

# TomTom-datan laatu ja käyttö moottoriajoneuvoliikenteen nopeuden arvioinnissa maanteilla

Tapio Kinnunen  
Ilona Rahnasto  
Petri Blomqvist  
Aleksi Vesanto

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>Liikenne- ja viestintävirasto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Julkaisupäivämäärä<br>21.2.2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Julkaisun nimi<br>TomTom-datan laatu ja käyttö moottoriajoneuvoliikenteen nopeuden arvioinnissa maanteillä                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Tekijät<br>Tapio Kinnunen, Ilona Rahnasto, Petri Blomqvist, Aleksi Vesanto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Julkaisusarjan nimi ja numero<br><b>Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 7/2025</b><br>ISSN (verkkojulkaisu) 2669-8781<br>ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-311-960-4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Asiasanat<br>tieliikenne, ajonopeus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tiivistelmä<br>Suomen tieverkolta kerätään jatkuvasti suuria määriä liikennehavaintoja, joista voidaan tuottaa monipuolisia aineistoja liikennesuunnittelijoiden käytettäväksi. Yksi aineistoista on TomTomin GPS-pohjainen ajonopeus-aineisto, jota on käytetty erilaisissa tieverkon selvityksissä. Kyseisen aineiston laadusta tai luotettavuudesta ei kuitenkaan tiettävästi ole tehty Fintrafficin liikenteen automaattisten mittauspisteiden (LAM) aineistoihin vertaavia selvityksiä.<br><br>Tässä työssä arvioitiin TomTomin nopeusaineiston käyttökelpoisuutta ja luotettavuutta verrattuna LAM-pisteiden keräämään aineistoon Suomessa. Tavoitteena oli selvittää, voidaanko TomTom-aineistoa käyttää LAM-pisteiden aineiston ohessa tai sijasta tieverkkoa koskevissa analyysissä.<br><br>Tutkimuksessa keskityttiin selvittämään erityisesti 1) mikä on tarvittava otoskoko luotettavien arvioiden tekemiseksi, 2) ovatko aineistojen ryhmittäin arvioidut keskimääräiset nopeudet vertailukelpoisia ja 3) miten nopeustietojen keskiarvot ja jakaumat eroavat mittauspiste-segmentti-pareilla. Tutkimukseen valittiin satunnaisotannalla 88 LAM-pistettä, joita verrattiin vastaaviin TomTom-segmentteihin.<br><br>Selvityksen tulokset osoittavat, että vaikka TomTom-aineisto ei täysin vastaa LAM-aineistoa, voidaan sitä tarpeeksi suurella otoskoolla pitää luotettavana arvioimaan ajonopeuksien keskiarvoja ja valittuja nopeuksia ajavien ajoneuvojen osuuksia. Työssä todettiin, että TomTom-aineisto soveltuu erityisesti tieverkkoa koskevien yleistettävien ilmiöiden tutkimiseen, kun TomTom-segmenttejä valitaan tarpeeksi kattavasti. Yksittäisten LAM-pisteiden ja TomTom-segmenttien kohdalla ajonopeuden tunnusluvut voivat joissain tapauksissa erota toisistaan merkittävästi, mikä voi johtua pistemäisen ja jaksottaisen aineiston rakenteellisesta erilaisuudesta. |
| Yhteyshenkilö<br>Riikka Rajamäki, Traficom                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Raportin kieli<br>Suomi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Luottamuksellisuus<br>Julkinen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Kokonaissivumäärä<br>32, liitteet 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Jakaja<br>Traficom                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Kustantaja<br>Traficom                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



Utgivningsdatum  
21.2.2025

Publikation  
Kvaliteten och användningen av TomTom-data vid uppskattning av motorfordonstrafikens hastighet på landsvägar

Författare  
Tapio Kinnunen, Ilona Rahnasto, Petri Blomqvist, Aleksi Vesanto

Tillsatt av och datum

Publikationsseriens namn och nummer  
**Traficoms forskningsrapporter och utredningar 7/2025**  
ISSN (elektronisk publikation) 2669-8781  
ISBN (elektronisk publikation) 978-952-311-960-4

Ämnesord  
Vägtrafik, körhastighet

**Sammandrag**  
Stora mängder trafikobservationer samlas in kontinuerligt från det finska vägnätet som kan användas för att ta fram mångsidiga material för trafikplanerare. Ett av materialen är TomToms GPS-baserade hastighetsdata som har använts i olika vägnätsundersökningar. Däremot har, såvitt vi vet, inga jämförande studier genomförts avseende kvaliteten eller tillförlitligheten av dessa data jämfört med data från Fintraffics automatiska trafikmätpunkter (LAM).

Denna studie utvärderade användbarheten och tillförlitligheten hos TomTom-hastighetsdata jämfört med data som samlats in av LAM-punkter i Finland. Syftet var att utreda om TomTom-data kan användas utöver eller istället för LAM-punktdata i vägnätsanalyser.

Studien fokuserade på att särskilt bestämma 1) vilken urvalsstorlek som krävs för att göra tillförlitliga uppskattningar, 2) huruvida materialets medelhastigheter uppskattade enligt grupper är jämförbara, och 3) hur medelvärdena och fördelningarna av hastighetsdata skiljer sig över mätpunkt-segmentpar. Ett slumpmässigt urval av 88 LAM-punkter valdes ut för studien och jämfördes med motsvarande TomTom-segment.

Resultaten av studien visar att även om TomTom-data inte helt överensstämmer med LAM-data, kan dessa data med en tillräckligt stor urvalsstorlek anses tillförlitliga för att uppskatta genomsnittliga körhastigheter och andelen fordon som kör i utvalda hastigheter. Studien fann att TomTom-data är särskilt lämpade för att studera generaliserbara fenomen gällande vägnätet när TomTom-segment väljs ut på ett tillräckligt omfattande sätt. För enskilda LAM-punkter och TomTom-segment kan nyckeltalen för körhastighet i vissa fall skilja sig markant, vilket kan bero på de strukturella skillnaderna mellan punktdata och segmentdata.

Kontaktperson  
Riikka Rajamäki, Traficom

Språk  
Finska

Sekretessgrad  
Offentlig

Sidonantal  
32, bilagor 16

Distribution  
Traficom

Förlag  
Traficom

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>Finnish Transport and Communications Agency                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Date of publication<br>21.2.2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Title of publication<br>Quality and use of TomTom data in estimating motor vehicle traffic speed on public roads                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Author (s)<br>Tapio Kinnunen, Ilona Rahnasto, Petri Blomqvist, Aleksi Vesanto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Commissioned by, date                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Publication series and number<br><b>Traficom Research Reports 7/2025</b><br>ISSN (e-publication) 2669-8781<br>ISBN (e-publication) 978-952-311-960-4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Keywords<br>Road traffic, driving speed                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Abstract</p> <p>Large amounts of traffic observation data is continuously collected from the Finnish road network, which can be used to produce diverse data sets for use in traffic planning. One of the observational data types is TomTom's GPS-based speed data, which has been used in various road network studies. However, to our knowledge, no comparative studies have been conducted on the quality or reliability of this data compared to data from Fintraffic's automatic traffic measurement system (TMS) points.</p> <p>This study assessed the usability and reliability of TomTom speed data compared to data collected by TMS points in Finland. The aim was to determine whether TomTom data can be used in addition to or instead of TMS data in road network analyses.</p> <p>The study focused on investigating in particular 1) what is the sample size required to make reliable estimates, 2) whether the average speeds estimated by measurement place groups are comparable and 3) how the averages and distributions of speed data differ between pairs of measurement points and segments. 88 TMS points were randomly selected for this study and compared with the corresponding TomTom segments.</p> <p>The results of the study show that although the TomTom data does not fully correspond to the TMS data, it can be considered reliable for estimating average driving speeds and the proportions of vehicles driving at selected speeds if the sample size is sufficiently large. The study concluded that the TomTom data is particularly suitable for studying generalizable phenomena concerning the road network, when TomTom segments are selected sufficiently comprehensively. In the case of individual TMS points and TomTom segments, the driving speed indicators can in some cases differ significantly, which may be due to the structural differences between point-based and segment-based data.</p> |
| Contact-person<br>Riikka Rajamäki, Traficom                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Language<br>Finnish                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Confidentiality<br>Public                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Pages, total<br>32, appendices 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Distributed by<br>Traficom                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Published by<br>Traficom                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## **Alkusanat**

Suomessa on liikennetutkimuksissa jo vuosikymmeniä käytetty Fintrafficin automaattisten mittauspisteiden (LAM-pisteiden) nopeustietoja. Viime vuosina tämän aineiston rinnalle on tullut satelliittipaikannukseen perustuva data, jota kerätään matkapuhelimista ja navigointilaitteista ja jota tutkijat voivat ostaa sitä kerääviltä yrityksiltä. Tutkimuskäyttöä varten on tärkeää tuntea aineiston laatu. Traficom teetti tämän TomTom-aineiston ja LAM-pisteiden nopeustietoja vertailevan analyysin käytettäväksi apuna liikennetutkimuksien menetelmien valinnassa.

Tutkimuksen projektipäällikkönä toimi Tapio Kinnunen ja työhön osallistivat Ilona Rahnasto, Petri Blomqvist ja Aleksi Vesanto Ramboll Finland Oy:stä. Työn tilaajana toimi Riikka Rajamäki Traficomista.

Helsinki, 21 helmikuuta 2025

Riikka Rajamäki  
Erityisasiantuntija  
Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

## Sisällys

|       |                                                                                                  |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Johdanto .....                                                                                   | 6  |
| 1.1   | Tavoite ja tutkimusongelma .....                                                                 | 6  |
| 1.1.1 | Aineiston valinta ja rajausta .....                                                              | 7  |
| 1.1.2 | Pistemäinen ja jaksoittainen nopeustieto.....                                                    | 8  |
| 1.1.3 | Harmoninen ja aritmeettinen keskiarvo ajonopeusaineistoissa .....                                | 9  |
| 2     | LAM-aineiston analyysit.....                                                                     | 11 |
| 3     | TomTom-havainnot verrattuna LAM-pistehavaintoihin .....                                          | 18 |
| 3.1   | Keskinopeuksien vertailu ryhmittäin .....                                                        | 18 |
| 3.2   | Havaintojakaumat ryhmittäin .....                                                                | 19 |
| 3.2.1 | Matalan liikennemäärän piste-segmentti-parien tunnusluvut .....                                  | 20 |
| 3.2.2 | Korkean liikennemäärän piste-segmentti-parien tunnusluvut.....                                   | 22 |
| 3.2.3 | Havainnot nopeusaineistojen tunnusluvuista.....                                                  | 23 |
| 3.2.4 | TomTom-aineiston ja LAM-pisteiden ajonopeusjakaumat.....                                         | 24 |
| 4     | Johtopäätökset .....                                                                             | 28 |
| 4.1   | Otoskoko .....                                                                                   | 28 |
| 4.2   | Tieverkon yleistettävien ilmiöiden tutkiminen .....                                              | 29 |
| 4.3   | Tieverkon yksittäisten pisteiden tai segmenttien tutkiminen .....                                | 29 |
| 4.4   | Osuudet ja keskimääräiset ajonopeudet.....                                                       | 30 |
| 4.5   | Käytännön huomioita aineistojen käytöstä .....                                                   | 30 |
| 4.6   | Rajoitukset ja jatkotutkimusaiheita .....                                                        | 30 |
| 5     | Lähdeluettelo .....                                                                              | 32 |
|       | Liite 1: LAM-piste-TomTom-segmentti parit .....                                                  | 33 |
|       | Liite 2: Tiheysfunktiot, KVL alle 2500, poimintaikkunan arkipäivät klo 13–14 .....               | 37 |
|       | Liite 3: Tiheysfunktiot, KVL yli 2500 ja alle 5000, poimintaikkunan arkipäivät klo 13–14 .....   | 39 |
|       | Liite 4: Tiheysfunktiot, KVL yli 5000 ja alle 10000, poimintaikkunan arkipäivät klo 13–14.....   | 41 |
|       | Liite 5: Tiheysfunktiot, KVL yli 10000 ja alle 20000, poimintaikkunan arkipäivät klo 13–14 ..... | 44 |
|       | Liite 6: Tiheysfunktiot, KVL yli 20000 ja alle 40000, poimintaikkunan arkipäivät klo 13–14 ..... | 46 |
|       | Liite 7: Tiheysfunktiot, KVL yli 40000, poimintaikkunan arkipäivät klo 13–14 .....               | 48 |

# 1 Johdanto

TomTom N.V. on hollantilainen paikannusteknologiaan keskittyvä yhtiö, joka on vuodesta 2008 asti kerännyt käyttäjiltä anonymisoitua satelliittipaikannusdataa ympäri maailmaa. Paikannusdataa on viime aikoina käytetty yhä enemmän liikennemäärien, sujuvuuden ja ajonopeuksien tutkimisessa ja erityisesti ajallisessa kehityksessä. Aineistoa on käytetty esimerkiksi opinnäytetyössä, jossa selvitettiin GPS-pohjaisen nopeustiedon hyödyntämistä liikenneturvallisuukselvityksissä, sekä lukuisissa projekteissa, joissa on selvitetty ajonopeuksia ja liikenteen sujuvuutta erilaisissa tie- ja katu-kohteissa. TomTom-dataa kerätään matkapuhelimista, erillisistä navigaattorilaitteista sekä autoihin integroiduista navigointijärjestelmistä. TomTom-datan kattavuus liikennevirrasta on kohteesta riippuen arviolta 5–15 %. (TomTom 2024, Kalliokoski 2022).

TomTom-datan laadusta ja sen luotettavuuden riippuvuudesta erilaisista tekijöistä ei kuitenkaan ole tehty kattavaa selvitystä. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten hyvin TomTom-datasta saatava nopeusaineisto vastaa maantieverkolle sijoitettujen liikenteen automaattisten mitausasemien nopeusaineistoja, ja millaisilla edellytyksillä TomTomin tuottama ajonopeusaineisto soveltuu liikenneverkolla tehtäviin ajonopeusselvityksiin.

## 1.1 Tavoite ja tutkimusongelma

Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää, minkälaista TomTomin tuottama nopeusaineisto on ja miten se vertautuu LAM-pisteistä saatavaan nopeusaineistoon. Tutkimusta ohjaamaan asetettiin seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Kuinka suuri otos ajoneuvoista tarvitaan, jotta ajoneuvojen keskinopeus ja ylinopeutta ajavien osuudet voidaan arvioida riittävän luotettavasti?
2. Ovatko TomTomin nopeustietohavaintojen ryhmittäiset keskiarvot samanlaisia LAM-pisteistä saatavien nopeustietojen keskiarvojen kanssa?
3. Ovatko TomTomin nopeustietohavaintojen jakaumat samanlaisia LAM-pisteistä saatavien nopeustietojen jakaumien kanssa?

