetty myös palvelusopimuksen mukaiset sallitut raja-arvot laatupoikkeamien määrälle. (Sito 2014)

**Taulukko 3.16.** Lopullinen laatuarviointi. Laatupoikkeamien osuudet tarkasteluluokittain. (Sito 2014)

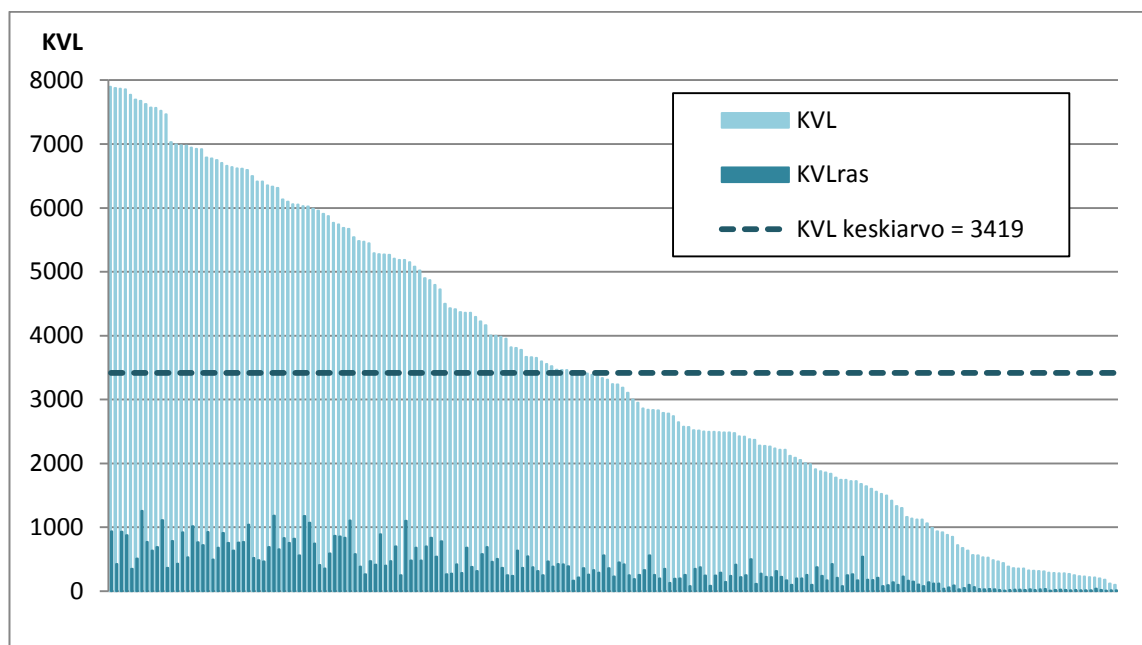
YL 2013	Tarkastelu I	Tarkastelu II	sallittu raja
KVL, ylitys	2,4 %	6,8 %	10 %
KVL, huomattava ylitys	0,4 %	4,0 %	5 %
KVLras, ylitys	0,6 %	6,1 %	10 %
KVLras, huomattava ylitys	0,1 %	0,1 %	5 %
Laskentamäärä, kpl (tarkastelun edustavuus)	1017	1512	
Osuus YL:stä (3596 kpl)	28,3 %	42,0 %	

Lopullisessa laatuarvioinnissa Y1-mallilla eli regressiomallilla estimoidut kohteet korostuvat niiden edustaessa selvästi suurinta osaa kaikista yleisen liikennelaskennan laskennoista (erityisesti tarkasteluluokassa I). Näin ollen myös laatuarviointi painottuu todellisen laskentajakauman mukaisesti.

## 4 KAHDEN VIIKON LASKENTAAN PERUSTUVAT ESTIMOINTIMALLIT

### 4.1 Testimenetelmät ja vertailtavat mallit

Nykyisen regressiomallin sekä muiden kahden viikon laskentaan pohjautuvien vertailuun valittujen estimointimallien laatua testattiin tarkemmin jatkuvista mittauspisteistä muodostetun testiaineiston avulla. Tarkempaa vertailua varten kaikista jatkuvista mittauspisteistä muodostettiin uusi yhtenäinen testijoukko, johon valittiin kaikki mahdolliset kappaleen 3.8. reunaehtojen mukaiset LAM- sekä alemman tieverkon mittauspisteet. Yleisen liikennelaskennan vuosittaisista laskentakohteista vain noin neljässä prosentissa KVL-arvo on suurempi kuin 8000, joten myös testijoukko suodatettiin käyttämään ainoastaan kohteita, joissa KVL on alle 8000. Tällä rajauksella testijoukon voidaan katsoa edustavan melko hyvin todellisia yleisen liikennelaskennan laskentakohteita. Testijoukkoon saatiin ehtojen mukaisesti valittua 169 LAM-pistettä sekä kaikki 30 alemman tieverkon jatkuvaa mittauspistettä. KVL vaihteli 199 testipisteen sisällä 99:stä 7898:aan kuvan 4.1. mukaisesti.



*Kuva 4.1. Testijoukon pisteiden liikennemääräkoostumus.*

Testijoukon kohteiden keskimääräinen KVL-arvo oli 3419 ja keskimääräinen KVLras-arvo 371. Vertailun vuoksi esimerkiksi vuonna 2013 yleisessä liikennelaskennassa kahden laskennan pohjalta estimoiduissa kohteissa KVL:n keskiarvo oli 1977 ja

KVLras:n keskiarvo 139. Testijoukko koostui siis keskimäärin hieman yleisen liikennelaskennan todellisia laskentakohteita vilkasliikennemääräisemmistä kohteista.

Mallien tuottamien estimaatteja vertailtiin vuonna 2013 testipisteillä mitattujen liikennemäärätietojen avulla. Aineistona oli kaikkien pisteiden kesäviikoilla 26–32 mitattu viikon keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä  $W_{\text{kesä}}$  sekä syksyviikoilla 38–44 mitattu viikon keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä  $W_{\text{syksy}}$ . Lisäksi tiedossa oli kunkin pisteen todellinen KVL-arvo, johon kahden viikon laskennan pohjalta estimoituja liikennemääräarvoja voitiin verrata. Vastaavat arvot tunnettiin myös raskaan liikenteen osalta. Mikäli liikennemäärätieto jonkin pisteen joltakin viikolta puuttui, jätettiin kyseinen viikko tarkasteluissa huomioimatta.

Yleisen liikennelaskennan nykyisessä regressiomallissa kesän ja syksyn laskennat suoritetaan samassa kohteessa 12 viikon viikkoerotuksen mukaisesti ennalta määritellyinä kiinteinä laskentaviikkopareina. Testiaineistosta muodostettiin kuitenkin 12 viikon viikkoerotuksen lisäksi myös kaikki muut mahdolliset viikkopariyhdistelmät, jotta voitiin tutkia kuinka suuri vaikutus kiinteästä viikkopariajattelusta poikkeamisella on estimaatin tarkkuuteen. Eri viikkopariyhdistelmiä saatiin seitsemän kesäviikon ja seitsemän syksyviikon pohjalta muodostettua 49 kappaletta. Näistä eri viikkoparierotuksen mukaisia yhdistelmiä oli 13, viikkoerotuksen vaihdellessa kuudesta 18:aan. Kaikki mahdolliset viikkopariyhdistelmät muodostettiin kaikilta 199 testipisteeltä, joilta testiviikon liikennemäärätieto oli saatavilla. Aineiston kooksi tuli 9674.

Testiaineistossa eniten oli viikkoerotuksen 12 mukaisia kohteita ja aineiston koko pieneni tasaisesti ääripään viikkoerotuksia kohden. Luonnollisesti kesäjakson ensimmäisistä viikoista oli muodostettavissa ainoastaan suuren viikkoerotuksen viikkopareja kun taas kesäjakson viimeisistä viikoista ainoastaan pienen viikkoerotuksen viikkopareja; viikkoerotus 12 oli muodostettavissa kaikkien kesäviikkojen osalta. Eri viikkoeroituksilla muodostetut testiviikkoparit on esitetty taulukossa 4.1.

**Taulukko 4.1.** Eri viikkoerotuksia vastaavat viikkoparit testiaineistossa.

viikkoerotus	viikkoparit
6	32/38
7	31/38, 32/39
8	30/38, 31/39, 32/40
9	29/38, 30/39, 31/40, 32/41
10	28/38, 29/39, 30/40, 31/41, 32/42
11	27/38, 28/39, 29/40, 30/41, 31/42, 32/43
12	26/38, 27/39, 28/40, 29/41, 30/42, 31/43, 32/44
13	26/39, 27/40, 28/41, 29/42, 30/43, 31/44
14	26/40, 27/41, 28/42, 29/43, 30/44
15	26/41, 27/42, 28/43, 29/44
16	26/42, 27/43, 28/44
17	26/43, 27/44
18	26/44

Kesä- ja syksyviikolla laskettujen liikennemäärien sekä kesän laskentaviikon perusteella määritellyn laskentajakson avulla kunkin testipisteen kullekin viikkopariyhdistelmälle määritettiin kausivaihteluluokka. Luokkaan 5 ei yksikään testiaineiston piste kuulunut ja luokka 6 jätettiin tarkasteluista pois, koska sen osuus testiaineistosta olisi ollut hyvin marginaalinen. Testiaineiston jokaiselle pisteelle oli tiedossa viikkojen 28 ja 40 perusteella laskettu nykymenettelyn mukainen todellinen kausivaihteluluokka, mutta kausivaihteluluokka laskettiin lisäksi jokaiselle pisteelle todellisten testattavien viikkojen ja näistä muodostetun viikkoparin perusteella. Toisin sanoen L-arvo laskettiin suoraan testiviikkoparien viikkoliikennemääristä, jonka jälkeen kausivaihteluluokka määriteltiin taulukon 3.1. mukaisesti (viikkojakson määräytyessä kesän laskentaviikosta). Näin voitiin selvittää kuinka tarkkoja estimaatteja eri malleilla todellisuudessa saataisiin myös ääripään viikkoerotuksia käytettäessä, ilman että todellista viikkoerotuksen 12 mukaan laskettua kausivaihteluluokkaa tiedettäisiin.

Kausivaihteluluokkien osalta 3,3 prosenttia testiaineiston kohteista kuului luokkaan 1, 39,3 prosenttia luokkaan 2, 48,1 prosenttia luokkaan 3 ja 9,3 prosenttia luokkaan 4. Vertailun vuoksi yleisessä liikennelaskennassa vuonna 2013 kahden laskennan pohjalta estimoiduissa kohteissa vastaavat prosenttiosuudet olivat 8,2, 42,7, 37,2 ja 11,9. Eri viikkoerotusten määrä testiaineistossa sekä aineiston jakautuminen kausivaihteluluokittain on esitetty taulukossa 4.2.

**Taulukko 4.2.** Kausivaihteluluokkien ja eri viikkoerotusten osuudet testiaineistossa.

kausivl		viikkoerotus													YHT	vert.
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	N / osuus	YL 2013
1	N	28	41	49	48	41	39	33	21	12	6	4	0	0	322 3,3%	8,2%
2	N	152	233	286	363	455	489	533	416	320	248	166	97	41	3799 39,3%	42,7%
3	N	16	115	241	352	453	589	708	625	538	421	323	187	90	4658 48,1%	37,2%
4	N	3	9	21	33	46	76	108	121	114	110	93	103	58	895 9,3%	11,9%
YHT	N	199	398	597	796	995	1193	1382	1183	984	785	586	387	189	9674	
	osuus	2,1%	4,1%	6,2%	8,2%	10,3%	12,3%	14,3%	12,2%	10,2%	8,1%	6,1%	4,0%	2,0%	100,0%	

Määritettäessä kausivaihteluluokka suoraan testattavan viikkoparin perusteella poikesei luokitus laskentapisteen todellisesta 12 viikon viikkoerotuksella lasketusta luokituksista noin viidenneksessä tapauksista. Luonnollisesti eniten poikkeavia tulkintoja aiheutui ääripään viikkoerotuksia (erityisesti viikkoerotuksia 6, 7, 8, 17 ja 18) käytettäessä. Valtaosassa tapauksista luokat 1 ja 2 tai luokat 2 ja 3 sekoittuivat keskenään. Estimoinnin tarkkuuden voidaan olettaa hieman parantuvan ääripään viikkoerotuksilla, mikäli jokainen testipiste olisi lukittu käyttämään kiinteällä viikkoerotuksella laskettua kausivaihteluluokkaa. Kiinteän viikkoerotuksen mukaan laskettu luokka ei kuitenkaan ole tiedossa lyhytaikaisissa otoslaskennoissa, mikäli laskenta tehtäisiin muulla kuin 12

viikon viikkoerotuksella, joten sitä ei myöskään käytetty testiaineiston estimaattien laskennassa. Varsinaista vertailua varten aineisto voitiin tarvittaessa helposti suodattaa koskemaan ainoastaan esimerkiksi viikkoparierotuksen 12 mukaisia yhdistelmiä, eli nykyisessä regressiomallissa käytettyjä laskentajaksoja, jolloin myös tulokset olisivat täysin vertailukelpoisia nyky menetelmään nähden.

Ensimmäisessä vaiheessa vertailuun valittiin neljä erilaista mallia. Ensimmäiseksi malliksi eli vaihtoehdoksi 0 valittiin yleisessä liikennelaskennassa käytetty nykyinen regressiomalli. Toiseksi malliksi eli vaihtoehdoksi 1 valittiin Tapio Luttisen ”Yleisen liikennelaskennan laadun arviointi yhdysteillä” -julkaisussa esitelty ns. viikkokerroinmalli. (Tielikelaitos 2007) Kolmanneksi vertailtavaksi malliksi eli vaihtoehdoksi 2 valittiin ns. painotettu viikkokerroinmalli, joka poikkeaa viikkokerroinmallista siten, että syyskaudella suoritettua laskentaa painotetaan 80 prosentilla ja kesäkaudella suoritettua laskentaa 20 prosentilla. Idea mallista on esitetty niin ikään edellä esitetyssä julkaisussa. Viimeiseksi vertailtavaksi malliksi valikoitui ns. yhdistelmämalli, jossa viikkokerroinmallin mukaiset kesän ja syksyn laskentojen pohjalta lasketut estimaatit on jaettu omiksi muuttujikseen, joille molemmille on laskettu omat regressiokertoimet eri viikko- ja kausivaihteluluokille. Kaikki vertailtavat mallit perustuvat laskettavan välin kausivaihteluluokan määrittämiseen ja sitä kautta laskettaviin laskenta-ajankohdasta riippuviin kertoiimiin. Tämä perusajatus on pääpiirteissään yhtenäinen suurimmassa osassa laskentamalleja myös muissa pohjoismaissa.

Jokaisen testipisteen jokaiselle 9674 viikkopariyhdistelmälle laskettiin kaikkien mallien mukaiset KVL- ja KVLras-estimaatit. Saatuja estimaatteja verrattiin kohteen todelliseen laskettuun liikennemääräarvoon. Estimaatin ja todellisen arvon perusteella laskettiin kussakin tapauksessa virheen suuruus eli estimaatin laatupoikkeama aikaisempaan tapaan vertaamalla estimoitua arvoa kohteen todelliseen arvoon.

#### 4.1.1 VE0, nykyinen regressiomalli

Regressiomallilla tuotetaan lähes poikkeuksetta kaikki kahden laskentaviikon pohjalta tehdyt estimoinnit nykyisessä yleisessä liikennelaskennassa. Laskennat tehdään kesällä ja syksyllä 12 viikon välein samassa kohteessa. Testiaineiston kohteille laskettiin kaikkien mahdollisten viikkoparien mukaiset KVL-estimaatit regressiomallin mukaisesti kaavalla

$$KVL = a * W_{kesä} + b * W_{syksy}$$

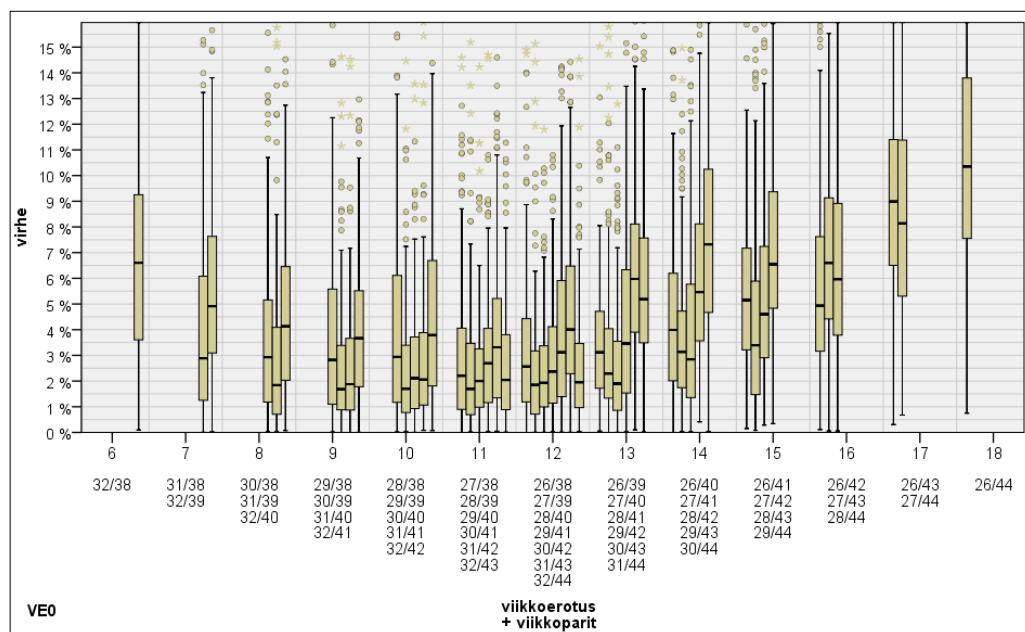
Raskaan liikenteen osalta estimaatit laskettiin samaan tapaan käyttäen raskaan liikenteen laskettuja viikkoliikennemääriä ja raskaan liikenteen regressiokertoimia. Regressiokertoimet laskettiin kesän laskentaviikon pohjalta määritetyn viikkoluokan sekä viikkoluokan ja laskentojen suhdeluvun perusteella määritetyn kausivaihteluluokan avulla. kausivaihteluluokan avulla. Taulukossa 4.3. on esitetty regressiomallin mukaan

laskettujen estimaattien virheen itseisarvojen keskiarvo, todellisen virheen mediaani sekä keskijajonta. Saadut tunnusluvut jaoteltiin eri viikkoerotuksen mukaisiin luokkiin.

**Taulukko 4.3.** VE0:n mukaan laskettujen estimaattien keskeisimmät tunnusluvut.

viikkoerotus	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>KVL-estimaatti</b>													
virheen suuruus keskimäärin	7,3 %	5,2 %	4,1 %	3,5 %	3,5 %	3,2 %	3,3 %	4,4 %	5,3 %	5,8 %	6,8 %	9,2 %	10,7 %
mediaanivirhe	6,6 %	3,9 %	2,3 %	1,4 %	0,7 %	-0,1 %	-1,3 %	-3,0 %	-4,1 %	-4,9 %	-5,8 %	-8,7 %	-10,4 %
keskijajonta	5,6 %	5,4 %	5,1 %	4,8 %	5,1 %	4,7 %	4,6 %	4,8 %	5,2 %	4,9 %	5,1 %	4,8 %	4,7 %
<b>KVLras-estimaatti</b>													
virheen suuruus keskimäärin	6,5 %	6,4 %	6,6 %	6,3 %	6,1 %	5,8 %	5,8 %	5,9 %	5,9 %	5,9 %	6,4 %	7,2 %	7,7 %
mediaanivirhe	2,1 %	1,6 %	1,6 %	1,3 %	0,7 %	-0,1 %	-1,0 %	-1,5 %	-2,2 %	-3,0 %	-3,9 %	-5,3 %	-6,0 %
keskijajonta	8,9 %	8,8 %	9,8 %	9,4 %	9,5 %	9,4 %	9,3 %	9,1 %	8,8 %	8,2 %	8,1 %	7,7 %	7,8 %

Taulukosta havaitaan, että ääripään viikkoerotuksia käytettäessä virheen suuruus kasvaa selvästi. Pientä viikkoerotusta käytettäessä estimaatit tuottavat keskimäärin liian suuria arvoja kun taas suurta viikkoerotusta käytettäessä estimaatit tuottavat liian pieniä arvoja. Keskimäärin tarkimmat estimaatit saadaan viikkoerotuksilla 9–12. Pienimmillään virhe on keskimäärin 3,2 prosenttia (viikkoerotus 11) kun taas suurimmillaan se kasvaa jopa 10,7 prosenttiin (viikkoerotus 18). Raskaalla liikenteellä trendi on samansuuntainen, mutta ei yhtä selkeä; virhe on keskimäärin hieman suurempi, mutta jää ääripään viikkoerotuksia käytettäessä hieman KVL-estimaatin virhettä pienemmäksi. Kaikkien viikkoparien tuottamien VE0:n mukaisten KVL-estimaattien virheen suuruuden mediaani, ala- ja yläkvartiili sekä suurin ja pienin arvot on esitetty boxplot-kaaviona kuvassa 4.2.



**Kuva 4.2.** VE0:n mukaan laskettu keskimääräinen virheen suuruus eri viikkoerotuksilla.



Kaaviosta havaitaan, että myös saman viikkoerotuksen sisällä on jonkin verran eroja estimaattien tarkkuudessa käytetystä viikkoparista riippuen. Esimerkiksi nykyisin käytössä olleella 12 viikon viikkoerotuksella heikoimman viikkoparin (31/43) virheen suuruuden mediaani on yli 4 prosenttia kun se parhaalla viikkoparilla (27/39) samalla viikkoerotuksella on alle 2 prosenttia. Tuloksista havaitaan, että syksyn viikoista erityisesti viikot 39 ja 40 tuottavat keskimäärin tarkimpia estimaatteja useimpien kesäviikkojen parina. Yksittäisiä viikkoja selvästi suurempi vaikutus estimaatin tarkkuuteen on kuitenkin käytetyllä viikkoerotuksella.

#### 4.1.2 VE1, viikkokerroinmalli

Viikkokerroinmalli on käytännössä yhtenevä nykyisin käytössä olevan viikkomallin kanssa tilanteissa, joissa laskenta on suoritettu kahdessa viikon mittaisessa jaksossa vuoden aikana, kuitenkin regressiomallin viikkopareista poiketen. Vertailun tarkoituksena olikin selvittää kuinka kilpailukykyinen malli olisi, mikäli sitä käytettäisiin kaikissa kahden viikon laskennoissa nykyisen regressiomallin sijaan. Viikkokerroinmallin mukaiset estimaatit koko testiaineistolle laskettiin kaavalla

$$KVL = \frac{W_{kesä} + W_{syksy}}{K_{kesä} + K_{syksy}}$$

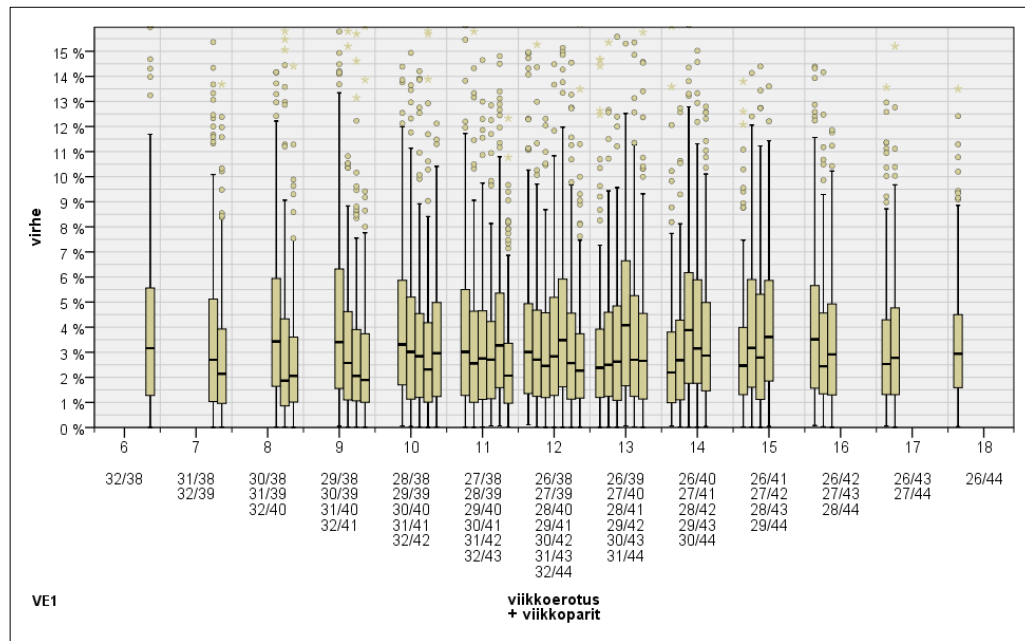
Raskaan liikenteen osalta vastaavat estimaatit laskettiin käyttäen raskaan liikenteen laskettuja viikkoliikennemääriä ja raskaan liikenteen kausivaihtelukertoimia. Kausivaihtelukertoimet laskettiin laskentaviikon sekä viikkoluokan ja laskentojen suhdeluvun perusteella määritetyn kausivaihteluluokan avulla. Keskeisimmät tunnusluvut viikkokerroinmallin osalta on esitetty taulukossa 4.4.

**Taulukko 4.4.** VE1:n mukaan laskettujen estimaattien keskeisimmät tunnusluvut.

viikkoerotus	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>KVL-estimaatti</b>													
<b>virheen suuruus keskimäärin</b>	4,1 %	3,7 %	3,6 %	3,6 %	3,8 %	3,6 %	3,6 %	3,7 %	3,8 %	3,8 %	3,8 %	3,5 %	3,6 %
<b>mediaanivirhe</b>	2,4 %	1,1 %	0,7 %	0,5 %	0,4 %	0,2 %	-0,1 %	-0,5 %	-1,0 %	-1,2 %	-1,5 %	-1,8 %	-2,7 %
<b>keskihajonta</b>	5,5 %	5,3 %	5,4 %	5,2 %	5,5 %	5,2 %	5,1 %	5,4 %	5,4 %	5,2 %	5,2 %	4,5 %	4,3 %
<b>KVLras-estimaatti</b>													
<b>virheen suuruus keskimäärin</b>	6,0 %	6,3 %	6,7 %	6,4 %	6,3 %	6,1 %	6,0 %	6,0 %	5,9 %	5,8 %	5,7 %	5,5 %	5,1 %
<b>mediaanivirhe</b>	0,7 %	0,5 %	0,7 %	0,5 %	0,4 %	0,3 %	0,1 %	-0,1 %	-0,5 %	-0,8 %	-1,0 %	-1,3 %	-1,6 %
<b>keskihajonta</b>	8,5 %	8,7 %	10,4 %	10,5 %	10,3 %	10,6 %	10,5 %	10,7 %	10,2 %	10,4 %	10,1 %	9,2 %	8,4 %

VE1:n mukainen virhe KVL- ja KVLras-estimaateille ei ole läheskään niin riippuvainen käytetystä viikkoerotuksesta kuin VE0:lla. Pienimmillään virhe on keskimäärin 3,5 prosenttia ja suurimmillaan 4,1 prosenttia. Virheen suuruuden ja käytetyn viikkoero-

tuksen välillä ei ole havaittavissa selkeää yhteyttä. Pienillä viikkoerotuksilla VE1 tuottaa VE0:n tapaan liian suuria estimaatteja ja suurilla viikkoerotuksilla liian pieniä estimaatteja; tulos ei kuitenkaan ole ollenkaan niin selkeä kuin VE0:ssa. Myös raskaan liikenteen osalta trendi on samansuuntainen. Sekä KVL- että KVLras-estimaattien osalta VE1 tuottaa viikkoerotuksen 12 tuntumassa hieman VE0:aa heikompia tuloksia, mutta kuitenkin selvästi tasalaatuisempia tuloksia ääripään viikkoerotuksia kohti mentäessä. VE1:n mukaisten kaikkien testiviikkoparien KVL-estimaattien virhe on esitetty boxplot-kaaviona kuvassa 4.3.



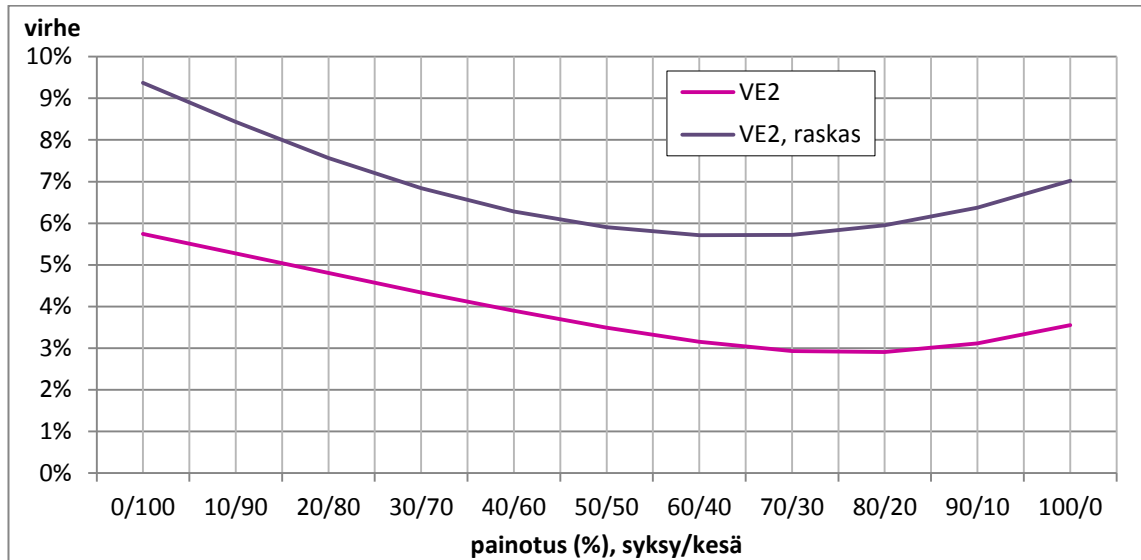
**Kuva 4.3.** VE1:n mukaan laskettu keskimääräinen virheen suuruus eri viikkoerotuksilla.

Myös VE1:ssä on jonkin verran vaihtelua estimaattien tarkkuudessa saman viikkoerotuksen sisällä, vaikka kauttaaltaan tulokset ovatkin selvästi VE0:aa tasalaatuisempia. Heikoimmaksi syksyviikoksi osoittautuu viikko 42, joka tuottaa epätarkimpia estimaatteja lähes minkä tahansa kesäviikon parina. Viikko 42 on vuonna 2013 ollut syyslomaviikko suurimmassa osassa maata, mikä osaltaan selittää sen tuottamia epätarkkoja estimaatteja. Kesäviikkojen osalta ei ole havaittavissa minkään viikon osalta selkeää paremmuutta tai huonommuutta.