Tutkimuskysymystä 1 analysoitiin tilastollisen merkitsevyyden kautta. Tutkimuskysymyksissä 2 ja 3 käytettiin kuvailevan ja eksploratiivisen tilastotieteen menetelmiä. Näin ollen tutkimuskysymyksiä käytettiin ohjaavina ja ongelmaa rajaavina työkaluina, eikä niihin siten myöskään pyritty löytämään empiiriseen tietoon pohjaavia tilastollisesti merkitseviä tuloksia. Tässä työssä tehdyt johtopäätökset perustuvat työn aikana tehtyihin havaintoihin aineistojen tunnusluvuista ja kuvaajista, ja niiden tarkoitus on

ohjata tieverkon nopeusaineistojen käyttäjiä aineiston valinnassa, rajauksessa ja käytössä.

Aineistona käytettiin LAM-mittauspisteiden tuottamaa ajonopeushavaintoaineistoa sekä TomTomin tuottamaa jaksottaista ajonopeusjakauma-aineistoa. Tässä osiossa on kuvattu aineistoja ja niiden rajausta. Tässä työssä käytettyjen aineistojen taustatiedot löytyvät kokonaisuudessaan liitteestä 1.

LAM-pisteen eli liikenteen automaattisen mittausaseman toiminta perustuu päällysteen sisälle upotetun silmukan sähkömagneettiseen induktioon, jolloin ajoneuvon metallinen massa aiheuttaa muutoksen silmukan magneettikentässä. LAM-piste muodostuu kullakin kaistalla olevasta kahdesta induktiosilmukasta ja tiedonkeruuyksiköstä. LAM-laite rekisteröi pisteen ylittävät ajoneuvot, jolloin jokaisesta ajoneuvosta saadaan ohituksen kellonaika, ajosuunta, ajokaista, ajonopeus, ajoneuvon pituus, peräkkäisten ajoneuvojen aikaero ja ajoneuvoluokka. Asemia on Suomessa yli 450. LAM-pisteitä on vain maanteilla, ja lähinnä vilkasliikenteisellä tieverkolla. Tarkempi dokumentaatio on saatavilla Fintrafficin sivuilta. (Fintraffic, 2025)

TomTomin aineisto on GPS-paikannuslaitteistojen mittauksiin perustuvaa liikenteen historia-aineistoa, josta saatavilla ovat muun muassa nopeustiedot, matka-ajat ja havaintomäärä. Tässä työssä käytettiin TomTomin ajonopeusaineistoa TomTom Traffic Stats -palvelusta. Toisin kuin LAM-aineisto, TomTomin nopeusaineisto on ilmaistu jakauman tunnuslukuina. Jokaiselle mittaussegmentille valituilla aikaikkunoilla on saatavilla harmoninen ja aritmeettinen keskinopeus, keskimääräinen matka-aika, nopeuden ja matka-ajan mediaanit ja keskihajonnat, otoskoko sekä ajonopeuksien jakauma kvantiileittain viiden välein ilmaistuna. Yksittäisiä havaintoja ei ole saatavilla. TomTomin hyöty LAMiin nähden on sen maantieteellinen kattavuus. TomTom-segmentit muodostuvat automaattisesti eikä niitä voida muuttaa analyysivaiheessa. Segmentit ovat homogeenisia nopeusrajoituksen suhteen, eli yhdellä TomTom-segmentillä on vain yhtä nopeusrajoitusta. Ne eivät aina vastaa optimaalisesti LAM-pisteen sijaintia. (TomTom, 2025)

#### 1.1.1 Aineiston valinta ja rajaus

Aineiston valinnassa haluttiin varmistaa, että se kattaa mahdollisimman monipuolisesti erityyppisiä väyliä. Vertailu LAM-pisteisiin kuitenkin johtaa väistämättä siihen, että erityisesti alemmalta tieverkolta tai katuverkolta ei saada aineistoa. Työssä valittiin kiintiöidyllä satunnaisotannalla 91 LAM-pistettä. Kiintiöity satunnaisotanta on otantamenetelmä, jossa perusjoukko jaetaan ensin alaryhmiin eli kiintiöihin, ja sitten kustakin kiintiöstä valitaan satunnaisesti otos. Tämä menetelmä varmistaa, että otos on edustava perusjoukon eri osaryhmien suhteen. Kiintiöinnin perusteena käytettiin nopeusrajoitusta, kaistamäärää, ELY-aluetta ja liikennemäärää (lähimpään

5000 ajoneuvoon pyöristettynä). Työn aikana 91 pisteestä kolme jouduttiin poistamaan virheellisten havaintojen tai taustatietojen takia, jolloin lopullinen pisteiden määrä oli 88.

Valitut LAM-pisteet yhdistettiin TomTom-aineistoon niin, että LAM-piste sijoittui TomTom-datan segmentille. Jos LAM-piste sijoittui kahden TomTom-segmentin rajalle, valittiin se segmentti, jonka keskipiste oli lähempänä LAM-pistettä. Piste-segmentti-pareille poimittiin mittausaineistot kasvavan tieosoitteen suunnassa.

Piste-segmentti-parien aineistojen poiminnassa käytettiin aikaikkunoina neljän viikon jaksoja huhtikuusta, toukokuusta, syyskuusta ja lokakuusta 2024. Vuodenajallisen kattavuuden vuoksi jokaiselle parille valittiin satunnaisesti jokin aikaikkunoista aineiston poimintaan. Tarkat aikaikkunat jokaiselle parille on esitetty liitteessä 1. Tutkimuksessa käytettiin poimintajaksojen arkipäivien tunteja 7–8, 13–14 ja 16–17.

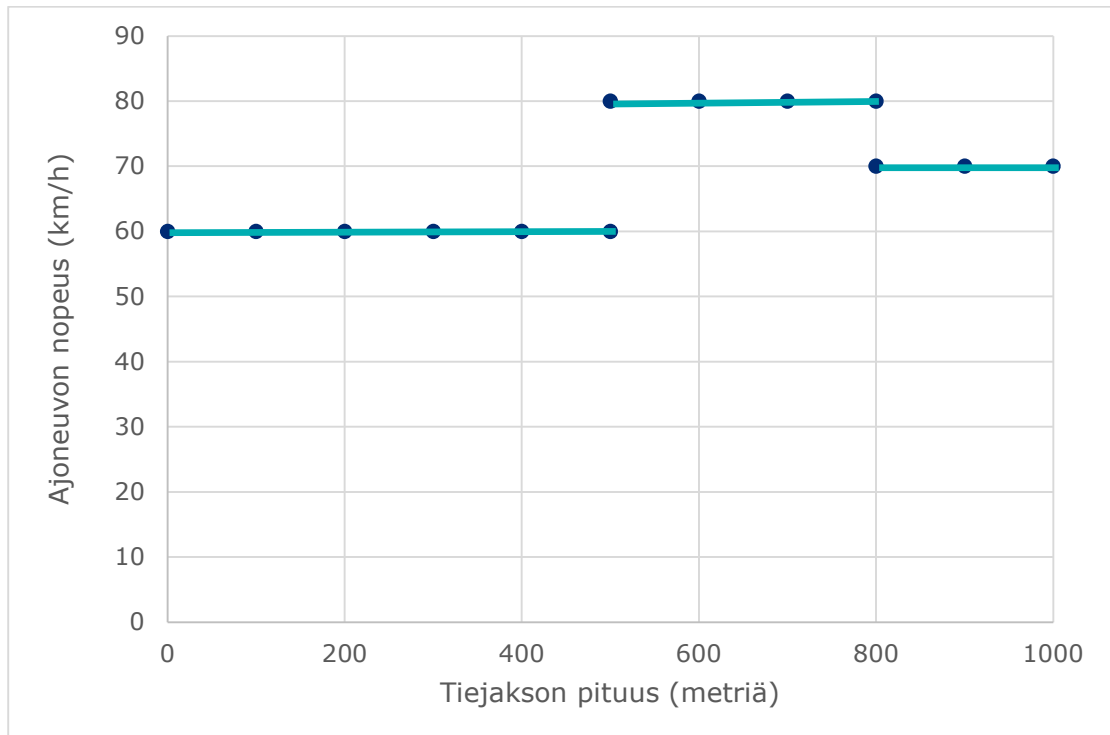
#### 1.1.2 Pistemäinen ja jaksoittainen nopeustieto

Työn tarkoituksena oli selvittää, onko TomTomin nopeusaineisto tarpeeksi samanlaista kuin LAM-pisteiden nopeusaineisto, ja voidaanko sitä siten käyttää selvitystyöissä. On kuitenkin huomattava, että aineistot ovat jo pohjimmiltaan erilaisia eivätkä siksi voikaan tuottaa täysin samaa tietoa.

Suurin eroavaisuus aineistoissa on, että LAM-pisteistä kerätään ajoneuvojen tietoja pistemäisesti tieverkolla, kun taas TomTom-aineiston havainnot on kerätty automaattisesti määrittyviltä segmenteiltä, joiden pituudet vaihtelevat muutamasta metristä kilometreihin. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että LAM-pisteissä ajoneuvon nopeutta mitataan hetkellisesti, ja TomTom-aineistossa ajoneuvon nopeustietoa kerätään pidemmältä matkalta. Näin ollen esimerkiksi mutkaisella tai mäkisellä tiellä tai tiellä, jossa liikenne on ruuhkaista, voivat nämä kaksi aineistoa tuottaa hyvinkin erilaisia tulkintoja ajonopeuksista.

Lisäksi LAM-pisteet keräävät tiedon kaikista induktiosilmukan yli kulkevista moottoriajoneuvoista, kun TomTomin aineisto perustuu tiettyyn, melko satumanvaraiseen otokseen ajoneuvovirrasta. TomTomin aineisto ei myöskään tunnista ajoneuvotietoa, eli teoriassa se voi tulkita täyden autollisen ihmisiä useana havaintona, joilla on sama nopeus, kun LAM-piste tulkitsee sen aina yhtenä ajoneuvona, jolla on tietty nopeus.

### 1.1.3 Harmoninen ja aritmeettinen keskiarvo ajonopeusaineistoissa



*Kuva 1. Esimerkki tiejakson keskinopeuden laskennasta*

TomTom-data sisältää kaksi eri keskiarvoa segmentin keskinopeudelle. Harmoninen keskiarvo tarkoittaa nopeuden keskiarvoa segmentin päästä päähän. Se lasketaan jakamalla segmentin pituus segmentin keskimääräisellä matka-ajalla. Aritmeettinen keskiarvo lasketaan segmentillä mitattujen nopeushavaintojen keskiarvona.

Kuvassa 1 on yksinkertaistettu esimerkki keskinopeuden laskennasta. Esimerkissä nopeusmuutokset tapahtuvat hyppäyksittäin. Se ei vastaa todellisuutta, mutta helpottaa asian ymmärtämistä, eikä ole tehtävän johtopäätöksen kannalta oleellista.

Esimerkissä ajoneuvon matka-aika yhden kilometrin mittaisella segmentillä on 0,0149 tuntia. Tällöin segmentin nopeuden harmoninen keskiarvo on 66,9 km/h ( $= 1 \text{ km} / 0,0149 \text{ h}$ ). Aritmeettisessä keskiarvossa nopeushavainnot jakautuvat tasaisesti koko segmentin pituudelle. Kuvan 1 tapauksessa 50 % havainnoista osuu 60 km/h alueelle, 30 % havainnoista osuu 80 km/h alueelle ja 20 % havainnoista 70 km/h alueelle. Nopeushavaintojen aritmeettiseksi keskiarvoksi saadaan näin 68 km/h ( $= 0,5 \cdot 60 \text{ km/h} + 0,3 \cdot 80 \text{ km/h} + 0,2 \cdot 70 \text{ km/h}$ ).

LAM-aineistosta laskettu keskinopeus on mittauspisteen läpi kulkeneiden ajoneuvojen nopeuden aritmeettinen keskiarvo. Kyseessä on siis pistemäinen mittaustulos, joka ei ole täysin vertailukelpoinen kummankaan TomTom-aineiston keskinopeustiedon kanssa.

LAM-piste voi osua käytännössä mihin tahansa kohtaan TomTom-segmenttiä. On siis sattumanvaraista, kumpi TomTomin tuottama keskiarvo osuu lähemmäs LAM-pisteen keskiarvoa. Jos kuvan 1 esimerkissä LAM-piste osuu 50 km/h keskinopeusalueelle, on TomTom -aineiston harmoninen keskiarvo lähempänä LAM-keskiarvoa. Toisaalta jos LAM-piste osuu 70 tai 80 km/h alueelle, osuu TomTom-aineiston aritmeettinen keskiarvo lähemmäs LAM-pisteen keskiarvoa. Kuvan 1 tapauksessa on yhtä suuri todennäköisyys sille, kumpi keskiarvo on lähempänä.

Työssä havaittiin käytännössä, että TomTom-datan aritmeettinen keskiarvo oli useimmissa mittauspisteissä lähempänä LAM-pisteen keskiarvoa kuin harmoninen keskiarvo. Tämän vuoksi LAM-pisteiden nopeuksien keskiarvoja vertailtiin TomTom-aineiston nopeuden aritmeettiseen keskiarvoon.

## 2 LAM-aineiston analyysit

Työn ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä oli selvittää, kuinka monta nopeushavaintoa LAM-mittauspisteestä tarvitaan, jotta voidaan riittävän luotettavasti määrittää mittauspisteen tunnuslukujen (esimerkiksi keskinopeus ja ylinopeutta ajavien osuus) arvo. Tätä tietoa käytetään ”lähtötotuutena” tarvittavan TomTom-havaintomäärän arvioinnille: tarvittava TomTom havaintojen määrä tulee olla *vähintään* yhtä suuri kuin tarvittavien LAM-pisteen havaintojen määrä.

Otoskoon arvioita varten pitää ensin määritellä haluttu luottamustaso. Tilastotieteessä käytetään useimmiten 95 % luottamustasoa, jolloin virhemarginaali on 5 %. Laskentaa varten tarvitaan arvio havaintojen keskihajonnasta  $\sigma$ . LAM-pisteen tapauksessa keskihajonta voidaan laskea täsmällisesti mittausdatasta. Normaalijakautuneelle suurelle otoskoko voidaan määritellä kaavalla:

$$n = \left( \frac{Z_{\alpha/2} \sigma}{E} \right)^2$$

missä  $n$  = otoskoko

$Z_{\alpha/2}$  = virhemarginaalia  $\alpha$  vastaava Z-piste

$E$  = haluttu virhemarginaali

*Esimerkki:* Halutaan laskea LAM-pisteen läpi ajavien ajoneuvojen keskinopeus 1 km/h virhemarginaalilla ja 95 % luottamustasolla, ja oletetaan ajoneuvojen nopeus normaalijakautuneeksi. LAM-pisteen aineistosta olemme laskeneet, että ajoneuvojen nopeuden keskihajonta on 15 km/h. Tällöin tarvittava otoskoko on  $n = (1,96 * 15 / 1)^2 = 864$ .

Ongelmana esimerkissä on se, että ajoneuvojen nopeus ei yleensä ottaen ole normaalijakautunut. Tällaisia tapauksia varten tilastollisena nyrkkisääntönä on, että otoskokoa kasvatetaan 10–20 % riippuen siitä, kuinka vinoutunutta tai muuten normaalisuudesta poikkeava jakauman muoto on. Nyrkkisäännön perusteella sopiva otoskoko olisi esimerkkitapauksessa noin 950–1050.