#### 4.1.3 VE2, painotettu viikkokerroinmalli

Painotetun viikkokerroinmallin lähtökohtana on tieto siitä, että syksyn laskentaviikkojen pohjalta voidaan tuottaa keskimäärin tarkempia KVL-estimaatteja kuin kesän laskentaviikkojen pohjalta. Optimaaliseksi painotukseksi syksyn laskennan osalta on ”Yleisen liikennelaskennan laadun arviointi yhdysteillä” -julkaisussa esitetty noin 80 prosenttia, ja kesän laskennan painotukseksi noin 20 prosenttia. (Tieliikelaitos 2007) Painotettu viikkokerroinmalli näillä painotuksilla on ollut nykyisin käytössä yleisessä liikennelaskennassa tilanteissa, joissa regressiomallin mukaisen laskennan toinen laskenta on jou-

duttu suorittamaan syksyn paikkausviikolla (eli regressiomallin viikkopariajattelusta on poikettu enemmän kuin yhdellä viikolla). Optimaalisinta painotusta testattiin testiaineistolla, jonka avulla laskettiin VE2-mallin mukaisten liikennemääräestimaattien keskimääräinen virhe käyttäen eri painotuksia. Aineisto suodatettiin käyttämään viikkoparirotuksia 11, 12 ja 13, jonka jälkeen virhe testiaineistolle laskettiin painottaen syksyn ja kesän laskentoja erilaisilla suhdeluvuilla. Painotettaessa molempia tasavertaisesti 50 prosentilla oli malli käytännössä yhtenevä VE1:n kanssa. Eri painotuksen vaikutus VE2:n tuottaman estimaatin keskimääräiseen virheeseen on esitetty kuvassa 4.4.



**Kuva 4.4.** Kesän ja syksyn laskentojen painotussuhteen vaikutus estimaatin virheeseen.

Laskelmat tukivat edellä esitetyn julkaisun mukaista käsitystä 80 prosentin painotuksesta syksyn laskennassa ja 20 prosentin painotuksesta kesän laskennassa tarkimman estimaatin saamiseksi. Raskaan liikenteen osalta optimaalisimmiksi painotuksiksi saatiin laskelmien perusteella 65 prosenttia ja 35 prosenttia. Tulosten perusteella voidaan olettaa, että raskaan liikenteen osalta laskenta-ajankohdalla ei ole niin suurta vaikutusta estimaatin tarkkuuteen.

Painotetun viikkokerroinmallin mukaiset KVL-estimaatit laskettiin koko testiaineistolle kaavalla

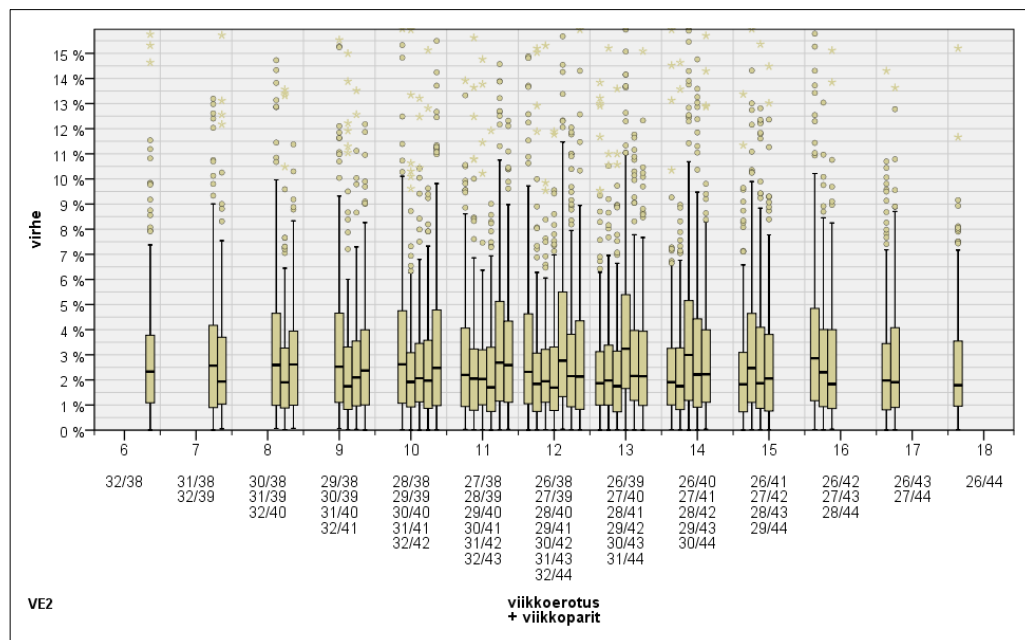
$$KVL = \frac{0,2 * W_{kesä} + 0,8 * W_{syksy}}{0,2 * K_{kesä} + 0,8 * K_{syksy}}$$

Raskaalle liikenteelle KVLras-estimaatit laskettiin samaan tapaan, mutta käyttäen painotusta 0,35 kesän laskennalle ja painotusta 0,65 syksyn laskennalle. Kausivaihtelukertoimet laskettiin aikaisempaan tapaan laskentaviikon sekä viikkoluokan ja laskentojen suhdeluvun perusteella määritetyn kausivaihteluluokan avulla. Painotetun viikkokerroinmallin mukaisten estimaattien keskeisimmät tunnusluvut on esitetty taulukossa 4.5.

**Taulukko 4.5.** VE2:n mukaan laskettujen estimaattien keskeisimmät tunnusluvut.

viikkoerotus	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>KVL-estimaatti</b>													
virheen suuruus keskimäärin	3,3 %	3,1 %	3,2 %	3,0 %	3,1 %	3,0 %	3,0 %	3,0 %	3,1 %	2,9 %	3,1 %	2,8 %	2,6 %
mediaanivirhe	-0,1 %	-0,8 %	-0,9 %	-0,8 %	-0,7 %	-0,7 %	-0,8 %	-0,9 %	-0,9 %	-0,8 %	-0,9 %	-0,4 %	-0,3 %
keskihajonta	5,2 %	4,9 %	4,8 %	4,5 %	4,8 %	4,5 %	4,3 %	4,2 %	4,4 %	4,2 %	4,3 %	3,9 %	3,8 %
<b>KVLras-estimaatti</b>													
virheen suuruus keskimäärin	6,0 %	6,1 %	6,4 %	6,2 %	6,0 %	5,8 %	5,7 %	5,7 %	5,6 %	5,4 %	5,3 %	5,1 %	5,2 %
mediaanivirhe	0,4 %	0,3 %	0,7 %	0,6 %	0,1 %	0,0 %	-0,4 %	-0,6 %	-0,8 %	-1,1 %	-1,4 %	-1,9 %	-2,3 %
keskihajonta	9,1 %	8,9 %	9,9 %	9,6 %	9,4 %	9,5 %	9,4 %	9,4 %	9,0 %	8,7 %	8,5 %	8,0 %	7,9 %

VE2 tuottaa kaikilla viikkoeroituksilla suhteellisen tarkkoja estimaatteja. Virheen mediaani on kaikilla viikkoeroituksilla lähellä nollaa, hieman negatiivisen puolella. Toisin kuin VE0:ssa ja VE1:ssä KVL-estimaattien virheen suuruus ja etumerkki eivät näytä olevan kovin riippuvaisia käytetystä viikkoerotuksesta. Tarkimmat estimaatit ovat painottuneet lievästi suurten viikkoerotusten puolelle. Raskaan liikenteen osalta VE2:ssa on VE0:n ja VE1:n tapaan havaittavissa lievästi ylisuuria estimaatteja pieniä viikkoeroituksia käytettäessä ja hieman liian pieniä estimaatteja suurilla viikkoeroituksilla käytettäessä. Keskimäärin VE2 tuottaa lähes poikkeuksetta VE0:aa ja VE1:ä tarkempia KVL- ja KVLras-estimaatteja. VE2:n mukaisten kaikkien testiweekkoparien KVL-estimaattien virhe on esitetty boxplot-kaaviona kuvassa 4.5.

**Kuva 4.5.** VE2:n mukaan laskettu keskimääräinen virheen suuruus eri viikkoeroituksilla.

Myös VE2:ssa heikoimpia tuloksia saadaan syksyviikon 42 yhdistelmällä eri kesäviikkoihin. Erot parhaimpien ja huonoimpien viikkoparien välillä pysyvät kuitenkin kohtuullisina. Syksyviikoista parhaita tuloksia tuottavat viikkojen 39–41 yhdistelmät eri

kesäviikkoihin. Kesäviikkojen osalta mikään viikko ei nouse selvästi esille tuloksien laadussa.

#### 4.1.4 VE3, yhdistelmämalli

Yhdistelmämallin rakenne vastaa pitkälti tilannetta, jossa painotetulle viikkokerroinmallille olisi käytetty viikko- ja kausivaihteluluokasta riippuvaa eri yhdistelmissä optimaalisinta painotusta. Painotuksen sijaan yhdistelmämallissa käytettiin uusille muuttujille laskettuja uusia regressiokertoimia. Mallissa viikkokerroinmallin mukaiset estimaatit  $W_{\text{kesä}}/K_{\text{kesä}}$  sekä  $W_{\text{syksy}}/K_{\text{syksy}}$  jaettiin omiksi muuttujikseen, jonka jälkeen muuttujille laskettiin SPSS:ssä regressiokertoimet  $a$  ja  $b$  erikseen kullekin kausivaihtelu- ja viikko- luokkayhdistelmälle (nykyisen regressiomallin kertoimien määrittämiseen tapaan). Regressiokertoimet laskettiin testijoukon avulla erikseen koko liikenteelle ja raskaalle liikenteelle käyttäen viikkoerotusten 11, 12 ja 13 mukaisia testiaineiston laskentakohteita. Yhdistelmämallin mukaiset KVL-estimaatit laskettiin kaavalla

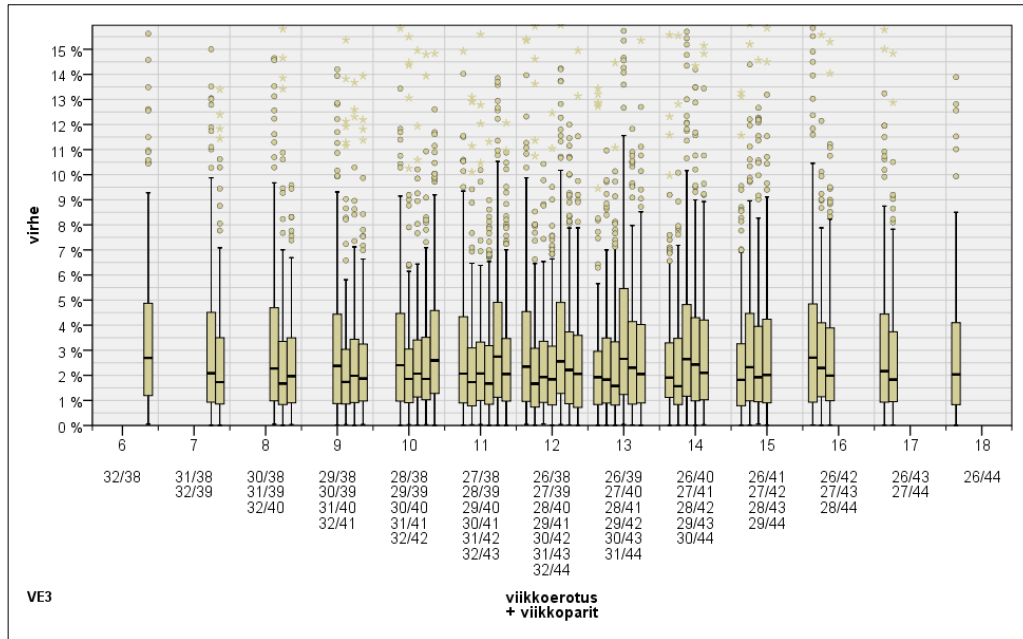
$$KVL = a * \frac{W_{\text{kesä}}}{K_{\text{kesä}}} + b * \frac{W_{\text{syksy}}}{K_{\text{syksy}}}$$

Raskaan liikenteen KVLras-estimaatit laskettiin raskaan liikenteen vastaavien arvojen avulla. Lasketut regressiokertoimet  $a$  ja  $b$  sekä vastaavat kertoimet raskaalle liikenteelle on esitetty liitteessä 6. Yhdistelmämallin mukaan laskettujen estimaattien keskeisimmät tunnusluvut on esitetty taulukossa 4.6.

**Taulukko 4.6.** VE3:n mukaan laskettujen estimaattien keskeisimmät tunnusluvut.

viikkoerotus	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>KVL-estimaatti</b>													
<b>virheen suuruus keskimäärin</b>	3,8 %	3,2 %	3,0 %	2,9 %	3,1 %	3,0 %	3,0 %	2,9 %	3,1 %	3,0 %	3,2 %	3,0 %	3,1 %
<b>mediaanivirhe</b>	1,9 %	0,3 %	-0,1 %	-0,1 %	-0,1 %	-0,1 %	-0,3 %	-0,5 %	-0,4 %	-0,2 %	-0,3 %	0,4 %	0,5 %
<b>keskihajonta</b>	5,4 %	4,9 %	4,7 %	4,4 %	4,7 %	4,5 %	4,4 %	4,3 %	4,6 %	4,5 %	4,5 %	4,2 %	4,4 %
<b>KVLras-estimaatti</b>													
<b>virheen suuruus keskimäärin</b>	6,2 %	6,4 %	6,7 %	6,4 %	6,1 %	5,9 %	5,7 %	5,7 %	5,6 %	5,3 %	5,2 %	5,1 %	5,3 %
<b>mediaanivirhe</b>	1,5 %	1,4 %	1,9 %	1,5 %	1,0 %	1,1 %	0,5 %	0,4 %	0,0 %	-0,5 %	-0,6 %	-1,2 %	-2,1 %
<b>keskihajonta</b>	8,8 %	8,8 %	9,9 %	9,5 %	9,5 %	9,5 %	9,5 %	9,4 %	9,2 %	8,6 %	8,7 %	8,0 %	8,1 %

VE3 tuottaa VE2:n kanssa melko tasalaatuisia tuloksia. Virheen mediaani on melko lähellä nollaa kaikilla viikkoerotuksilla. Keskimääräinen virheen suuruus pysyttelee noin kolmen prosentin tuntumassa. Raskaan liikenteen osalta VE3 tuottaa muiden mallien tapaan pienillä viikkoerotuksilla hieman liian suuria estimaatteja ja suurilla viikkoerotuksilla hieman liian alhaisia estimaatteja. Kaikkien testiviikkoparien VE3:n mukaisten estimaattien virheet on esitetty boxplot-kaaviona kuvassa 4.6.



**Kuva 4.6.** VE3:n mukaan laskettu keskimääräinen virheen suuruus eri viikkoeroituksilla.

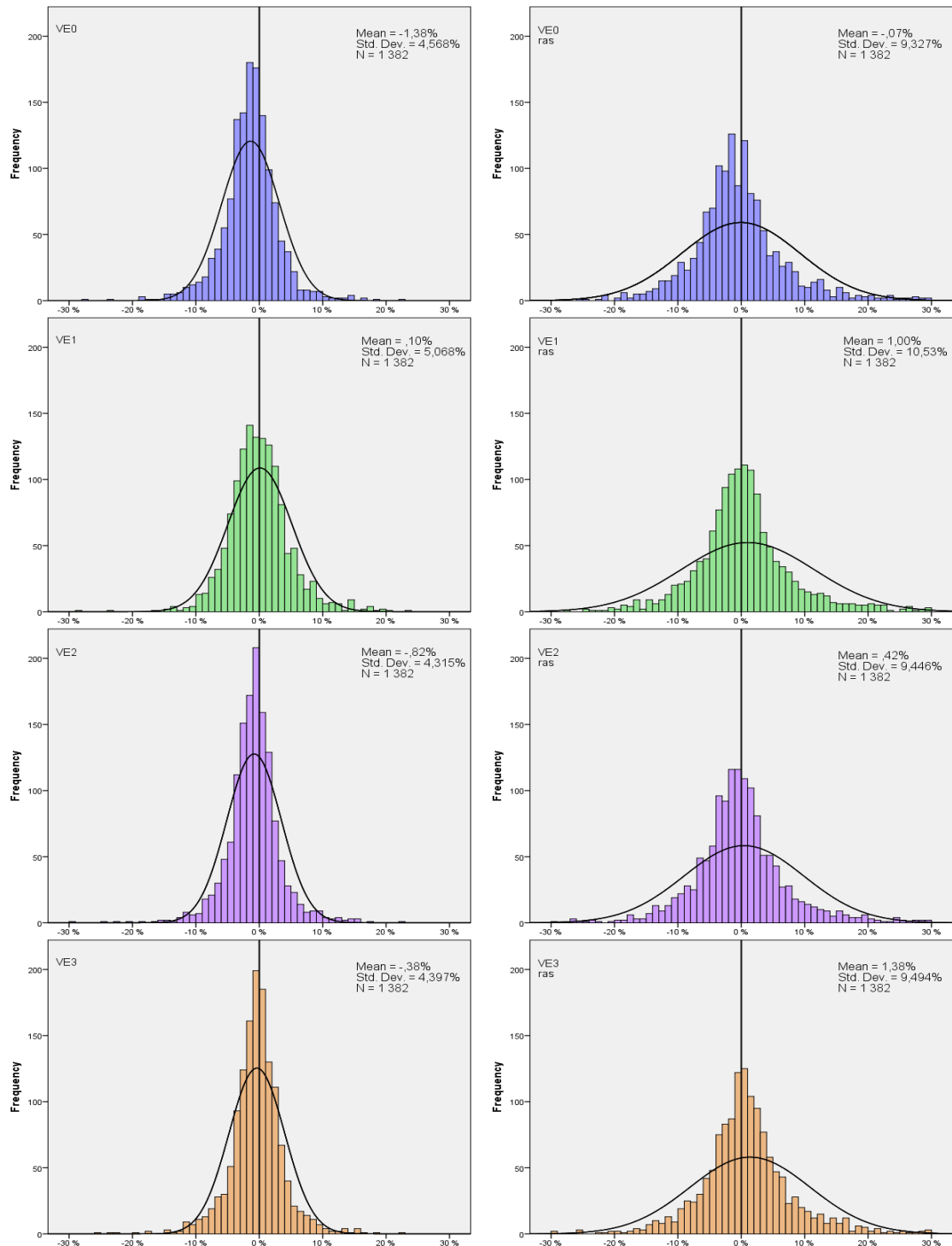
Myös VE3 tuottaa melko tasalaatuisia tuloksia käytetystä viikkoparista riippumatta. VE1:n ja VE2:n tapaan heikoimmaksi syksyviikoksi osoittautuu viikko 42 ja parhaimmiksi viikot 39–41. Kesäviikoista ei VE3:nkaan tapauksessa mikään viikko osoittaudu selvästi tuloksiltaan muista poikkeavaksi.

## 4.2 Mallien toimivuus nyky menetelmillä

Nykyisen regressiomallin sekä muiden vertailuun valittujen mallien tuottamia tuloksia vertailtiin tarkemmin erilaisten tunnuslukujen avulla. Vertailussa keskityttiin ensisijaisesti viikkoerotuksen 12 mukaisiin, eli nyky menetelmää vastaavien menetelmien mukaisiin estimaatteihin. Mukana vertailussa pidettiin kuitenkin myös muut nykyisten mittauskausien viikoista muodostetut viikkoparit. Huomionarvoista kuitenkin on, että nyky menetelmät (muun muassa kausivaihteluluokan ja regressiokertoimien määrittäminen) eivät suoraan sovellu muiden kuin 12 viikon viikkoerotuksen käyttämiseen, eivätkä tulokset näin ollen muiden viikkoerotusten osalta ole täysin vertailukelpoisia. Aineistona vertailussa oli aikaisempaan tapaan kaikkien testipisteiden kesän ja syksyn mittauskausien kaikkien mahdollisten viikkojen liikennemäärätiedot.

### 4.2.1 Mallien vertailu viikkoerotuksella 12

Tarkempaa vertailua varten testiaineisto suodatettiin käyttämään ainoastaan viikkoerotusta 12. Näin aineisto oli laskentaviikkojen osalta vertailukelpoinen nykyisen yleisen liikennelaskennan laskentajärjestelmän kanssa. Rajaamalla viikkoerotus 12 viikkoon ja KVL-arvo alle 8000:aan saatiin aineiston kooksi 1382. Tällä rajauksella lasketut KVL- ja KVLras-estimaattien keskimääräisen virheen jakaumat malleittain on esitetty kuvassa 4.7.



**Kuva 4.7.** KVL- ja KVLras-estimaatin keskimääräisen virheen jakauma eri malleilla.

Kuvasta havaitaan, että KVL-estimaatin keskimääräinen virhe on VE1:llä lähellä nollaa ja muilla malleilla hieman negatiivisen puolella. Hajonta on suurinta VE1:llä kun taas VE2:lla ja VE3:lla virheen jakauma on tiiviimmän nollan tuntumassa. KVLras-estimaatin osalta hajonta on kaikilla malleilla selvästi KVL-estimaattia suurempaa. Kaikkien mallien mukaiset KVL- ja KVLras-estimaattien virheen itseisarvon keskiarvo sekä todellisen virheen keskiarvo 95 prosentin luottamustasolla on esitetty taulukossa 4.7.

**Taulukko 4.7.** Eri mallien tuottamien estimaattien virheet.

	VE0	VE1	VE2	VE3
<b>KVL-estimaatti</b>				
keskimääräinen virheen itseisarvo	3,34%	3,58%	2,99%	2,96%
95 % luottamustasolla	±0,18%	±0,19%	±0,17%	±0,17%
keskimääräinen todellinen virhe	-1,38%	0,10%	-0,82%	-0,38%
95 % luottamustasolla	±0,24%	±0,27%	±0,23%	±0,23%
<b>KVLRas-estimaatti</b>				
keskimääräinen virheen itseisarvo	5,78%	5,99%	5,67%	5,70%
95 % luottamustasolla	±0,39%	±0,46%	±0,40%	±0,41%
keskimääräinen todellinen virhe	-0,07%	1,00%	0,42%	1,38%
95 % luottamustasolla	±0,49%	±0,56%	±0,50%	±0,50%

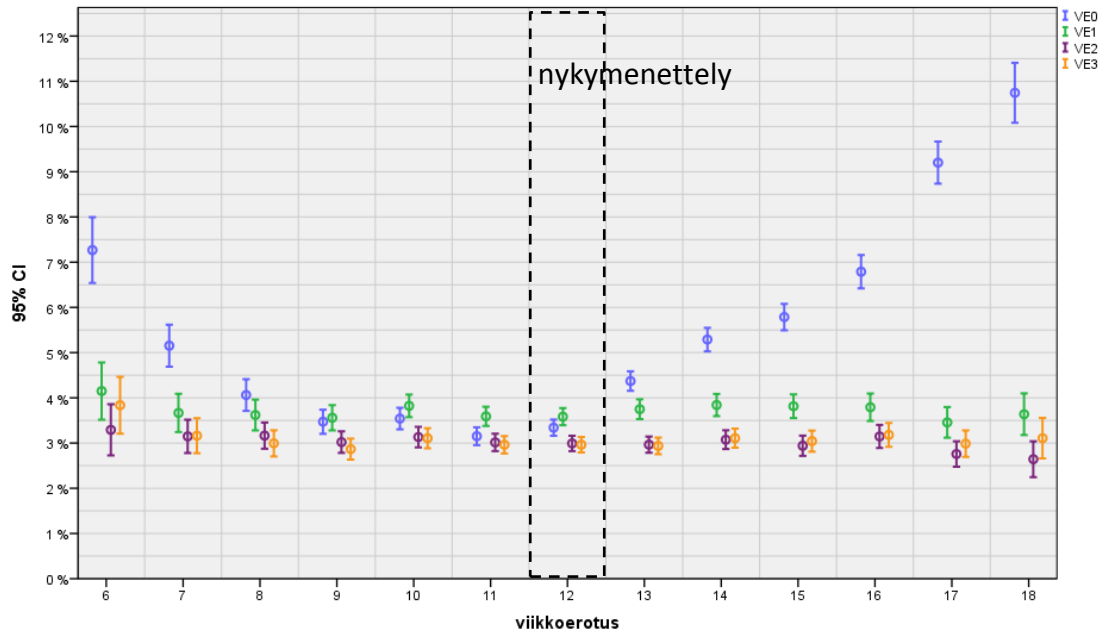
KVL-estimaatin keskimääräinen virheen suuruus on viikkoerotuksella 12 pienimillään VE2:ssa ja VE3:ssa. Suurin keskimääräinen virhe on VE1:ssä. KVLRas-estimaatin osalta keskimääräiset virheet ovat suurempia, mutta mallien keskinäinen paremmuusjärjestys pysyy samana.

#### 4.2.2 Mallien vertailu viikkoerotuksilla 6–18

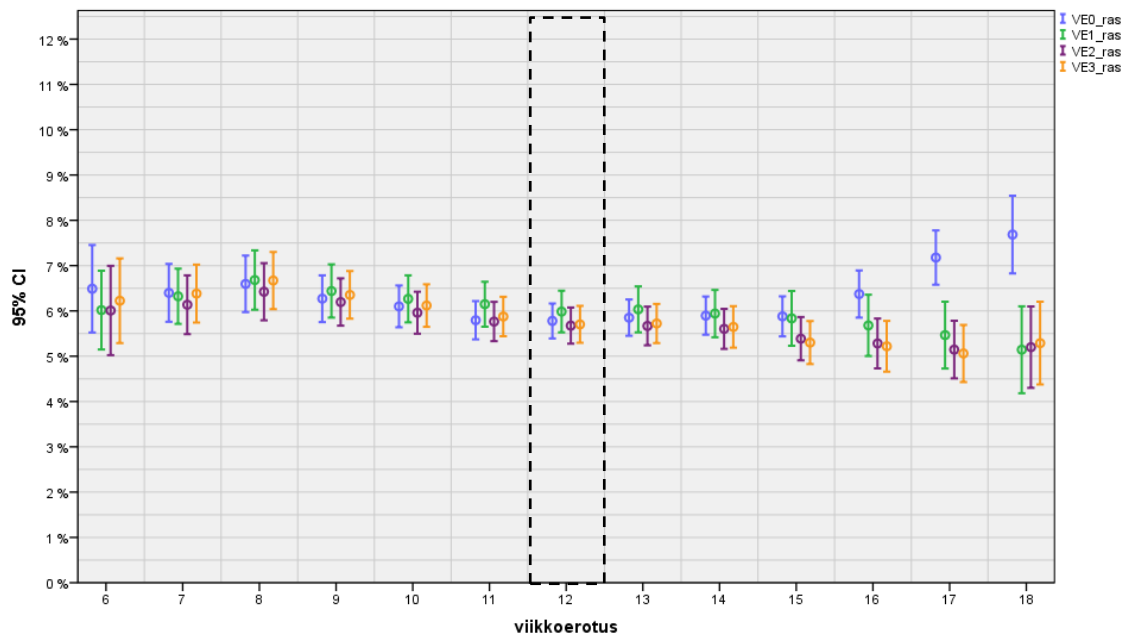
Nykyinen regressiomalli on kehitetty pohjautuvaksi kiinteään viikkoparijatteluun ja viikkoluokasta riippuviin kertoimiin. Tästä syystä regressiomallin virhe kasvaa selkeästi muita malleja enemmän ääripään viikkoerotuksia käytettäessä. Muissa malleissa käytetyt kertoimet riippuvat suoraan todellisista laskentaviikoista, jolloin estimaatin tarkkuus ei ole myöskään niin voimakkaasti riippuvainen kiinteästä viikkoparista poikkeamisesta.

Ääripään viikkoerotuksia käytettäessä kausivaihteluluokitukseen syntyy epätarkkuutta, joka kasvattaa virhettä kaikissa malleissa, mutta jonka vaikutus tulosten perusteella ei näytä nousevan kovin merkittäväksi. KVL- ja KVLRas-estimaattien keskimääräinen virheen suuruus eri viikkoerotuksilla 95 prosentin luottamustasolla on esitetty malleittain kuvissa 4.8. ja 4.9.



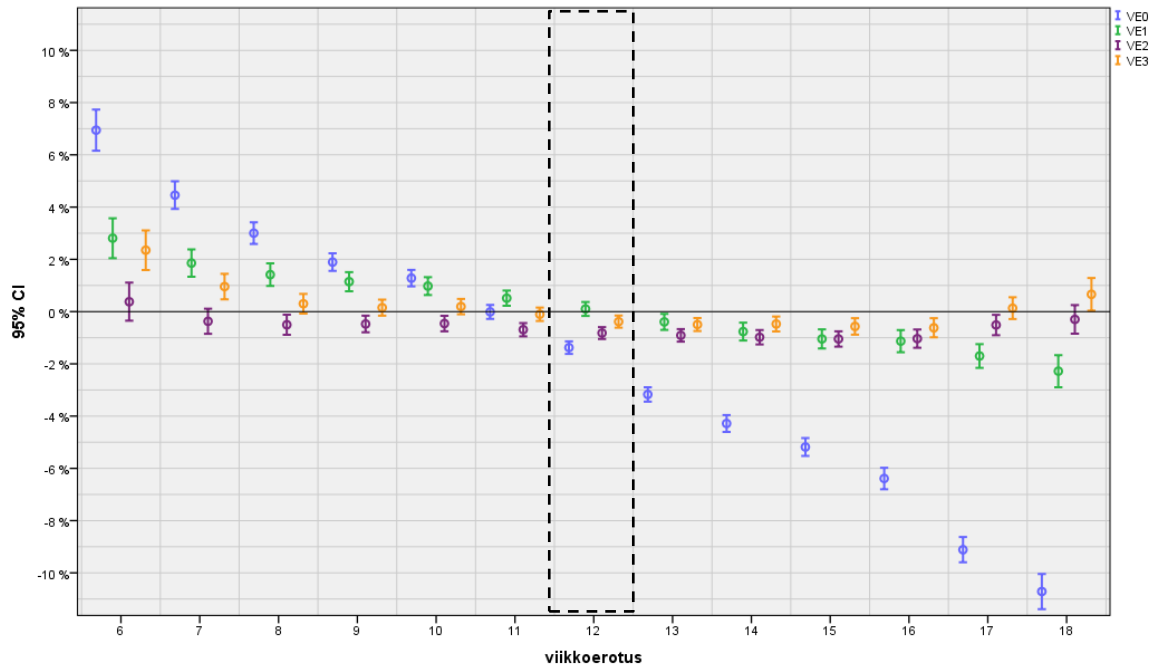


**Kuva 4.8.** KVL-estimaatin virheen suuruus eri viikkoerotuksilla.

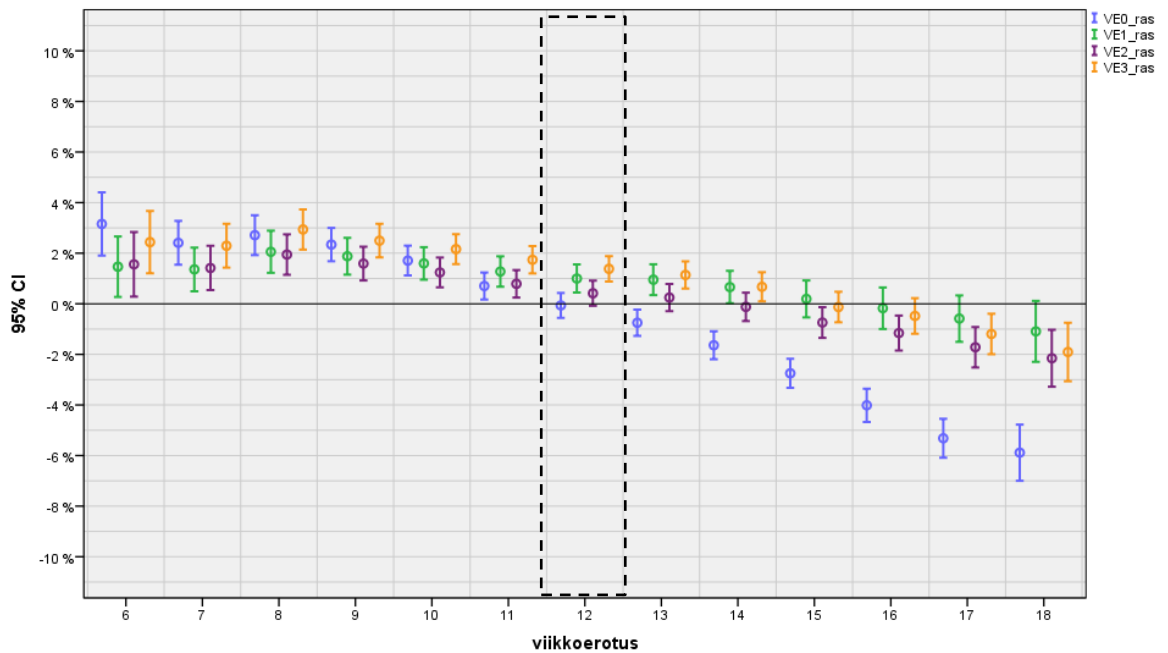


**Kuva 4.9.** KVLras-estimaatin virheen suuruus eri viikkoerotuksilla.

Keskimäärin mallien KVL-estimaatin virhe ja hajonta on pienintä viikkoerotuksilla 9–12. VE1:n, VE2:n ja VE3:n osalta viikkoerotuksella ei kuitenkaan ole kovin selkeää vaikutusta estimaatin tarkkuuteen. KVLras-estimaatin virhe on kaikki mallit huomioiden keskimäärin pienimmillään niin ikään viikkoerotuksen 12 tuntumassa. Muilla kuin VE0:lla KVLras-estimaatti tuottaa keskimäärin hieman parempia tuloksia suurempia viikkoerotusta käytettäessä. Todellinen virheen keskiarvo etumerkkeineen on esitetty viikkoerotuksittain ja malleittain kuvissa 4.10. ja 4.11.



**Kuva 4.10.** KVL-estimaatin todellinen virhe eri viikkoerotuksilla.



**Kuva 4.11.** KVLras-estimaatin todellinen virhe eri viikkoerotuksilla.

Kuten aiemmissa tarkasteluissa kävi ilmi, pienet viikkoerotukset tuottavat keskimäärin hieman liian korkeita estimaatteja kun taas suuret viikkoerotukset liian matalia estimaatteja. Selkeimmin tämä on havaittavissa VE0:ssa. Kaikilla malleilla vaihtelua eri viikkoparien välillä esiintyy kuitenkin myös saman viikkoerotuksen sisällä käytetystä viikkoparista riippuen. Lähes poikkeuksetta edukseen erottuvat syksyn laskentaviikot 39, 40 ja 41, jotka tuottavat tarkkoja estimaatteja useimpien

kesäviikkojen parina kaikilla malleilla. Vastaavasti heikohkoja tuloksia tuottaa viikon 42 yhdistelmät eri kesäviikkoihin, minkä voidaan puolestaan olettaa johtuvan syyslomaviikon synnyttämästä poikkeuksellisuudesta viikon liikennemääriin. KVL- ja KVLras-estimaatin mediaanivirhe kaikkien viikkoparien osalta kaikilla malleilla on esitetty liitteessä 7.

#### 4.2.3 Arvonmuutostarkastelut

Malleille tehtiin myös aikaisemmin esillä ollut yleisessä liikennelaskennassa mahdollisiin sopimuksen mukaisiin arvonmuutoksiin johtava laadunosoitustarkastelu. Laadunosoitusta varten aineisto laajennettiin koskemaan viikkoerotuksia 11, 12 ja 13 sekä myös kohteita, joissa KVL oli yli 8000. Näin ollen laadunosoitusvertailu suoritettiin kappaleessa 3.8. esitetyn laadunosoitusmenettelyn mukaisesti. Aineistossa oli joitakin eroavaisuuksia testipisteissä, todellisten KVL-arvojen laskenta-ajankohdissa sekä mukaan otetuissa viikkopareissa kappaleessa 3.8. esitettyyn aineistoon nähden, jolloin osa VEO:aan liittyvistä tunnusluvuista eroaa hieman laadunosoitusprosessin vastaavista arvoista. Edellä mainituilla rajauksilla aineiston kooksi saatiin 3758. Laatupoikkeamien osuudet testiaineistossa tarkasteluluokittain ja malleittain on esitetty taulukossa 4.8.

**Taulukko 4.8. Laatupoikkeamien osuudet malleittain ja tarkasteluluokittain.**

	Tarkastelu I (KVL>1000)				Tarkastelu II (100<KVL<1000)				sallittu raja
	VE0	VE1	VE2	VE3	VE0	VE1	VE2	VE3	
KVL, ylitys	2,1 %	2,3 %	1,0 %	0,8 %	4,6 %	5,7 %	3,6 %	4,0 %	10 %
KVL, huomattava ylitys	0,3 %	0,4 %	0,2 %	0,2 %	1,5 %	2,4 %	1,8 %	2,0 %	5 %
KVLras, ylitys	0,6 %	0,6 %	0,5 %	0,6 %	3,0 %	4,4 %	4,0 %	3,6 %	10 %
KVLras, huomattava ylitys	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	2,1 %	0,5 %	0,5 %	5 %

Laadunosoitusvertailussa mikään malli ei ylittänyt kummassakaan tarkasteluluokassa yleisen liikennelaskennan palvelusopimuksen mukaisia arvonmuutosrajoja. Tarkasteluluokassa I ylitysten ja huomattavien ylitysten osuudet pysyivät kaikilla malleilla hyvin pieninä. Keskimäärin vähiten ylityksiä oli VE2:ssa ja VE3:ssa. Tarkasteluluokassa II ylityksiä oli enemmän, mutta ne pysyivät silti melko selkeästi sallittujen rajojen sisäpuolella. KVL-estimaatin osalta vähiten ylityksiä oli VE2:ssa ja KVLras-estimaatin osalta VE0:ssa. Eniten ylityksiä molemmissa tarkasteluluokissa oli VE1:llä lasketuissa arvoissa.

#### 4.2.4 Estimaattien tarkkuuteen vaikuttavat tekijät

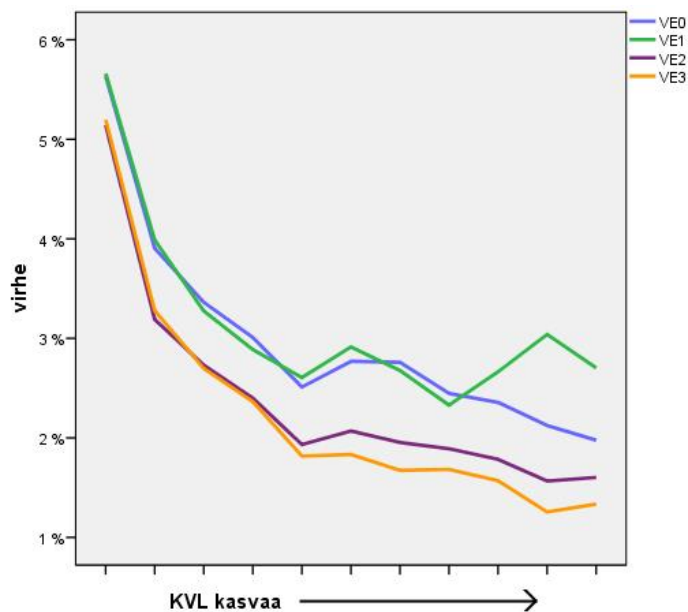
Malleja testattaessa tutkittiin myös eri tekijöiden vaikutusta estimaatin tarkkuuteen. Vertailut suoritettiin edellä mainitulla testiaineistolla, jossa KVL oli alle 8000 ja viik-

koerotus 11, 12 tai 13. Tärkeimmäksi yksittäiseksi tekijäksi estimaatin virheen suuruuteen nousi kohteen liikennemääräarvo. Korrelaatio kohteen KVL-arvon ja KVL-estimaatin virheen suuruuden välillä on esitetty malleittain taulukossa 4.9. Lisäksi kuvassa 4.12. on esitetty keskimääräinen virheen suuruus kymmenessä yhtä suuressa arvon mukaan lajitellussa KVL-luokassa.

**Taulukko 4.9.** Korrelaatio kohteen KVL-arvon ja virheen suuruuden välillä malleittain.

		Correlations				
		KVL	VE0	VE1	VE2	VE3
KVL	Pearson Correlation	1	-,250**	-,227**	-,284**	-,306**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000
N		3758	3758	3758	3758	3758

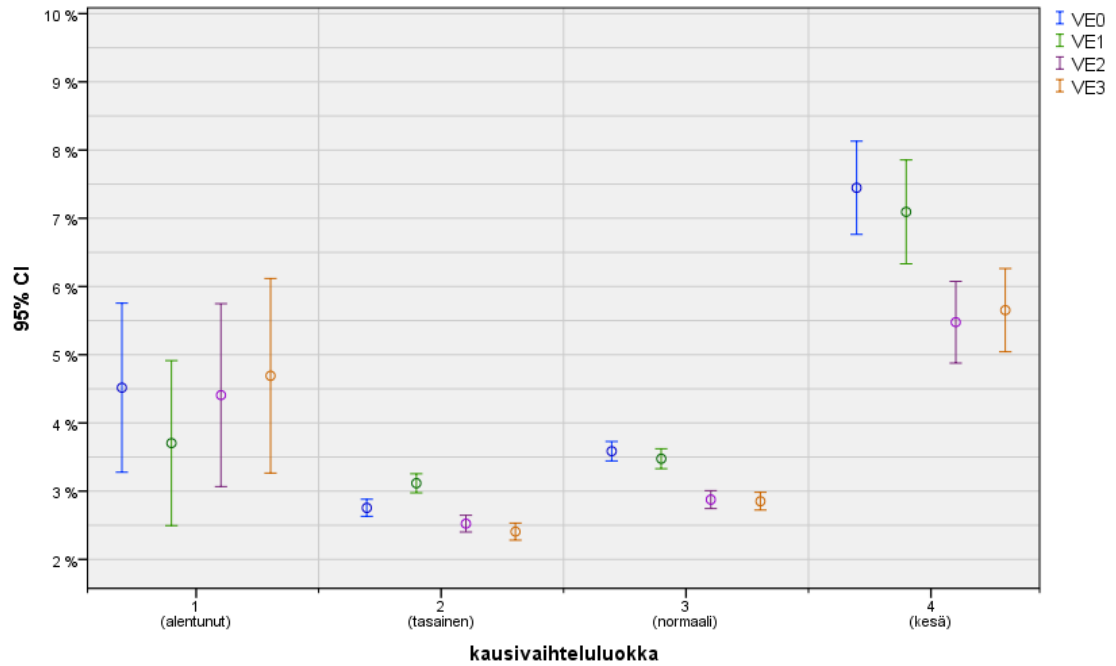
\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



**Kuva 4.12.** Kohteen liikennemäärän vaikutus keskimääräisen virheen suuruuteen.

Kaikkien mallien kohdalla Pearsonin korrelaatiokerroin (taulukko 4.9.) KVL-arvon ja KVL-estimaatin virheen suuruuden välillä on selvästi negatiivinen (käänteinen korrelaatio). Virhe on keskimäärin suurimmillaan pienillä KVL-arvoilla ja pienenee melko lineaarisesti KVL:n kasvaessa (kuva 4.12.). Raskaalla liikenteellä korrelaatio KVLras-arvon ja KVLras-estimaatin välillä on vastaavien analyysien perusteella samankaltainen.

Toisena huomionarvoisena yhteytenä virheen suuruuteen vaikuttavana tekijänä havaittiin kohteen kausivaihteluluokka. Tiettyyn kausivaihteluluokkaan kuuluvissa kohteissa virhe oli keskimäärin selvästi suurempi kuin toisissa. Keskimääräinen virheen suuruus 95 prosentin luottamustasolla kausivaihteluluokittain ja malleittain on esitetty kuvassa 4.13.

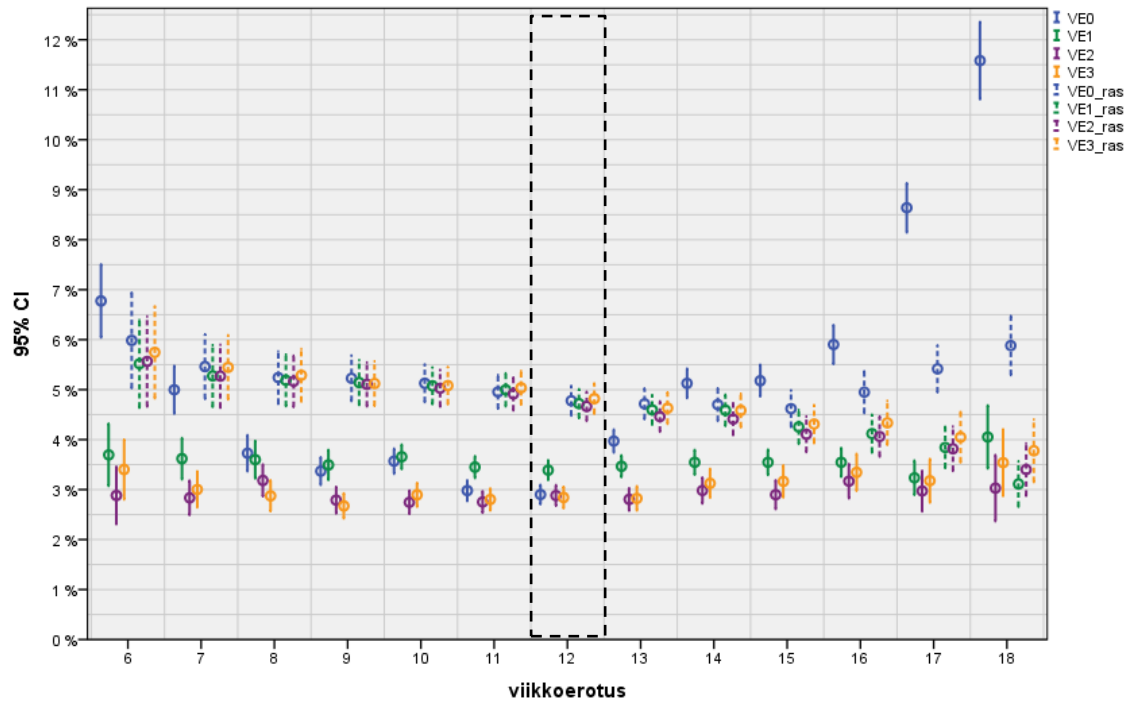


**Kuva 4.13.** Virheen suuruus ja vaihteluvälit eri kausivaihteluluokissa.

Selvästi suurin osa testiaineiston kohteista kuului kausivaihteluluokkiin 2 ja 3, ja myös virheen luottamusväli niiden osalta muodostui selvästi pienimmäksi. Keskimääräinen virhe oli pienimmillään kaikilla malleilla luokassa 2, ja lähes yhtä pieni luokassa 3. Selvästi suurimmat virheet havaittiin luokassa 4. Voidaan olettaa, että virhe luokassa 1 putoaisi myös pienemmäksi, mikäli aineisto laajennettaisiin koskemaan kyseiseen luokkaan kaikkein ominaisimmin kuuluvia hyvin suuriliikennemääräisiä kohteita nykyisen testiaineiston KVL<8000-rajauksen sijaan.

#### 4.2.5 Mallien vertailu vuoden 2012 aineistolla

Malleja testattiin vuoden 2013 aineiston lisäksi vuoden 2012 aineistolla, jotta voitaisiin selvittää kuinka yhteneväisiä tulokset ovat eri vuosien pohjalta suoritettujen estimointien osalta. Vuoden 2012 liikennemäärätiedot saatiin koottua yhteensä 173 LAM-pisteeltä, joilla KVL oli alle 8000. Aineiston koko oli näin ollen hieman vuoden 2013 aineistoa pienempi ja koostui keskimäärin hieman vilkasliikenteisemmistä kohteista, sillä käytettävissä oli vain LAM-pisteiden aineistoa. Vuoden 2012 aineistolla laskettujen KVL- ja KVLras-estimaattien keskimääräinen virheen suuruus 95 prosentin luottamustasolla malleittain ja viikkoerotuksittain on esitetty kuvassa 4.14.



**Kuva 4.14.** KVL- ja KVLras-estimaattien virheen suuruus eri viikkoerotuksilla vuoden 2012 LAM-aineistolla.

Kuvaajasta havaitaan, että vuoden 2012 osalta saadut tulokset ja mallien keskinäinen paremmuus on pitkälti vuoden 2013 kaltainen (vertaa kuvat 4.8. ja 4.9.). Vuoden 2012 aineistolla VE0 pärjää vertailussa muihin malleihin nähden hieman paremmin vuoteen 2013 nähden käytettäessä 12 viikon viikkoerotusta. Kausivaihtelukertoimiin perustuvat mallit (VE1, VE2 ja VE3) hyötyvät vuoden 2013 testiaineistolla tehdyssä vertailussa siitä, että uusimmat kausivaihtelukertoimet on päivitetty vuoden 2013 jatkuvien pisteiden mittausdatan avulla, eli osaltaan samalla aineistolla, josta testiaineiston pisteet koostuvat. Myös VE3:n regressiokertoimet on muodostettu vuoden 2013 jatkuvien pisteiden aineiston avulla, jolloin on luonnollista, että se suoriutuu vuoden 2013 testiaineistolla tehdyssä vertailussa hieman paremmin.

Vertailu tehtiin lisäksi yksittäisten viikkoparien osalta myös vuoden 2012 LAM-aineistoa käyttäen. Testimielessä mukaan vertailuun otettiin nykyisten mittauskausien lisäksi myös lisäviikot 33, 34, 36 ja 37 (kappaleen 4.3.1. mukaisesti) ja molempien mittauskausien kaikista viikoista muodostettiin kaikki mahdolliset viikkopariyhdistelmät, joille laatupoikkeamat laskettiin. KVL- ja KVLras-estimaattien virheen suuruuden mediaani viikkopareittain on esitetty liitteessä 9. Tulokset ovat monelta osin vuoden 2013 aineistolla suoritettujen vertailujen kaltaisia. Tarkimpia KVL-estimaatteja saadaan kaikkien mallien tapauksessa viikkojen 39–41 yhdistelminä eri kesäviikkoihin. Raskaan liikenteen osalta syksyviikko 44 erottuu hieman edukseen useimpien kesäviikkojen parina.

## 4.3 Kehitysideat

Nykyisillä mittauskausilla ja -menetelmillä tehdyn vertailun lisäksi malleihin pyrittiin tuomaan uusia näkökulmia ja ideoita muun muassa tuomalla vertailuun mukaan uusia mittausviikkoja ja testaamalla eri tekijöiden vaikutusta mallien tuottamiin tuloksiin. Kehitysideoiden pohjalta pyrittiin selvittämään millä keinoin malleja olisi mahdollista kehittää tuottamaan entistä tarkempia liikennemääräestimaatteja. Kaikissa tapauksissa vertailuaineisto koottiin uudelleen testattavan ominaisuuden kannalta tarkoituksenmukaisimmaksi.

### 4.3.1 Mittauskausien laajennus

Aikaisemmin tehdyn vertailun perusteella havaittiin, että mallit tuottavat hyviä tuloksia myös hieman nykyistä 12 viikon viikkoerotusta pienemmillä viikkoeroituksilla. Tulosten pohjalta malleja lähdettiin tutkimaan laajennetulla testiaineistolla, johon otettiin mukaan kesän laskentakauden jälkeiset kaksi lisäviikkoa 33 ja 34 sekä syksyn laskentakautta edeltävät kaksi lisäviikkoa 36 ja 37. Kausien laajentaminen kahdella viikolla muuttaisi optimaalisen viikkoerotuksen nykyisestä 12 viikosta kymmeneen viikkoon ja yhdellä viikolla laajentaminen yhdeksään viikkoon. Laskentaviikkoparien määrä nousisi samalla nykyisestä seitsemästä joko yhdeksään tai kahdeksaan.

Viikkoparit muodostettiin aikaisempaan tapaan myös laajennetulla aineistolla kaikille mahdollisille viikkoyhdistelmille. Pienin viikkoerotus kutistui tällöin kahteen (viikkopari 34/36) suurimman viikkoerotuksen säilyessä 18:ssa (viikkopari 26/44). Kaikki laajennetuilla mittauskausilla muodostetut viikkoparit eri viikkoeroituksilla on esitetty kuvassa 4.10.

**Taulukko 4.10.** *Laajennettujen mittauskausien mukaiset uudet viikkoerotukset ja niitä vastaavat viikkoparit testiaineistossa (laajentamisen myötä mukaan otetut uudet viikkoparit korostettu punaisella).*

viikkoerotus	viikkoparit
2	34/36
3	34/36, 34/37
4	32/36, 33/37, 34/38
5	31/36, 32/37, 33/38, 34/39
6	30/36, 31/37, 32/38, 33/39, 34/40
7	29/36, 30/37, 31/38, 32/39, 33/40, 34/41
8	28/36, 29/37, 30/38, 31/39, 32/40, 33/41, 34/42
9	27/36, 28/37, 29/38, 30/39, 31/40, 32/41, 33/42, 34/43
10	26/36, 27/37, 28/38, 29/39, 30/40, 31/41, 32/42, 33/43, 34/44
11	26/37, 27/38, 28/39, 29/40, 30/41, 31/42, 32/43, 33/44
12	26/38, 27/39, 28/40, 29/41, 30/42, 31/43, 32/44
13	26/39, 27/40, 28/41, 29/42, 30/43, 31/44
14	26/40, 27/41, 28/42, 29/43, 30/44
15	26/41, 27/42, 28/43, 29/44
16	26/42, 27/43, 28/44
17	26/43, 27/44
18	26/44

KVL- ja KVLras-estimaatit sekä laatupoikkeamat eri malleille laskettiin edellä esitettyyn tapaan kaikille taulukon 4.10. mukaisille viikkopareille. Virheen suuruuden mediaani viikkopareittain ja malleittain on esitetty liitteessä 8. Tuloksista havaitaan, että uusilla viikkopareilla tuotetut estimaatit tuottavat keskimäärin hieman heikompia tuloksia mitä saatiin vastaavilla viikkoerotuksilla alkuperäisten mittauskausien pohjalta. VE0:n osalta korostuu viikkoerotuksen 12 paremmuus muihin nähden. Muilla malleilla tulokset ovat aikaisempaan tapaan huomattavasti tasaisempia viikkoerotuksesta riippumatta. Lievästi tarkempia tuloksia ne tuottavat keskimäärin hieman suurempia viikkoerotuksia käytettäessä.

Mittauskausien laajentamisen myötä optimaalisin viikkoerotus pieneni nykyisestä 12 viikosta joko 11:een (yhden viikon laajennus) tai 10:een (kahden viikon laajennus) viikkoon. Käytännössä näiden viikkoerotusten mukaiset viikkoparit tulisivat kausien laajentamisen myötä olemaan olennaisimmat käytetyt viikkoparit, sillä niillä saadaan kaikki laskentakauden viikot hyödynnettyä. Vertailussa estimaattien keskimääräinen virheen itseisarvo laskettiin ensin nykymenttelyn mukaisesti seitsemällä eri viikkoparilla (nykyiset laskentaviikot 26–32 sekä 38–44) ja 12 viikon viikkoerotuksella. Toisessa tapauksessa laskentakausia laajennettiin yhdellä viikolla koskemaan myös viikkoja 33 ja 37, jolloin viikkopareja oli kahdeksan ja optimaalisimmaksi viikkoerotukseksi muodostui 11. Kolmannessa tapauksessa mukana olivat lisäviikot 33, 34, 36 ja 37, viikkopareja oli yhdeksän ja viikkoerotus oli 10. Eri tapauksissa käytetyt laskentaviikkoparit on esitetty taulukossa 4.11.

**Taulukko 4.11.** Mittauskausien laajentamisen seurauksena käytettävät optimaalisimmat laskentaviikkoparit.

	Viikkoerotus 12 (nykymenttely) viikkoparit	Viikkoerotus 11 (kausien laajennus 1 viikolla) viikkoparit	Viikkoerotus 10 (kausien laajennus 2 viikolla) viikkoparit
(1)	26/38	26/37	26/36
(2)	27/39	27/38	27/37
(3)	28/40	28/39	28/38
(4)	29/41	29/40	29/39
(5)	30/42	30/41	30/40
(6)	31/43	31/42	31/41
(7)	32/44	32/43	32/42
(8)		33/44	33/43
(9)			34/44

KVL- ja KVLras-estimaateille laskettiin virhe aikaisempaan tapaan kausien laajentamisen mukaisista viikkopareista koostuvalla aineistolla. KVL- ja KVLras-estimaattien keskimääräinen virheen suuruus eri tapauksissa on esitetty taulukossa 4.12.



**Taulukko 4.12.** Erikokoisista mittauskausista koostuvan testiaineiston mukainen keskimääräinen virheen suuruus malleittain.

KVL keskimääräinen virheen suuruus	alkuperäinen aineisto viikot 26–32 + 38–44 viikkoerotus 12	1 viikon laajennus viikot 26–33 + 37–44 viikkoerotus 11	2 viikon laajennus viikot 26–34 + 36–44 viikkoerotus 10
VE0	3,3 %	3,6 %	4,0 %
VE1	3,6 %	3,9 %	4,2 %
VE2	3,0 %	3,5 %	3,8 %
VE3	3,0 %	3,3 %	3,6 %
KVLras keskimääräinen virheen suuruus			
VE0	5,8 %	5,8 %	5,9 %
VE1	6,0 %	6,1 %	6,2 %
VE2	5,7 %	5,9 %	6,0 %
VE3	5,7 %	5,9 %	6,1 %

Tuloksista havaitaan, että virhe pysyy maltillisena myös laajennetuilla mittauskausilla. Tulos heikkenee lievästi lisäviikkojen mukaan ottamisen ja viikkoerotuksen pienemisen myötä, mutta säilyy erityisesti yhden viikon laajentamisen myötä edelleen varsin lähellä nykyisten mittauskausien mukaan laskettua virhettä. Virheen suuruuden perusteella aineistolle tehtiin myös laadunosoitustarkastelu eri tapauksissa. Tulokset nykyisen menetelyn sekä yhden tai kahden viikon laskentakausien laajentamisen osalta on esitetty taulukoissa 4.13., 4.14. ja 4.15.

**Taulukko 4.13.** Laadunosoitusvertailu nykyisillä mittauskausilla.

viikot 26–32 + 38–44 viikkoerotus 12	Tarkastelu I				Tarkastelu II				sallittu raja
	VE0	VE1	VE2	VE3	VE0	VE1	VE2	VE3	
KVL, ylitys	2,0 %	2,4 %	1,8 %	1,4 %	3,3 %	4,5 %	2,9 %	3,7 %	10 %
KVL, huomattava ylitys	0,4 %	0,6 %	0,4 %	0,4 %	1,2 %	1,6 %	1,6 %	1,6 %	5 %
KVLras, ylitys	0,6 %	0,9 %	0,5 %	0,7 %	3,5 %	5,2 %	4,8 %	4,3 %	10 %
KVLras, huomattava ylitys	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	2,2 %	0,4 %	0,4 %	5 %

**Taulukko 4.14.** Laadunosoitusvertailu yhdellä viikolla laajennetuilla mittauskausilla.

viikot 26–33 + 37–44 viikkoerotus 11	Tarkastelu I				Tarkastelu II				sallittu raja
	VE0	VE1	VE2	VE3	VE0	VE1	VE2	VE3	
KVL, ylitys	3,8 %	3,6 %	2,9 %	2,9 %	6,8 %	7,9 %	6,1 %	5,7 %	10 %
KVL, huomattava ylitys	1,0 %	1,2 %	1,0 %	0,8 %	2,5 %	3,2 %	2,5 %	2,9 %	5 %
KVLras, ylitys	1,1 %	1,1 %	1,2 %	1,2 %	2,3 %	4,2 %	3,0 %	2,3 %	10 %
KVLras, huomattava ylitys	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	1,5 %	0,4 %	0,4 %	5 %

**Taulukko 4.15.** Laadunosoitusvertailu kahdella viikolla laajennetuilla mittauskausilla.

viikot 26–34 + 36–44 viikkoerotus 10	Tarkastelu I				Tarkastelu II				sallittu raja
	VE0	VE1	VE2	VE3	VE0	VE1	VE2	VE3	
KVL, ylitys	4,9 %	4,7 %	3,7 %	3,1 %	8,2 %	9,2 %	8,2 %	7,6 %	10 %
KVL, huomattava ylitys	1,7 %	1,6 %	1,3 %	1,0 %	4,1 %	6,0 %	3,2 %	3,5 %	5 %
KVLRas, ylitys	1,2 %	1,7 %	1,2 %	1,4 %	2,3 %	4,3 %	2,7 %	2,3 %	10 %
KVLRas, huomattava ylitys	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,2 %	0,0 %	1,3 %	0,7 %	0,7 %	5 %

Laadunosoitusvertailussa ainoa sallitun raja-arvon ylittävä arvo oli VE1:llä KVL-estimaatin huomattavien ylitysten osuus käyttäen aineistona kahdella viikolla laajennettuja mittauskausia. Muuten mallit tuottivat sallittujen raja-arvojen sisään jääviä tuloksia myös laajennetuilla laskentakausilla. Ylittävien ja huomattavasti ylittävien estimaattien osuudet lisääntyivät keskimäärin hieman, mutta erityisesti yhden viikon laajennuksella ei merkittävästi.

Malleja vertailtiin laajennetuilla mittauskausilla myös vuoden 2012 jatkuvien mittauspisteiden aineistolla. Aineiston koko oli vuoden 2013 aineistoa pienempi ja rajoittui ainoastaan LAM-pisteisiin ja siten vilkasliikenteisempiin kohteisiin. Esimerkiksi kohteita, joissa KVL oli alle 1000, oli aineistossa vain 10 kappaletta, jolloin esimerkiksi laadunosoitusvertailua tarkasteluluokassa II ei voitu luotettavasti toteuttaa. Vuoden 2012 aineiston mukaiset KVL- ja KVLRas-estimaattien keskimääräiset virheen suuruudet eri tapauksissa sekä laadunosoitusvertailu eri malleille edellä esitettyyn tapaan nykyisillä kausilla, yhdellä viikolla laajennetulla kausilla ja kahdella viikolla laajennetuilla kausilla on esitetty liitteessä 10.

Vuoden 2012 aineiston tuloksista havaitaan, että eri vuosien välillä tehdyissä vertailuissa keskimääräinen virhe sekä KVL- että KVLRas-estimaatin osalta on melko samankaltainen vuoden 2013 aineiston kanssa. Virhe kasvaa kaikilla malleilla hieman, mutta ei kovin merkittävästi kausien laajentamisen myötä. Laadunosoitusvertailussa tarkasteluluokassa I kaikki mallit tuottavat kaikilla mittauskausilla sallittujen rajojen sisällä olevia tuloksia myös vuoden 2012 testiaineistolla. Tarkasteluluokassa II tulokset ovat vuoden 2013 tarkastelusta poikkeavia (eniten ylityksiä nykyisillä mittauskausilla ja vähiten yhden viikon laajennuksen myötä), mutta koska aineiston koko rajoittui vain 10 testipisteeseen, voidaan sen osalta tuloksia pitää korkeintaan suuntaa-antavana.