Keskinopeuden lisäksi ylinopeutta ajavien osuus on kiinnostava tieto. Yllä oleva laskelma ei sovi otoskoon määrittelyyn, kun halutaan arvioida tarvittavaa otoskokoa siitä näkökulmasta.

Bootstrapping-menetelmässä poimitaan mittauspisteestä satunnaisia  $N$ -koisia otoksia  $M$  kappaletta. Kullekin otokselle lasketaan halutut tunnusluvut (esimerkiksi keskinopeus, keskihajonta, ylinopeutta ajavien osuus).  $M$  tulee valita riittävän suureksi, jotta otoskoon riittävyttä voidaan arvioida kunkin tarkastelusuureen kannalta luotettavasti. Kun  $M$  kappaletta otoksia

on poimittu, voidaan laskea, kuinka suuri osa niistä asettuu halutun virhemarginaalin sisään.

Toisessa esimerkissä tutkimme LAM-pisteen 99 (Vt 4 Järvenpää, Isokytö) kautta kulkeneita ajoneuvoja vuonna 2024. Asetimme M:n arvoksi 20000 ja tutkimme otoskokoja N välillä 400–1000. Teimme tarkastelun erikseen kaikille ajoneuvoille ja pelkästään henkilöautoille. Tulokset on esitetty taulukossa 1.

*Taulukko 1. Virheellisten tunnuslukujen osuus eri otoskoon arvoilla*

| Otoskoko | Keskinopeuden virhe $\geq 1$ km/h | Keskihajonnan virhe $\geq 1$ km/h | Ylinopeutta ajavien osuus virhe $\geq 5$ prosenttiyksikköä |
|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 400      | 17,9 %                            | 4,1 %                             | 3,2 %                                                      |
| 700      | 7,2 %                             | 0,7 %                             | 0,5 %                                                      |
| 800      | 5,7 %                             | 0,4 %                             | 0,3 %                                                      |
| 900      | 4,3 %                             | 0,3 %                             | 0,1 %                                                      |
| 1000     | 3,3 %                             | 0,1 %                             | 0,1 %                                                      |

Taulukon 1 mukaan 900 on riittävä määrä havaintoja kyseisessä mittauspisteessä riittävä (95 % luottamustasolla), kun haluamme että keskinopeuden virhe on enintään 1 km/h, nopeuden keskihajonnan virhe on enintään 1 km/h ja ylinopeutta ajavien osuus eroaa enintään 5 prosenttiyksikköä todellisesta arvosta. Tällöin kaikilla kriteereillä virheellisten tunnuslukujen osuus on alle 5 %.

Jos populaation koko on pieni (esimerkiksi tarkastellaan vain lyhyttä aikakunaa, jolloin LAM-pisteen kautta kulkevien ajoneuvojen lukumäärä on pieni), pienentää se hieman tarvittavaa otoskokoja. Äärellisen populaation tarkennettu otoskoko voidaan laskea kaavalla:

$$n_{adj} = n_0 / (1 + \frac{n_0 - 1}{N})$$

missä  $n_{adj}$  = tarkennettu otoskoko

$n_0$  = alkuperäinen otoskoko

N = populaation koko

Jos esimerkiksi alkuperäinen otoskoko on 900 ajoneuvoa ja tarkastelujakson aikana mittauspisteen läpi kulkee 10 000 ajoneuvoa, on tarkennettu otoskoko  $n_{adj} = 900 / (1 + (900-1)/10000) = 825$ .

Kustakin valitusta LAM-pisteestä valittiin satunnaisesti yhden päivän havainnot vuodelta 2024 (vuoden 300 ensimmäiseltä päivältä). Kuhunkin valittuun LAM-pisteeseen sovellettiin bootstrapping-menetelmää siten, että otoskokoja suurennettiin askel askeleelta, kunnes lopetuskriteeri täyttyy.

Tämä toistettiin vielä kymmenen kertaa, jotta satunnaisvaihtelun määrä saatiin riittävän pieneksi.

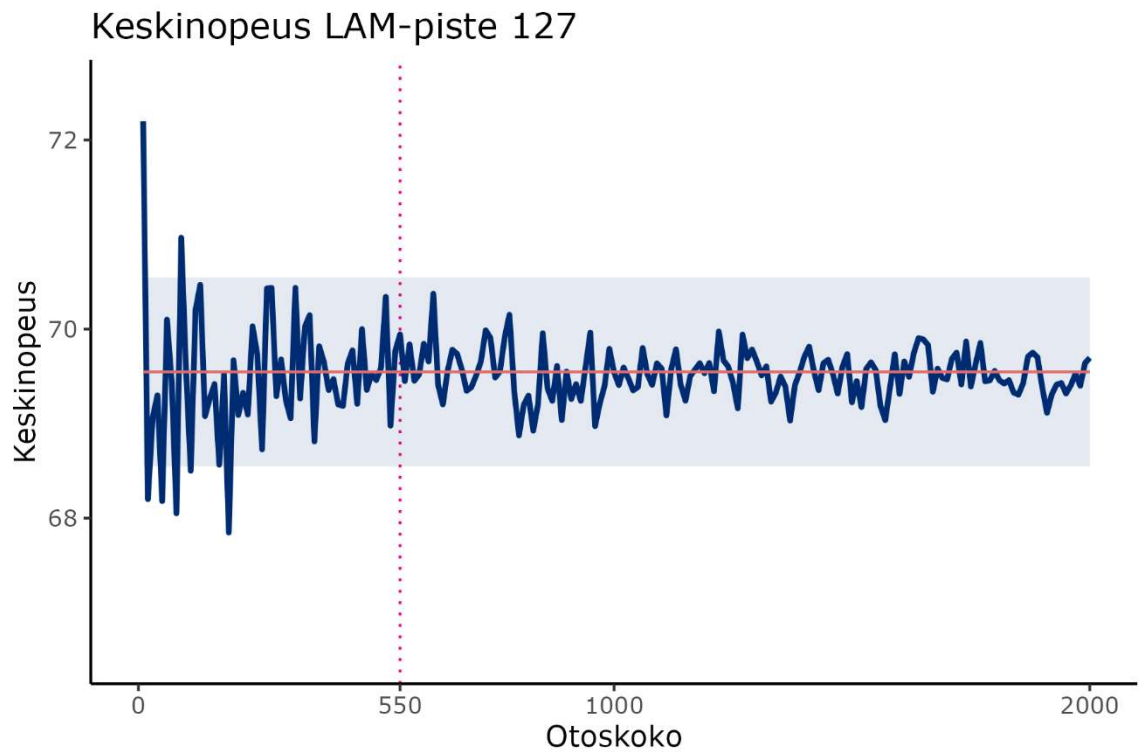
*Taulukko 2. Bootstrapping-menetelmän lopetuskriteerit*

| Vuorokausiliikennemäärä | Lopetuskriteeri                                    |
|-------------------------|----------------------------------------------------|
| <1000                   | otoskoko == vuorokausiliikennemäärä                |
| > 1000 ja <10000        | otoskoko == $0,5 * \text{vuorokausiliikennemäärä}$ |
| > 10000                 | otoskoko == $0,2 * \text{vuorokausiliikennemäärä}$ |

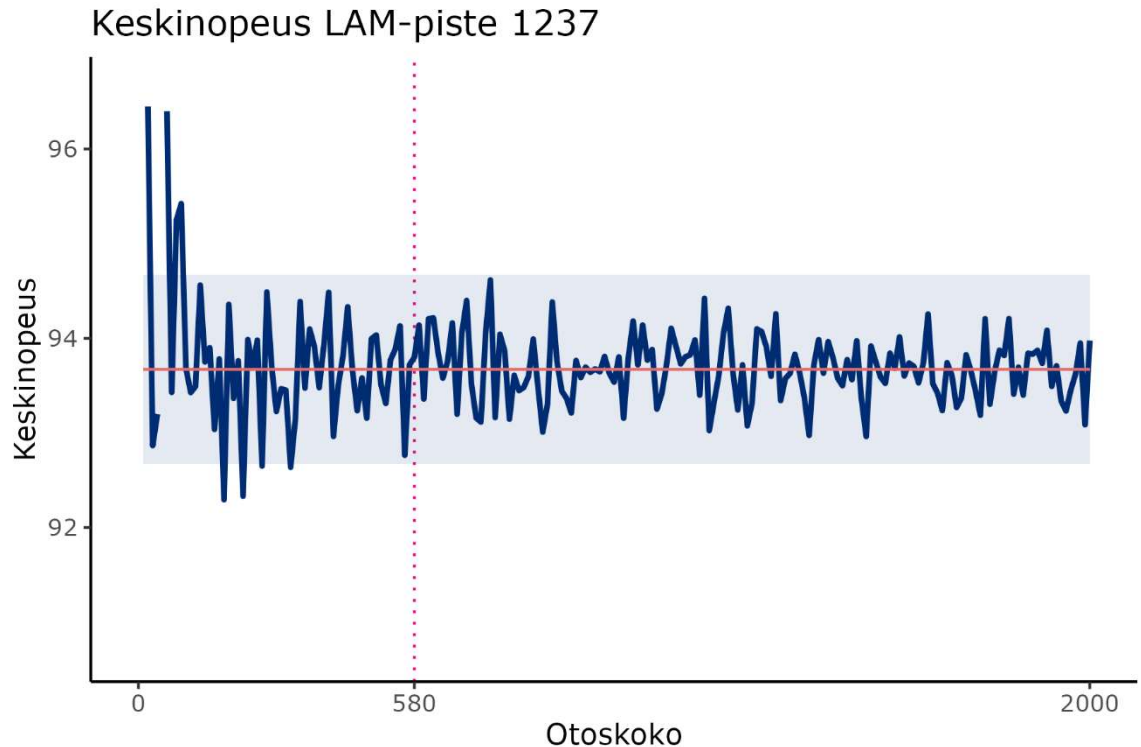
Esimerkiksi LAM-pisteestä 127 kerättiin 21. tammikuuta 9392 havaintoa. Bootstrapping-menetelmää toistettiin siten, että otoskoko vaihdettiin sarjan 10, 20, 30, ..., 4690 mukaisesti. Jokaiselle LAM-pisteelle otettiin talteen suurin otoksen arvo, jolla otoskeskiarvo poikkesi todellisesta keskiarvosta enemmän kuin sallittu virhemarginaali. Kuva 2 havainnollistaa tilannetta. Vaakasuora punainen viiva kuvaa todellista keskinopeutta valittuna päivänä (69,5 km/h). Sininen viiva kuvaa otoksen keskinopeutta kullakin otoskoon arvolla. Vaalean sininen "putki" kuvaa  $\pm 1$  km/h virhemarginaalia keskinopeuden ympärillä. Punainen katkoviiva kuvaa suurinta otoskoko, jolla otoskeskiarvo ei sovi virhemarginaalin sisään.

Kuvan tapauksessa riittävä otoskoko on 560 (= 550+10). Koska otoksen valinta on satunnainen prosessi, vaihtelee saatava tulos riippuen satunnaislukugeneraattorin siemenluvusta. Tämän vuoksi menetelmä toistettiin kullekin LAM-pisteelle 10 kertaa.

Kuvassa 3 on vastaava tiedot LAM-pisteestä 1237, jonka havainnot ovat päivältä 10.10.2024. Kyseiseltä päivältä on 65426 havaintoa. Otoskoko 590 (= 580+10) oli kuvan satunnaisotannassa riittävä.



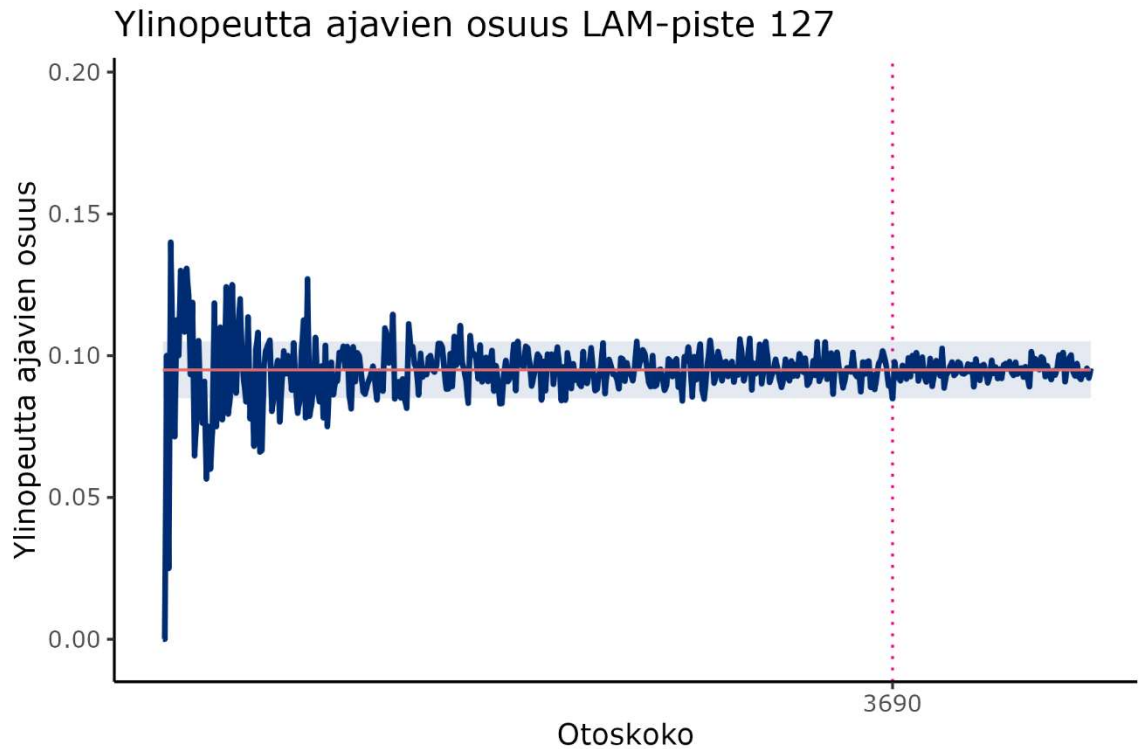
Kuva 2. Keskinopeus eri otoskoon arvoilla (LAM 127)



Kuva 3. Keskinopeus eri otoskoon arvoilla (LAM 1237)