#### 4.3.2 Mallien optimointi eri kausivaihteluluokille

Perinteisesti Suomessa käytössä olleissa malleissa jokainen homogeeninen väli on laskennan perusteella sidottu yhteen kausivaihteluluokkaan ja kertoimet on laskettu tämän kausivaihteluluokan perusteella. Tapio Luttisen ”Yleisen liikennelaskennan laadun arviointi yhdysteillä” -julkaisussa on esitetty tutkimisen arvoiseksi menetelmä, jossa vaihtelukertoimia hyödynnetään samassa kohteessa useasta eri vaihteluluokasta. Menetelmän

pääajatuksena on selvitys siitä, kuinka suurella todennäköisyydellä laskentaväli kuhunkin kausivaihteluluokkaan kuuluu, ja tämän jälkeen vaihtelukertoimien määrittäminen kunkin vaihteluluokan painotettuna keskiarvona painotuksen tapahtuessa edellä mainituilla todennäköisyyksillä (ns. Bayesin menetelmä). (Tieliikelaitos 2007) Lisäksi muun muassa norjalaisessa peruskäyrämenetelmässä (basiskurvemetod) kausivaihtelukertoimet määritellään useamman kausivaihtelukäyrän lineaarikombinaationa. (Statens vegvesen 2011) Näiden ideoiden pohjalta nykyisestä regressiomallista sekä muista vertailuun valituista malleista muodostettiin mallien testauksen yhteydessä normaalin version lisäksi myös kausivaihteluluokittain optimoitu versio, jossa kausivaihtelu- tai regressiokertoimia hyödynnettiin kahdesta (lähimmästä) eri vaihteluluokasta. Eri vaihteluluokkien kertoimia painotettiin sillä perusteella, kuinka selkeästi väli kesän ja syksyn laskentasuhteen perusteella ensisijaiseen vaihteluluokkaan kuului. Raskaan liikenteen osalta kausivaihteluluokitusta ei määritetä erikseen, joten optimoituja versioita testattiin ainoastaan KVL-estimaattien laskennassa.

Perusversioiden mukaisesti myös optimoiduissa versioissa määritettiin kunkin välin ensisijainen kausivaihteluluokka kesän ja syksyn laskentatulosten suhteena lasketun L-arvon perusteella. Optimoiduissa malleissa L-arvoa verrattiin ensisijaisen kausivaihteluluokan määrittelyrajojen keskiarvoon, jonka jälkeen välin toissijainen kausivaihteluluokka määritettiin sen perusteella, kummalla puolella keskiarvoa L-arvo sijaitsi. Ensisijaisen ja toissijaisen kausivaihteluluokan kertoimia painotettiin sen mukaan kuinka lähellä L-arvo on ensisijaisen vaihteluluokan määrittelyrajojen keskipistettä ja toisaalta ensisijaisen ja toissijaisen vaihteluluokan raja-arvoa. Mikäli L-arvo oli esimerkiksi täysin keskellä kausivaihteluluokkaa, käytettiin mallissa kertoimia ainoastaan kyseisestä luokasta, kun taas tilanteessa, jossa L-arvo oli kahden kausivaihteluluokan rajalla, painotettiin kertoimia molemmista luokista suhteessa 50/50. Optimoidut versiot nimettiin VE0+:ksi, VE1+:ksi, VE2+:ksi ja VE3+:ksi. Keskeisimmät KVL-estimaatin tunnusluvut mallien perusversioiden sekä optimoitujen versioiden osalta on esitetty taulukossa 4.16. Aineistona käytettiin nykyisten laskentakausien viikkoerotusten 11, 12 ja 13 mukaisia testikohteita, joissa testipisteen KVL oli alle 8000.

**Taulukko 4.16.** Virheen suuruus kausivaihteluluokittain optimoiduilla malleilla.

virheen suuruus	VE0	VE0+	VE1	VE1+	VE2	VE2+	VE3	VE3+
keskiarvo	3,60 %	3,59 %	3,64 %	3,18 %	2,99 %	2,97 %	2,95 %	2,93 %
N	3758	3758	3758	3758	3758	3758	3758	3758
keskihajonta	3,58 %	3,55 %	3,72 %	3,55 %	3,24 %	3,23 %	3,30 %	3,30 %
mediaani	2,63 %	2,65 %	2,70 %	2,22 %	2,11 %	2,07 %	2,05 %	2,02 %

Taulukosta havaitaan, että optimoiduilla versioilla saavutetaan lievää parannusta mallien KVL-estimaattien tarkkuuteen. Selkeintä parannus on VE1:ssä, jossa KVL-estimaatin keskimääräinen virheen suuruus pienenee optimoidulla versiolla 0,46 prosenttiyksikköä. Muilla malleilla parannus jää hyvin marginaaliseksi.

### 4.3.3 Kausivaihteluluokan merkitys ja määrittäminen

Kahden viikon laskentamalleja kaikilla mahdollisilla viikkopariyhdistelmillä testattaessa havaittiin, että muilla kuin 12 viikon viikkoerotuksilla suoraan laskettu kausivaihteluluokitus poikkesi useasti kohteen todellisesta nykymäärittäytymisen mukaisesta luokittelusta. Kausivaihteluluokan virheellisen määrittäytymisen merkitystä testattiin laskemalla testiaineistolle uudet estimaatit käyttäen todellista kiinteän 12 viikon viikkoerotuksen mukaan laskettua kausivaihteluluokkaa jokaiselle testipisteelle. Uuden estimaatin keskimääräistä virhettä verrattiin alkuperäiseen laskettuun estimaattiin. Mikäli estimaatin tarkkuus parantui, merkittiin parannus positiivisella etumerkillä. Taulukossa 4.17. on esitetty viikkoerotuksittain parannus estimaatin tarkkuuteen käytettäessä kiinteän viikkoparin mukaan laskettua kausivaihteluluokkaa todellisen testiviikkoparin mukaan lasketun luokan sijaan.

**Taulukko 4.17.** Väärän kausivaihteluluokan merkitys keskimääräiseen virheen suuruuteen.

vko- erotus	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	yht
VE0	-0,40 %	0,04 %	-0,11 %	-0,09 %	-0,07 %	0,02 %	0,07 %	0,10 %	0,08 %	0,20 %	0,32 %	0,52 %	0,56 %	0,07 %
VE1	0,91 %	0,11 %	-0,06 %	-0,16 %	0,06 %	-0,06 %	-0,01 %	0,09 %	0,17 %	0,29 %	0,37 %	0,30 %	0,69 %	0,10 %
VE2	0,13 %	0,11 %	0,16 %	0,13 %	0,07 %	0,06 %	0,01 %	0,01 %	0,03 %	-0,04 %	-0,06 %	-0,23 %	-0,42 %	0,02 %
VE3	0,75 %	0,15 %	0,04 %	0,02 %	0,13 %	0,08 %	0,02 %	-0,04 %	-0,03 %	-0,07 %	-0,10 %	-0,19 %	-0,28 %	0,02 %

Taulukosta havaitaan, että parannus estimaatin keskimääräiseen virheeseen on keskimäärin varsin pieni. Tarkkuus paranee luonnollisesti keskimäärin parhaiten ääripään viikkoerotuksia käytettäessä, eli kohteissa, joissa virhetulkintoja on eniten. Toisaalta osassa tapauksista estimaatin tarkkuus on kuitenkin jopa parempi, mikäli käytetään suoraan testiviikkoparin mukaan laskettua kausivaihteluluokkaa kiinteän viikkoerotuksen mukaan lasketun luokan sijaan. Mikäli tarkasteluun otetaan vain kohteet, joissa kausivaihteluluokat ovat eri tapauksissa toisistaan eroavat, havaitaan, että virheen suuruus kiinteän viikkoparin mukaan lasketulla luokituksella pienenee kaikki viikkoparit huomioiden VE0:lla keskimäärin 0,29 prosenttiyksikköä, VE1:llä 0,41 prosenttiyksikköä, VE2:lla 0,09 prosenttiyksikköä ja VE3:lla 0,07 prosenttiyksikköä.

Tuloksista havaitaan, että nykymentelylläkään ei aina ole löydettävissä kohteelle optimaalisinta kausivaihteluluokkaa. Toisaalta voidaan myös todeta, että kahden viikon (kesällä ja syksyllä suoritettujen) laskentojen pohjalta tehdyissä estimoinneissa optimaalisimman kausivaihteluluokan löytämisen merkitys ei ole kriittisen tärkeää. Kahteen laskentakertaan perustuvissa estimoinneissa kesälaskennan liian suuri tai pieni liikennemääräestimaatti kompensoituu normaalisti ainakin osittain syksylaskennan vastakaismerkkisellä estimaatilla toista kausivaihteluluokkaa käytettäessä, ja näin ollen lopullisessa estimaatissa ero jää pieneksi.

Kohteissa, joissa estimointi suoritetaan yhden laskentaviikon pohjalta, on kausivaihteluluokan valinnalla kuitenkin merkittävä vaikutus lopulliseen liikennemääräestimaattiin. Myös kahden viikon laskennoissa tarkkuutta voidaan parantaa, mikäli kohteelle voidaan järjestelmällisesti määrittää varmuudella optimaalisin kausivaihteluluokka. Mallien testauksen yhteydessä aineiston pohjalta tutkittiin kohteen kausivaihteluluokan mahdollista yhteyttä muihin yleisen liikennelaskennan yhteydessä tuotettuihin tunnuslukuihin ja mahdollisuutta käyttää niitä kausivaihteluluokituksen apuvälineenä.

Tarkastelun aineistona oli kokonaisuudessaan tierekisteriin vuodelle 2014 viety tietolaji 201 eli liikennemäärätieto. Aineisto suodatettiin käyttämään ainoastaan tietyyppin 1 kohteita (maantiet), joiden tiennumero oli alle 20 000 (rampit ei mukana tarkastelussa). Aineiston kooksi tuli 14 623.

Aineiston avulla tarkasteltiin pääasiassa KVL-arvon, viikonpäiväluokan ja tuntivaihteluluokan mahdollista yhteyttä kohteen kausivaihteluluokkaan. Tarkastelua varten KVL-arvo jaoteltiin viiteen luokkaan: alle 200, 200–1000, 1000–8000, 8000–16000 ja yli 16000. Luokiteltu KVL-arvo, viikonpäiväluokka ja tuntivaihteluluokka ristiintaulukoitiin kausivaihteluluokan kanssa. Huomionarvoista on, että kausivaihteluluokka 6 otettiin käyttöön vasta vuoden 2013 estimoinneissa, jolloin se on selvästi aliedustettuna tarkastelun tuloksissa. Todellisuudessa esimerkiksi kohteet, joissa KVL-arvo on alle 200 tulevat kuulumaan valtaosin tähän luokkaan. Luokitellun KVL-arvon jakautuminen eri kausivaihteluluokkiin on esitetty taulukossa 4.18., viikonpäivävaihteluluokkien jakautuminen eri kausivaihteluluokkiin taulukossa 4.19. ja tuntivaihteluluokkien jakautuminen eri kausivaihteluluokkiin taulukossa 4.20.

**Taulukko 4.18.** Luokiteltujen KVL-arvojen osuudet kausivaihteluluokittain.

		Kvl. luokiteltu					YHT	
		-200	200-1000	1000-8000	8000-16000	16000-		
Kausivl	1	määrä	602	300	427	84	71	1484
		%-osuus	11,1%	6,5%	10,7%	21,8%	35,0%	10,2%
	2	määrä	1335	1692	1943	237	123	5330
		%-osuus	24,5%	36,9%	48,6%	61,6%	60,6%	36,5%
	3	määrä	1587	1645	1309	58	8	4607
		%-osuus	29,2%	35,8%	32,8%	15,1%	3,9%	31,5%
	4	määrä	1133	943	317	6	1	2400
		%-osuus	20,8%	20,5%	7,9%	1,6%	,5%	16,4%
	5	määrä	15	2	0	0	0	17
		%-osuus	,3%	,0%	0,0%	0,0%	0,0%	,1%
	6	määrä	771	8	0	0	0	779
		%-osuus	14,2%	,2%	0,0%	0,0%	0,0%	5,3%
YHT	määrä	5443	4590	3996	385	203	14617	
	%-osuus	37,2%	31,4%	27,3%	2,6%	1,4%	100,0%	

**Taulukko 4.19. Viikonpäivävaihteluluokkien osuudet kausivaihteluluokittain.**

			Vpvi					YHT
			1	2	3	4	5	
Kausivl	1	määrä	908	383	0	185	2	1478
		%-osuus	15,3%	6,0%	0,0%	8,5%	7,1%	10,2%
	2	määrä	2767	2112	0	399	5	5283
		%-osuus	46,8%	33,0%	0,0%	18,4%	17,9%	36,4%
	3	määrä	1231	2603	0	727	10	4571
		%-osuus	20,8%	40,7%	0,0%	33,5%	35,7%	31,5%
	4	määrä	398	1158	4	819	11	2390
		%-osuus	6,7%	18,1%	100,0%	37,8%	39,3%	16,5%
	5	määrä	7	9	0	1	0	17
		%-osuus	,1%	,1%	0,0%	,0%	0,0%	,1%
	6	määrä	607	136	0	36	0	779
		%-osuus	10,3%	2,1%	0,0%	1,7%	0,0%	5,4%
YHT	määrä	5918	6401	4	2167	28	14518	
	%-osuus	40,8%	44,1%	0,0%	14,9%	0,2%	100,0%	

**Taulukko 4.20. Tuntivaihteluluokkien osuudet kausivaihteluluokittain.**

			Tvi				YHT
			1	2	3	4	
Kausivl	1	määrä	77	811	286	304	1478
		%-osuus	45,6%	12,0%	6,9%	8,7%	10,2%
	2	määrä	83	2646	1347	1207	5283
		%-osuus	49,1%	39,2%	32,6%	34,7%	36,4%
	3	määrä	6	2157	1222	1186	4571
		%-osuus	3,6%	32,0%	29,6%	34,1%	31,5%
	4	määrä	3	1122	718	547	2390
		%-osuus	1,8%	16,6%	17,4%	15,7%	16,5%
	5	määrä	0	10	7	0	17
		%-osuus	0,0%	,1%	,2%	0,0%	,1%
	6	määrä	0	0	546	233	779
		%-osuus	0,0%	0,0%	13,2%	6,7%	5,4%
YHT	määrä	169	6746	4126	3477	14518	
	%-osuus	1,2%	46,5%	28,4%	23,9%	100,0%	

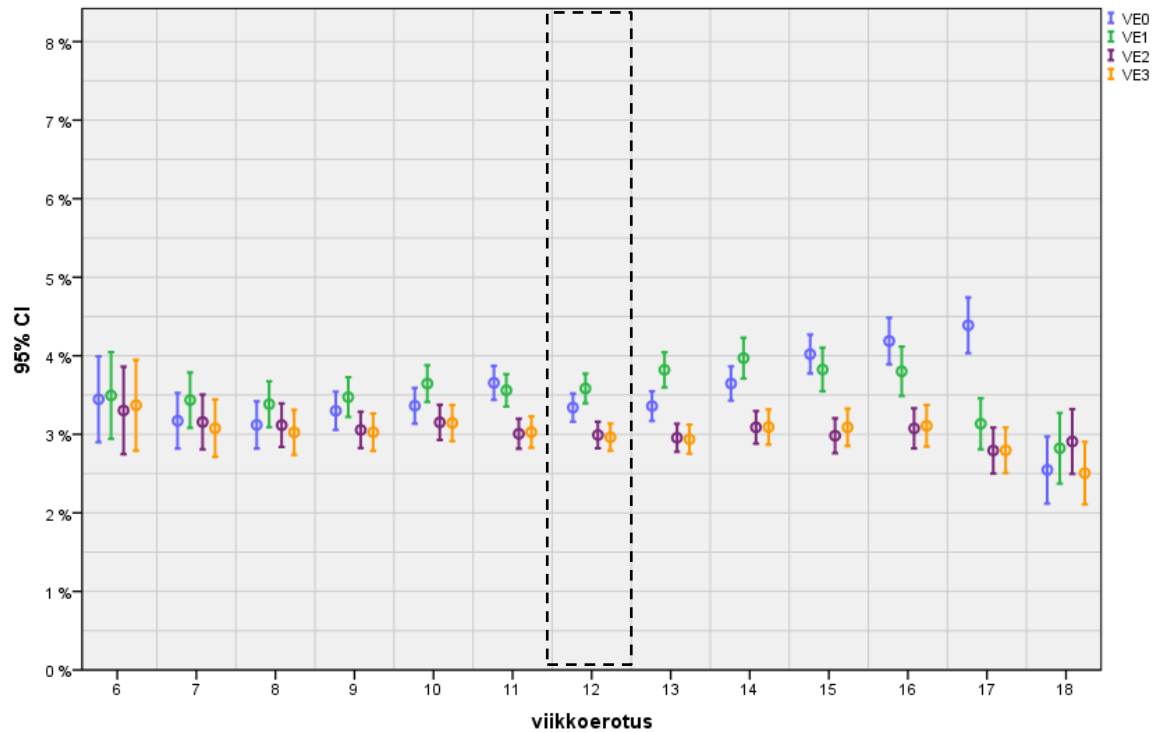
Taulukoista havaitaan, että täysin selkeää yhteyttä minkään KVL-luokan, viikonpäiväluokan tai tuntivaihteluluokan osalta ei voida mihinkään kausivaihteluluokkaan löytää. Luokitellun KVL-arvon osalta havaitaan, että hajonta eri luokkiin on suurinta kaikkein vähäliikenteisimmissä kohteissa. Toisaalta nämä kohteet tullaan jatkossa suurelta osin luokittelemaan luokkaan 6. Luokan 6 ohella vähäliikenteisissä kohteissa, joissa KVL on alle 1000 luokat 3 ja 4 ovat hyvin edustettuina. Suurempiin liikennemääriin mentäessä näiden osuus vähenee ja vastaavasti luokat 1 ja 2 nousevat hallitsevammiksi. Kausivaihteluluokan 2 osuus on suuri jokaisessa KVL-luokassa. Viikonpäiväluokista luokkien 3 ja 5 osuudet jäävät hyvin marginaalisiksi, joten niiden osalta luotettavia analyyssejä ei voida tehdä. Erityisesti viikonpäivävaihteluluokan 3 merkitys voidaan kyseenalaistaa kokonaan, sillä siihen kuuluu vain neljä kaikista yli 14 000 kohteesta. Viikonpäiväluokan 1 kohteista suurimman ryhmän muodostaa kausivaihteluluokka 2, viikonpäiväluokan 2 kohteista kausivaihteluluokka 3 ja viikonpäiväluokan 4 kohteista kausivaihteluluokka 4. Tuntivaihteluluokan osalta havaitaan, että tuntivaihteluluokan 1 kohteet (joskin myös niiden osuus koko aineistosta on hyvin pieni) kuuluvat valtaosin kausivaihteluluokkiin 1 ja 2 kun taas muiden tuntivaihteluluokkien kohteet ovat melko samankaltaisesti jakautuneet suurimmaksi osaksi kausivaihteluluokkiin 2 ja 3.

Kausivaihteluluokkien ristiintaulukointia testattiin myös kaikille mahdollisille KVL-luokkien, viikonpäivävaihteluluokkien ja tuntivaihteluluokkien yhdistelmille. Täysin selkeää yhteyttä ei näidenkään analyysien pohjalta voitu muodostaa. Vain harvoissa tapauksissa minkään yhdistelmän kohteet kuuluivat yli 50 prosenttisesti mihinkään kausivaihteluluokkaan ja selkeimmissäkin tapauksissa kyseisen aineiston koko jäi hyvin pieneksi.

#### 4.3.4 Laskentajakson määrittäminen

Laskentajakson perusteella määritetään muun muassa kohteen kausivaihteluluokka sekä regressiokertoimet. Nykyasettelyn mukaisesti kohteen laskentajakson määrittäminen onnistuu suoraan vain, mikäli käytetään 12 viikon viikkoerotusta ja kiinteitä ennalta määrättyjä viikkopareja. Mikäli toinen viikko poikkeaa nykyisistä laskentaviikkopareista, ei määrittämiä ja kertoimia voida suoraan lukea nykyisistä taulukoista. Testattaessa malleja muulla kuin 12 viikon viikkoerotuksella käytettiin edellä esitetyissä analyyseissä viikkojakson määrittämisessä kesäviikon viikkonumeroa, jonka perusteella kausivaihteluluokka (kaikki mallit) ja regressiokertoimet (VE0 ja VE3) määritettiin.

Myöhemmissä analyyseissä havaittiin, että tulokset muuttuvat melko selvästi, mikäli laskentajakson määrittämisessä käytettäisiin kesäviikon viikkonumeron sijaan esimerkiksi syksyviikon viikkonumeroa. Voimakkaimmin tämä näkyy VE0:ssa ja VE3:ssa, joissa viikkojakso vaikuttaa regressiokertoimien määrittämiseen. Viikkojakson poikkeava määrittäminen vaikuttaa selkeimmin ääripään viikkoerotusten tuloksiin, sillä silloin eri laskentakauden mukaan määritetyt jaksot poikkeavat eniten toisistaan. Esimerkiksi viikkoerotusta 18 käytettäessä kohde kuuluu kesäviikon mukaan määritettynä laskentajaksoon 1 (viikko 26) kun taas syksyviikon mukaan määritettynä laskentajaksoon 7 (viikko 44). VE1:ssä ja VE2:ssä laskentajakso eivät vaikuta käytettyihin kertoimiin. Kuitenkin kaikissa malleissa pientä poikkeavuutta tuloksiin syntyy eri tavoin määritetyn viikkojakson vaikutuksista kausivaihteluluokan määrittämiseen. Viikkoerotuksella 12 (eli tulosten kannalta olennaisimmalla viikkoerotuksella) tulokset ovat identtisiä, määritettiin viikkojakso sitten kesän tai syksyn laskentaviikon perusteella. Kuvassa 4.15. on esitetty virheen itseisarvon keskimääräinen suuruus eri viikkoerotuksilla tilanteessa, jossa viikkojakso olisikin määritetty syksyn laskentaviikon perusteella.



**Kuva 4.15.** KVL-estimaatin virheen suuruus eri viikkoerotuksilla määritettäessä laskentajakso syksyviikon perusteella.

Kuvasta havaitaan, että tulokset ovat paikoitellen selvästi poikkeavia tilanteesta, jossa viikkojakson määrittäminen olisi tehty kesäviikon mukaan (vertaa kuva 4.8.). Selkeimmin ero on havaittavissa VE0:lla, jossa ääripään viikkoerotuksia käytettäessä virhe ei kasva läheskään yhtä suureksi kuin tilanteessa, jossa laskentajakso määritettiin kesäviikon perusteella. Toisaalta joidenkin yksittäisten viikkoparien osalta kesäviikon mukaan määritetyn laskentajakson estimaatti on keskimäärin hieman tarkempi. Erityisesti viikko 43 näyttää tuottavan tarkkuudeltaan heikkoja estimaatteja useiden kesäviikkojen parina VE0:n osalta määritettäessä laskentajakso sen perusteella. Mikäli nykyisiä kausivaihteluluokan ja regressiokertoimien määrittäytaulukoita halutaan käyttää viikkoerotuksesta 12 poikkeavilla viikkoerotuksilla, näyttää erityisesti VE0:n tuottamien estimaattien virhe säilyvän kuitenkin keskimäärin pienempänä määritettäessä laskentajakso syksyn laskentaviikon perusteella. KVL- ja KVLras-estimaattien mediaanivirheet kaikkien viikkopariyhdistelmien osalta on esitetty liitteessä 11.

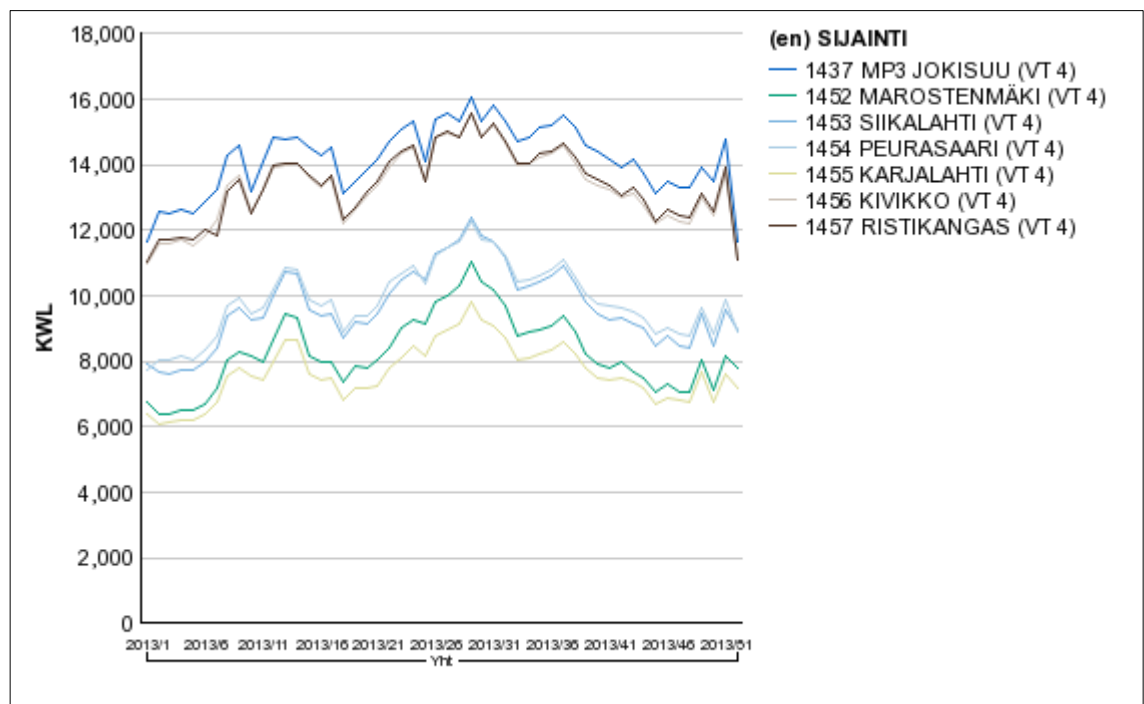
#### 4.3.5 LAM-profiilimenetelmä Norjan referenssimallia mukailien

LAM-pisteiltä tuotetaan suoraan liikennemäärätiedot homogeenisille väleille, joilla pisteitä sijaitsee. LAM-pisteitä voidaan kuitenkin ajatella hyödynnettävän myös kyseisen homogeenisen välin tai jopa useamman seuraavan homogeenisen välin liikennemäärien estimoinnissa. Menetelmää hyödynnetään myös Norjassa käytössä olevassa ns. referenssimenetelmässä (referenssmetod), jossa KVL-arvo tuotetaan sovittamalla otoslaskennan laskentadata koko vuodelle laskentaväliä lähellä olevan jatkuvan mittauspisteen avulla. (Statens vegvesen 2011) Tässä kappaleessa on tutkittu kuinka hyvin menetelmä



soveltuisi käytettäväksi Suomessa yleisessä liikennelaskennassa. Menetelmän avulla LAM-pistettä seuraavien homogeenisten välien vuosittainen laskentamäärä voitaisiin pudottaa yhteen viikkoon ja sovittaa laskennasta saatu data koko vuodelle LAM-pisteen liikennemääräprofiilia noudattaen.

Menetelmän taustalla on tieto siitä, että peräkkäisillä homogeenisilla väleillä sijaitsevat LAM-pisteet noudattavat normaalisti liikennemääräprofiiltaan hyvin samankaltaista jakaumaa. Liikennemäärät pisteiden välillä saattavat vaihdella jonkin verran, mutta liikenteen jakautuminen eri viikoille painottuu samankaltaisesti. Kuvassa 4.16. on esitetty valtatietäällä 4 seitsemällä peräkkäisellä homogeenisella välillä sijaitsevien LAM-pisteiden liikennemääräprofiilit vuodelta 2013.



**Kuva 4.16.** Peräkkäisten LAM-pisteiden vuoden 2013 liikennemääräprofiilit. (Liikennevirasto 2014c)

Liikennemääräprofiileista havaitaan, että peräkkäisillä LAM-pisteillä liikennemäärä on painottunut koko vuodelle hyvin samankaltaisesti. LAM-profiilimenetelmän tarkempaa tutkimista varten testiaineistosta erotettiin kaikki mahdolliset LAM-pisteet jotka sijaitsivat peräkkäisillä laskentaväleillä. Peräkkäisillä laskentaväleillä sijaitsevia LAM-pisteitä löydettiin yhteensä 66 kappaletta seitsemältä eri maantieltä.

Tarkasteluun valittujen LAM-pisteiden syksyn laskentakauden viikoilla 38–44 laskettua viikon keskimääräistä vuorokausiliikennemäärää verrattiin seuraavalla välillä sijaitsevan LAM-pisteen vastaavan viikon arvoon, josta laskettiin liikennemäärien suhdeluku P. P-luku laskettiin erikseen koko liikenteelle ja raskaalle liikenteelle. Mikäli samalla homogeenisella välillä sijaitsi useampi piste, tehtiin vertailu lähimpään seuraavalla välillä sijaitsevaan vertailupisteeseen. Tilanteissa, joissa vertailupiste sijaitsi sekä

tarkasteluväliä edeltävällä että seuraavalla välillä, suhdeluku laskettiin molemmille erikseen.

KVL- ja KVLras-estimaatit tarkasteluvälille laskettiin kertomalla vertailupisteen laskettu liikennemäärä lasketulla P-luvulla seuraavan kaavan mukaisesti:

$$KVL = P * W$$

Saatus estimaattia verrattiin laskentavälin todelliseen liikennemääräarvoon, josta laskettiin virhe eli laatueroa aikaisemmissa kappaleissa esitettyyn tapaan. Mikäli vertailu voitiin tehdä sekä laskentapistettä edeltävään että seuraavaan vertailuväliin, laskettiin virhe tapausten keskiarvona.

LAM-profiilimenetelmällä laskettujen KVL- ja KVLras-estimaattien laatueroa verrattiin samoissa kohteissa muilla malleilla 12 viikon viikkoerotuksella laskettujen estimaattien mukaisiin laatueroihin. Virheen suuruuden keskiarvo, aineiston koko, keskihajonta ja mediaani on esitetty taulukossa 4.21.