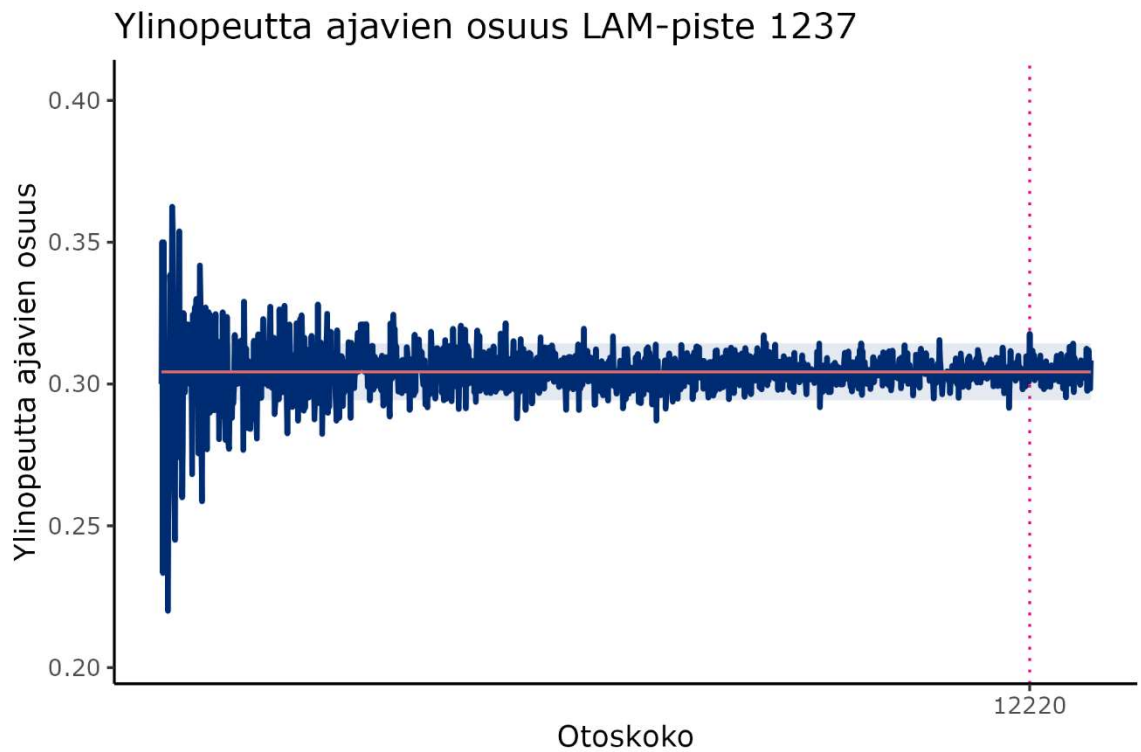
Vastaava tarkastelu tehtiin ylinopeutta ajavien osuuden suhteen. LAM pisteessä 127 ylinopeutta ajoi tarkastelupäivän 9,5 % ajoneuvoista. Jotta ylinopeutta-ajavien osuus saataisiin mitattua yhden prosenttiyksikön (+/-)

virhemarginaalilla tarvitaan 3700 ( $= 3690 + 10$ ) ajoneuvon otos kaikista päivän aikana kulkeneista ajoneuvoista (kuva 4). Jos virhemarginaalia lievennetään kahteen prosenttiyksikköön ( $\pm$ ) tarvittava otoskoko on 750 ajoneuvoa.



Kuva 4. Ylinopeutta ajavien osuus eri otoskoon arvoilla (LAM 127)

LAM pisteessä 1237 ylinopeutta ajoi tarkastelupäivän 30,4 % ajoneuvoista. Yhden prosenttiyksikön ( $\pm$ ) virhemarginaalilla tarvitaan 12230 ajoneuvon otos kaikista päivän aikana kulkeneista ajoneuvoista. Jos virhemarginaalia lievennetään  $\pm$  2 prosenttiyksikköön tarvittava otoskoko on 3280 ajoneuvoa (kuva 5). Virhemarginaalilla 5 prosenttiyksikköä ( $\pm$ ) tarvittava otoskoko on enää 210 ajoneuvoa.



Kuva 5. Ylinopeutta ajavien osuus eri otoskoon arvoilla (LAM 1237)

Tutkimuksessa mukana olleiden 91 LAM-pisteen tulokset kerättiin yhteen ja ryhmiteltiin liikennemäärän mukaisesti taulukkoon. Otoskokolaskelmat toistettiin kunkin LAM-pisteen osalta 10 kertaa kokoomatuloksia varten.

Taulukko 3. Tarvittava otoskoko, kun kriteerinä on keskinopeus  $\pm 1$  km/h tarkkuustasolla

| liikennemäärä | tarvittava otoskoko keskimäärin | tarvittava otoskoko 95 % luottamustaso |
|---------------|---------------------------------|----------------------------------------|
| <1000         | 173                             | 186                                    |
| <5000         | 408                             | 432                                    |
| <10000        | 509                             | 576                                    |
| <20000        | 532                             | 584                                    |
| <30000        | 938                             | 1024                                   |
| <40000        | 617                             | 714                                    |
| <50000        | 739                             | 812                                    |
| $\geq 50000$  | 602                             | 678                                    |

Taulukosta 3 nähdään, että tarvittava otoskoko vaihtelee välillä 186–1024 ajoneuvoa, kun keskinopeuden virhemarginaali on enintään 1 km/h ( $\pm$ ) (95 % luottamustaso).

Taulukko 4. Tarvittava otoskoko, kun kriteerinä on ylinopeutta ajavien osuus yhden prosenttiyksikön ( $\pm$ ) tarkkuustasolla

| liikennemäärä | tarvittava otoskoko keskimäärin | tarvittava otoskoko 95 % luottamustaso |
|---------------|---------------------------------|----------------------------------------|
| <1000         | 399                             | 433                                    |
| <5000         | 1138                            | 1199                                   |
| <10000        | 2946                            | 3101                                   |
| <20000        | 2284                            | 2402                                   |
| <30000        | 4223                            | 4527                                   |
| <40000        | 2536                            | 3438                                   |
| <50000        | 8023                            | 8404                                   |
| ≥50000        | 12120                           | 12530                                  |

Taulukossa 4 taas nähdään, että tarvittava otoskoko vaihtelee välillä 433–12530 ajoneuvoa, kun ylinopeutta ajavien osuuden virhemarginaali on enintään yksi prosenttiyksikköä (+/-). Jos virhemarginaalin sallitaan olla enintään kaksi prosenttiyksikköä (+/-), otoskoko on enää välillä 336–3955 ajoneuvoa (Taulukko 5). Otoskoko putoaa edelleen välille 146–475 ajoneuvoa, jos virhemarginaaliksi sallitaan enintään viisi prosenttiyksikköä (+/-). Kaikissa esimerkeissä käytetään 95 % luottamustasoa.

*Taulukko 5. Tarvittava otoskoko, kun kriteerinä on ylinopeutta ajavien osuus kahden prosenttiyksikön (+/-) tarkkuustasolla*

| liikennemäärä | tarvittava otoskoko keskimäärin | tarvittava otoskoko 95 % luottamustaso |
|---------------|---------------------------------|----------------------------------------|
| <1000         | 308                             | 336                                    |
| <5000         | 867                             | 921                                    |
| <10000        | 1553                            | 1671                                   |
| <20000        | 1809                            | 1935                                   |
| <30000        | 2799                            | 3073                                   |
| <40000        | 1112                            | 1544                                   |
| <50000        | 3269                            | 3606                                   |
| ≥50000        | 3742                            | 3955                                   |

*Taulukko 6. Tarvittava otoskoko, kun kriteerinä on ylinopeutta ajavien osuus viiden prosenttiyksikön (+/-) tarkkuustasolla*

| liikennemäärä | tarvittava otoskoko keskimäärin | tarvittava otoskoko 95 % luottamustaso |
|---------------|---------------------------------|----------------------------------------|
| <1000         | 130                             | 146                                    |
| <5000         | 231                             | 246                                    |
| <10000        | 238                             | 265                                    |
| <20000        | 312                             | 341                                    |
| <30000        | 382                             | 431                                    |
| <40000        | 242                             | 321                                    |
| <50000        | 403                             | 463                                    |
| ≥50000        | 426                             | 475                                    |

### 3 TomTom-havainnot verrattuna LAM-pistehavaintoihin

Työn toisessa ja kolmannessa tutkimuskysymyksessä vertailtiin TomTomin nopeusaineiston ja LAM-pisteiden ryhmittäisiä ajonopeuksien keskiarvoja ja havaintojakaumia. Tavoitteena oli selvittää, voidaanko TomTomin tuottama aineistoa käyttää LAM-pisteaineiston lisäksi tai sijasta tieverkon ajonopeuksia koskevilla analyyseillä. Luvussa 3.1 pyrittiin selvittämään, voidaanko TomTomin aineistoa käyttää jonkin tieverkon ominaisuuden vaikutuksen analysoimisessa yleistettävällä tasolla. Luvussa 3.2 vertailtiin LAM-piste–TomTom-segmentti-parien tunnuslukuja ja havaintojakaumia tavoitteena selvittää, millä tavalla TomTom-aineisto eroaa LAM-aineistosta, millä edellytyksillä TomTom-aineistoa voitaisiin käyttää yksittäisten pisteiden tai segmenttien selvitystyöissä ja minkälaiset tekijät vaikuttavat aineiston valintaan.

#### 3.1 Keskinopeuksien vertailu ryhmittäin

Työn toisessa tutkimuskysymyksessä selvitettiin, miten TomTomin tuottamat keskimääräiset ajonopeudet vertautuvat LAM-pisteiden tuottamiin keskimääräisiin ajonopeuksiin ryhmittäin. Tavoitteena oli tutkia, kuinka hyvin TomTomin ja LAMin keskinopeudet vastaavat toisiaan, kun kohteet on jaettu ryhmiin tietyn ominaisuuden perusteella, ja käyttäytyvätkö TomTom-aineistosta lasketut ryhmäkeskiarvot samansuuntaisesti LAM-pisteiden aineistojen kanssa, kun tien ominaisuudet muuttuvat. Tämän tarkoituksena oli selvittää, voidaanko TomTom-aineistoa käyttää LAM-pisteiden sijasta, kun tutkitaan yleistettäviä tieverkon ilmiöitä, esimerkiksi sitä, millä tavalla tien ominaisuudet tai muutokset niissä vaikuttavat ajonopeuteen Suomen tieverkolla.

Tutkimuskysymykseen vastaamiseksi valittiin ryhmittelyn tekijäksi nopeusrajoitus, koska sen voidaan olettaa vaikuttaa todelliseen ja LAM-pisteistä havaittuun ajonopeuteen niin, että ryhmien välillä tulisi olla huomattava ero. Samanlaiset ryhmien välillä olevat erot tulisi siis havaita myös TomTomin aineistossa.

*Taulukko 7. Keskimääräiset nopeudet nopeusrajoituksittain*

| Nopeusrajoitus (km/h) | LAM (km/h) | TomTom (km/h) | Mittauspisteiden määrä |
|-----------------------|------------|---------------|------------------------|
| 60                    | 59,1       | 57,3          | 3                      |
| 80                    | 82,0       | 82,4          | 22                     |
| 100                   | 92,8       | 95,4          | 44                     |
| 120                   | 110,5      | 112,2         | 18                     |

Taulukossa 7 on esitettyä mittauspisteistä ja -segmenteistä lasketut keskimääräisten ajonopeuksien nopeusrajoitusryhmien keskiarvot. Tarkastelussa oli nopeusrajoitukselle 70 km/h vain yksi piste–segmentti-pari, jossa

LAM-pisteen keskinopeus oli 68,5 km/h ja TomTom-segmentin keskinopeus 70,8 km/h. Myös 60 km/h rajoitukselle oli vain kolme piste-segmentti-paria. Näiden osalta ei siis voida tehdä tilastollisesti merkittäviä havaintoja.

Kolmea suurinta nopeusrajoitusryhmää tarkastellessa huomataan, että samanlaiset ryhmien väliset erotukset ovat havaittavissa kummassakin aineistossa. Esimerkiksi sekä LAM-pisteiden että TomTom-aineiston keskiarvo 80 km/h:n ryhmässä on noin 82 km/h, kun 120 km/h ryhmässä se on LAM-pisteiden osalta 110,5 km/h ja TomTom-aineistossa 112,2 km/h. Kummasakin aineistossa on siis silmämääräisesti arvioituna havaittavissa saman suuntainen muutos nopeusrajoituksen muuttuessa.

Havainto on suuntaa antava, mutta siitä voidaan päätellä, että on odotettavissa, että TomTomin tuottama nopeustieto muuttuu saman suuntaisesti LAM-pisteiden nopeustiedon kanssa, kun tietoja tarkastellaan ryhmittäin ja otoksen ollessa tarpeeksi suuri. Tämä on tärkeää silloin, kun halutaan vertailla tien ominaisuuksien tai niiden muutosten vaikutuksia ajonopeuksiin esimerkiksi eri tietyyppien välillä tai ennen-jälkeen-analyysillä samoilla segmenteillä. Näin ollen voitaisiin olettaa, että TomTomin tuottamaa nopeustietoa voidaan käyttää tieverkon tarkasteluissa, joissa tavoitteena on löytää koko tieverkkoa tai sen laajempaa osaa koskevia yleistettäviä tuloksia. Raskaan liikenteen osuus saattaa olla erilainen TomTom-aineistossa kuin LAM-pisteiden aineistossa, mikä voi vaikuttaa keskinopeuksien eroon.

### 3.2 Havaintojakaumat ryhmittäin

Kolmannessa tutkimuskysymyksessä selvitettiin, ovatko TomTomin tuottamat ajonopeusjakaumat samanlaisia LAM-pisteiden tuottamien nopeustietojen jakaumien kanssa. Tässä osiossa TomTomin jaksottaisia havaintojakaumia verrattiin LAM-pistekohtaisiin havaintojakaumiin ryhmiteltyä keski-  
vuorokausiliikennemäärän (KVL) mukaan. Tarkoituksena oli selvittää, onko TomTom-havaintojakauma samanlainen LAM-pistehavaintojakauman kanssa eri liikennemäärien teillä.

Taulukoissa 8–13 on esitetty tunnusluvut LAM-mittauspisteille ja niitä vastaaville TomTom-segmenteille matalaan ja korkeaan KVL-määrään ryhmiteltynä. Matalalla liikennemäärällä tarkoitetaan kohteita, joissa LAM-pisteen mukainen KVL on alle 10 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Ne on edelleen jaettu kolmeen eri KVL-luokkaan. Korkealla liikennemäärällä tarkoitetaan kohteita, joissa liikkuu yli 10 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Taulukoissa aikaikkuna on poimintajakson arkipäiviltä klo 13–14, ja poimintajakso vaihtelee piste-segmentti-pareittain (ks. liite 1). Lisäksi luettavuuden vuoksi alle on valittu jokaisesta KVL-ryhmästä vain kymmenen kuvaavaa piste-segmentti-paria. Luotettavuuden kannalta liian alhaiseksi jäävät luvut (ks. taulukko 3) tai keskinopeuksien merkittävät suhteelliset erot (yli 5 %) TomTomin ja LAM-pisteiden aineistojen välillä on merkitty punaisella.

### 3.2.1 Matalan liikennemäärän piste-segmentti-parien tunnusluvut

*Taulukko 8. Nopeusaineistojen tunnusluvut, KVL alle 2500 ajoneuvoa vuorokaudessa.*

| LAM-piste                          | 1445 | 1064  | 528   | 905   | 1426  | 1222  | 201   | 1050   | 1402  | 1325  |
|------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| Nopeusrajoitus                     | 60   | 80    | 80    | 80    | 80    | 80    | 80    | 100    | 100   | 100   |
| TomTom-segmentin pituus (m)        | 34   | 147,5 | 188,2 | 173,4 | 546,5 | 377,5 | 340,9 | 1205,6 | 157,7 | 384,6 |
| Keskinopeus (LAM)                  | 55,6 | 85,8  | 85    | 83,7  | 83,6  | 90    | 84,9  | 91,7   | 90,2  | 80    |
| Aritmeettinen keskinopeus (TomTom) | 58,1 | 87,2  | 85,2  | 85,5  | 92,7  | 83,2  | 86,5  | 93,9   | 93,2  | 94,8  |
| Keskinopeuksien erotus             | 2,5  | 1,4   | 0,2   | 1,8   | 9,1   | -6,8  | 1,6   | 2,2    | 3     | 14,8  |
| Keskinopeuksien suhteellinen ero   | 4,5  | 1,7   | 0,2   | 2,2   | 10,9  | -7,6  | 1,9   | 2,4    | 3,3   | 18,5  |
| Havaintomäärä (LAM)                | 393  | 953   | 920   | 1612  | 248   | 1078  | 1289  | 1142   | 1047  | 49    |
| Havaintomäärä (TomTom)             | 14   | 62    | 59    | 96    | 63    | 67    | 79    | 191    | 89    | 2     |
| Havaintomäärien suhde (%)          | 3,6  | 6,5   | 6,4   | 6     | 25,4  | 6,2   | 6,1   | 16,7   | 8,5   | 4,1   |

*Taulukko 9. Nopeusaineistojen tunnusluvut, KVL yli 2500 ja alle 5000 ajoneuvoa vuorokaudessa.*

| LAM-piste                          | 1463  | 1044  | 547   | 1404  | 629   | 403   | 1060  | 1040  | 1042  | 1068 |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Nopeusrajoitus                     | 70    | 80    | 80    | 80    | 100   | 80    | 100   | 100   | 100   | 100  |
| TomTom-segmentin pituus (m)        | 102,2 | 308,2 | 311,3 | 305,7 | 478,4 | 156,3 | 450,2 | 659,6 | 517,5 | 382  |
| Keskinopeus (LAM)                  | 68,5  | 80,5  | 86,3  | 79,2  | 89,1  | 83,7  | 91,8  | 79,4  | 90,4  | 98,8 |
| Aritmeettinen keskinopeus (TomTom) | 70,8  | 81    | 84    | 80    | 93,3  | 85,3  | 94,5  | 89,7  | 92,5  | 96,1 |
| Keskinopeuksien erotus             | 2,3   | 0,5   | -2,3  | 0,8   | 4,2   | 1,6   | 2,7   | 10,3  | 2,1   | -2,7 |
| Keskinopeuksien suhteellinen ero   | 3,4   | 0,6   | -2,7  | 1     | 4,7   | 1,9   | 3     | 13    | 2,3   | -2,7 |
| Havaintomäärä (LAM)                | 2971  | 1789  | 368   | 2407  | 1656  | 2666  | 2111  | 2550  | 2360  | 2807 |
| Havaintomäärä (TomTom)             | 110   | 123   | 8     | 135   | 142   | 351   | 175   | 167   | 193   | 367  |
| Havaintomäärien suhde (%)          | 3,7   | 6,9   | 2,2   | 5,6   | 8,6   | 13,2  | 8,3   | 6,5   | 8,2   | 13,1 |

*Taulukko 10. Nopeusaineistojen tunnusluvut, KVL yli 5000 ja alle 10000 ajoneuvoa vuorokaudessa.*

| LAM-piste                          | 20201 | 903   | 127  | 446   | 931    | 603   | 407  | 502   | 1049  | 591   |
|------------------------------------|-------|-------|------|-------|--------|-------|------|-------|-------|-------|
| Nopeusrajoitus                     | 80    | 80    | 80   | 60    | 100    | 100   | 100  | 100   | 100   | 100   |
| TomTom-segmentin pituus (m)        | 249,2 | 139,2 | 15   | 13,4  | 1042,1 | 456,7 | 575  | 439,6 | 742,5 | 795,2 |
| Keskinopeus (LAM)                  | 87,9  | 84,8  | 76,9 | 63,3  | 90,1   | 91,4  | 83,8 | 84,8  | 89,4  | 86,2  |
| Aritmeettinen keskinopeus (TomTom) | 80,6  | 84,8  | 76,8 | 59,9  | 92,9   | 92,8  | 84,8 | 85,8  | 91,4  | 87,7  |
| Keskinopeuksien erotus             | -7,3  | 0     | -0,1 | -3,4  | 2,8    | 1,4   | 1    | 1     | 2     | 1,5   |
| Keskinopeuksien suhteellinen ero   | -8,3  | -0,1  | -0,1 | -5,3  | 3,1    | 1,6   | 1,2  | 1,2   | 2,3   | 1,7   |
| Havaintomäärä (LAM)                | 1183  | 5650  | 979  | 11072 | 3207   | 4197  | 4284 | 3868  | 5905  | 5900  |
| Havaintomäärä (TomTom)             | 333   | 469   | 806  | 1086  | 249    | 508   | 613  | 445   | 558   | 622   |
| Havaintomäärien suhde (%)          | 28,1  | 8,3   | 82,3 | 9,8   | 7,8    | 12,1  | 14,3 | 11,5  | 9,4   | 10,5  |

Taulukosta 8 nähdään, että liikennemäärän ollessa alhainen valitulla aikaikunalla sekä TomTomin että usein myös LAM-pisteen havaintomäärät ovat liian pieniä kattavan otoksen ja luotettavan keskimääräisen ajonopeuden saamiseksi. Kaikissa piste-segmentti-pareissa otoskoot eivät täytä luvussa 2 esitettyjä arvioita. Kun KVL on yli 2500 ajoneuvoa vuorokaudessa (taulukko 9), LAM-pisteiden tuottamat havaintomäärät ovat useimmiten tarpeeksi suuria luotettavien havaintojen tekemiseksi. Sen sijaan TomTomin havaintomäärät jäävät monissa tapauksissa edelleen liian vähäisiksi. Kun KVL on yli 5000, yhä useammalla TomTom-segmentillä saadaan riittävän suuri otoskoko luotettavien havaintojen tekemiseksi.

Koska aineistojen saatavuus ja siten otoskoot vaihtelevat, tulee käyttäjän erityisesti matalan liikennemäärän teitä tarkastellessa arvioida tarkemmin sitä, onko otos varmasti riittävä ja aineisto siten luotettava. Tunnittaisen aineiston tapauksessa käyttäjä voi kasvattaa aineiston poimintajaksoa niin, että otoskoon kriteerit täyttyvät.

Niillä matalan KVL:n TomTom-segmenteillä, joilla aineiston havaintomäärää voidaan kappaleen 2 otoskokoanalyysin perusteella pitää tarpeeksi suurena, on keskinopeuksien erotukset maltillisia ja selitettävissä aineistojen rakenteellisilla eroilla (ks. aineiston kuvaus osiossa 1.2).

### 3.2.2 Korkean liikennemäärän piste-segmentti-parien tunnusluvut

*Taulukko 11. Nopeusaineistojen tunnusluvut, KVL yli 10000 ja alle 20000 ajoneuvoa vuorokaudessa.*

| LAM-piste                          | 606   | 1023  | 1202  | 223   | 203   | 727    | 245   | 185   | 239   | 1437  |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Nopeusrajoitus                     | 60    | 80    | 80    | 80    | 100   | 100    | 120   | 120   | 120   | 100   |
| TomTom-segmentin pituus (m)        | 164,2 | 266,9 | 150,3 | 295,5 | 315,1 | 1200,9 | 888,9 | 436   | 231,6 | 215,4 |
| Keskinopeus (LAM)                  | 58,4  | 80,7  | 69,3  | 78,2  | 90    | 93,5   | 107,7 | 112   | 109,8 | 93,4  |
| Aritmeettinen keskinopeus (TomTom) | 54    | 80,6  | 72,5  | 80,3  | 92,3  | 93,6   | 109,9 | 113,8 | 111,4 | 101,1 |
| Keskinopeuksien erotus             | -4,4  | -0,1  | 3,2   | 2,1   | 2,3   | 0,1    | 2,2   | 1,8   | 1,6   | 7,7   |
| Keskinopeuksien suhteellinen ero   | -7,6  | -0,2  | 4,6   | 2,7   | 2,6   | 0,1    | 2     | 1,6   | 1,4   | 8,2   |
| Havaintomäärä (LAM)                | 8808  | 7693  | 8215  | 6981  | 7821  | 9524   | 8297  | 10322 | 10080 | 10939 |
| Havaintomäärä (TomTom)             | 436   | 494   | 858   | 666   | 858   | 504    | 1691  | 1489  | 1656  | 802   |
| Havaintomäärien suhde (%)          | 5     | 6,4   | 10,4  | 9,5   | 11    | 5,3    | 20,4  | 14,4  | 16,4  | 7,3   |

*Taulukko 12. Nopeusaineistojen tunnusluvut, KVL yli 20000 ja alle 40000 ajoneuvoa vuorokaudessa.*

| LAM-piste                          | 437   | 205   | 21205 | 110   | 178   | 193   | 172   | 177   | 119   | 3     |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nopeusrajoitus                     | 100   | 100   | 100   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 80    |
| TomTom-segmentin pituus (m)        | 16,8  | 140,3 | 187,5 | 2421  | 466,9 | 219,3 | 856,8 | 823,7 | 33    | 10,8  |
| Keskinopeus (LAM)                  | 105,9 | 96,8  | 101,2 | 115,6 | 113,2 | 110,7 | 110,2 | 106,5 | 105,4 | 80,5  |
| Aritmeettinen keskinopeus (TomTom) | 108,6 | 96,5  | 101,1 | 116,8 | 114,8 | 113,1 | 110,8 | 108,2 | 107,7 | 87,9  |
| Keskinopeuksien erotus             | 2,7   | -0,3  | -0,1  | 1,2   | 1,6   | 2,4   | 0,6   | 1,7   | 2,3   | 7,4   |
| Keskinopeuksien suhteellinen ero   | 2,5   | -0,3  | -0,1  | 1     | 1,4   | 2,2   | 0,6   | 1,6   | 2,2   | 9,2   |
| Havaintomäärä (LAM)                | 14358 | 16533 | 27997 | 17412 | 16034 | 13189 | 18081 | 13546 | 17063 | 31327 |
| Havaintomäärä (TomTom)             | 2627  | 1572  | 2374  | 2850  | 2604  | 2622  | 3122  | 2131  | 2687  | 3162  |

|                                  |      |     |     |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Havaintomäärien suhde (%)</b> | 18,3 | 9,5 | 8,5 | 16,4 | 16,2 | 19,9 | 17,3 | 15,7 | 15,7 | 10,1 |
|----------------------------------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|

*Taulukko 13. Nopeusaineistojen tunnusluvut, KVL yli 40000 ajoneuvoa vuorokaudessa.*

| LAM-piste                                 | 154   | 165   | 1251  | 1237  | 20006 | 20010 | 191   | 20017 | 8     | 5     |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Nopeusrajoitus</b>                     | 100   | 80    | 100   | 100   | 100   | 100   | 120   | 100   | 120   | 120   |
| <b>TomTom-segmentin pituus (m)</b>        | 108,4 | 58,4  | 366,4 | 157,6 | 73    | 228,3 | 908,9 | 162,6 | 128   | 671,1 |
| <b>Keskinopeus (LAM)</b>                  | 95,9  | 79,7  | 96,8  | 95,3  | 97,4  | 96,1  | 110,5 | 94,4  | 110   | 109,9 |
| <b>Aritmeettinen keskinopeus (TomTom)</b> | 92,3  | 81,2  | 97,7  | 94    | 100,7 | 96,2  | 112   | 93,5  | 111,6 | 110   |
| <b>Keskinopeuksien erotus</b>             | -3,6  | 1,5   | 0,9   | -1,3  | 3,3   | 0,1   | 1,5   | -0,9  | 1,6   | 0,1   |
| <b>Keskinopeuksien suhteellinen ero</b>   | -3,7  | 1,9   | 0,9   | -1,4  | 3,4   | 0,1   | 1,4   | -1    | 1,4   | 0,1   |
| <b>Havaintomäärä (LAM)</b>                | 29136 | 34977 | 27211 | 38695 | 39871 | 45565 | 27512 | 53750 | 31611 | 23358 |
| <b>Havaintomäärä (TomTom)</b>             | 4958  | 5303  | 2420  | 3249  | 6527  | 8281  | 4544  | 8900  | 4992  | 3797  |
| <b>Havaintomäärien suhde (%)</b>          | 17    | 15,2  | 8,9   | 8,4   | 16,4  | 18,2  | 16,5  | 16,6  | 15,8  | 16,3  |

Kun KVL on yli 10000 mutta alle 20000 ajoneuvoa vuorokaudessa (taulukko 11), päästään tarkasteluun valituissa piste-segmentti-pareissa luvussa 2 määritettyyn otoskokoan kaikilla paitsi kolmella segmentillä. Kun KVL on yli 20000, kaikilla TomTom-segmenteillä otoskoko on tarpeeksi suuri (taulukot 12 ja 13). Taulukoista voidaan havaita, että suuremman liikennemäärän teitä tarkastellessa tarvittavaan otoskokoan päästään useammin. Näin ollen aineiston käyttäjä voi tarvittaessa tehdä myös tiukempia rajoituksia ja lyhentää poimintajaksoa tai aikaikkunaa.

### 3.2.3 Havainnot nopeusaineistojen tunnusluvuista

Yleisesti yllä raportoiduista tunnusluvuista voidaan havaita, että TomTomin ja LAM-pisteiden tuottamat keskimääräiset ajonopeudet ovat samankaltaisia, kun otoskoko on tarpeeksi suuri. Useimmissa tapauksissa TomTom-aineistossa nopeuden keskiarvo on suurempi kuin LAM-pisteiden aineistossa. Joillakin segmenteillä TomTomin aineistossa keskimääräinen nopeus eroaa LAM-pisteen keskimääräisestä nopeudesta merkittävästi.

Kello 7–8 ja 16–17 aikaikkunoiden aineistojen tunnusluvut näyttäisivät käyttäytyvän samoin kuin kello 13–14 aineistossa. Keskinopeuksien erotukset ovat usein saman suuntaisia ja samaa suuruusluokkaa. Eri aikaikkunoista ei siis ole suoraan havaittavissa mitään tiettyä jokaiseen piste-segmentti-pariin yleistettäviä huomioita, joita aineiston käyttäjän tulisi huomioida. Yleisesti voitaisiin kuitenkin olettaa, että ruuhkautuvilla teillä tai teillä, joilla ajonopeus vaihtelee lyhyelläkin matkalla, LAM-pisteen sijainti ja TomTom-segmentin pituus vaikuttavat havaittuihin nopeuksiin.

#### 3.2.4 TomTom-aineiston ja LAM-pisteiden ajonopeusjakaumat

Keskiarvojen vertailun lisäksi piste-segmentti-parien tiheysfunktioiden kuvaajia vertailtiin myös. Alla on esitetty muutamien piste-segmentti-parien tiheysfunktiot kummallekin aineistolle. Liitteissä 2–7 on kaikkien piste-segmentti-parien tiheysfunktiot. Kaikissa tässä osiossa esitetyissä aineistoissa havainnot on kerätty arkipäiviltä, klo 13–14 aikaikkunalta.