**Taulukko 4.21.** LAM-profiilimenetelmällä laskettujen estimaattien vertailu muiden mallien vastaaviin estimaatteihin.

KVL-estimaatin virheen suuruus					
	LAM-profiili	VE0	VE1	VE2	VE3
keskiarvo	1,15 %	2,04 %	2,51 %	1,69 %	1,52 %
N	461	461	461	461	461
keskihajonta	0,92 %	1,76 %	1,98 %	1,50 %	1,31 %
mediaani	0,90 %	1,65 %	2,18 %	1,35 %	1,12 %

KVLras-estimaatin virheen suuruus					
	LAM-profiili, raskas	VE0, raskas	VE1, raskas	VE2, raskas	VE3, raskas
keskiarvo	2,45 %	2,87 %	2,56 %	2,62 %	2,30 %
N	461	461	461	461	461
keskihajonta	2,23 %	2,72 %	2,97 %	2,64 %	2,62 %
mediaani	1,88 %	2,38 %	1,85 %	1,93 %	1,75 %

LAM-profiilimenetelmä osoittautuu testin perusteella varsin kilpailukykyiseksi vaihtoehdoksi muille malleille. KVL-estimaatin osalta se tuottaa yhden viikon pohjalta tarkempia tuloksia kuin mikään muu malli vastaavissa kohteissa kahden viikon laskennan pohjalta. Pienimmillään LAM-profiilimenetelmän keskimääräinen virheen suuruus on viikkojen 40 ja 42 pohjalta tehdyissä estimoinneissa, joissa virheen suuruus laskee alle yhden prosentin ja suurimmillaan viikon 44 pohjalta tehdyissä estimoinneissa, jossa keskimääräinen virheen suuruus on 1,41 prosenttia. Keskimäärin virheen suuruus syyskaudelta on taulukon mukaisesti 1,15 prosenttia eli pienempi kuin minkään muun mallin vastaavissa kohteissa lasketun estimaatin tarkkuus. KVLras-estimaatinkin osalta LAM-profiilimenetelmän tulokset sijoittuvat kärkipäähän. Suoritettaessa estimointi LAM-pistettä seuraavan homogeenisen välin jälkeiseen väliin havaitaan tarkkuuden laskevan selvästi. LAM-pisteen viereisten välien estimointiin menetelmä näyttää kuitenkin soveltuvan erinomaisesti.

## 5 YHDEN VIIKON LASKENTAAN PERUSTUVAT ESTIMOINTIMALLIT

### 5.1 Testimenetelmät

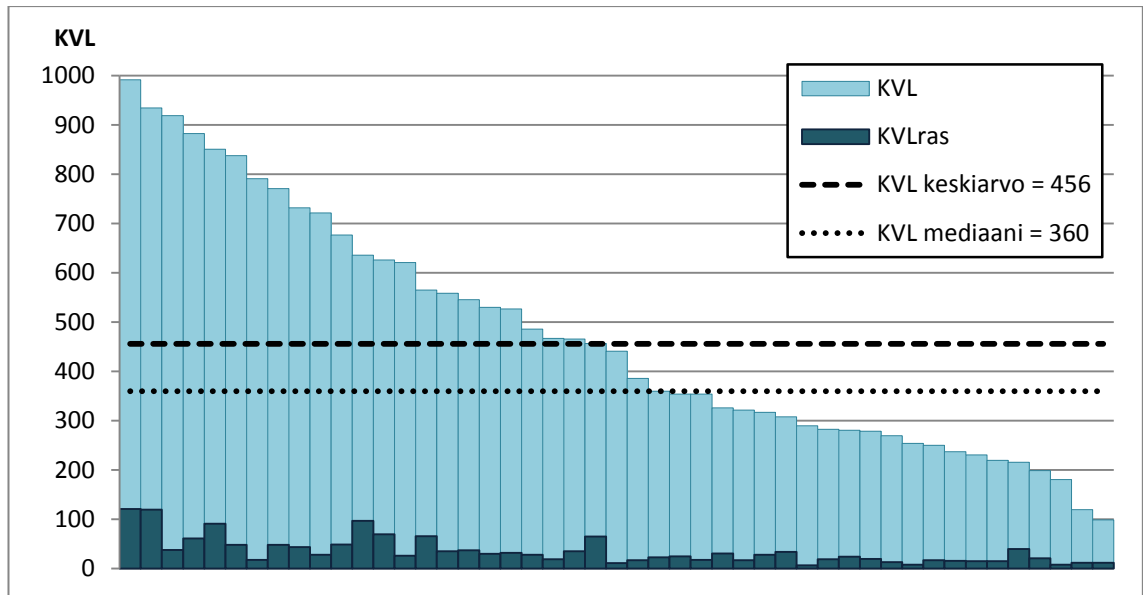
Alemmalle tieverkolle sekä eritasoliittymien rampeille liikennemääriin liittyvät tunnusluvut estimoidaan yhden viikon laskennan pohjalta viikkomallin avulla kaavalla

$$KVL = \frac{W}{K}$$

Viikkomallin tuottamia estimaatteja arvioitiin molemmissa tapauksissa herkkyystar-kastelun avulla, jossa tarkoituksena oli selvittää mille viikoille laskennat olisi tarkoituk-senmukaisinta kohdistaa. Samalla tarkasteltiin tulosten poikkeavuutta eri kausivaihtelu-luokkia käytettäessä, sillä yhden viikon laskennoissa kausivaihteluluokitusta ei ole mahdollista tehdä perinteiseen tapaan kahden laskennan laskentatuloksia vertaamalla. Sekä alemman tieverkon laskentamallin että ramppilaskentamallin tapauksissa testiai-neisto koottiin jatkuvilta mittauspisteiltä vastaamaan ominaisuuksiltaan mahdollisim-man tarkasti todellisia laskentakohteita.

### 5.2 Alemman tieverkon laskentamalli

Alemman tieverkon yhden viikon laskentamallia tarkasteltiin vähäliikenteisimpien LAM-pisteiden sekä alemman tieverkon jatkuvien mittauspisteiden avulla. Tarkasteluun otettiin mukaan kohteet, joilta laskentadataa oli saatavilla kappaleessa 3.8. esitettyjen reunaehto- jen mukaisesti. Todellisuudessa yleisessä liikennelaskennassa yhden viikon laskentamallia käytetään kohteissa, joissa KVL on alle 200, mutta koska näin pieniliikennemääräisiä jatkuvan laskennan kohteita oli vain muutama, muodostettiin testijoukko kohteista, joissa KVL oli alle 1000. Reunaehto- jen mukaisesti tarkasteltavaksi testi- joukoksi saatiin valittua 17 LAM-pistettä sekä kaikki 30 alemman tieverkon jatkuvaa mittauspistettä. Testiaineiston 47 mittauspisteessä KVL vaihteli välillä 99–992 kuvan 5.1. mukaisesti.



**Kuva 5.1.** Testijoukon pisteiden liikennemääräkoostumus.

Alemman tieverkon laskentamallin herkkyystarkastelu tehtiin testiaineiston mittauspisteiden vuoden 2013 laskentatiedoilla. Yhden viikon laskentamallin mukaisia laskentoja tehdään nykyisellään yleisen liikennelaskennan kevään ja syksyn laskentakausilla, jotka vuonna 2013 ajoittuivat viikoille 11–12 ja 38–44. Herkkyystarkastelua varten aineistoon otettiin mukaan kaikkien testipisteiden viikkojen 10–44 viikon keskimääräiset liikennemäärätiedot, jotta voitiin vertailla estimaattien tarkkuutta myös varsinaisten laskentakausien ulkopuolisina viikkoina. Mikäli liikennemäärätieto joltakin viikolta puuttui, jätettiin kyseisen testipisteen kyseinen viikko tarkastelussa huomioimatta. Useille viikoille liikennemäärätieto oli saatavissa kaikilta 47 testipisteeltä, mutta joidenkin viikkojen osalta jäätin alle 40 pisteen kattavuuteen. Yhteensä aineiston koko kaikki testipisteet ja niiltä saatavat eri viikkojen W-arvot huomioiden oli 1451. Eri viikkojen määrät testiaineistossa on esitetty taulukossa 5.1.

**Taulukko 5.1.** Eri viikkojen määrät testiaineistossa.

vko	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
N	38	35	39	40	39	40	39	40	40	40	41	41	45	44	45	46	47	47

vko	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	YHT
N	47	47	47	46	45	45	44	42	41	41	39	37	37	37	37	37	36	1451

Herkkyystarkastelu alemman tieverkon laskentamallille tehtiin kausivaihteluluokittain. KVL- ja KVLras-estimaatit laskettiin viikkomallin mukaisesti jokaisen testipisteen jokaiselle tarkasteluviikolle kaikilla eri kausivaihteluluokilla. Virhe eli laatupoikkeama laskettiin tämän jälkeen vertaamalla estimaattia kohteen todelliseen arvoon aikaisemmissa kappaleissa esitettyyn tapaan. Keskimääräisen virheen suuruuden sekä todellisen virheen keskiarvo, mediaani ja keskihajonta on esitetty kausivaihteluluokittain ja ras-

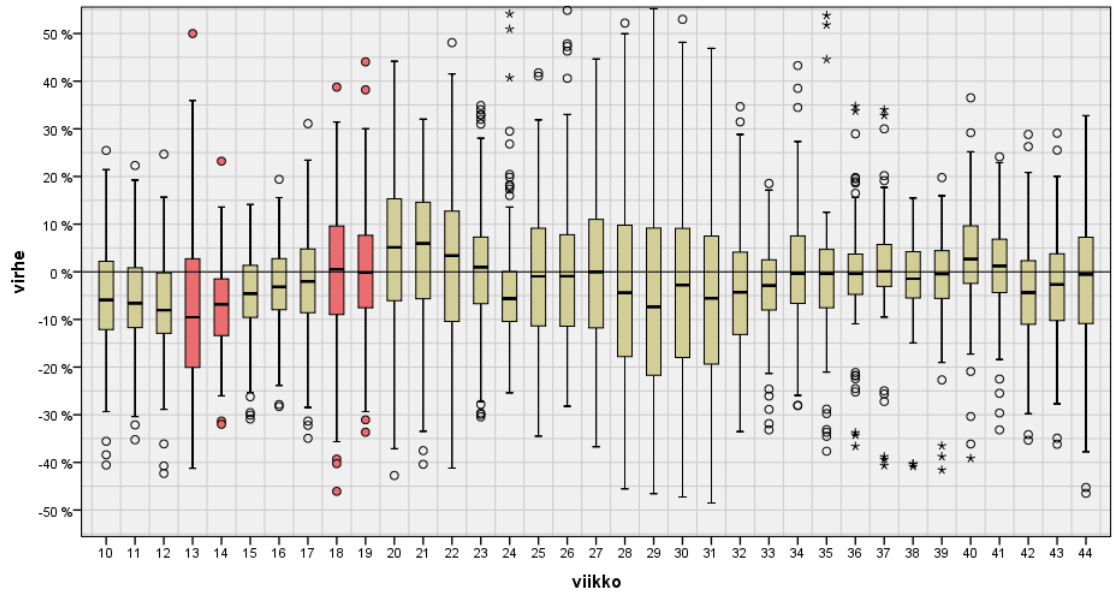
kaan liikenteen osalta taulukossa 5.2. Mukana aineistossa oli kaikkien testipisteiden kaikki viikot välillä 10–44.

**Taulukko 5.2.** Virhe kausivaihteluluokittain.

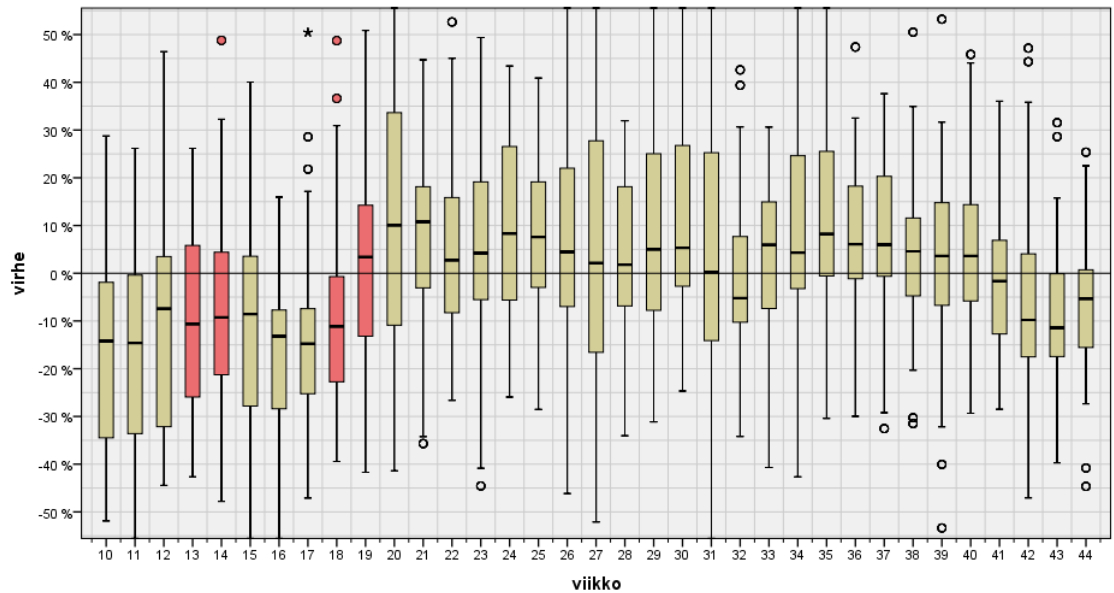
virheen itseisarvo					todellinen virhe				
kausivl	N	ka	mediaani	keskihajonta	kausivl	N	ka	mediaani	keskihajonta
1	1451	19,6 %	13,4 %	21,3 %	1	1451	6,9 %	0,9 %	28,1 %
2	1451	13,4 %	9,4 %	14,5 %	2	1451	2,5 %	-0,1 %	19,6 %
3	1451	10,6 %	7,8 %	10,7 %	3	1451	-0,7 %	-1,1 %	15,1 %
4	1451	13,0 %	10,7 %	10,3 %	4	1451	-3,4 %	-3,0 %	16,2 %
5	1451	20,2 %	16,0 %	17,2 %	5	1451	2,0 %	-0,8 %	26,5 %
6	1451	10,6 %	7,2 %	11,9 %	6	1451	-0,7 %	-2,1 %	15,9 %
raskas	1451	19,8 %	13,5 %	24,1 %	raskas	1451	3,0 %	-0,4 %	31,0 %

Kaikki testiviikot huomioiden virheen suuruus oli pienimmillään kausivaihteluluokilla 3 ja 6 laskettuna. Selvästi suurimmillaan se oli luokissa 1 ja 5. Suurin osa yleisen liikennelaskennan yhden laskentaviikon pohjalta estimoiduissa kohteissa kuuluu todennäköisimmin luokkaan 6, osa myös luokkiin 3 tai 4. Kevätluokkaan kuuluvia kohteita ei yhden viikon laskennassa ole, joten luokka 5 suodatettiin suoraan pois vertailusta. Luokat 1 ja 2 puolestaan edustavat pääasiassa vilkasliikenteisiä kohteita, joita ei myöskään yhden viikon laskennassa ole. Herkkyystarkasteluun otettiin täten mukaan ainoastaan luokat 3, 4 ja 6, joihin valtaosa yhden viikon laskennan perusteella estimoiduista kohteista kuuluu.

Yleisen liikennelaskennan laskentoja ei koskaan suoriteta viikoilla, joilla on arkipyhäpäiviä. Vuonna 2013 viikkojen 10–44 välillä tällaisia viikkoja olivat viikot 13 ja 14 (pääsiäinen) sekä viikot 18 (vappu) ja 19 (helatorstai). KVL-estimaatin mediaanivirhe kausivaihteluluokat 3, 4 ja 6 huomioiden on esitetty boxplot-kaaviona (pienin ja suurin arvo, ala- ja yläneljännekset sekä mediaani) viikoittain kuvassa 5.2. Vastaava kaavio KVLras-estimaatin osalta on esitetty kuvassa 5.3. Arkipyhäpäivän sisältämät viikot on molemmissa kaavioissa korostettu punaisella värillä.

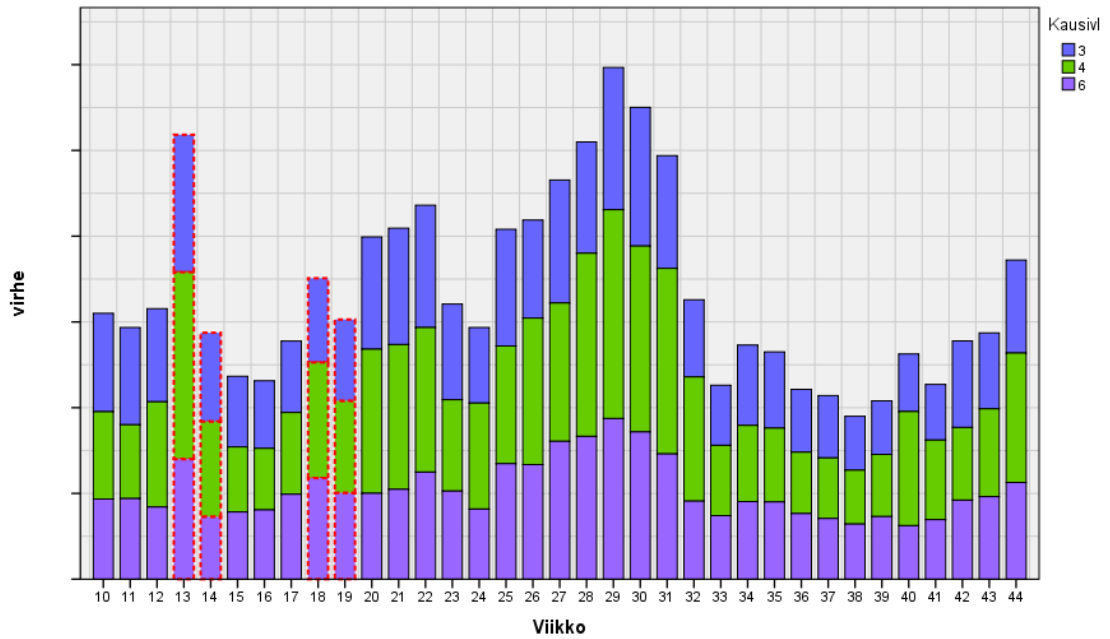


**Kuva 5.2.** KVL-estimaatin virheen suuruuden mediaani ja vaihteluvälit eri viikoilla.



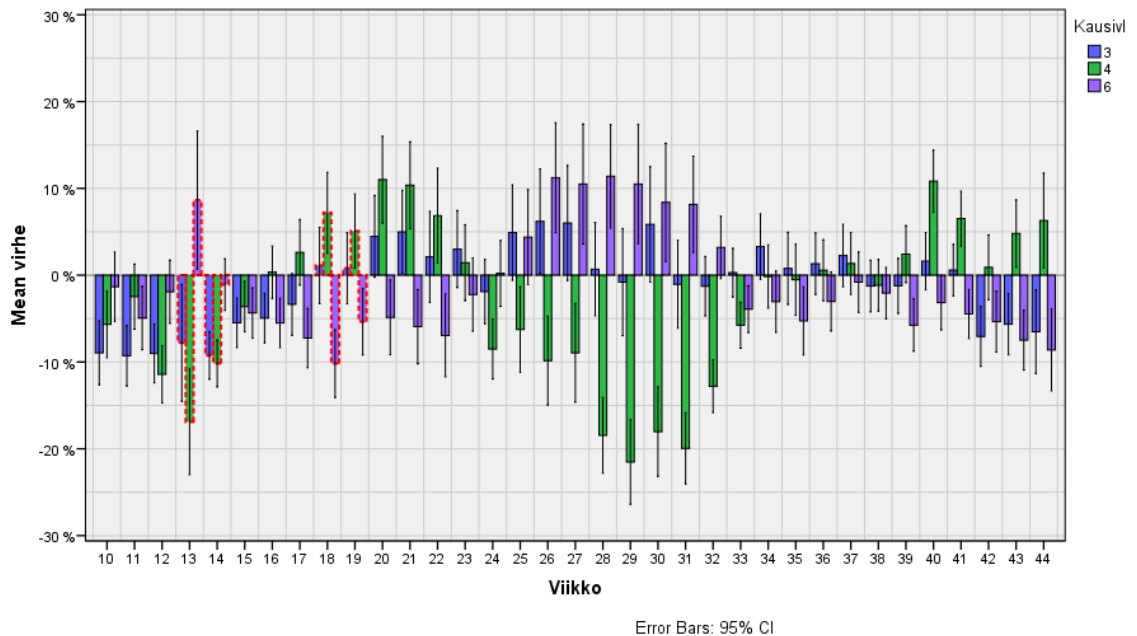
**Kuva 5.3.** KVLras-estimaatin virheen suuruuden mediaani ja vaihteluvälit eri viikoilla.

KVL-estimaatin osalta havaitaan, että karkeasti arvioiden virheen suuruudessa on selvästi eniten vaihtelua kesäaikaan. Pienintä vaihtelua on syksyllä. KVLras-estimaatin osalta vaihtelu on kauttaaltaan suurempaa; kesällä estimaatit ovat keskimäärin hieman liian suuria, kun taas muina vuodenaikoina keskimäärin hieman liian pieniä. Eri vuodenaikoina eri kausivaihteluluokkien tuottama virhe estimaattiin on myös erisuuruista. KVL-estimaatin virheen suuruus kausivaihteluluokittain ositeltuna on esitetty viikoittain kuvassa 5.4.



**Kuva 5.4.** KVL-estimaatin keskimääräisen virheen suuruuden jakautuminen kausivaihteluluokittain eri viikoilla.

Kuvasta havaitaan, että kauttaaltaan pienin keskimääräinen virhe saadaan viikoilta 15, 16, 33, 36, 37, 38, 39 ja 41. Suurimmillaan virhe on kesällä (poislukien arkipyhiä sisältävät viikot), viikon 29 molemmin puolin. Virheen suuruus kasvaa kesällä suureksi etenkin kausivaihteluluokkaa 4 käytettäessä. Todellinen KVL-estimaatin virhe etumerkkeineen viikoittain eri kausivaihteluluokilla laskettuna on esitetty kuvassa 5.5.



**Kuva 5.5.** KVL-estimaatin todellinen virhe vaihteluvälineen kausivaihteluluokittain eri viikoilla.

Kuvaajasta havaitaan, että kausivaihteluluokkaa 4 käytettäessä KVL-estimaatit kesäviikoilta ovat keskimäärin selvästi liian pieniä. Vastaavasti luokka 6 tuottaa kesäviikoilta keskimäärin liian suuria estimaatteja. Luokan 3 osalta virheen keskiarvo on joiltakin kesäviikoiltakin aivan nollan tuntumassa, joskin vaihtelu estimaattien arvoissa on siinäkin melko suurta. Keskimäärin paras yhtenäinen jakso yhden viikon laskennan pohjalta tehdyille estimaateille ajoittuu viikkojen 33–39 tuntumaan.

Testiaineisto koostettiin kaikista jatkuvista laskentapisteistä, joissa KVL-arvo oli alle 1000. Todellisen yleisen liikennelaskennan yhden laskentaviikon pohjalta suoritettujen estimointiryhmän muodostavat kohteet, joissa KVL on alle 200. Aineiston ei voida täten katsoa edustavan täysin todellisen yleisen liikennelaskennan yhden viikon laskennan alaisuuteen kuuluvia kohteita. Jatkuvia laskentapisteitä, joissa KVL on alle 200, oli kuitenkin aineistossa vain neljä, jonka ei puolestaan voida katsoa olevan riittävän suuri otos luotettavan vertailun tekemiseksi. Taulukossa 5.3. on esitetty KVL-estimaatin virheen suuruuden mediaani viikoittain (huomioiden kausivaihteluluokat 3, 4 ja 6) erilaisilla aineiston rajauksilla. Aineiston rajaaminen vähäliikenteisempiin kohteisiin parantaa otoksen edustavuutta todelliseen tilanteeseen nähden, mutta toisaalta pienentää merkittävästi testiaineiston kokoa ja sitä kautta analyysin luotettavuutta.

Viikkomallia testattiin aikaisempaan tapaan myös vuoden 2012 aineistolla, jotta voitaisiin selvittää onko eri vuoden aineistojen välillä vaihtelua tuloksissa. Vuodelta 2012 saatiin kerättyä liikennemäärätiedot yhteensä 16 LAM-pisteeltä, joilla KVL oli alle 1000. Aineiston jäädessä näin pieneksi ei tarkempia rajauksia liikennemäärän suhteen enää tehty. Vuonna 2012 arkipyhäpäiviä sisältävät viikot tarkastelujaksolla olivat viikot 14, 15, 18 ja 20. Vuoden 2012 aineiston mukaiset KVL-estimaatin mediaanivirheet viikoittain on esitetty niin ikään taulukossa 5.3. Vastaava taulukko KVLras-estimaatin osalta on liitteessä 12.



**Taulukko 5.3. Virheen suuruuden mediaani viikoittain erilaisilla aineiston rajauksilla.**

vko	2013					2012
	Aineiston rajaus ja mittauspisteiden määrä (N)					
	KVL<1000 N=47	KVL<500 N=28	KVL<400 N=23	KVL<300 N=15	KVL<200 N=4	
10	8,3 %	11,5 %	11,5 %	11,7 %	8,1 %	8,0 %
11	8,4 %	9,4 %	10,7 %	9,9 %	8,8 %	8,8 %
12	9,9 %	10,5 %	11,3 %	11,5 %	8,6 %	6,2 %
13	14,5 %	15,3 %	15,3 %	16,2 %	12,3 %	10,8 %
14	8,1 %	10,0 %	11,3 %	11,6 %	6,7 %	13,8 %
15	6,5 %	6,3 %	6,3 %	6,5 %	2,6 %	6,3 %
16	6,7 %	6,4 %	6,5 %	6,1 %	6,3 %	11,6 %
17	6,8 %	7,2 %	6,9 %	5,6 %	5,0 %	8,8 %
18	9,6 %	8,9 %	9,0 %	8,4 %	6,1 %	11,2 %
19	7,6 %	7,4 %	7,4 %	6,8 %	7,0 %	16,4 %
20	11,8 %	11,1 %	10,9 %	10,6 %	13,5 %	10,7 %
21	12,3 %	12,1 %	12,4 %	12,4 %	9,3 %	17,9 %
22	12,0 %	10,4 %	10,3 %	11,3 %	8,5 %	13,9 %
23	7,2 %	7,2 %	6,7 %	5,7 %	2,5 %	8,4 %
24	7,9 %	7,9 %	8,0 %	7,8 %	8,0 %	9,9 %
25	10,8 %	11,4 %	13,5 %	11,0 %	8,2 %	8,0 %
26	8,7 %	9,0 %	9,1 %	8,2 %	9,8 %	10,7 %
27	11,7 %	11,4 %	13,1 %	10,5 %	13,5 %	12,2 %
28	14,3 %	14,5 %	14,5 %	13,2 %	14,4 %	13,4 %
29	17,9 %	18,1 %	18,2 %	16,3 %	20,1 %	18,4 %
30	15,9 %	15,8 %	16,4 %	11,1 %	16,5 %	22,3 %
31	14,6 %	15,9 %	17,5 %	16,0 %	24,3 %	14,4 %
32	9,0 %	10,3 %	9,5 %	9,9 %	8,7 %	9,7 %
33	6,2 %	5,8 %	5,0 %	5,1 %	12,9 %	5,9 %
34	6,8 %	6,7 %	7,9 %	8,3 %	12,3 %	6,4 %
35	6,0 %	4,8 %	4,8 %	6,3 %	13,5 %	8,1 %
36	4,4 %	4,7 %	4,8 %	5,9 %	11,8 %	4,6 %
37	3,6 %	3,3 %	2,9 %	2,5 %	3,5 %	7,8 %
38	5,1 %	5,1 %	5,1 %	5,4 %	2,1 %	6,2 %
39	5,0 %	4,8 %	5,0 %	5,3 %	9,4 %	5,4 %
40	6,5 %	6,5 %	7,2 %	7,4 %	10,2 %	9,5 %
41	6,2 %	6,2 %	6,5 %	6,5 %	6,0 %	4,9 %
42	7,4 %	6,7 %	6,5 %	8,4 %	12,7 %	10,6 %
43	8,1 %	9,4 %	9,8 %	7,9 %	3,6 %	10,0 %
44	10,4 %	8,8 %	7,5 %	7,6 %	7,5 %	8,1 %

KVL-estimaatin virhe on vuoden 2013 aineistolla tarkasteltuna aikaisempien analyysien tapaan keskimäärin pienimmillään kevätviikoilla 15–17, eli pääsiäisen ja vapun välisellä ajanjaksolla, sekä hieman rajauksesta riippuen syksyviikoilla 33–41. Näillä viikoilla päästään useimmissa tapauksissa (lukuun ottamatta KVL<200-rajauksista) alle seitsemän prosentin mediaanivirheeseen. Rajoituttaessa tarkastelemaan vain kaikkein vähäliikenteisimpiä kohteita, kevään laskentaviikot erottuvat selkeämmin edukseen ja toisaalta laajemmalla rajauksella hyväksi osoittautuneet syksyviikot 33–36 eivät enää tuota kovin tarkkoja estimaatteja mediaanivirheen kasvaessa yli kymmeneen prosenttiin. Aineiston pienenemisen myötä myös vaihtelu peräkkäistenkin viikkojen välillä on suurta. Keskimäärin pienin mediaanivirhe saadaan kaikki rajaukset huomioiden syksyn vii-

koilta 37 ja 38. Tarkkoja estimaatteja saadaan kaikilla rajauksilla myös viikoilta 15–17 sekä yksittäisiltä viikoilta 23 ja 41.

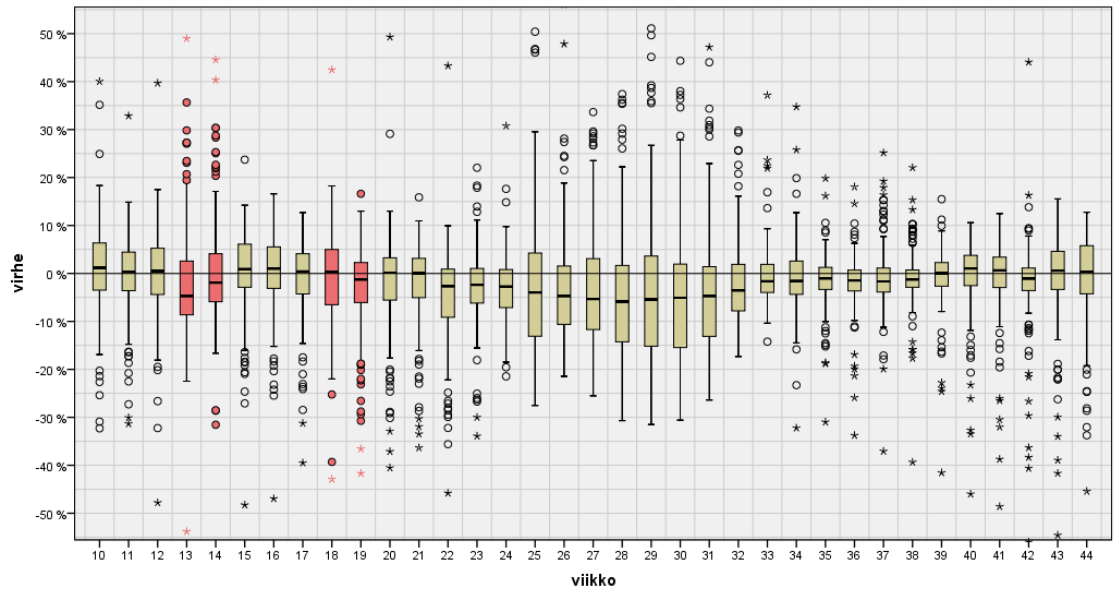
Raskaan liikenteen osalta tulokset ovat pitkälti samankaltaisia. Pienin mediaanivirhe KVLras-estimaatille saadaan KVL-estimaatin tapaan keväiviikoilta 15–17 sekä syksyviikoilla 33–41. Rajoituttaessa tarkastelemaan vähäliikenteisimpiä kohteita parhaiden keväiviikkojen mediaanivirhe pienenee ja toisaalta syksyviikoissa on suurehkoa vaihtelua tarkkoja ja epätarkkoja tuloksia antavien viikkojen välillä. Vuoden 2012 osalta tarkimpia KVLras-estimaatteja saadaan viikoilta 11 ja 12 sekä vaihtelevasti viikkojen 33 ja 39 väliltä.