Tiheysfunktiot kuvaavat mittauspisteiden tai -segmenttien keräämien havaintojen jakautumista kullekin nopeuden arvolle. Tiheysfunktion kuvaajasta voi siis käytännössä havaita, kuinka suuri osuus havainnoista osuu millekin nopeuden arvolle. Esimerkiksi kuvasta 6 nähdään, että TomTom-aineistossa suurin osuus ajoneuvoista ajaisi kyseisessä kohdassa hieman alle 120 km/h.

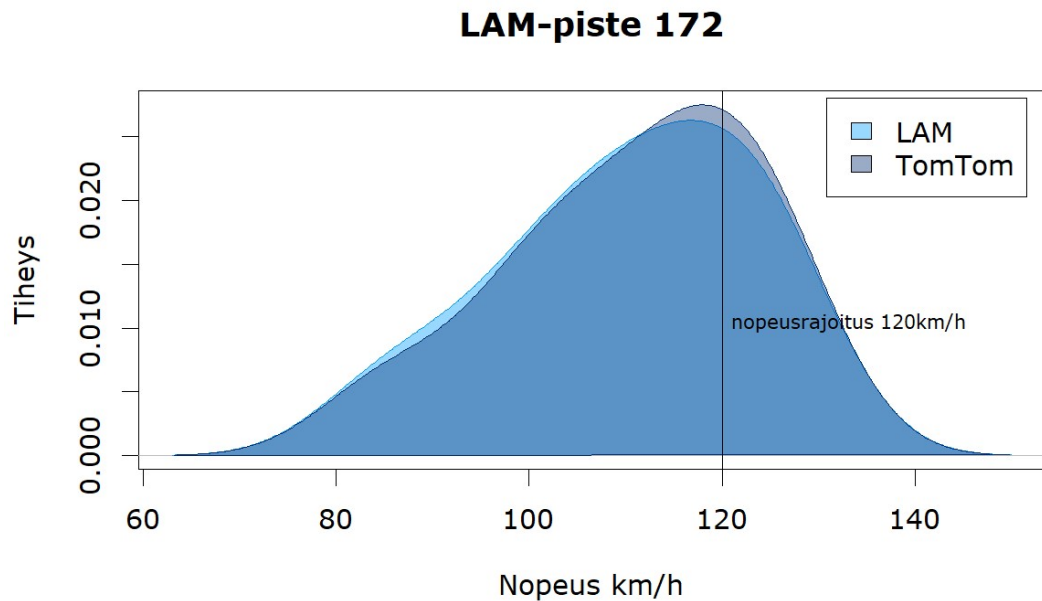
Tiheysfunktioista voidaan myös arvioida osuuksia tiettyjen nopeuksien välillä tai enintään tai vähintään tiettyä nopeutta ajavista ajoneuvoista integroimalla tai pääättelemällä graafisesti kuvaajan alle jäävästä pinta-alasta. Kahden aineiston tiheysfunktioita vertailtaessa kuvaajan alapuolelle jäävästä alasta voidaan nopeasti päätellä, miten aineistot eroavat tiettyjen nopeusarvojen välillä. Esimerkiksi kuvassa 9 nopeusrajoitusviivan oikealle puolelle jäävistä pinta-aloista nähdään, että TomTom-aineiston mukaan ylinopeutta ajavien osuus olisi hieman suurempi kuin LAM-pisteen aineistossa.

Kuvaajista voidaan myös päätellä nopeusaineistojen hajonta. Jos tiheysfunktion kuvaaja on niin sanotusti laajalle levittäytynyt, on aineiston hajonta suurempaa kuin kapeasti kuvautuvassa aineistossa. Esimerkiksi kuvassa 10 kummankin aineiston havaintohuippu näyttäisi olevan suurin piirtein saman ajonopeuden kohdalla, mutta TomTom-aineistossa on huomattavasti suurempi hajonta. Tällä piste-segmentti-parilla TomTom-aineistossa näyttäisi siis olevan enemmän havaintoja sekä pienissä että suurissa nopeuksissa kuin LAM-pisteen aineistossa.

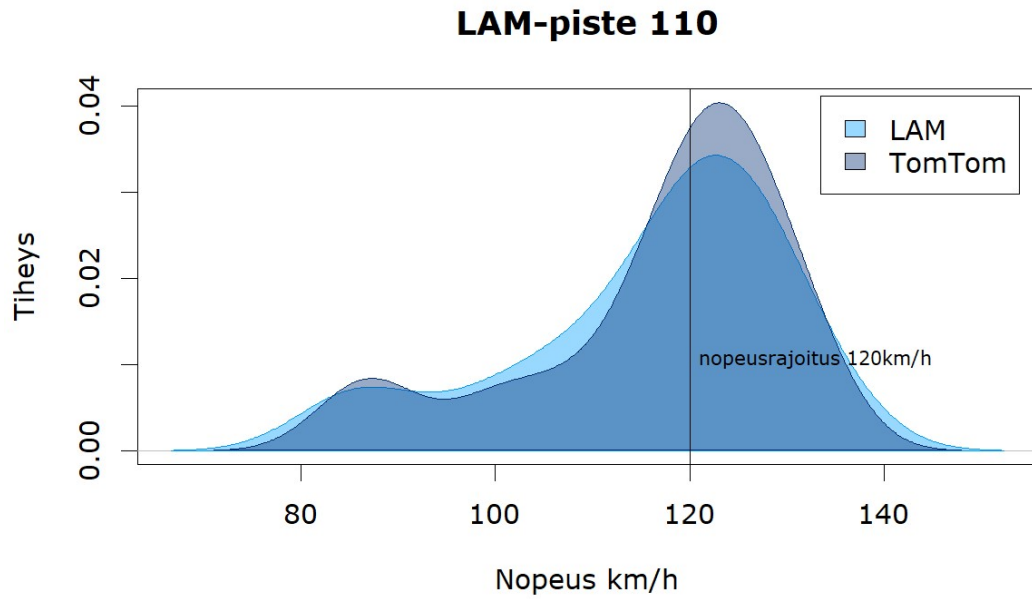
Koska TomTom-aineisto on esitetty kvantiileittain 5 km/h välein eikä yksittäisinä havaintoina kuten LAM-aineistossa, jakaumien tiheysfunktioita tai muita kuvaajia ei ole mielekäästä vertailla suoraan havaintoaineistosta approksimoituina. Siksi tässä työssä käytettiin kummankin aineiston

kvanttileista estimoituja tiheysfunktioita. Siksi myös kuvaajat ovat sileämpiä kuin suoraan aineiston havaintomäärästä piirrettyinä tai histogrammeina esitettyinä, eivätkä kuvaajat välttämättä kuvaa pieniä havaintopiikkejä aineistoissa tarkasti. Tällaisen tarpeen kohdalla lukijan on hyvä huomioida aineistojen ominaisuuksista johtuvat rajoitukset.

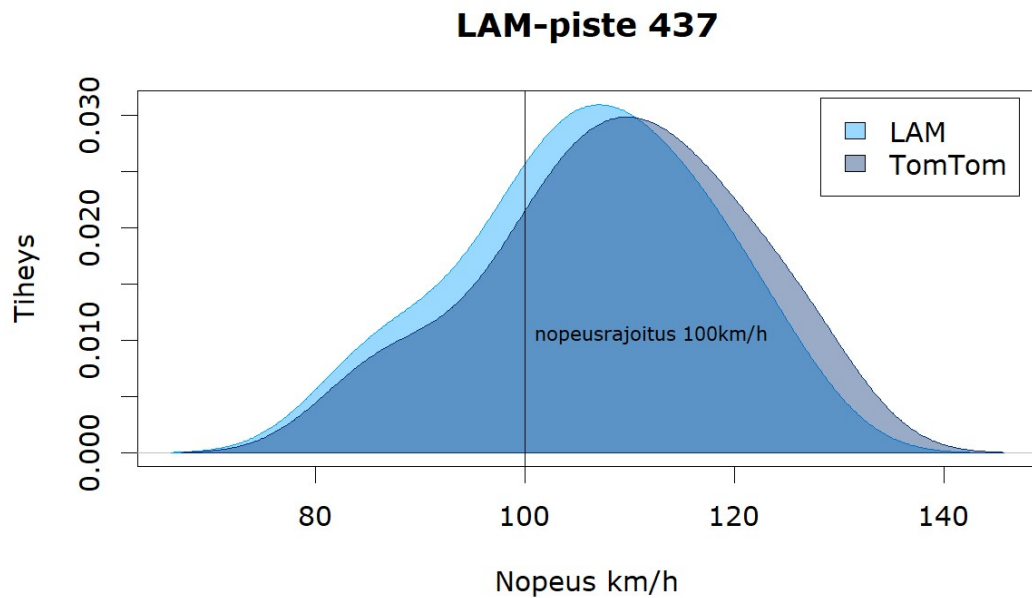
Tiheysfunktio on estimoitu R:n version 4.3.0 density-funktiolla, joka toteuttaa estimoinnin ydinestimoinnilla gaussisella ytimellä.



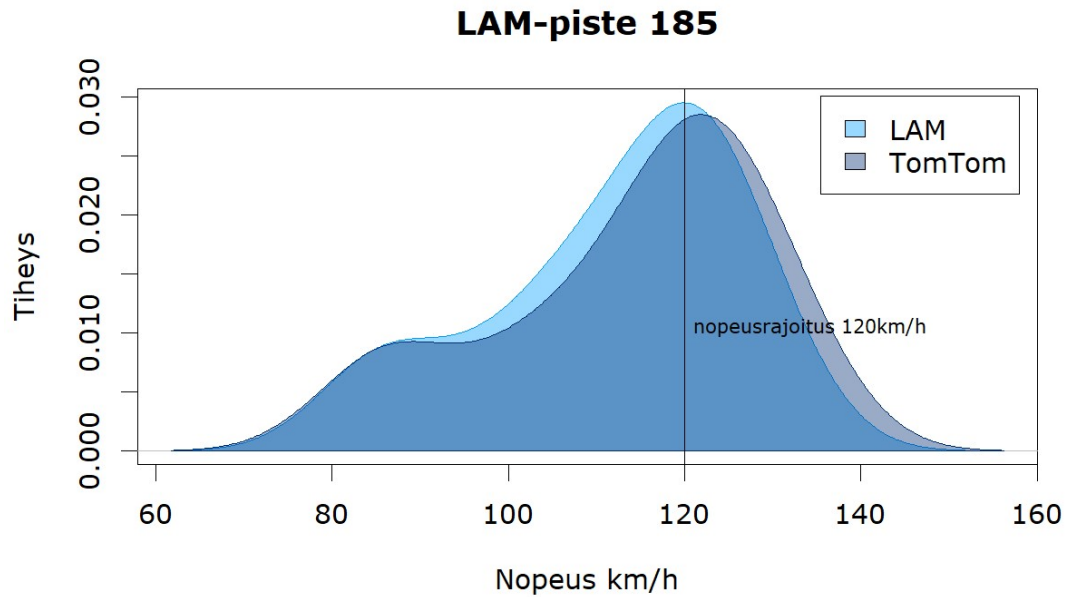
*Kuva 6. LAM-pisteen aineiston ja TomTom-aineiston tiheydet pisteessä, jossa jakaumat muistuttavat toisiaan. KVL yli 20000 ja alle 40000. Kohde: Vt 7, Helsinki, Bäcknäs.*



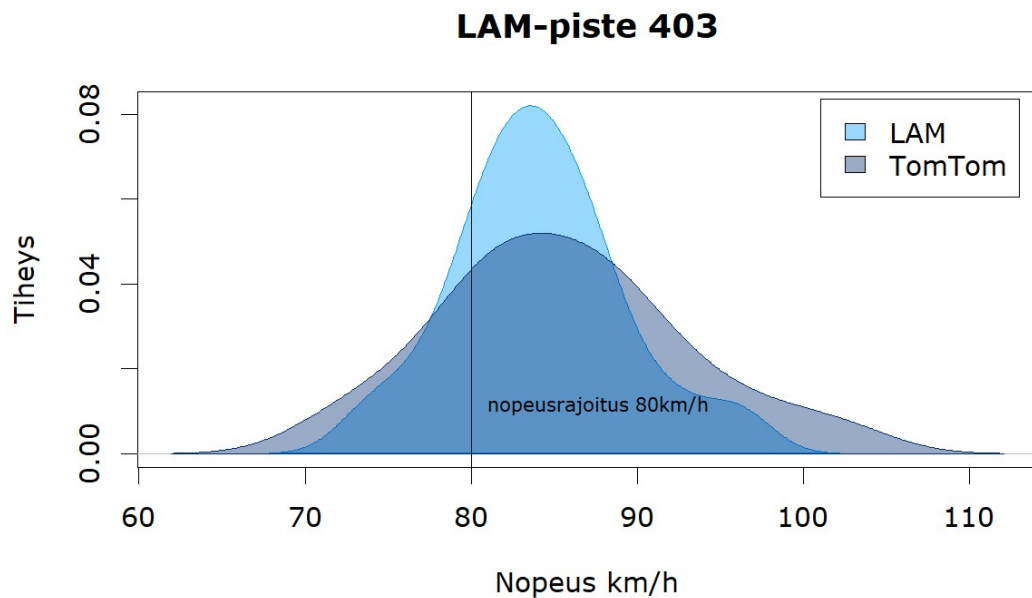
Kuva 7. LAM-pisteen aineiston ja TomTom-aineiston tiheydet pisteessä, jossa kumpikin kuvaa molemmat havaintohuiput. KVL yli 20000 ja alle 40000. Kohde: Vt 4, Mäntsälä, Hakkari



Kuva 8. LAM-pisteen aineiston ja TomTom-aineiston tiheydet pisteessä, jossa TomTom arvioi ajoneuvojen nopeudet suuremmiksi. KVL yli 20000 ja alle 40000. Kohde: Vt 3, Hämeenlinna, Tiiriö.



Kuva 9. LAM-pisteen aineiston ja TomTom-aineiston tiheydet pisteessä, jossa TomTom arvioi suurimmilla nopeuksilla ajavien ajoneuvojen osuuden suuremmaksi. KVL yli 10000 ja alle 20000. Kohde: Vt 7, Porvoo, Lohijärvi.



Kuva 10. LAM-pisteen aineiston ja TomTom-aineiston tiheydet pisteessä, jossa TomTom-ajonopeushavaintojen hajonta on suurempi. KVL yli 2500 ja alle 5000. Kohde: Vt 2, Humppila.

## 4 Johtopäätökset

Työn tarkoituksena oli selvittää, miten hyvin TomTom-nopeusaineisto vastaa LAM-nopeusaineistoa, ja soveltuuko se liikenneverkon selvityksiin. Selvityksessä käytettävät tutkimuskysymykset olivat:

1. Kuinka suuri otos ajoneuvoista tarvitaan, jotta ajoneuvojen keskinopeus ja ylinopeutta-ajavien osuudet voidaan arvioida riittävän luotettavasti?
2. Ovatko TomTomin nopeustietohavaintojen ryhmittäiset keskiarvot samanlaisia LAM-pisteiden tuottamien nopeustietojen keskiarvojen kanssa?
3. Ovatko TomTomin nopeustietohavaintojen jakaumat samanlaisia LAM-pisteiden tuottamien nopeustietojen jakaumien kanssa?