Vuoden 2012 aineistolla testattaessa tulos on syksyviikkojen osalta samankaltainen kuin vuoden 2013 aineistolla. Pienin mediaanivirhe saadaan viikkojen 33–41 välillä, vaikka väliin mahtuu myös hieman epätarkemman tuloksen antavia yksittäisiä viikkoja. Kevään viikkojen osalta tulos on heikompi, ja ainoastaan viikolla 12 mediaanivirhe laskee kuuden prosentin tuntumaan. Pääsiäisen ja vapun väliin vuonna 2012 jääneet kaksi laskentaviikkoa tuottavat sen sijaan jonkin verran vuoden 2013 aineiston vastaavia viikkoja heikompiä tuloksia.

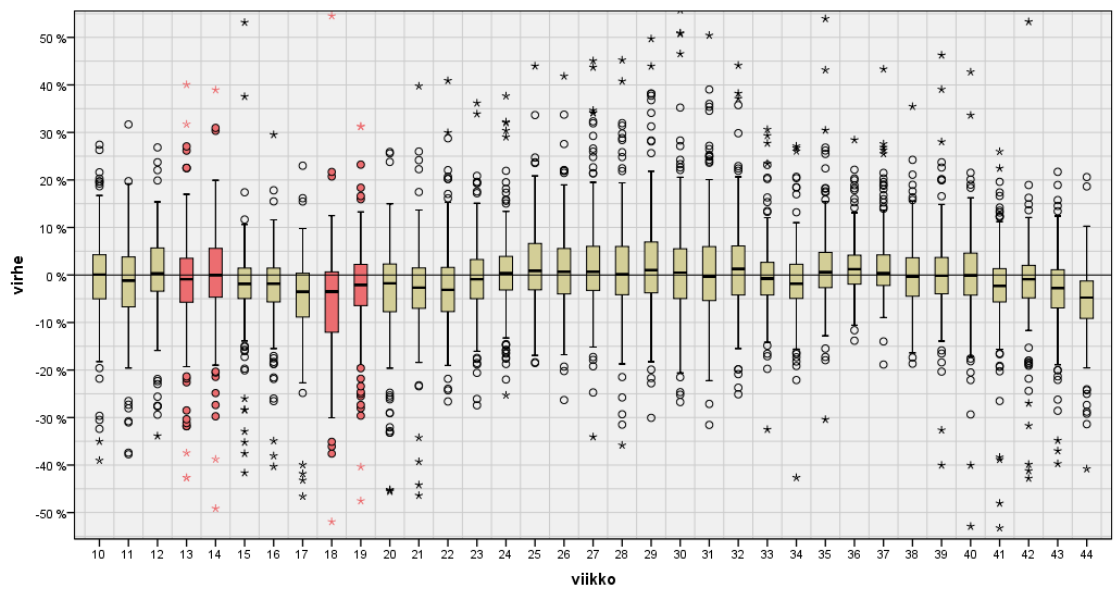
### 5.3 Ramppilaskentamalli

Päinvastoin kuin niin ikään viikkomallilla laskettavat alemman tieverkon laskentakohteet, ramppilaskentakohteet koostuvat pääasiassa liikennemäärältään vilkkaista kohteista. Tällöin myös testiaineisto koottiin uudelleen koskemaan pääosin vilkasliikenteisiä jatkuvia laskentapisteitä. Ramppien laskentamallin tarkastelua varten testiaineistoon valittiin kaikki mahdolliset LAM-pisteet, joissa KVL oli alle 10 000. Rajauksen myötä aineistoon saatiin koottua liikennemäärätiedot yhteensä 202 testipisteeltä KVL:n vaihdella 254:n ja 9921:n välillä keskiarvon ollessa 4437 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Vuonna 2013 ramppilaskentoja suoritettiin viikoilla 21 ja 22. Alemman tieverkon laskentamallin herkkyystarkastelun tapaan estimointi suoritettiin viikkomallin avulla kuitenkin jokaiselle viikolle välillä 10–44 vuoden 2013 testiaineiston liikennemäärätiedoilla. Kausivaihteluluokkana käytettiin ramppilaskennoissa käytettävää luokkaa 3. KVL- sekä KVLras-estimaatin virhe on esitetty viikoittain boxplot-kaaviona kuvissa 5.6. ja 5.7.



**Kuva 5.6.** KVL-estimaatin todellisen virheen mediaani ja vaihteluvälit eri viikoilla.



**Kuva 5.7.** KVLras-estimaatin todellisen virheen mediaani ja vaihteluvälit eri viikoilla.

Kaavioista havaitaan, että alemman tieverkon herkkyyestarkastelun tapaan KVL-estimaatin virhe ja hajonta ovat suurimmillaan kesällä, jolloin estimaatit tuottavat keskimäärin liian alhaisia arvoja. Pienimmillään virhe on syksyviikkojen 33–42 tuntumassa. Myös keväällä saadaan ajoittain melko tarkkoja estimaatteja. KVLras-estimaatin osalta tulokset ovat tasalaatuisempia eri viikkojen välillä. Virheen mediaani pysyttelee lähes kauttaaltaan nollan tuntumassa. KVL-estimaatin osalta hyväksi havaitut viikot tuottavat pääosin tarkkoja tuloksia myös KVLras-estimaatilla.

Ramppilaskennoissa nykyisin käytettävän kausivaihteluluokan 3 lisäksi mallia testattiin kausivaihteluluokilla 1 ja 2, jotka molemmat ovat ominaisia suuriliikennemääräisille kohteille. KVL-estimaatit laskettiin jokaiselle viikolle uudestaan myös näillä kau-

sivaihteluluokilla. Virheen suuruuden mediaani eri kausivaihteluluokalla sekä erikseen raskaalla liikenteellä on esitetty taulukossa 5.4.

**Taulukko 5.4.** Virheen suuruus viikoittain erilaisilla aineiston rajauksilla.

viikko	nykymenettely kausivl = 3	kausivl = 1	kausivl = 2	raskas liikenne
10	4,7 %	10,3 %	5,6 %	4,4 %
11	4,2 %	11,8 %	5,0 %	4,9 %
12	5,0 %	9,7 %	5,3 %	4,3 %
13	7,6 %	6,5 %	5,4 %	4,7 %
14	5,3 %	5,1 %	4,1 %	5,0 %
15	4,7 %	12,1 %	6,0 %	3,0 %
16	4,3 %	10,3 %	5,7 %	3,8 %
17	4,1 %	10,0 %	5,7 %	5,1 %
18	5,7 %	6,2 %	5,5 %	5,7 %
19	3,8 %	4,8 %	4,1 %	4,6 %
20	4,2 %	5,2 %	4,6 %	5,4 %
21	3,9 %	4,5 %	4,6 %	4,4 %
22	4,1 %	4,1 %	4,1 %	5,1 %
23	4,8 %	5,0 %	3,8 %	4,1 %
24	4,5 %	6,0 %	4,5 %	3,6 %
25	8,9 %	29,4 %	13,9 %	4,2 %
26	7,5 %	20,6 %	8,6 %	4,7 %
27	8,6 %	29,2 %	11,4 %	4,6 %
28	9,8 %	38,5 %	14,6 %	4,9 %
29	9,9 %	43,5 %	15,7 %	5,1 %
30	9,3 %	40,1 %	14,8 %	5,2 %
31	8,0 %	28,4 %	11,8 %	5,5 %
32	5,5 %	15,1 %	5,8 %	4,9 %
33	3,2 %	3,0 %	3,0 %	3,7 %
34	3,6 %	3,3 %	3,5 %	4,0 %
35	2,4 %	2,3 %	2,5 %	3,4 %
36	2,6 %	2,4 %	2,6 %	3,5 %
37	2,9 %	2,6 %	2,6 %	3,1 %
38	2,0 %	4,2 %	2,4 %	3,8 %
39	2,4 %	6,2 %	3,2 %	3,8 %
40	2,9 %	7,1 %	4,3 %	4,3 %
41	3,2 %	7,8 %	4,2 %	3,8 %
42	2,4 %	5,2 %	3,1 %	2,9 %
43	3,9 %	10,5 %	5,8 %	4,4 %
44	5,6 %	12,4 %	7,3 %	5,5 %

Kausivaihteluluokalla 3 saadaan keskimäärin tarkimpia estimaatteja kaikki tarkastelujakson viikot huomioiden. Vuonna 2013 ramppilaskentoja suoritetuilla viikoilla 21 ja 22 se on hieman muita tarkasteluluokkia kilpailukykyisempi. Lähes vastaaviin, ja satunnaisilla yksittäisillä viikoilla tarkasteltuna paikoitellen hieman parempiinkin tuloksiin päästään kausivaihteluluokalla 2. Heikoimpia tuloksia tuottaa kausivaihteluluokka 1; tosin syksyviikoilta 33–37 sillä saadaan keskimäärin hieman muita luokkia tarkempia estimaatteja. Oletettavaa on, että luokilla 1 ja 2 tuotettujen estimaattien tarkkuus on kilpailukykyisempi mitä korkeampiin liikennemääriin siirrytään. Pienin mediaanivirhe sekä KVL-estimaatin että KVLras-estimaatin osalta sijoittuu kausivaihteluluokalla 3 laskettuna viikkojen 33–42 välille. Lähes vastaavia tuloksia saadaan molemmissa tapauksissa myös pääsiäis- ja vappuviikkojen ympärille sijoittuvilta keväiviikoilta.

## 6 KONSTRUOINTIMALLI

### 6.1 Konstruointimallin tarkastelutapa

Nykyistä konstruointimallia tarkasteltiin KVL-arvojen historiatietojen avulla. Laatutarkastelun aineistona oli koko tieverkon kaikkien homogeenisten välien kaikki saatavilla olevat historiatiedot tierekisterin vuosien 2009–2014 KVL-arvoista, eli kohteista joiden laskentavuosi oli välillä 2008–2013. Aineiston avulla pyrittiin arvioimaan konstruoitujen KVL-arvojen paikkansapitävyyttä käyttäen apuna tietoa todellisesta kohteen laskentavuodesta ja sitä kautta estimoidusta KVL-arvosta.

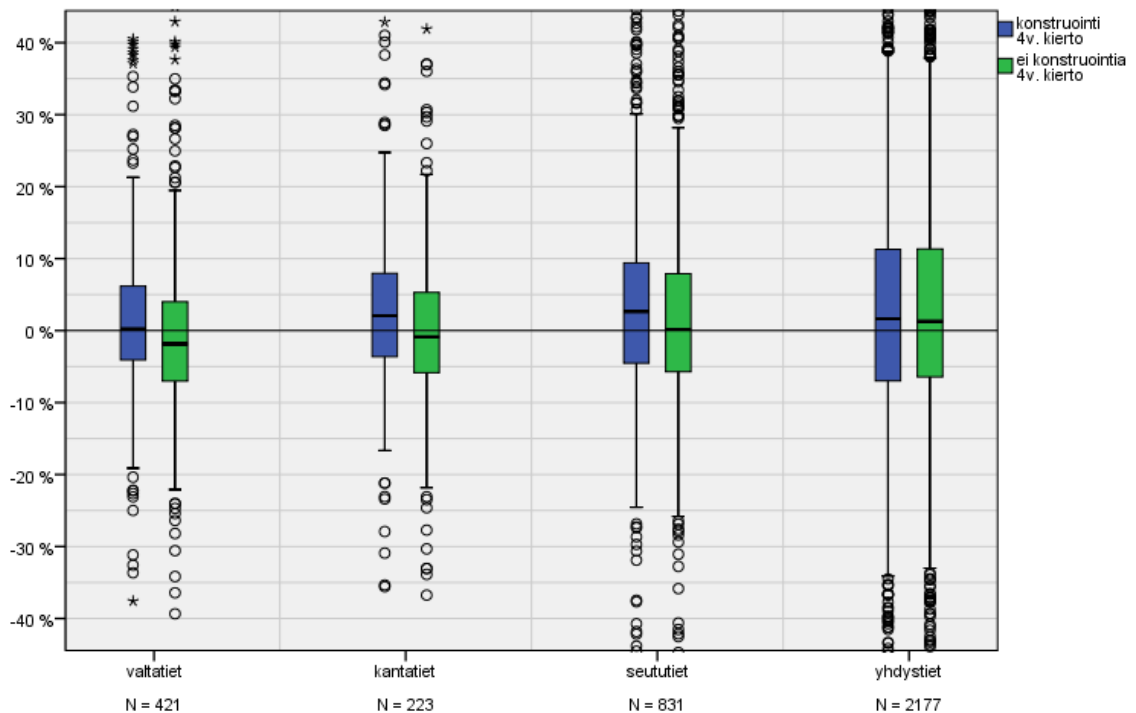
Tarkastelussa oli mukana sekä tiekertoimen, yleiskertoimen että aluekertoimen alaisia kohteita. Aluekerroinkohteita, joista olisi varmuudella voitu määrittää vuodet, jolloin konstruointi on suoritettu oli kuitenkin aineistossa niin vähän, että sen tarkempi erikseen arviointi jätettiin toteuttamatta. Jako tarkasteluluokkiin tehtiin tien toiminnallisen luokan mukaan valta-, kanta-, seutu- ja yhdysteihin, josta voitiin arvioida sekä tiekohtaisen kertoimen (valtatiet) että yleiskertoimen (kanta-, seutu- ja yhdystiet) vaikutusalueeseen kuuluvien kohteiden konstruoinnin oikeellisuutta.

Tarkastelua varten aineistosta suodatettiin kohteet, jotka voitiin varmuudella tulkita lasketuiksi joko vuosina 2008 ja 2012 tai vuosina 2009 ja 2013. Molemmissa tapauksissa kohteiden KVL-arvot oli konstruoitu kolmeen kertaan neljän vuoden laskentakierron aikana. Aineiston kooksi saatiin tällä rajauksella 3652, josta valtatiekohteita oli 421, kantatiekohteita 223, seututiekohteita 831 ja yhdystiekohteita 2177. Aineiston avulla pyrittiin selvittämään kuinka lähelle konstruointi oli vinyt kohteen KVL-arvoa todelliseen seuraavan kerran laskettuun arvoon nähden. Täysin varmaa kuvaa ei vertailun avulla konstruoinnin laadusta pysty luonnollisesti muodostamaan, sillä kohteiden todelliset KVL-arvot eivät laskentavuosien välisenä aikana ole tiedossa. Voidaan kuitenkin olettaa, että liikennemäärät ovat kehittyneet laskentavuosien välillä melko lineaarisesti, jolloin myös vertailun tulokset antavat todellisen kuvan konstruoinnin oikeellisuudesta.

### 6.2 Tarkastelun tulokset

Aineiston pohjalta vertailtiin tieluokittain konstruoinnin pohjalta tuotetun KVL-arvon oikeellisuutta vertaamalla sitä saman kohteen laskettuun (estimoituun) arvoon. Laskettua arvoa verrattiin edellisen vuoden kolmannen konstruointikierron pohjalta tuotettuun arvoon, josta laskettiin arvojen prosentuaalinen ero. Toisaalta tarkasteltiin tilannetta, jossa konstruointia ei olisi tehty ollenkaan tällä välillä ja KVL-arvo olisi säilynyt samana koko laskentakierron välisenä aikana. Myös tässä tilanteessa

peräkkäisten vuosien KVL-arvoja verrattiin keskenään. Prosentuaalinen ero KVL-arvojen välillä molemmissa tilanteissa on esitetty boxplot-kaaviona kuvassa 6.1.



**Kuva 6.1.** Konstruoidun ja konstruoimattoman KVL-arvon ja seuraavana vuonna laskettun arvon eron mediaani.

Tuloksista havaitaan, että mikäli konstruointia ei olisi tehty, olisivat KVL-arvot ennen uutta laskentaa ylempillä tieluokilla keskimäärin hieman liian pieniä ja alemmilla tieluokilla hieman liian suuria. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että neljän vuoden laskentakierron aikana aineiston kohteissa valta- ja kantateilla liikennemäärät ovat kasvaneet kun taas esimerkiksi yhdysteillä hieman laskeneet. Konstruoinnin seurauksena KVL-arvot ovat kohonneet kaikilla tieluokilla keskimäärin hieman liian korkeiksi seuraavan vuoden laskettuun arvoon nähden. Selkeimmin tämä näkyy kanta- ja seututeillä. Tulosten hajonta on suurinta yhdysteiden osalta ja pienenee ylempiin tieluokkiin mentäessä.

Valtateiden osalta kolmeen kertaan konstruoitu arvo on keskimäärin varsin lähellä todellista uudelleen laskettua arvoa, joten sen osalta konstruoinnin voidaan katsoa onnistuneen hyvin. Sen sijaan muissa tieluokissa konstruoimaton, laskentakierron aikana muuttumaton KVL-arvo on aineiston perusteella todennäköisemmin lähempänä laskettua arvoa, jolloin konstruoinnin voidaan todeta vieneen arvoa useissa tapauksissa väärään suuntaan.

Tarkasteltaessa peräkkäisten vuosien KVL-arvojen eron itseisarvoa tilanteissa, joissa konstruointi on suoritettu ja tilanteissa, jossa konstruointia ei ole tehty, havaitaan, että valtateiden osalta konstruoitujen arvojen eron mediaani on 4,98 prosenttia kun se konstruoimattomilla arvoilla on 5,64 prosenttia. Ero konstruoinnin hyväksi on täten 0,66

prosenttiyksikköä. Muiden tieluokkien osalta konstruoimattomien arvojen eron mediaani on pienempi kuin konstruoitujen arvojen vastaava arvo. Kantateiden osalta ero on 0,20 prosenttiyksikköä, seututeiden osalta 0,22 prosenttiyksikköä ja yhdysteiden osalta 0,28 prosenttiyksikköä. Tiivistettynä voidaan analyysin tuloksista todeta, että tiekohtainen kerroin (valtatie) on vienyt KVL-arvoa keskimäärin oikeaan suuntaan kun taas yleiskerroin (kanta-, seutu- ja yhdystiet) useasti joko väärään suuntaan tai vaikuttanut liian vahvasti arvoon useimmissa tapauksissa sitä liiaksi kasvattaen.

## 7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 7.1 Kahden viikon laskentaan perustuva estimointi

Yleisessä liikennelaskennassa suurin osa laskentaväleistä (noin 65 %) lasketaan laskentavuotenaan kahdessa kesän ja syksyn laskentakausilla suoritettavissa noin viikon pituisessa laskentajaksossa. Kahden laskennan pohjalta liikennemääriin liittyvät tunnusluvut estimoidaan tierekisteriin lineaarisen regressiomallin avulla. Regressiomalli perustuu kausivaihteluluokan ja laskentaviikkoparin pohjalta määritettyihin regressiokertoimiin, joilla kesän ja syksyn lasketut vuorokausiliikennemäärät kerrotaan lopullisen estimaatin saamiseksi.

Analysoitaessa estimointimenetelmiä jatkuvilta mittauspisteiltä muodostetun testiaineiston avulla havaittiin, että nykyisin käytössä oleva regressiomalli (VE0) tuottaa melko tarkkoja estimaatteja käytettäessä nykyisiä laskentaviikkopareja. Keskimääräiseksi KVL-estimaatin virheen suuruudeksi saatiin 12 viikon viikkoerotuksella 3,3 prosenttia ja KVLras-estimaatin virheen suuruudeksi 5,8 prosenttia. Regressiomallin ongelmina voidaan kuitenkin pitää muun muassa sen monimutkaisuutta sekä joustamattomuutta kiinteästä viikkopariajattelusta poikkeamiselle. Käytettäessä testiaineistolla muita kuin ennalta määrättyjä viikkopareja kasvoi regressiomallin tuottamien estimaattien virhe useissa tapauksissa merkittävästi.

Muista vertailuun valituista malleista epätarkimpia estimaatteja nykyisillä laskentajaksoilla saatiin viikkokerroinmallilla (VE1), joka perustuu kesän ja syksyn laskettujen vuorokausiliikennemäärien ja laskentaviikkoja vastaavien kausivaihtelukertoimien suhteena laskettuun summaan. Viikkokerroinmallilla ja nykyisillä laskentaviikkopareilla lasketun KVL-estimaatin keskimääräinen virheen suuruus testiaineistossa oli 3,6 prosenttia ja vastaavasti KVLras-estimaatin osalta 6,0 prosenttia.

Tarkimpia estimaatteja vertailussa saatiin painotetulla viikkokerroinmallilla (VE2) sekä yhdistelmämallilla (VE3), joilla molemmilla KVL-estimaatin keskimääräiseksi virheen suuruudeksi saatiin 3,0 prosenttia ja KVLras-estimaatin keskimääräiseksi virheeksi 5,7 prosenttia. Painotettu viikkokerroinmalli eroaa viikkokerroinmallista siten, että painotetussa versiossa syksyn laskennalle on annettu kesän laskentaa suurempi painoarvo, sillä syksyn laskentojen on havaittu tuottavan keskimäärin kesän laskentaa tarkempia estimaatteja. Yhdistelmämallissa puolestaan optimointia on viety vielä pidemmälle ja viikkokerroinmallin mukaiselle vuorokausiliikennemäärän ja kausivaihtelukertoimen osamäärälle on annettu viikkoparista ja kausivaihteluluokasta riippuvat regressioanalyysin avulla lasketut kertoimet. Yhdistelmämallin heikkoutena voidaan kuitenkin pitää mallin monimutkaisuutta ja joustamattomuutta viikkopariajattelusta poikkeamiselle.



Analyysien pohjalta havaittiin, että poikettaessa nykyisestä kiinteästä 12 viikon viikkoerotuksesta ja kiinteistä laskentaviikkopareista, on laskentajakson määrittämisellä suuri merkitys estimaatin tarkkuuteen. Merkitys korostui regressiomallilla ja testiaineiston ääripään viikkoerotuksia käytettäessä. Laskentajakson määrittäminen ei ole suoraan mahdollista nykyisten menetelmillä poikettaessa kiinteästä viikkopariajattelusta, jolloin analyysissä laskentajakso oli määrittettävä vain toisen laskentaviikon perusteella. Erityisesti regressiomallilla keskimäärin selvästi tarkempia estimaatteja saatiin käytettäessä näissä tapauksissa syksyn laskentaviikkoa jakson määrittämiseen.

Viikkokerroinmallin ja painotetun viikkokerroinmallin etuna voidaan pitää sitä, että ne eivät ole sidottuja käyttämään tiettyjä laskentaviikkopareja tai kiinteää viikkoerotusta, vaan malleissa käytetyt kertoimet määräytyvät suoraan käytettyjen laskentaviikkojen perusteella. Mallit ovat lisäksi melko yksinkertaisia ja niissä käytetyt kertoimet ovat suoraan määrittävissä laskentaviikon perusteella kausivaihteluluokan määrittämisen jälkeen, mikä tarjoaa joustavuutta laskentaviikkojen suunnitteluun. Regressiomallissa ja yhdistelmämallissa kertoimet määräytyvät monimutkaisemmin eikä niiden voida olettaa suoraan soveltuvan käytettäväksi tilanteissa, joissa kiinteästä viikkoparista joudutaan poikkeamaan esimerkiksi paikkausviikon yhteydessä.

Malleja testattaessa vuoden 2012 liikennemäärätiedoista koostuvalla testiaineistolla tulokset olivat samansuuntaisia. Regressiomallin osalta tulokset muihin malleihin nähden olivat hieman vuoden 2013 aineiston vastaavia tuloksia parempia. Viikkoerotuksella 12 laskettaessa keskimääräinen virhe regressiomallilla, painotetulla viikkokerroinmallilla ja yhdistelmämallilla oli lähes samansuuruinen. Kausivaihtelukertoimia käyttävien mallien voidaan katsoa hyötyvän kausivaihtelukertoimien päivityksestä pitkälti saman testiaineiston käytetyn mittauspistejoukon avulla, mikä näkyy selvemmin vuoden 2013 testiaineiston analyysissä.

Malleja testattiin nykyisten mittauskausien lisäksi laajennetuilla mittauskausilla, joihin otettiin mukaan kaksi lisäviikkoa sekä kesän että syksyn laskentakauteen. Laajennetun aineiston avulla selvitettiin onko mittauskausia mahdollista laajentaa joko yhdellä tai kahdella viikolla vaikuttamatta liikaa estimaattien tarkkuuteen. Keskimääräinen virhe suureni hieman kaikilla malleilla mittauskausien laajennuksen myötä, mutta säilyi etenkin yhden viikon laajennuksen jälkeenkin selvästi vaatimusrajojen sisäpuolella.

## 7.2 Yhden viikon laskentaan perustuva estimointi

Yleisessä liikennelaskennassa vähäliikenteiset tieosuudet lasketaan laskentavuotenaan yhdessä keväällä tai syksyllä suoritettavassa noin viikon mittaisessa laskentajaksossa. Yhden laskentajakson perusteella liikennemääriin liittyvät tunnusluvut estimoidaan viikkomallin avulla. Laskentaviikkojen ajankohta vaihtelee hieman ja ne pyritään sijoittamaan viikoille, joilta saataisiin tarkimpia mahdollisia estimaatteja. Näin ollen esimerkiksi arkipyhäpäiviä sisältävät viikot rajaavat yhden viikon laskennan näiden viikkojen ulkopuolelle.

Viikkomallille tehdyn herkkyystarkastelun avulla pyrittiin selvittämään miltä viikoilta saataisiin mahdollisimman tarkkoja KVL- sekä KVLras-estimaatteja. Analyysistä jätettiin pois talvikauden viikot, joilla ei yleisen liikennelaskennan laskentoja suoriteta, jolloin tarkasteltaviksi viikoiksi jäivät viikot 10–44. Kausivaihteluluokan määrittäminen yhden viikon laskennan kohteissa ei onnistu kahden viikon laskennassa olevien kohteiden tapaan syksyn ja kesän laskentatuloksia vertaamalla. Vuoden 2013 lopulla tierekisteriin perustettiin uusi kausivaihteluluokka (luokka 6) kaikkein vähäliikenteisimpiä teitä varten, johon jatkossa kohteet, joissa laskentaviikon laskettu vuorokausiliikennemäärä on alle 160, tulevat suoraan kuulumaan. Herkkyystarkastelussa estimaatit laskettiin kuitenkin erikseen jokaiselle kuudelle kausivaihteluluokalle, josta lopulliseen tarkasteluun otettiin mukaan luokat 3, 4 ja 6, joihin pääosin viikkomallin mukaan lasketut kohteet kuuluvat. Nämä luokat tuottivat myös pienimmän keskivirheen kaikki tarkastelujakson viikot huomioiden

Ennako-oletusten mukaisesti herkkyystarkastelussa heikoimpia tuloksia saatiin kesän ajan viikoilta, joilla ei pääsääntöisesti yleisen liikennelaskennan viikkomallin mukaisia laskentoja suoriteta. Kauttaaltaan parhaita tuloksia saatiin syksyviikoilta, hieman rajauksesta riippuen viikkojen 33 ja 41 väliltä. Vuoden 2013 aineistolla hyväksi laskentaviikoiksi osoittautuivat myös pääsiäisen ja vapun väliin jäävät kolme laskentaviikkoa. Vuonna 2012 samaan pyhäpäivien väliseen jaksoon jäi kaksi laskentaviikkoa, jotka puolestaan eivät tuottaneet analyysin perusteella aivan yhtä tarkkoja estimaatteja. Syksyviikkojen 33–41 välinen aika osoittautui hyväksi ajankohdaksi laskennoille myös vuoden 2012 aineistolla testattaessa.

Vuoden 2013 aineistolla tehdyssä herkkyystarkastelussa oli mukana huomattavasti suurempi määrä vähäliikenteisiä testipisteitä alemmalle tieverkolle vuoden 2012 lopussa perustetun ympärivuotisen laskentapisteverkon ansiosta. Vähäliikenteisten teiden jatkuvien mittauspisteiden ansiosta aineistoa voitiin rajata koskemaan myös kaikkein vähäliikenteisimpiä kohteita ja näin ollen saada otos vastaamaan ominaisuuksiltaan tarkemmin todellisia yleisessä liikennelaskennassa viikkomallin mukaan laskettavia vähäliikenteisiä (KVL alle 200) kohteita. Tulokset olivat samansuuntaisia rajoituttaessa tarkastelemaan vain kaikkein vähäliikenteisimpiä kohteita, joskin myös hajonta eri laskentaviikkojen välillä oli selvästi suurempaa testiaineiston pienentyessä vain muutamiin testipisteisiin.

Ramppilaskennoille tehtiin alemman tieverkon laskentamallin tapainen herkkyystarkastelu viikoille 10–44. Pääosin vilkasliikenteisistä kohteista koostuvalle testiaineistolle tehdyn tarkastelun perusteella tarkimpia estimaatteja saatiin syksyviikoilta 33–42. Lähes yhtä tarkkoja estimaatteja saatiin pääsiäis- ja vappuviikkojen ympärille sijoittuvilta keväiviikoilta. Nykyisin ramppilaskennoissa käytetty kausivaihteluluokka 3 tuotti testiaineistolla keskimäärin hieman muita kausivaihteluluokkia tarkempia tuloksia.

### 7.3 Konstruointi

KVL-arvot laskentaväleille, jotka eivät kyseisenä vuonna ole laskennassa, tuotetaan liikenteen kasvukertoimiin perustuvan konstruoinnin avulla. Kasvukertoimet perustuvat jatkuvilta laskentapisteiltä sekä yleisen liikennelaskennan otoslaskentakohteista saata-vaan tietoon liikennemäärien kehityksestä. Nykyisellään on käytössä kolme erityyppistä kerrointa: tiekerroin, aluekerroin ja yleiskerroin. Kertoimien oikeellisuutta tarkasteltiin tierekisteriin viedyn liikennemäärätietolajin historiatiedoilla, josta pyrittiin selvittämään onko konstruointi vienyt KVL-arvoa keskimäärin oikeaan suuntaan laskentavuosien välillä.

Historiatiedon avulla selvitettiin ne kohteet, jotka pystyttiin varmuudella määrittelemään lasketuiksi neljän vuoden laskentakierrossa. Tarkastelua varten tiet jaettiin toiminnallisen luokan mukaisiin ryhmiin, jossa jokaisessa konstruoinnin vaikutusta verrattiin tilanteeseen, jossa KVL-arvo olisi pysynyt muuttumattomana laskentakierroksen välisenä aikana. Kaikissa tieluokissa oli kohteita, joissa konstruointi oli vienyt KVL-arvon lähellä seuraavaa laskettua arvoa, mutta toisaalta myös melko paljon kohteita, joissa konstruointi oli vienyt arvoa väärään suuntaan tai vaikuttanut siihen liian voimakkaasti. Tarkastelun pohjalta ainoastaan valtateilla konstruointi oli vienyt KVL-arvoa keskimäärin lähemmäksi seuraavaa laskettua arvoa. Muissa tieluokissa konstruointi ei ollut onnistunut toivotulla tavalla, vaan muuttumaton arvo oli keskimäärin hieman konstruointia arvoa lähempänä todellista seuraavalla laskentakaudella laskettua arvoa.

### 7.4 Muita tuloksia

Varsinaisten vertailuun valittujen mallien ohella tutkimuksessa testattiin muita tiedossa olevia menetelmiä liikennemäärätietojen estimoinnissa. Esimerkiksi optimoimalla laskettavat kohteet usealle eri kausivaihteluluokalle havaittiin estimaattien tarkkuuden parantuvan hieman, mutta toisaalta tekevän mallien rakenteen samalla selvästi monimutkaisemmaksi. Lisäksi testauksen ohella työssä vertailtiin eri tekijöiden vaikutusta tuotettavien liikennemääräestimaattien tarkkuuteen. Yhden keskeisimmistä tarkkuuteen vaikuttavista tekijöistä havaittiin olevan kohteen liikennemäärän; estimaattien tarkkuudet parantuivat melko lineaarisesti liikennemäärän kasvun myötä.

Mallien testauksen ohella tehdyissä analyysissä havaittiin, että hyödyntämällä LAM-pisteitä estimaattien tuottamisessa päästiin tietyissä kohteissa keskimäärin erittäin tarkkoihin estimaatteihin vain yhden viikon laskennan pohjalta. Niin sanotussa LAM-profiilimenetelmässä LAM-pisteen ja sitä seuraavan homogeenisen välin liikennemäärästä laskettiin suhdeluku, jonka avulla liikennemääräarvot estimoitiin suoraan LAM-pisteen koko vuoden liikennemäärän avulla. Analyysit osoittivat, että menetelmän avulla laskentamäärää voidaan pienentää LAM-pistettä seuraavilla homogeenisilla väleillä nykyisestä kahdesta kerrasta estimaatin tarkkuuden kuitenkään kärsimättä.

## 7.5 Johtopäätökset

Yleisessä liikennelaskennassa nykyisin käytössä olevat estimointimallit toimivat melko hyvin ja tuottavat käytössä olevat resurssit huomioiden suhteellisen tarkkoja ja luotettavia liikennemääräestimaatteja. Jatkuvien mittauspisteiden laskenta-aineistolla tehdyn tarkastelun perusteella nykyisellä regressiomallilla päästään noin kolmen prosentin keskimääräiseen virheeseen KVL-estimaatissa ja noin kuuden prosentin keskimääräiseen virheeseen KVLras-estimaatissa. Muilla malleilla saatiin kuitenkin paikoittain hieman tarkempia tuloksia, mikä tarjoaa mahdollisuuden nykyisen laskentajärjestelmän selkeyttämiseen ja muokkaamiseen joustavampaan muotoon. Myös nykyisellä yhden viikon laskentaan perustuvalla viikkomallilla tuotetut estimaatit ovat parhaimmillaan hyvinkin tarkkoja. Keskeistä yhden viikon laskennoissa on kausivaihteluluokan määrittämisen ohella kohdentaa laskennat optimaalisimmille laskentaviikoille. Sen sijaan nykyisellä konstruointimallilla tuotetut tulokset antavat useissa tapauksissa väärän kuvan kyseisen tieosuuden liikenteen kehityksestä. Virhe ei tavallisesti ole suuri, mutta sen voidaan olettaa olevan merkityksellinen, mikäli konstruoinnin seurauksena liikennemäärät ovat kehittyneet todellisuudesta poikkeavaan suuntaan. Ongelma korostuu alempiasteisella tieverkolla, jossa liikennemäärät ovat alhaisia ja konstruointikertoimien tuottamiseen käytetyt otokset usein melko pieniä.

## LÄHTEET

Antila, Kimmo. 1995. Tukkimiehen kirjanpidosta tietokoneaikaan -artikkeli. Masonen Jaakko ja Hänninen Mauno (toim.). Pikeä, hikeä, autoja. Tiet, liikenne ja yhteiskunta 1945-2005. Helsinki, Tielaitos, Painatuskeskus. 424 s. ss. 44-45.

FHWA (Federal Highway Administration). 2013. Traffic Monitoring Guide. [WWW]. [Viitattu 16.4.2014]. Saatavissa: [http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/tmguidetmg\\_fhwa\\_pl\\_13\\_015.pdf](http://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/tmguidetmg_fhwa_pl_13_015.pdf)

FITS-julkaisuja. 2002. Automaattivalvonnan tekniset ratkaisut. Selvitys soveltamis- mahdollisuuksista Suomessa. LVM:n liikennetelematiikan tutkimus- ja kehitysohjelman hankkeen 7 julkaisu. [WWW]. Viitattu 20.3.2014]. Saatavissa: [http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/fits/julkaisut/hanke7/fits9\\_2002.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/fits/julkaisut/hanke7/fits9_2002.pdf)

Helin, Jorma. 1989. Pääteiden liikennelaskenta automatisointiin. Artikkelit lehdessä. Tie ja liikenne 12/1989. s. 7-8.

Jokela, H. 2014. Insinööritoimisto Harri Jokela Oy. DSL-1, DSL-4 ja DSL-10 - liikennelaskentalaitteiden käyttöohjeet. [WWW]. [Viitattu 14.3.2014]. Saatavissa: <http://www.kolumbus.fi/harrijokela/indexfin.html>

Klemola, O., Lehto, A. 1999. Tutkatekniikka. 2. painos. Espoo. 275s.

Liikennevirasto. 2012a. Yleinen liikennelaskenta 2013–2020. Tilaajan ja palveluntuottajan välinen sopimus, liite 2: Palvelukuvaus. 18s.

Liikennevirasto. 2012b. Yleinen liikennelaskenta 2013–2020. Tilaajan ja palveluntuottajan välinen sopimus, liite 4: Estimointi- ja konstruointimenetelmien kuvaus. 35s.

Liikennevirasto. 2012c. Yleinen liikennelaskenta 2013–2020. Tilaajan ja palveluntuottajan välinen sopimus, liite 8: laatuvaatimukset ja arvonmuutosperusteet. 17 s.

Liikennevirasto. 2013. Yleinen liikennelaskenta 2013–2020, alustavat mittausmäärät. Laskentakierroksen muutos vuodesta 2014 eteenpäin. Muistio. 3s.

Liikennevirasto. 2014a. Tiet. [WWW]. [Viitattu 14.1.2014]. Saatavissa: <http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikenneverkko/tiet>

Liikennevirasto (Saastamoinen, K., Kiiskilä, K., Tuominen, J., Hätälä, J.). 2014b. Liikenneviraston liikennelaskentajärjestelmä. Järjestelmäkuvaus ja yleisen liikennelaskennan vuosiraportti 2013. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 27/2014. [WWW]. [Viitattu 5.6.2014]. Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts\\_2014-27\\_liikenneviraston\\_liikennelaskentajarjestelma\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2014-27_liikenneviraston_liikennelaskentajarjestelma_web.pdf)

Liikennevirasto. 2014c. Tiira-tietopalvelu (extranet), LAM-liikennemääräraportit. [viitattu 20.3.2014]

Liikennevirasto 2014d. Tiira-tietopalvelu (extranet), LAM-pisteiden sijainnit. [viitattu 20.3.2014)

Lyly, S. 1967. The Variation Patterns of Traffic Flow as the Basis of Traffic Census Methods. Scientific Researches 28. Helsinki: Finland's Institute of Technology. 158 s.

Lyly, S., Ryttilä, P. 1981. Liikennetekniikan perusteet. 2. korjattu ja täydennetty painos. Otapaino. Espoo. 229 s. ss. 36-37.

NordFoU (Forsman, G., Vaa, T.). 2012. Norsikt 2 – Trafikparametar: Projektplan. NorSIKT 2 -julkaisu. Statens vegvesen, Norja. 10 s.

NordFoU. 2014. Projektikuvaukset. [WWW]. [Viitattu 7.5.2014]. Saatavissa: [http://nordfou.org/ongoing\\_projects.html](http://nordfou.org/ongoing_projects.html)

NordFoU, Statisticon. 2014. A review of definitions and methodology of some traffic parameters in the Nordic countries. NorSIKT 2 -yhteenvedoraportti. [WWW]. [Viitattu 7.5.2014] Saatavissa:

[http://nordfou.org/documents/norsikt2/Summary\\_report\\_definitions\\_methodology\\_NorSIKT2.pdf](http://nordfou.org/documents/norsikt2/Summary_report_definitions_methodology_NorSIKT2.pdf)

NorSIKT 2 -seminaari. 2013. Seminaariesitelmät ja asiantuntijapuheenvuorot. Bring, J., Eriksson, T., Forsman G., Vaa, T. Seminaari 21.–22.11.2013. Uppsala, Ruotsi.

NTNU, Norwegian University of Science and Technology (Aakre, T., Haugen, T.). 2013. NorSIKT, Nordic system for intelligent classification of traffic -kalvosarja. [WWW]. [Viitattu 8.8.2014]. Saatavissa:

[http://www.vtt.fi/files/news/2013/12\\_13092013/session\\_p02\\_norsikt\\_nordic\\_system\\_for\\_intelligent\\_classification\\_of\\_traffic.pdf](http://www.vtt.fi/files/news/2013/12_13092013/session_p02_norsikt_nordic_system_for_intelligent_classification_of_traffic.pdf)

RIL. 2005. Liikenne ja väylät I. RIL 165-1. Helsinki. 578 s. ss. 214-216.

RIL. 2006. Liikenne ja väylät II. RIL 165-2. Helsinki. 591 s. ss. 351-352.

Saastamoinen Kimmo. 2013–2014. Toimitusjohtaja, Riksroad Oy. Asiantuntijahaastattelu; jatkuva vuoropuhelu välillä syksy 2013 – kevät 2014.

Sito Oy. 2012. Yleinen liikennelaskenta 2013–2020. Tarjous, liite 3: Palvelun prosessikuvaus. 35s.

Sito Oy. 2013. Estimoinnin laaturaportti. Lestin laatutarkastelun kuvaus ja alustavat laskelmat. 9 s.

Sito Oy. 2014. Yleinen liikennelaskenta 2013–2020. Loppuraportti 2013. 16 s.

Sito Oy & Tietomekka Oy. 2014. T&M Litti -tietopalvelu.

Somero, I. 1996. Liikenteen kysynnän arviointi telemaattisella mittaustiedolla. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu. 180s.

Statens vegvesen (Norja) -julkaisu. 2011. Håndbok 281. Veileder i trafikkdata. Norja. 151 s.

Statisticon (Bring, J., Forsman, G.). 2013a. Rapport deluppdrag 1. Gemensam Nordisk definition av ÅDT. NorSIKT 2 -julkaisu. Uppsala, Ruotsi. 24 s.

Statisticon (Forsman, G.). 2013b. Preliminär rapport, deluppdrag 2. ÅDT och trafikarbetsindex. NorSIKT 2 -julkaisu. Uppsala, Ruotsi. 40 s.

Statisticon (Bring, J.). 2014a. Final report. NorSIKT 2 -yhteenvedodokumentti. Listaus projektin pohjalta toteutettaviksi suositeltavista toimenpiteistä. Uppsala, Ruotsi. 18 s.

Statisticon (Forsman, G.). 2014b. Kartläggning ÅDT trafikarbetsindex. NorSIKT2 -julkaisu. [WWW]. [Viitattu 14.5.2014]. 44 s. Saatavissa:  
[http://nordfou.org/documents/norsikt2/Rapport\\_Norsikt2\\_AADT\\_Trafikarbete.pdf](http://nordfou.org/documents/norsikt2/Rapport_Norsikt2_AADT_Trafikarbete.pdf)

Tekniikan käsikirja 6 – Liikennetekniikka. 1975. K.J. Gummerus Osakeyhtiö. Kahdeksas, uusittu ja lisätty painos. Jyväskylä. 611 s. ss. 144-148.

Tiehallinto. 2002a. Alemman tieverkon LAM – esiselvitys. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 46/2001. Helsinki. 18 s. + liitt. 1 s.

Tiehallinto. 2002b. Huipputuntiliikenteen määrittely: loppuraportti. 32 s. + liitt. 8 s.

Tiehallinto & Tieliikelaitos, Konsultointi. 2004. Lestin laatutarkastelut LAM-aineiston avulla. 14 s.

Tielaitos, Konsultointi, Tiestötietopalvelut (Saastamoinen, K.). 1996. Liikennelaskenta-järjestelmän kehittäminen v. 1996. Väli­raportti II. Helsinki. 28 s. + liitt. 7 s.

Tielaitos. Oulun tiepiiri, tiestöryhmä. 1997. Liikennelaskenta on uudistunut. Tiedote suunnittelijoille. 2 s.

Tieliikelaitos. Luttinen, T., Ojala, V. 2007. Yleisen liikennelaskennan laadun arviointi yhdysteillä. Helsinki. 97s.

Tieliikelaitos, Konsultointi (Saastamoinen, K.). 2004. Yleisen liikennelaskennan palvelusopimus vuodelle 2005: liikennemäärien estimointi. Muistio. Oulu. 21 s.

Trafikverket. 2011. Vägtrafikdata, statistisk -kalvosarja. [WWW]. [Viitattu 14.5.2014]. Saatavissa: <http://www.nordfou.org/documents/norsikt/NorSIKT%20-Trafikverket%20Sverige%20-%20Verksamhet%20o%20behov%20110922.pdf>

Trafikverket. 2014. Vägtrafik- och hastighetsdata. [WWW]. [Viitattu 14.5.2014]. Saatavissa: <http://www.trafikverket.se/Foretag/Trafikera-och-transportera/Trafikera-vag/Verktyg-e-tjanster-och-vagdata/Vagtrafik--och-hastighetsdata/>

Vejdirektoratet (Tanska) -julkaisu. 2006. Rapport nr. 315. Trafiktællinger. Planlægning, udførelse og efterbehandling. Kööpenhamina, Tanska. 128 s.

Viatraffic. 2014a. Viacount II email -laitteen esittelysivut. [WWW]. [Viitattu 20.3.2014]. Saatavissa: <http://www.viatraffic.de/engl/viacount.html>

Viatraffic. 2014b. Viacount II email -laitteen käyttöohje. [WWW]. [Viitattu 20.3.2014]. Saatavissa: <http://www.viatraffic.de/engl/download/pdf/viacount%202%20engl.pdf>



# LIITE 1. TIEREKISTERIN TIETOLAJIT 201 JA 202

sivu 1/2

## Tierekisterin tietolaji 201 (liikennemäärät)

TL 201	
TIE	homogeenisen välin (laskentapisteen) tien numero
OSA	homogeenisen välin alkupisteen tieosa
ETÄIS	homogeenisen välin alkupisteen etäisyys tieosan alusta
LOSA	homogeenisen välin loppupisteen tieosa
LET	homogeenisen välin loppupisteen etäisyys tieosan alusta
TIETY	tietyyppi (1 = yleinen tie)
PITUUS	homogeenisen välin pituus
KVL	vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne
KAVL	vuoden keskimääräinen arkivuorokausiliikenne (arki = ma-to)
KKVL	kesän keskimääräinen vuorokausiliikenne (kesä = kesäkuu-elokuu)
KVLRAS	raskaiden ajoneuvojen (La,Kaip, Kapp, Katp) KVL
KAVLRAS	raskaiden ajoneuvojen KAVL
KVLYHD	yhdistelmäajoneuvojen (Kapp, Katp) KVL
KAVLYHD	yhdistelmäajoneuvojen KAVL
KAUSIVL	kausivaihteluluokka
	1 alentunut = alentunut
	2 tasainen = tasainen
	3 normaali = normaali
	4 kesä = kesä
	5 kevät = kevät
6 vähäinen = vähäliikenteisen tien vaihtelumalli	
VPVL	viikonpäivävaihteluluokka
	1 arki = arkipäivä
	2 perjantai = perjantai
	3 lauantai = lauantai
	4 viikonlop = viikonloppu
5 kork.vl = korkea viikonloppu	
TVL	tuntivaihteluluokka
	1 kork.työm. = korkea työmatka
	2 työmatka = työmatka
	3 normaali = normaali
4 iltapäivä = iltapäivä	
LASKVV	laskentavuosi
RASKVV	raskaan liikenteen laskentavuosi
LASKTARK	laskentatarkkuus (KVL:n virhemarginaali 90 %:n luottamustasolla)
	1 1% = 1 % virhemarginaali
	2 10% = 10 % virhemarginaali
	3 15% = 15 % virhemarginaali
4 yli 20% = yli 20 % virhemarginaali	
HUTUVKO	havaitun huipputunnin laskentaviikko
HUTUPV	havaitun huipputunnin laskentapäivä
	1 ma = maanantai
	2 ti = tiistai
	3 ke = keskiviikko
	4 to = torstai
	5 pe = perjantai
	6 la = lauantai
7 su = sunnuntai	
HUTUH	havaitun huipputunnin laskentatunti
HUTUKOK	havaitun huipputunnin liikennemäärä
HUTURASK	havaitun huipputunnin raskaiden ajoneuvojen määrä
HUTUYHD	havaitun huipputunnin yhdistelmäajoneuvojen määrä
HUTULUOK	havaitun huipputunnin järjestysnumero
	1 1-24 = 1-24
	2 25-74 = 25-74
	3 75-149 = 75-149
	4 150-299 = 150-299
	5 300-499 = 300-499
	6 500-999 = 500-999
7 1000 <= 1000. tai yli	
HUTU50	(teoreettinen) vuoden 50. huipputunnin liikennemäärä
HUTU100	(teoreettinen) vuoden 100. huipputunnin liikennemäärä
HUTU300	(teoreettinen) vuoden 300. huipputunnin liikennemäärä

*Tierekisterin tietolaji 202 (laskentapaikka)*

TL 202	
<b>TIE</b>	laskentapisteen tien numero
<b>OSA</b>	laskentapisteen tieosa
<b>ETÄIS</b>	laskentapisteen etäisyys tieosan alusta
<b>AJR</b>	laskentapisteen ajorata (0 (1 ajorata), 1 tai 2 (2 ajorataa))
<b>TIETY</b>	tietyyppi (1 = yleinen tie)
<b>LASLAITE</b>	käytetty laskentalaite
	0 ei tietoa = laitetta ei yksilöity
	1 SL1 = silmukkalaskin SL1
	2 MA = mikroaaltolaskin MA
	3 DSL1 = silmukkalaskin DSL1
	4 Laser = laserlaskin Noptel
	5 SDR = mikroaaltolaskin SDR
	6 VC2 = mikroaaltolaskin ViaCount II
	8 LLKa5 = mikroaaltolaskin LLKa5
	9 DSL10 = silmukkalaskin DSL10
<b>LASLAJI</b>	käytetty malli
	1 norm YL = normaali YL
	2 projekti = projektilaskenta
	3 YL-K = YL kevät, kesä, syksy
	4 YL+pro = YL kesä, syksy, projekti
	5 YL-K+pro = YL kevät, kesä, syksy, projekti
	6 paikkaus = YL:n paikkauslaskenta
	7 YL-2vko = YL, viikkomalli (laskenta talvi, syksy)
	8 YL-1vko = YL, viikkomalli + viikko
	9 YL-ramppi = YL, ramppilaskenta
<b>LASVUOSI</b>	laskentavuosi

## LIITE 2. KAUSIVAIHTELUKERTOIMET

sivu 1/3

### *Koko liikenteen kausivaihteluluokkien viikkokertoimet*

viikko	(1) alentunut	(2) tasainen	(3) normaali	(4) kesä	(5) kevät	(6) vähäinen
1	0,692	0,684	0,675	0,645	0,865	0,735
2	0,969	0,884	0,778	0,672	0,731	0,802
3	0,979	0,885	0,773	0,658	0,706	0,793
4	0,981	0,893	0,795	0,682	0,724	0,826
5	0,973	0,895	0,806	0,685	0,749	0,803
6	0,969	0,892	0,816	0,690	0,775	0,804
7	0,989	0,922	0,863	0,797	0,886	0,833
8	0,922	0,928	0,916	0,890	1,038	0,811
9	1,009	0,910	0,908	0,864	1,079	0,812
10	0,986	0,923	0,878	0,848	1,115	0,810
11	1,008	0,931	0,886	0,824	1,021	0,846
12	1,015	0,951	0,913	0,937	1,159	0,846
13	0,902	0,936	1,005	1,115	1,478	0,853
14	0,952	0,935	0,960	0,970	1,366	0,880
15	1,049	0,977	0,913	0,896	1,033	0,902
16	1,062	1,006	0,943	0,893	0,983	0,948
17	1,082	1,032	0,970	0,913	0,912	1,010
18	0,974	0,965	0,917	0,865	0,799	1,033
19	0,998	1,035	1,030	0,988	0,731	1,097
20	1,070	1,054	1,019	0,960	0,690	1,120
21	1,089	1,086	1,052	1,000	0,731	1,174
22	1,111	1,113	1,111	1,062	0,784	1,220
23	1,085	1,110	1,156	1,173	0,992	1,217
24	1,094	1,129	1,183	1,268	1,098	1,158
25	0,895	1,020	1,205	1,348	1,196	1,211
26	0,983	1,099	1,242	1,463	1,257	1,186
27	0,944	1,106	1,289	1,501	1,325	1,237
28	0,903	1,094	1,328	1,640	1,395	1,201
29	0,886	1,102	1,345	1,700	1,542	1,207
30	0,898	1,102	1,325	1,711	1,623	1,294
31	0,962	1,109	1,296	1,602	1,524	1,186
32	1,021	1,117	1,218	1,379	1,294	1,165
33	1,061	1,079	1,091	1,161	1,039	1,139
34	1,069	1,103	1,109	1,148	1,048	1,182
35	1,081	1,104	1,101	1,115	1,029	1,171
36	1,084	1,085	1,088	1,096	1,182	1,137
37	1,079	1,078	1,088	1,098	1,315	1,122
38	1,087	1,063	1,058	1,057	1,226	1,067
39	1,091	1,055	1,024	0,987	1,013	1,073
40	1,086	1,054	0,999	0,916	0,895	1,048
41	1,078	1,038	0,988	0,933	0,842	1,041
42	1,055	1,027	1,011	0,932	0,897	0,993
43	1,062	1,006	0,945	0,850	0,788	0,963
44	1,060	1,002	0,925	0,814	0,787	0,946
45	1,060	0,998	0,899	0,777	0,777	0,907
46	1,047	0,982	0,879	0,754	0,730	0,888
47	1,041	0,965	0,867	0,752	0,750	0,859
48	1,006	0,927	0,835	0,712	0,778	0,890
49	0,923	0,889	0,871	0,816	0,907	0,838
50	1,024	0,952	0,852	0,735	0,761	0,879
51	1,030	0,976	0,917	0,889	0,924	0,893
52	0,629	0,707	0,795	0,795	1,009	0,721

## Arkiliikenteen kausivaihteluluokkien viikkokertoimet

viikko	(1) alentunut	(2) tasainen	(3) normaali	(4) kesä	(5) kevät	(6) vähäinen
1	0,557	0,684	0,598	0,610	0,792	0,695
2	0,979	0,884	0,810	0,718	0,810	0,814
3	0,986	0,885	0,807	0,662	0,730	0,825
4	0,984	0,893	0,813	0,672	0,753	0,828
5	0,976	0,895	0,806	0,682	0,747	0,804
6	0,979	0,892	0,828	0,696	0,796	0,826
7	0,992	0,922	0,837	0,729	0,796	0,806
8	0,914	0,928	0,889	0,825	0,870	0,807
9	1,019	0,910	0,895	0,812	0,898	0,837
10	0,984	0,923	0,879	0,798	1,063	0,807
11	0,991	0,931	0,859	0,751	0,902	0,824
12	1,010	0,951	0,891	0,831	0,980	0,854
13	1,028	0,936	1,077	1,164	1,395	0,942
14	0,911	0,935	1,037	1,091	1,438	0,888
15	1,039	0,977	0,915	0,831	0,992	0,921
16	1,054	1,006	0,944	0,855	0,978	0,905
17	1,071	1,032	0,966	0,885	0,908	0,998
18	0,922	0,965	0,901	0,849	0,822	0,956
19	0,983	1,035	1,012	1,019	0,775	1,069
20	1,081	1,054	1,024	0,951	0,783	1,148
21	1,091	1,086	1,046	0,967	0,820	1,168
22	1,106	1,113	1,068	1,010	0,816	1,223
23	1,099	1,110	1,146	1,190	0,995	1,241
24	1,098	1,129	1,160	1,208	1,131	1,167
25	1,088	1,020	1,367	1,523	1,293	1,287
26	0,992	1,099	1,233	1,488	1,287	1,271
27	0,954	1,106	1,270	1,540	1,339	1,207
28	0,907	1,094	1,316	1,690	1,400	1,264
29	0,883	1,102	1,353	1,785	1,546	1,217
30	0,889	1,102	1,327	1,803	1,632	1,291
31	0,952	1,109	1,292	1,620	1,538	1,151
32	1,017	1,117	1,223	1,443	1,347	1,198
33	1,061	1,079	1,081	1,157	1,111	1,088
34	1,072	1,103	1,087	1,121	1,099	1,182
35	1,077	1,104	1,075	1,084	1,034	1,184
36	1,086	1,085	1,056	1,044	1,096	1,127
37	1,075	1,078	1,057	1,074	1,275	1,086
38	1,081	1,063	1,037	1,056	1,227	1,074
39	1,087	1,055	1,008	0,939	1,075	1,026
40	1,087	1,054	0,995	0,911	0,939	1,046
41	1,075	1,038	0,980	0,883	0,874	1,002
42	1,071	1,027	1,038	0,947	0,931	0,986
43	1,060	1,006	0,955	0,855	0,848	0,915
44	1,056	1,002	0,932	0,820	0,833	0,903
45	1,054	0,998	0,907	0,769	0,816	0,908
46	1,045	0,982	0,894	0,777	0,755	0,909
47	1,047	0,965	0,890	0,769	0,763	0,887
48	1,033	0,927	0,883	0,776	0,817	0,927
49	0,906	0,889	0,870	0,805	0,924	0,827
50	1,026	0,952	0,889	0,766	0,822	0,890
51	1,050	0,976	0,908	0,802	0,834	0,896
52	0,519	0,707	0,769	0,777	0,873	0,670

*Raskaan ja yhdistelmäajoneuvoliikenteen kausivaihtelukertoimet*

viikko	ras	yhd
1	0,588	0,571
2	0,936	0,950
3	0,956	0,980
4	0,951	0,970
5	0,950	0,975
6	0,960	1,002
7	0,962	0,987
8	0,955	0,983
9	0,968	0,998
10	0,959	0,992
11	1,004	1,018
12	1,008	1,048
13	0,872	0,898
14	0,907	0,955
15	1,047	1,076
16	1,047	1,078
17	1,080	1,095
18	0,925	0,919
19	0,953	0,941
20	1,122	1,109
21	1,140	1,117
22	1,136	1,121
23	1,127	1,118
24	1,116	1,116
25	0,909	0,917
26	1,075	1,080
27	1,044	1,035
28	1,010	1,003
29	0,968	0,947
30	0,986	0,961
31	0,998	0,966
32	1,013	0,990
33	1,044	1,020
34	1,070	1,039
35	1,078	1,072
36	1,071	1,061
37	1,078	1,068
38	1,076	1,071
39	1,072	1,075
40	1,062	1,062
41	1,069	1,074
42	1,039	1,053
43	1,037	1,047
44	1,032	1,021
45	1,022	1,014
46	1,028	1,013
47	1,005	1,010
48	1,012	1,006
49	0,885	0,868
50	1,036	1,040
51	0,991	1,005
52	0,440	0,420

viikko	ras, arki	yhd, arki
1	0,469	0,445
2	0,935	0,936
3	0,957	0,981
4	0,949	0,966
5	0,949	0,974
6	0,958	0,991
7	0,963	0,984
8	0,962	0,978
9	0,952	0,991
10	0,956	0,989
11	0,987	1,005
12	1,003	1,019
13	1,033	1,063
14	0,857	0,892
15	1,045	1,077
16	1,045	1,076
17	1,076	1,096
18	0,861	0,852
19	0,933	0,918
20	1,126	1,109
21	1,142	1,113
22	1,152	1,135
23	1,126	1,123
24	1,118	1,108
25	1,120	1,111
26	1,087	1,085
27	1,058	1,047
28	1,021	1,015
29	0,974	0,974
30	0,984	0,965
31	1,008	0,976
32	1,023	0,996
33	1,052	1,032
34	1,068	1,038
35	1,076	1,073
36	1,071	1,071
37	1,087	1,073
38	1,074	1,080
39	1,078	1,089
40	1,069	1,080
41	1,075	1,082
42	1,047	1,057
43	1,041	1,057
44	1,041	1,036
45	1,027	1,020
46	1,019	1,014
47	1,014	1,025
48	1,020	1,011
49	0,842	0,828
50	1,030	1,018
51	1,018	1,037
52	0,291	0,268

*KKVL:n laskennassa käytettävä kausivaihtelukerroin k eri kausivaihteluluokille*

luokka	kerroin
k1 <sub>kkvl</sub>	1,01
k2 <sub>kkvl</sub>	1,13
k3 <sub>kkvl</sub>	1,25
k4 <sub>kkvl</sub>	1,36
k5 <sub>kkvl</sub>	1,26

## LIITE 3. VIIKONPÄIVÄ- JA TUNTIVAIHTELUKERTOIMET

### *Viikontähtivaihteluluokkien viikontähtiväkeruimet*

viikontähtivä	(1) arkipäivä	(2) perjantai	(3) lauantai	(4) viikontähtivä	(5) korkea viikontähtivä
ma	1,062	0,99	0,915	0,933	0,889
ti	1,082	0,976	0,814	0,893	0,809
ke	1,098	1,002	0,857	0,923	0,847
to	1,112	1,038	0,947	0,990	0,942
pe	1,152	1,130	1,219	1,220	1,290
la	0,757	0,920	1,191	0,975	1,002
su	0,737	0,892	1,058	1,066	1,222

### *Tuntivaihteluluokkien tuntikeruimet (prosenttiosuus AW:sta)*

tunti	(1) korkea työmätka	(2) työmätka	(3) normaali	(4) iltapäivä
0 – 1	0,59	0,67	0,88	1,52
1 – 2	0,36	0,45	0,62	1,13
2 – 3	0,27	0,35	0,49	0,91
3 – 4	0,24	0,34	0,48	0,85
4 – 5	0,34	0,53	0,68	0,93
5 – 6	1,01	1,70	3,62	1,52
6 – 7	4,94	4,98	3,57	2,74
7 – 8	9,31	6,82	5,08	3,58
8 – 9	8,12	5,81	5,47	4,31
9 – 10	5,17	5,25	5,57	4,85
10 – 11	4,60	5,23	5,84	5,59
11 – 12	4,76	5,48	6,15	6,03
12 – 13	4,93	5,65	6,34	6,30
13 – 14	5,09	5,98	6,61	6,69
14 – 15	5,65	6,51	7,04	7,04
15 – 16	8,21	8,38	7,85	7,48
16 – 17	10,09	9,07	8,10	7,38
17 – 18	7,48	7,09	6,89	6,68
18 – 19	5,41	5,39	5,62	6,01
19 – 20	4,17	4,35	4,63	5,19
20 – 21	3,63	3,82	3,93	4,49
21 – 22	2,76	3,04	3,08	3,76
22 – 23	1,80	1,97	2,16	2,86
23 – 0	1,06	1,09	1,31	2,08