Näitä tutkimuskysymyksiä käytettiin työtä ohjaavana työkaluna. Kuvailevan ja eksploraatiivisen tilastanalyysin keinoilla tehtiin havaintoja, joista tärkeimmät johtopäätökset on esitelty tässä osiossa.

### 4.1 Otokoko

Erityisesti ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä selvitettiin, millä nopeusaineistojen otoskoilla voidaan olettaa otoksen olevan koko aineistoa edustava. Tarvittava otoskoko riippuu pisteen tai segmentin liikennemäärästä sekä tutkittavasta muuttujasta. Esimerkiksi keskimääräisiä ajonopeuksia tarkasteltaessa tarvittava otoskoko on pienempi kuin ylinopeutta ajavien osuuksia tarkasteltaessa. Tarvittavat otoskoot on eritelty liikennemäärän mukaan luvussa 2.

Työssä havaittiin, että TomTom-aineistossa on oltava tarpeeksi havaintoja, jotta TomTomin nopeusaineiston voidaan olettaa vastaavan LAM-aineistoa. Niillä LAM-pisteiden ja TomTom-segmentin pareilla, joilla TomTom-havaintoja oli tarpeeksi, aineistojen keskimääräiset nopeudet olivat useammin lähempänä toisiaan.

Käytettävästä aineistosta riippumatta voi esimerkiksi pienemmän liikennemäärän teillä tai lyhyellä ajallisella poimintaikkunalla olla hankalaa saada tarpeeksi havaintoja, jotta otoksen voidaan olettaa olevan luotettava. Tällöin selvitystöissä voidaan valita tutkittavaksi pidempiä poimintajaksoja tai tiettyjen tuntien sijasta koko päivän havaintoja taikka hyväksyä luotettavuuden heikentyminen.

## 4.2 Tieverkon yleistettävien ilmiöiden tutkiminen

Yksi selvityksen tavoitteista oli tutkia, voidaanko TomTom-aineistoa käyttää LAM-aineiston ohella tai sijasta, kun halutaan tutkia suuremmalla osalla tieverkkoa esiintyviä ilmiöitä ajonopeuksissa. Tätä varten toisessa tutkimuskysymyksessä selvitettiin, miten LAM-nopeusaineistossa odotetut muutokset näkyvät TomTom-nopeusaineistossa. Tätä tutkittiin ryhmittelemällä aineistot nopeusrajoituksen mukaan ja laskemalla ryhmittäiset keskiarvot. Ryhmien keskiarvoista havaittiin, että LAM-aineistossa esiintyvät ryhmien väliset erot esiintyivät myös TomTom-aineistossa.

Tämä havainto viittaisi siihen, että kun aineisto on tarpeeksi kattava ja otoskoko riittävän suuri, voitaisiin TomTom-segmenteiltä kerättyä nopeusaineistoa käyttää, kun tutkitaan tien ominaisuuksien tai niiden muutosten vaikutuksia keskimääräisiin ajonopeuksiin tieverkon tasolla. Tällaisia selvityskysymyksiä voisi olla esimerkiksi, miten tiegeometria tai sadesää vaikuttavat ajonopeuksiin keskimäärin Suomessa.

## 4.3 Tieverkon yksittäisten pisteiden tai segmenttien tutkiminen

Kolmannessa tutkimuskysymyksessä tavoitteena oli selvittää, miten aineistot eroavat yksittäisissä LAM-piste–TomTom-segmentti-pareissa. Työssä havaittiin, että mitä suuremman liikennemäärän tiestä oli kyse, sitä useammin aineistojen nopeuksien keskiarvot vastasivat toisiaan. TomTom-aineistossa ajonopeuksien keskiarvo näyttäytyy useammin korkeampana kuin LAM-pisteen aineistossa. TomTom-aineiston jaksottaisuuden perusteella on syytä olettaa, että TomTomin nopeustiedot vastaavat melko hyvin LAM-nopeustietoja teillä, joilla ajetaan tasaista nopeutta.

Toisin kuin tieverkkotason ilmiöiden tutkimisessa, yksittäisten pisteiden selvitystöissä tutkijan on syytä kiinnittää erityisesti huomiota aineiston valintaan. Aineiston kattavuuden ja otoskoon lisäksi valinnassa on tärkeää huomioida aineiston luonne. TomTom-aineiston jaksottainen luonne kuvaa eri asiaa kuin LAM-pisteiden pistemäiset nopeushavainnot, eikä tämän selvityksen perusteella voida sanoa, että toinen olisi parempi tai tarkempi kuin toinen. Lisäksi ajonopeusaineistojen käyttäjien on hyvä ymmärtää aritmeettisen ja harmonisen keskinopeuden ero.

Vaikka TomTomin nopeusaineisto ei anna täsmälleen samoja tuloksia kuin LAM-pisteiden nopeusaineisto, tulee huomata, että TomTomin käytettävyys ja laajennettavuus ovat kuitenkin huomattava etu LAM-pisteisiin nähden, joita on lähinnä päätieverkolla. Tässä tutkimuksessa ei ollut mahdollisuuksia tehdä vertailua TomTomin nopeusaineiston ja esimerkiksi Fintrafficin ylläpitämien liikenteen otoslaskentatietojen tai kuntien teettämien liikenne-laskentojen välillä. Voidaan kuitenkin olettaa, että samat lainalaisuudet pätevät, ja riittävillä havaintomäärillä ja riittävän homogeenisellä ympäristöllä saadaan kohtalaisen luotettavia tuloksia.

#### 4.4 Osuudet ja keskimääräiset ajonopeudet

Selvitystyössä havaittiin, että vaikka valitulla piste-segmentti-parilla keskimääräiset ajonopeudet olisivatkin LAM-pisteen ja TomTomin aineistoissa lähellä toisiaan, on mahdollista, että tiettyjä nopeuksia ajavien osuudet eivät vastaakaan toisiaan.

Jos tavoitteena on selvittää valitussa pisteessä tai segmentillä tiettyä nopeutta ajavien ajoneuvojen tarkkoja osuuksia, voi tarkasteluun valittu aineisto vaikuttaa lopputulokseen huomattavasti. Esimerkiksi jos tutkimuskohteena on ylinopeutta ajavien osuus tietyssä pisteessä, voivat LAM-pisteen ja TomTomin nopeusaineistot tuottaa erilaisen lopputuloksen.

Toisaalta, jos tavoitteena on vertailla ylinopeutta ajavien osuuksia kahden pisteen tai kahden ajanhetken välillä esimerkiksi kohteiden ominaisuuksien tai muutostöiden vaikutusten arvioinnissa, voidaan LAM-pisteen ja TomTomin nopeusaineistoilla päästä samanlaisiin johtopäätöksiin. Tällaisessa selvityksessä aineiston käyttäjän tulee huolehtia tarvittavasta otoskoosta. TomTom-aineisto on kuitenkin helposti hankittava ja kustannuksiltaan edullinen aineisto, joka antaa monissa tapauksissa luotettavaa mutta usein vähintään suuntaa antavaa tietoa liikenteen määrästä ja ajonopeuksista sekä erityisesti niiden kehityksestä.

#### 4.5 Käytännön huomioita aineistojen käytöstä

Tässä työssä LAM-pisteille etsittiin TomTom-segmenteistä vastaavat parit. Työn aikana havaittiin, että pisteiden ja segmenttien yhdistäminen ja oikeiden havaintosuuntien tarkistaminen voi olla aikaa vievää. Erityisesti ajosuuntien varmistaminen on toistaiseksi manuaalista työtä. Aineistot ovat myös luonteeltaan erityyppisiä, jolloin niiden vertailu ei ole aina edes relevanttia.

Työn aikana havaittiin myös, että LAM-aineistossa esiintyy ajoittain vähäisiä havaintomääriä mittauspisteille, mistä käyttäjän on hyvä olla tietoinen. Esimerkiksi LAM-pisteessä 127 (Kt 45, Tuusula, Rusutjärvi) useamman päivän havainnot olivat virheellisiä ja joiltakin päiviltä havainnot puuttuivat kokonaan. Tällaisissa tapauksissa on hyvä tarkistaa aineistojen havaintomäärät.

#### 4.6 Rajoitukset ja jatkotutkimusaiheita

TomTom- ja LAM-aineiston vertailussa käytettiin eksploratiivisen tutkimuksen ja data-analyysin keinoja, eikä varsinaisia hypoteeseja voi kumota tai riippuvuussuhteita vahvistaa. Näin ollen tämän selvityksen tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina, kun varsinaisissa tieverkon selvitystöissä tehdään aineistovalintoja ja rajauksia. Tarkempien aineistojen välisten

riippuvuussuhteiden selvittämiseksi tulisi käyttää tilastollisen päättelyn menetelmiä riittävään määrään tutkittavia piste–segmentti-pareja.

Kiinnostavia jatkotutkimusaiheita olisivat esimerkiksi TomTom-aineiston soveltuvuus erityyppisissä tie- ja katuympäristöissä sekä tien ominaisuuksien vaikutus TomTom-aineistossa verrattuna LAM-pisteiden aineistoon. Esimerkiksi erilaisilla korrelaatiokertoimilla tai regressioanalyysimenetelmillä voitaisiin saada syvempää ymmärrystä aineistojen suhteista toisiinsa.

## 5 Lähdeluettelo

Fintraffic. 2025. LAM-dokumentaatio. Saatavilla: <https://www.digitrafic.fi/tieliikenne/lam/>. Viitattu 22.1.2025.

Kalliokoski, P. 2022. GPS-pohjaisen nopeustiedon hyödyntäminen liikenneturvallisuusselvityksissä. Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. Liikenneala, insinööri (AMK). Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022060816674>.

TomTom. 2024. Annual Report 2023. Saatavilla: <https://corporate.tomtom.com/static-files/1b0df213-241c-417b-917d-888b0ec1b539>

TomTom. 2025. Traffic Stats. Saatavilla: <https://www.tomtom.com/products/traffic-stats/>. Viitattu 24.1.2025.

## Liite 1: LAM-pisteiden ja TomTom-segmenttien parit

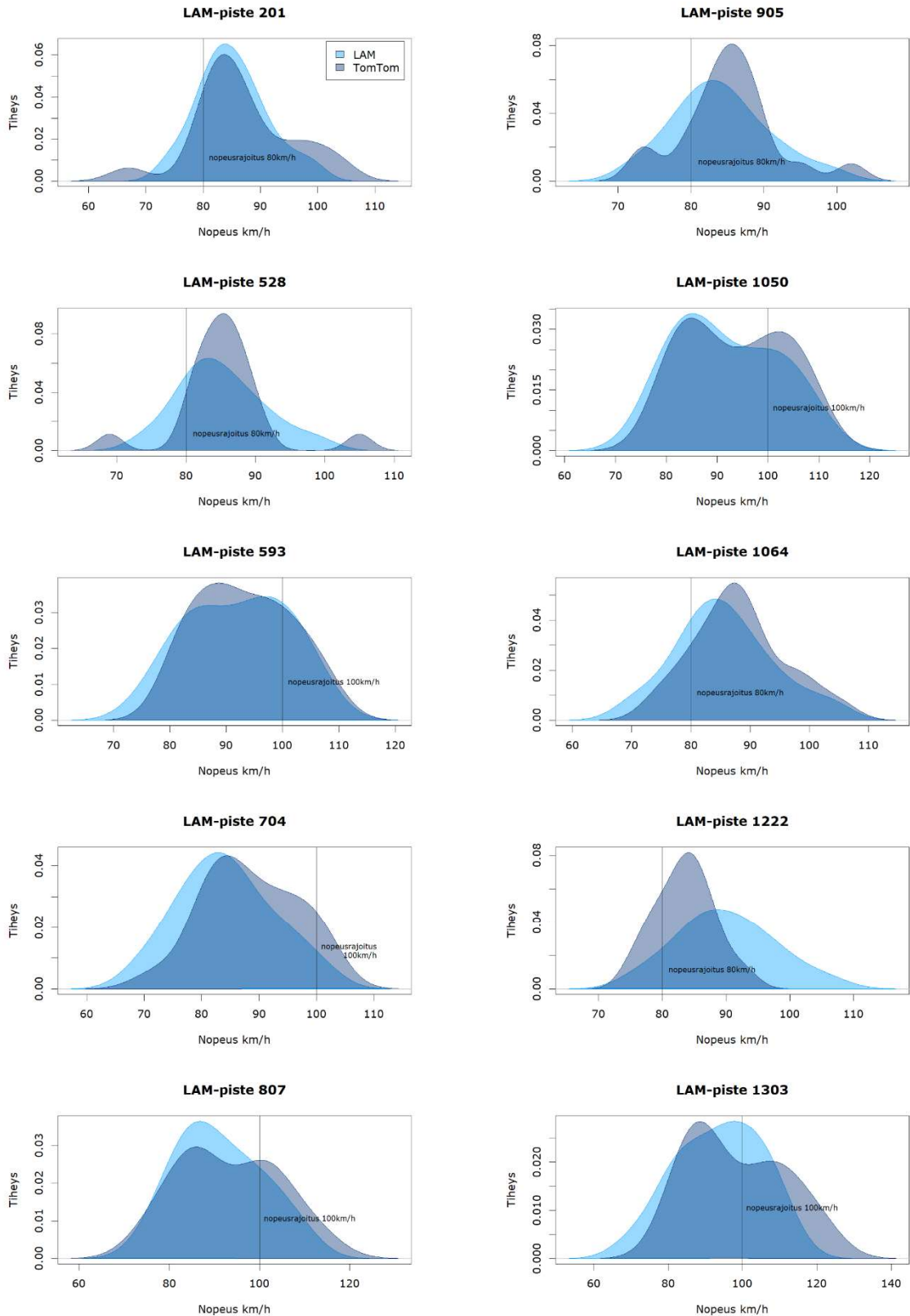
| LAM-id | Tien nimi       | Tien numero | TomTom-segmentin pituus (m) | Nopeusrajoitus | KVL   | Poimintaikkuna    |
|--------|-----------------|-------------|-----------------------------|----------------|-------|-------------------|
| 1445   | Norjantie       | 92          | 33,97                       | 60             | 706   | 7.10. - 3.11.2024 |
| 1463   | Sallantie       | 5           | 102,15                      | 70             | 4389  | 6.5. - 2.6.2024   |
| 606    | Savonlinnantie  | 14          | 164,16                      | 60             | 10877 | 6.5. - 2.6.2024   |
| 446    | Hämeenlinnantie | 296         | 13,43                       | 60             | 9369  | 2.9. - 29.9.2024  |
| 1064   | Jyväskylätie    | 13          | 147,49                      | 80             | 1144  | 7.10. - 3.11.2024 |
| 528    | Puumalantie     | 62          | 188,25                      | 80             | 1490  | 7.10. - 3.11.2024 |
| 905    | Haapamäentie    | 23          | 173,38                      | 80             | 2256  | 7.10. - 3.11.2024 |
| 1426   | Kuusamontie     | 5           | 546,49                      | 80             | 468   | 6.5. - 2.6.2024   |
| 1222   | Ouluntie        | 847         | 377,54                      | 80             | 1594  | 7.10. - 3.11.2024 |
| 201    | Helsingintie    | 110         | 340,88                      | 80             | 1476  | 6.5. - 2.6.2024   |
| 1054   | Rahikkatie      | 44          | 247,55                      | 80             | 5341  | 6.5. - 2.6.2024   |
| 1044   | Lapuantie       | 66          | 308,17                      | 80             | 3561  | 1.4. - 28.4.2024  |
| 547    | Nuijamaantie    | 13          | 311,28                      | 80             | 3580  | 1.4. - 28.4.2024  |
| 930    | Tampereentie    | 9           | 280,73                      | 80             | 6871  | 1.4. - 28.4.2024  |
| 1404   | Torniontie      | 921         | 305,66                      | 80             | 2914  | 2.9. - 29.9.2024  |
| 433    | Tampereentie    | 130         | 224,99                      | 80             | 7112  | 1.4. - 28.4.2024  |
| 1235   | Raahentie       | 8           | 173,13                      | 80             | 5361  | 2.9. - 29.9.2024  |
| 629    | Varkaudentie    | 23          | 478,44                      | 100            | 2783  | 1.4. - 28.4.2024  |
| 403    | Porintie        | 2           | 156,31                      | 80             | 3636  | 6.5. - 2.6.2024   |
| 15     | Helsingintie    | 6           | 488,91                      | 100            | 6685  | 2.9. - 29.9.2024  |
| 20201  | Kalannintie     | 43          | 249,23                      | 80             | 7452  | 7.10. - 3.11.2024 |
| 1023   | Pohjanlahdentie | 8           | 266,85                      | 80             | 11189 | 1.4. - 28.4.2024  |
| 903    | Kuopiontie      | 9           | 139,15                      | 80             | 9798  | 1.4. - 28.4.2024  |