## LIITE 4. REGRESSIOKERTOIMET

sivu 1/2

### *Regressiokerroin a kausivaihteluluokittain*

laskentajakso	(1) alentunut	(2) tasainen	(3) normaali	(4) kesä	ras	yhd
1	0,167	0,143	0,178	0,252	0,224	0,307
2	0,204	0,162	0,168	0,072	0,261	0,333
3	0,233	0,164	0,156	0,072	0,294	0,279
4	0,134	0,139	0,155	0,117	0,292	0,327
5	0,144	0,143	0,095	0,146	0,314	0,362
6	0,256	0,276	0,350	0,206	0,414	0,449
7	0,408	0,400	0,354	0,339	0,401	0,463

### *Regressiokerroin b kausivaihteluluokittain*

laskentajakso	(1) alentunut	(2) tasainen	(3) normaali	(4) kesä	ras	yhd
1	0,772	0,786	0,737	0,599	0,705	0,629
2	0,745	0,776	0,766	0,894	0,674	0,612
3	0,734	0,787	0,799	0,894	0,666	0,688
4	0,812	0,806	0,790	0,824	0,677	0,654
5	0,801	0,808	0,869	0,779	0,652	0,619
6	0,701	0,670	0,546	0,746	0,551	0,535
7	0,563	0,563	0,624	0,648	0,567	0,513

### *Kevät-kausivaihteluluokan regressiokertoimet eri laskentakausille*

	kevät, a	kesä, b	syksy, c
KVL	0,28	0,10	0,60
KVLras	0,63	0,24	0,09
KVLyhd	0,63	0,24	0,09

## KAVL:n, KAVLras:n ja KAVLyhd:n laskenta

sivu 2/2

### Regressiokerroin d kausivaihteluluokittain

laskentajakso	(1) alentunut	(2) tasainen	(3) normaali	(4) kesä	ras	yhd
1	0,258	0,149	0,26	0,328	0,327	0,290
2	0,305	0,153	0,208	0,188	0,268	0,320
3	0,258	0,172	0,169	0,121	0,297	0,281
4	0,167	0,142	0,161	0,119	0,267	0,269
5	0,166	0,135	0,112	0,157	0,303	0,351
6	0,323	0,260	0,284	0,195	0,386	0,415
7	0,517	0,422	0,390	0,312	0,380	0,429

### Regressiokerroin e kausivaihteluluokittain

laskentajakso	(1) alentunut	(2) tasainen	(3) normaali	(4) kesä	ras	yhd
1	0,698	0,797	0,663	0,528	0,696	0,648
2	0,673	0,796	0,736	0,752	0,674	0,632
3	0,719	0,789	0,802	0,866	0,666	0,690
4	0,803	0,815	0,803	0,865	0,702	0,708
5	0,796	0,820	0,849	0,760	0,670	0,633
6	0,651	0,697	0,644	0,763	0,586	0,572
7	0,451	0,534	0,570	0,684	0,581	0,543

### Kevät-kausivaihteluluokan kertoimet eri laskentakausille

	kevät, f	kesä, g	syksy, h
KAVL	0,264	0,151	0,57
KAVLras	0,072	0,347	0,538
KAVLyhd	0,299	0,098	0,577

## KKVL:n laskenta

### Regressiokerroin i kausivaihteluluokittain

laskentajakso	(1) alentunut	(2) tasainen	(3) normaali	(4) kesä	(5) kevät
1	1,020	0,999	0,970	0,949	0,988
2	1,126	1,015	0,951	0,926	0,905
3	1,177	1,028	0,920	0,852	0,856
4	1,231	1,009	0,904	0,856	0,807
5	1,172	0,993	0,906	0,856	0,793
6	1,032	0,990	0,941	0,930	0,847
7	0,965	0,981	1,007	1,032	0,984



## LIITE 5. KONSTRUOINTIVÄLIT

sivu 1/2

*Homogeeniset välit, joilla käytetään yhteistä aluekohtaista konstruointikerrointa*

ELY	tie	aosa	aet	losa	let	pituus, km	alue
8	5	156	2618	206	1425	45,9	Kuopio
8	9	326	0	326	631	0,6	Kuopio
8	17	1	0	2	0	4,3	Kuopio
8	75	1	0	2	0	5,2	Kuopio
8	77	35	3805	35	5405	1,6	Kuopio
8	551	1	0	2	0	4,4	Kuopio
8	553	2	0	3	4360	9,4	Kuopio
8	559	1	0	2	4980	14,5	Kuopio
8	562	1	0	1	2445	2,4	Kuopio
8	5370	1	0	3	0	8,0	Kuopio
8	5650	1	0	1	630	0,6	Kuopio
8	5653	1	0	1	2875	2,9	Kuopio
8	16330	1	0	1	4698	4,7	Kuopio
8	16333	1	0	1	5005	5,0	Kuopio
8	16339	1	0	1	2323	2,3	Kuopio
12	4	363	0	405	0	34,5	Oulu
12	20	1	1120	4	4096	13,2	Oulu
12	22	1	889	4	0	10,4	Oulu
12	815	1	0	3	2761	11,1	Oulu
12	816	1	0	3	0	11,3	Oulu
12	846	1	0	1	1016	1,0	Oulu
12	847	1	5558	3	4515	15,5	Oulu
12	847	4	1137	5	0	7,0	Oulu
12	8154	1	0	1	2070	2,1	Oulu
12	8155	1	0	2	0	3,2	Oulu
12	8156	1	1644	1	3587	1,9	Oulu
12	8300	1	0	2	3974	10,7	Oulu
12	18637	1	0	1	3100	3,1	Oulu
12	18669	1	2631	2	5162	7,2	Oulu
12	18676	1	0	1	2752	2,8	Oulu
12	18679	1	0	1	1150	1,2	Oulu
12	18680	1	0	1	2398	2,4	Oulu
12	18681	1	0	1	6115	6,1	Oulu
12	18700	1	0	1	947	0,9	Oulu
12	18708	1	845	1	3014	2,2	Oulu
12	18709	1	2313	2	982	2,2	Oulu
12	18710	1	0	1	1627	1,6	Oulu

*Homogeeniset välit, joilla käytetään yhteistä tiekohtaista konstruointikerrointa*

väli	tie	aosa	aet	losa	let	pituus, km
Helsinki-Turku	1	3	0	36	2785	158
Helsinki-Pori	2	1	0	51	1475	223
Helsinki-Tampere	3	101	3026	136	0	168
Tampere	3	136	0	139	5934	21
Tampere-Vaasa	3	203	0	252	3617	226
Helsinki-Heinola	4	102	0	210	3508	140
Heinola-Jyväskylä	4	211	0	301	0	122
Jyväskylä-Oulu	4	301	0	362	6932	315
Oulu	4	363	0	403	1980	29
Oulu-Kemi	4	403	1980	426	7900	110
Kemi-Rovaniemi	4	428	0	501	1100	107
Rovaniemi-Utsjoki	4	501	1100	582	5876	453
Heinola-Mikkeli	5	113	0	129	0	82
Mikkeli-Kuopio	5	129	0	201	0	161
Kuopio-Iisalmi	5	201	0	218	0	86
Iisalmi-Kajaani	5	218	0	301	0	84
Kajaani-Kuusamo	5	301	0	356	0	246
Kuusamo-Sodankylä	5	356	0	420	6154	250
Helsinki-Kouvola	6	116	0	128	6901	59
Kouvola-Lappeenranta	6	129	0	301	0	90
Lappeenranta-Joensuu	6	301	0	350	2631	235
Joensuu-Kajaani	6	401	0	438	5325	228
Helsinki-Koskenkylä	7	1	0	15	0	59
Koskenkylä-Kotka	7	15	0	29	0	54
Kotka-Vaalimaa	7	29	0	42	2780	59
Turku-Pori	8	102	2330	126	5735	135
Pori-Vaasa	8	201	0	239	2390	183
Vaasa-Kokkola	8	239	2390	331	3967	120
Kokkola-Oulu	8	401	0	439	3312	176
Turku-Tampere	9	101	3963	125	7404	122
Tampere-Jyväskylä	9	204	0	235	7668	151
Jyväskylä-Kuopio	9	303	0	325	6001	114
Turku-Tuulos	10	1	4145	31	6345	163
Pori-Tampere	11	3	0	20	3750	94
Rauma-Huittinen	12	101	1421	113	5499	110
Huittinen-Tampere	12	114	0	127	7018	78
Tampere-Lahti	12	201	0	223	1880	127
Lahti-Kouvola	12	223	1880	232	2604	54
Kokkola-Jyväskylä	13	101	0	139	4073	203
Jyväskylä-Mikkeli	13	201	0	218	2561	89
Mikkeli-Lappeenranta	13	220	523	238	5393	99
Lappeenranta-Nuijamaa	13	239	0	241	6603	18
Juva-Parikkala	14	1	0	25	7454	118
Satama-Kotka	15	1	1312	1	6775	5
Kotka-Kouvola	15	2	0	8	3060	43
Kouvola-Ristiina	15	11	0	25	6763	74
Ylistaro-Kyyjärvi	16	7	0	29	4815	110
Kuopio-Joensuu	17	1	0	27	4220	126
Vaasa-Seinäjoki	18	1	0	10	4647	52
Seinäjoki-Jyväskylä	18	11	0	50	8551	191
Jalasjärvi-Seinäjoki	19	1	0	4	7488	29
Seinäjoki-Uusikaarlepyy	19	6	0	23	6184	88
Oulu-Kuusamo	20	1	1120	41	5070	214
Tornio-Kilpisjärvi	21	105	0	238	4860	467
Oulu-Kajaani	22	1	889	32	6642	160
Pori-Jyväskylä	23	101	0	225	1888	213
Jyväskylä-Joensuu	23	301	0	417	5420	169
Lahti-Jämsä	24	1	0	21	5420	117
Hanko-Mäntsälä	25	2	0	36	4130	165
Hamina-Luumäki	26	1	0	11	4331	51
Iisalmi-Kalajoki	27	1	0	30	2638	197
Kokkola-Kajaani	28	1	0	46	5275	216
Kemi-Tornio	29	1	0	3	2660	17

## LIITE 6. VE3:N REGRESSIOKERTOIMET

*VE3:a varten laskettu regressiokerroin a kausivaihteluluokittain*

laskentajakso	(1) alentunut	(2) tasainen	(3) normaali	(4) kesä	ras
1	0,206	0,143	0,148	0,142	0,254
2	0,116	0,196	0,225	0,294	0,337
3	0,055	0,189	0,192	0,473	0,342
4	0,011	0,158	0,144	0,587	0,316
5	0,081	0,085	0,213	0,309	0,332
6	0,182	0,189	0,318	0,374	0,418
7	0,323	0,360	0,346	0,254	0,420

*VE3:a varten laskettu regressiokerroin b kausivaihteluluokittain*

laskentajakso	(1) alentunut	(2) tasainen	(3) normaali	(4) kesä	ras
1	0,804	0,862	0,855	0,856	0,756
2	0,898	0,813	0,781	0,706	0,673
3	0,952	0,822	0,814	0,511	0,665
4	0,994	0,851	0,858	0,413	0,689
5	0,925	0,924	0,788	0,691	0,680
6	0,823	0,822	0,681	0,630	0,591
7	0,683	0,650	0,657	0,743	0,589

# LIITE 7. MEDIAANIVIRHEET VIIKKOPAREITTAIN

sivu 1/2

*KVL-estimaatin virheen suuruuden mediaani viikkopareittain pienimmästä suurimpaan*

vkopari	vkoerotus	VE0	vkopari	vkoerotus	VE1	vkopari	vkoerotus	VE2	vkopari	vkoerotus	VE3
30/39	9	1,68 %	31/39	8	1,87 %	29/41	12	1,69 %	27/41	14	1,57 %
28/39	11	1,70 %	32/41	9	1,89 %	30/41	11	1,70 %	28/41	13	1,58 %
29/39	10	1,70 %	32/40	8	2,05 %	30/39	9	1,74 %	27/39	12	1,67 %
31/39	8	1,84 %	31/40	9	2,06 %	28/41	13	1,75 %	30/41	11	1,67 %
27/39	12	1,85 %	32/43	11	2,07 %	27/41	14	1,75 %	31/39	8	1,67 %
31/40	9	1,88 %	32/39	7	2,14 %	26/44	18	1,79 %	32/39	7	1,73 %
28/41	13	1,90 %	26/40	14	2,19 %	26/41	15	1,82 %	28/39	11	1,73 %
28/40	12	1,93 %	32/44	12	2,27 %	28/44	16	1,83 %	30/39	9	1,74 %
32/44	12	1,95 %	31/41	10	2,32 %	27/39	12	1,84 %	26/41	15	1,82 %
29/40	11	2,00 %	26/39	13	2,38 %	26/39	13	1,87 %	27/40	13	1,83 %
32/43	11	2,04 %	27/43	16	2,44 %	28/43	15	1,87 %	27/44	17	1,83 %
31/41	10	2,06 %	28/40	12	2,46 %	31/39	8	1,90 %	29/41	12	1,84 %
30/40	10	2,11 %	26/41	15	2,47 %	27/44	17	1,91 %	31/41	10	1,85 %
27/38	11	2,21 %	27/40	13	2,50 %	26/40	14	1,91 %	29/39	10	1,86 %
27/40	13	2,29 %	26/43	17	2,53 %	29/39	10	1,92 %	32/41	9	1,87 %
29/41	12	2,37 %	28/39	11	2,56 %	32/39	7	1,93 %	26/40	14	1,91 %
26/38	12	2,56 %	31/43	12	2,57 %	28/40	12	1,95 %	28/43	15	1,92 %
30/41	11	2,69 %	30/39	9	2,57 %	31/41	10	1,97 %	26/39	13	1,93 %
29/38	9	2,82 %	28/41	13	2,63 %	26/43	17	1,98 %	28/40	12	1,93 %
28/42	14	2,85 %	31/44	13	2,66 %	27/40	13	1,98 %	32/40	8	1,97 %
31/38	7	2,89 %	27/41	14	2,68 %	29/40	11	2,03 %	31/40	9	1,98 %
30/38	8	2,93 %	31/38	7	2,70 %	28/39	11	2,05 %	28/44	16	1,99 %
28/38	10	2,94 %	30/43	13	2,70 %	29/44	15	2,06 %	29/44	15	2,01 %
26/39	13	3,12 %	30/41	11	2,70 %	30/40	10	2,06 %	26/44	18	2,04 %
30/42	12	3,12 %	27/39	12	2,70 %	31/40	9	2,10 %	31/44	13	2,05 %
27/41	14	3,14 %	29/40	11	2,75 %	32/44	12	2,14 %	32/43	11	2,05 %
31/42	11	3,32 %	27/44	17	2,78 %	31/44	13	2,15 %	32/44	12	2,06 %
27/42	15	3,39 %	28/43	15	2,79 %	31/43	12	2,15 %	30/40	10	2,07 %
29/42	13	3,46 %	29/41	12	2,83 %	30/43	13	2,15 %	27/38	11	2,07 %
32/41	9	3,67 %	30/40	10	2,84 %	27/38	11	2,20 %	29/40	11	2,07 %
32/42	10	3,79 %	30/44	14	2,87 %	29/43	14	2,21 %	31/38	7	2,08 %
26/40	14	3,99 %	28/44	16	2,91 %	30/44	14	2,22 %	30/44	14	2,10 %
31/43	12	4,01 %	26/44	18	2,94 %	27/43	16	2,30 %	26/43	17	2,17 %
32/40	8	4,13 %	32/42	10	2,96 %	26/38	12	2,32 %	31/43	12	2,22 %
28/43	15	4,60 %	26/38	12	3,01 %	32/38	6	2,33 %	30/38	8	2,27 %
32/39	7	4,91 %	29/39	10	3,01 %	32/41	9	2,37 %	27/43	16	2,30 %
26/42	16	4,94 %	27/38	11	3,02 %	27/42	15	2,47 %	30/43	13	2,31 %
26/41	15	5,15 %	29/43	14	3,15 %	32/42	10	2,48 %	27/42	15	2,32 %
31/44	13	5,19 %	32/38	6	3,16 %	29/38	9	2,52 %	26/38	12	2,35 %
29/43	14	5,47 %	27/42	15	3,17 %	31/38	7	2,57 %	29/38	9	2,38 %
28/44	16	5,97 %	31/42	11	3,27 %	32/43	11	2,59 %	28/38	10	2,40 %
30/43	13	5,98 %	28/38	10	3,31 %	30/38	8	2,59 %	29/43	14	2,43 %
29/44	15	6,54 %	29/38	9	3,40 %	32/40	8	2,61 %	30/42	12	2,56 %
27/43	16	6,60 %	30/38	8	3,43 %	28/38	10	2,62 %	32/42	10	2,59 %
32/38	6	6,60 %	30/42	12	3,48 %	31/42	11	2,69 %	28/42	14	2,65 %
30/44	14	7,32 %	26/42	16	3,51 %	30/42	12	2,77 %	29/42	13	2,66 %
27/44	17	8,14 %	29/44	15	3,61 %	26/42	16	2,86 %	32/38	6	2,70 %
26/43	17	8,99 %	28/42	14	3,88 %	28/42	14	3,00 %	26/42	16	2,71 %
26/44	18	10,35 %	29/42	13	4,08 %	29/42	13	3,24 %	31/42	11	2,75 %

*KVLas-estimaatin virheen suuruuden mediaani viikkopareittain pienimmästä suurimpaan*

vkopari	vkoeerutus	VE0	vkopari	vkoeerutus	VE1	vkopari	vkoeerutus	VE2	vkopari	vkoeerutus	VE3
32/43	11	3,06 %	29/43	14	2,77 %	26/42	16	2,73 %	27/43	16	2,82 %
27/39	12	3,24 %	26/43	17	2,87 %	32/43	11	2,82 %	32/43	11	2,84 %
30/41	11	3,37 %	26/42	16	2,93 %	26/43	17	2,89 %	26/42	16	2,91 %
30/42	12	3,40 %	28/43	15	3,01 %	27/42	15	2,94 %	30/44	14	2,97 %
29/42	13	3,42 %	28/44	16	3,04 %	30/42	12	2,94 %	31/43	12	2,99 %
29/41	12	3,42 %	32/43	11	3,10 %	31/42	11	3,10 %	26/43	17	3,03 %
28/42	14	3,43 %	31/43	12	3,18 %	29/43	14	3,17 %	30/42	12	3,06 %
28/41	13	3,48 %	27/43	16	3,26 %	27/43	16	3,17 %	30/43	13	3,09 %
26/39	13	3,48 %	26/44	18	3,27 %	28/43	15	3,18 %	27/42	15	3,11 %
28/40	12	3,51 %	27/42	15	3,40 %	31/43	12	3,21 %	26/41	15	3,11 %
29/39	10	3,64 %	29/44	15	3,43 %	29/44	15	3,22 %	29/43	14	3,15 %
28/39	11	3,68 %	26/39	13	3,43 %	29/42	13	3,25 %	27/44	17	3,18 %
31/42	11	3,70 %	29/39	10	3,50 %	30/43	13	3,25 %	28/43	15	3,23 %
29/38	9	3,74 %	29/40	11	3,52 %	26/39	13	3,26 %	28/44	16	3,25 %
26/41	15	3,75 %	26/40	14	3,52 %	28/42	14	3,37 %	29/44	15	3,29 %
29/40	11	3,78 %	28/40	12	3,55 %	26/44	18	3,45 %	27/41	14	3,32 %
32/42	10	3,78 %	29/41	12	3,58 %	28/44	16	3,45 %	26/44	18	3,38 %
30/39	9	3,79 %	29/42	13	3,64 %	30/41	11	3,46 %	28/42	14	3,41 %
26/38	12	3,83 %	26/38	12	3,64 %	26/41	15	3,50 %	29/42	13	3,42 %
26/42	16	3,83 %	27/39	12	3,66 %	28/40	12	3,56 %	30/41	11	3,43 %
30/40	10	3,83 %	28/42	14	3,68 %	29/41	12	3,58 %	29/41	12	3,45 %
31/43	12	3,86 %	27/44	17	3,71 %	32/42	10	3,59 %	32/44	12	3,52 %
30/38	8	3,87 %	30/42	12	3,77 %	29/39	10	3,60 %	27/39	12	3,57 %
28/38	10	3,91 %	32/44	12	3,77 %	27/39	12	3,61 %	31/44	13	3,57 %
27/40	13	3,95 %	30/41	11	3,81 %	30/40	10	3,62 %	26/39	13	3,57 %
29/43	14	3,96 %	31/42	11	3,81 %	32/38	6	3,63 %	28/40	12	3,58 %
28/43	15	3,97 %	30/43	13	3,82 %	26/38	12	3,65 %	31/42	11	3,61 %
31/41	10	3,97 %	28/41	13	3,83 %	26/40	14	3,70 %	28/41	13	3,66 %
26/40	14	3,99 %	27/40	13	3,86 %	29/40	11	3,74 %	29/39	10	3,68 %
32/44	12	4,01 %	30/40	10	3,86 %	30/44	14	3,74 %	28/39	11	3,76 %
31/40	9	4,07 %	30/44	14	3,90 %	27/44	17	3,77 %	29/40	11	3,79 %
32/38	6	4,10 %	26/41	15	3,91 %	27/41	14	3,78 %	29/38	9	3,79 %
27/41	14	4,10 %	29/38	9	3,96 %	27/40	13	3,83 %	32/42	10	3,81 %
27/42	15	4,11 %	28/39	11	3,97 %	28/39	11	3,88 %	30/39	9	3,82 %
30/43	13	4,11 %	27/41	14	3,98 %	32/44	12	3,90 %	26/38	12	3,84 %
32/41	9	4,15 %	31/44	13	4,01 %	30/39	9	3,93 %	26/40	14	3,84 %
27/38	11	4,23 %	32/39	7	4,08 %	28/41	13	3,93 %	28/38	10	3,91 %
31/39	8	4,31 %	32/42	10	4,09 %	28/38	10	3,98 %	30/40	10	4,00 %
31/38	7	4,40 %	31/39	8	4,11 %	32/41	9	4,03 %	27/38	11	4,04 %
32/40	8	4,45 %	28/38	10	4,13 %	31/44	13	4,04 %	30/38	8	4,05 %
32/39	7	4,49 %	30/39	9	4,15 %	29/38	9	4,06 %	31/39	8	4,10 %
28/44	16	4,53 %	30/38	8	4,22 %	31/41	10	4,10 %	27/40	13	4,14 %
29/44	15	4,72 %	32/38	6	4,24 %	31/40	9	4,13 %	32/41	9	4,14 %
31/44	13	4,95 %	31/40	9	4,29 %	32/39	7	4,15 %	32/38	6	4,18 %
30/44	14	5,03 %	27/38	11	4,37 %	27/38	11	4,20 %	31/41	10	4,32 %
27/43	16	5,12 %	32/41	9	4,42 %	30/38	8	4,24 %	32/39	7	4,34 %
26/43	17	5,27 %	32/40	8	4,47 %	31/39	8	4,24 %	31/40	9	4,41 %
27/44	17	6,23 %	31/38	7	4,55 %	32/40	8	4,36 %	32/40	8	4,43 %
26/44	18	6,58 %	31/41	10	4,63 %	31/38	7	4,48 %	31/38	7	4,50 %





## LIITE 10. KESKIVIRHEET + LAADUNOSOITUS (LAAJENNETUT MITTAUSKAUDET, 2012 AINEISTO)

*KVL- ja KVLras-estimaatin keskimääräinen virheen suuruus laajennusten myötä*

KVL-estimaatti keskimääräinen virheen suuruus	alkuperäinen aineisto viikot 26–32 + 38–44 viikkoerotus 12	1 viikon laajennus viikot 26–33 + 37–44 viikkoerotus 11	2 viikon laajennus viikot 26–34 + 36–44 viikkoerotus 10
VE0	2,9 %	3,3 %	3,8 %
VE1	3,4 %	3,6 %	3,8 %
VE2	2,9 %	3,1 %	3,3 %
VE3	2,8 %	3,1 %	3,3 %
KVLras-estimaatti keskimääräinen virheen suuruus			
VE0	4,8 %	4,9 %	4,9 %
VE1	4,7 %	4,8 %	4,9 %
VE2	4,7 %	4,8 %	4,9 %
VE3	4,8 %	5,0 %	5,0 %

*Laadunosoitusvertailu nykyisillä mittauskausilla. Tarkasteluluokassa II aineiston koko (N=10) ei riitä kuin suuntaa-antavaan tarkasteluun.*

viikot 26–32 + 38–44 viikkoerotus 12	Tarkastelu I				Tarkastelu II				sallittu raja
	VE0	VE1	VE2	VE3	VE0	VE1	VE2	VE3	
KVL, ylitys	2,4 %	2,8 %	1,9 %	2,2 %	14,5 %	10,9 %	12,7 %	14,5 %	10 %
KVL, huom. ylitys	0,9 %	1,1 %	0,8 %	0,9 %	1,8 %	5,5 %	5,5 %	3,6 %	5 %
KVLras, ylitys	1,7 %	1,2 %	1,7 %	2,2 %	10,9 %	9,1 %	9,1 %	10,9 %	10 %
KVLras, huom. ylitys	0,4 %	0,1 %	0,4 %	0,3 %	5,5 %	5,5 %	5,5 %	5,5 %	5 %

*Laadunosoitusvertailu yhdellä viikolla laajennetuilla mittauskausilla. Tarkasteluluokassa II aineiston koko (N=10) ei riitä kuin suuntaa-antavaan tarkasteluun.*

viikot 26–33 + 37–44 viikkoerotus 11	Tarkastelu I				Tarkastelu II				sallittu raja
	VE0	VE1	VE2	VE3	VE0	VE1	VE2	VE3	
KVL, ylitys	4,1 %	4,3 %	3,0 %	3,3 %	6,2 %	13,8 %	10,8 %	6,2 %	10 %
KVL, huom. ylitys	1,2 %	1,4 %	1,1 %	1,0 %	3,1 %	4,6 %	3,1 %	1,5 %	5 %
KVLras, ylitys	1,8 %	1,5 %	1,7 %	2,3 %	9,2 %	6,2 %	7,7 %	9,2 %	10 %
KVLras, huom. ylitys	0,4 %	0,2 %	0,5 %	0,4 %	4,6 %	4,6 %	4,6 %	4,6 %	5 %

*Laadunosoitusvertailu kahdella viikolla laajennetuilla mittauskausilla. Tarkasteluluokassa II aineiston koko (N=10) ei riitä kuin suuntaa-antavaan tarkasteluun.*

viikot 26–34 + 36–44 viikkoerotus 10	Tarkastelu I				Tarkastelu II				sallittu raja
	VE0	VE1	VE2	VE3	VE0	VE1	VE2	VE3	
KVL, ylitys	5,1 %	4,8 %	3,5 %	3,5 %	12,3 %	12,3 %	11,0 %	12,3 %	10 %
KVL, huom. ylitys	1,9 %	1,3 %	1,2 %	1,2 %	4,1 %	4,1 %	1,4 %	2,7 %	5 %
KVLras, ylitys	2,1 %	2,0 %	2,2 %	2,1 %	9,6 %	11,0 %	8,2 %	9,6 %	10 %
KVLras, huom. ylitys	0,4 %	0,2 %	0,5 %	0,3 %	2,7 %	2,7 %	4,1 %	4,1 %	5 %





## LIITE 12. HERKKYYSTARKASTELU, RASKAS LIIKENNE

*KVLras-estimaatin viikkomallin mukainen virheen suuruuden mediaani erilaisilla aineiston rajauksilla (arkipyhäpäiviä sisältävät viikot korostettu punaisella)*

KVLras	2013					2012
vko	Aineiston rajaus ja mittauspisteiden määrä (N)					KVL<1000 N =16
	KVL<1000 N=47	KVL<500 N=28	KVL<400 N=23	KVL<300 N=15	KVL<200 N=4	
10	18,4 %	26,2 %	21,4 %	27,0 %	21,8 %	13,3 %
11	20,3 %	25,6 %	25,4 %	25,7 %	26,2 %	6,8 %
12	18,5 %	25,6 %	27,6 %	33,8 %	33,9 %	5,1 %
13	16,4 %	19,0 %	20,7 %	24,6 %	24,6 %	15,2 %
14	13,4 %	17,3 %	19,3 %	25,1 %	31,1 %	14,4 %
15	14,4 %	17,1 %	20,4 %	17,5 %	33,8 %	21,2 %
16	14,7 %	17,2 %	22,1 %	22,8 %	32,4 %	12,5 %
17	17,6 %	19,0 %	21,4 %	18,1 %	28,6 %	15,0 %
18	16,3 %	18,1 %	18,9 %	20,8 %	20,8 %	14,2 %
19	13,6 %	13,6 %	12,8 %	11,5 %	7,5 %	8,8 %
20	25,2 %	28,4 %	26,2 %	37,2 %	52,2 %	22,6 %
21	13,6 %	16,9 %	16,9 %	19,2 %	16,9 %	10,6 %
22	13,2 %	13,2 %	14,0 %	17,5 %	10,4 %	6,8 %
23	11,9 %	18,3 %	19,9 %	17,1 %	42,7 %	8,4 %
24	12,7 %	15,1 %	18,2 %	19,9 %	21,3 %	10,4 %
25	11,2 %	10,0 %	10,0 %	10,0 %	4,8 %	8,4 %
26	14,3 %	13,8 %	14,7 %	16,3 %	34,9 %	6,1 %
27	17,9 %	19,7 %	21,0 %	21,0 %	19,6 %	12,1 %
28	14,2 %	15,8 %	14,2 %	23,7 %	24,2 %	14,0 %
29	13,9 %	13,9 %	12,6 %	12,6 %	26,2 %	16,8 %
30	13,8 %	14,9 %	13,8 %	8,2 %	73,9 %	10,7 %
31	15,8 %	13,6 %	13,8 %	18,1 %	39,7 %	9,9 %
32	9,7 %	9,2 %	9,6 %	10,3 %	13,2 %	10,2 %
33	12,1 %	15,3 %	17,0 %	17,0 %	30,2 %	6,4 %
34	9,9 %	10,4 %	12,2 %	21,5 %	36,9 %	5,8 %
35	14,7 %	18,6 %	19,9 %	28,0 %	26,5 %	6,8 %
36	7,7 %	9,7 %	11,3 %	19,6 %	18,3 %	9,8 %
37	13,9 %	19,2 %	19,2 %	22,5 %	17,9 %	8,2 %
38	7,6 %	9,4 %	9,4 %	9,6 %	40,4 %	7,8 %
39	8,8 %	10,8 %	8,8 %	8,8 %	7,8 %	4,7 %
40	10,8 %	14,1 %	13,0 %	14,9 %	43,2 %	15,1 %
41	8,4 %	12,7 %	11,4 %	11,4 %	5,8 %	12,2 %
42	13,9 %	17,5 %	18,7 %	16,7 %	14,3 %	15,7 %
43	13,9 %	13,9 %	14,6 %	17,3 %	23,0 %	19,0 %
44	11,5 %	8,7 %	9,0 %	9,0 %	7,7 %	7,5 %