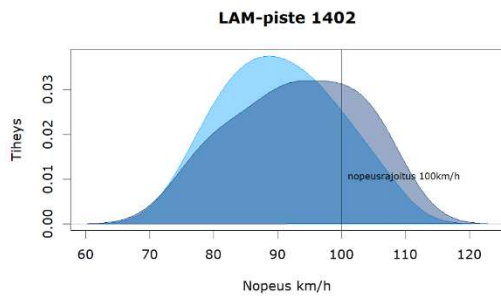
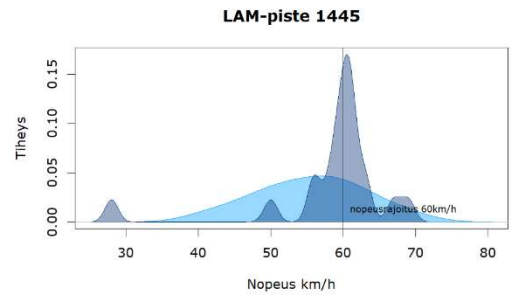
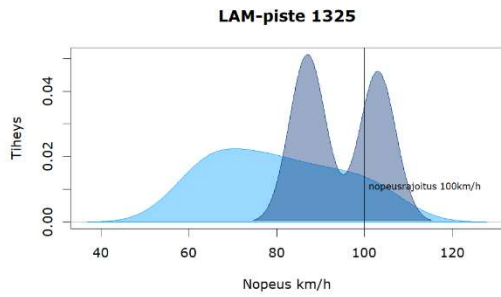
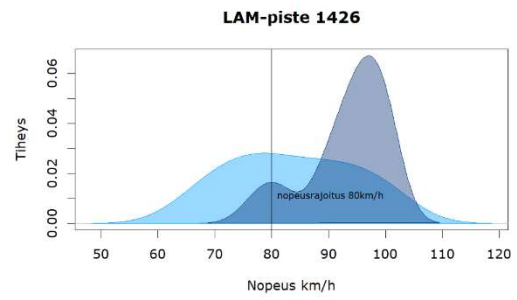
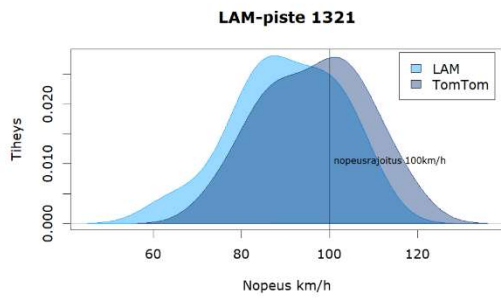
| LAM-id | Tien nimi         | Tien numero | TomTom-segmentin pituus (m) | Nopeusrajoitus | KVL   | Poimintaikkuna    |
|--------|-------------------|-------------|-----------------------------|----------------|-------|-------------------|
| 1202   | Ouluntie          | 4           | 150,34                      | 80             | 12153 | 7.10. - 3.11.2024 |
| 127    | Hämeentie         | 45          | 15,04                       | 80             | 8447  | 2.9. - 29.9.2024  |
| 223    | Raumantie         | 8           | 295,47                      | 80             | 11535 | 1.4. - 28.4.2024  |
| 3      | Länsiväylä        | 51          | 10,85                       | 80             | 33719 | 6.5. - 2.6.2024   |
| 154    | Lahdenväylä       | 4           | 108,38                      | 100            | 46591 | 7.10. - 3.11.2024 |
| 165    | Hämeenlinnanväylä | 3           | 58,38                       | 80             | 54696 | 1.4. - 28.4.2024  |
| 1050   | Björneborgsvägen  | 8           | 1205,57                     | 100            | 1792  | 7.10. - 3.11.2024 |
| 593    | Vaalimaantie      | 387         | 214,73                      | 100            | 1410  | 1.4. - 28.4.2024  |
| 1402   | Rovaniementie     | 4           | 157,71                      | 100            | 1723  | 7.10. - 3.11.2024 |
| 1325   | Kostamustie       | 89          | 384,6                       | 100            | 606   | 2.9. - 29.9.2024  |
| 1321   | Iisalmentie       | 5           | 167,38                      | 100            | 2091  | 1.4. - 28.4.2024  |
| 1303   | Nurmestie         | 75          | 335,42                      | 100            | 649   | 6.5. - 2.6.2024   |
| 807    | Pyhäsalmentie     | 27          | 262                         | 100            | 1470  | 1.4. - 28.4.2024  |
| 704    | Kerimäentie       | 71          | 117,72                      | 100            | 1050  | 7.10. - 3.11.2024 |
| 1060   | Kuortaneentie     | 66          | 450,24                      | 100            | 3602  | 6.5. - 2.6.2024   |
| 1040   | Kokkolantie       | 28          | 659,58                      | 100            | 3927  | 6.5. - 2.6.2024   |
| 1042   | Seinäjoentie      | 67          | 517,45                      | 100            | 3740  | 1.4. - 28.4.2024  |
| 1068   | Jalasjärventie    | 19          | 381,97                      | 100            | 4512  | 1.4. - 28.4.2024  |
| 530    | Kouvolantie       | 15          | 485,81                      | 100            | 6708  | 1.4. - 28.4.2024  |
| 931    | Kintaudentie      | 18          | 1042,11                     | 100            | 5268  | 2.9. - 29.9.2024  |
| 1424   | Sodankyläntie     | 4           | 928,29                      | 100            | 3678  | 2.9. - 29.9.2024  |
| 448    | Jyväskyläntie     | 9           | 615,93                      | 100            | 6184  | 6.5. - 2.6.2024   |
| 1205   | Paavolantie       | 86          | 161,04                      | 100            | 3310  | 7.10. - 3.11.2024 |
| 1230   | Ouluntie          | 20          | 282,11                      | 100            | 3526  | 6.5. - 2.6.2024   |

| LAM-id | Tien nimi                 | Tien numero | TomTom-segmentin pituus (m) | Nopeusrajoitus | KVL   | Poimintaikkuna    |
|--------|---------------------------|-------------|-----------------------------|----------------|-------|-------------------|
| 1329   | Kajaanintie               | 22          | 107,75                      | 100            | 3298  | 6.5. - 2.6.2024   |
| 1221   | Ouluntie                  | 4           | 407,74                      | 100            | 4553  | 6.5. - 2.6.2024   |
| 602    | Viitostie                 | 5           | 186,93                      | 100            | 6491  | 6.5. - 2.6.2024   |
| 603    | Mikkelin tie              | 5           | 456,67                      | 100            | 5841  | 6.5. - 2.6.2024   |
| 407    | Tampereentie              | 12          | 575,05                      | 100            | 6535  | 7.10. - 3.11.2024 |
| 502    | Hämeentie                 | 12          | 439,58                      | 100            | 6884  | 1.4. - 28.4.2024  |
| 224    | Tampereentie              | 11          | 83,96                       | 100            | 3286  | 6.5. - 2.6.2024   |
| 1049   | Kauhavantie               | 19          | 742,51                      | 100            | 7857  | 7.10. - 3.11.2024 |
| 591    | Kotkan valtatie           | 15          | 795,17                      | 100            | 8951  | 2.9. - 29.9.2024  |
| 203    | Tampereentie              | 3           | 315,12                      | 100            | 11612 | 6.5. - 2.6.2024   |
| 727    | Kajaanintie               | 6           | 1200,9                      | 100            | 12208 | 2.9. - 29.9.2024  |
| 114    | Hankoniementie            | 25          | 135,36                      | 100            | 8642  | 2.9. - 29.9.2024  |
| 303    | Valtatie 7                | 7           | 382,11                      | 100            | 7351  | 2.9. - 29.9.2024  |
| 1453   | Perämerentie              | 4           | 169,44                      | 100            | 10163 | 2.9. - 29.9.2024  |
| 1437   | Perämerentie              | 4           | 215,41                      | 100            | 15103 | 6.5. - 2.6.2024   |
| 437    | Helsinki-Tampere valtatie | 3           | 16,76                       | 100            | 22359 | 7.10. - 3.11.2024 |
| 205    | Rauman valtatie           | 8           | 140,29                      | 100            | 26811 | 1.4. - 28.4.2024  |
| 21205  | Pohjantie                 | 4           | 187,49                      | 100            | 39051 | 7.10. - 3.11.2024 |
| 1251   | Pohjantie                 | 4           | 366,37                      | 100            | 43417 | 1.4. - 28.4.2024  |
| 1237   | Pohjantie                 | 4           | 157,58                      | 100            | 52072 | 7.10. - 3.11.2024 |
| 20006  | Turunväylä                | 1           | 73,01                       | 100            | 58003 | 2.9. - 29.9.2024  |
| 20017  | Turunväylä                | 1           | 162,56                      | 100            | 74444 | 2.9. - 29.9.2024  |
| 20010  | Turunväylä                | 1           | 228,27                      | 100            | 74444 | 7.10. - 3.11.2024 |
| 305    | Valtatie 7                | 7           | 1077,48                     | 120            | 4327  | 2.9. - 29.9.2024  |

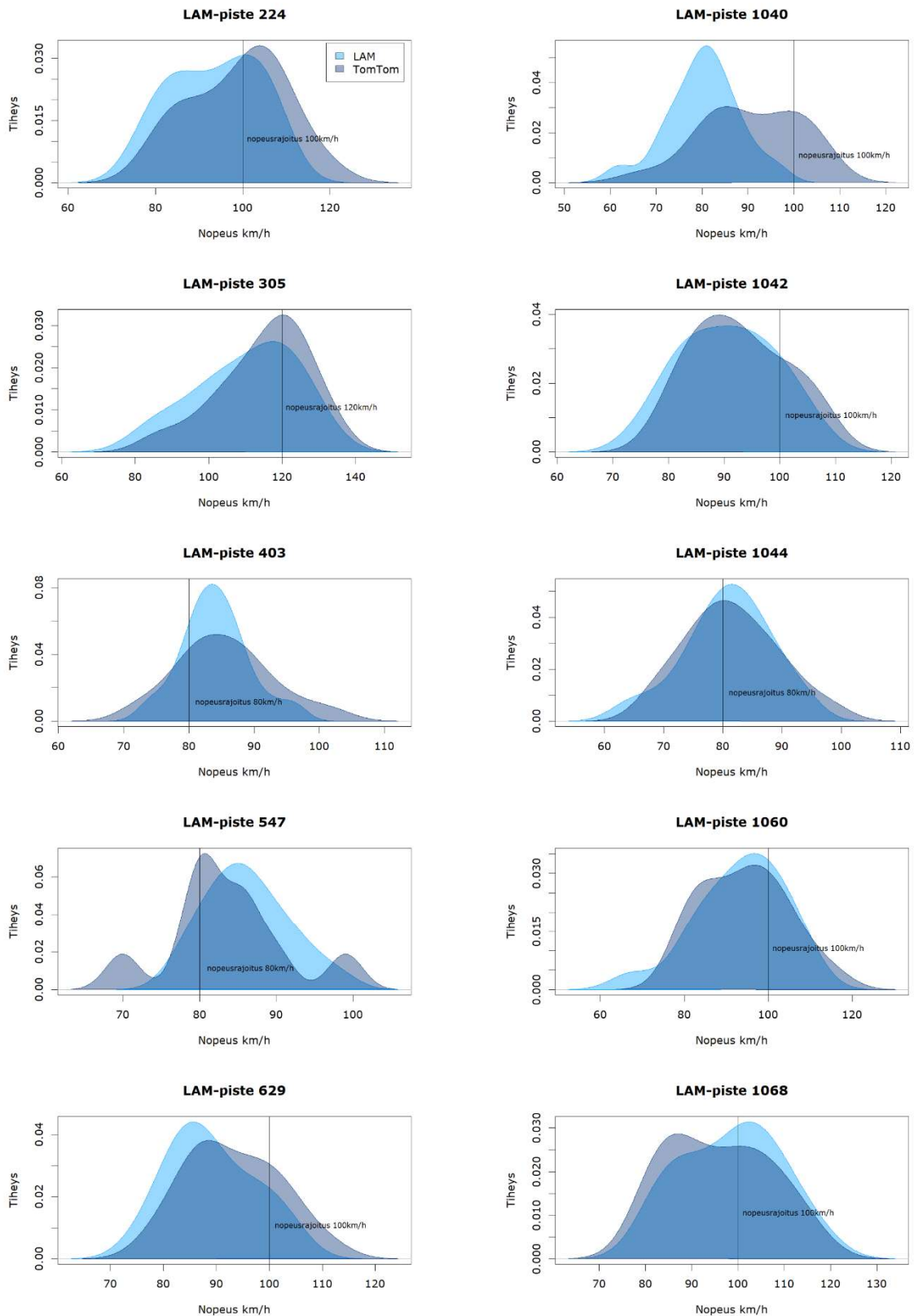
| LAM-id | Tien nimi                        | Tien numero | TomTom-segmentin pituus (m) | Nopeusrajoitus | KVL   | Poimintaikkuna    |
|--------|----------------------------------|-------------|-----------------------------|----------------|-------|-------------------|
| 578    | Pietarintie                      | 7           | 1024,26                     | 120            | 8481  | 1.4. - 28.4.2024  |
| 189    | Ohikulkutie                      | 7           | 522,78                      | 120            | 8750  | 2.9. - 29.9.2024  |
| 1605   | Turku-Helsinki moottoritie       | 1           | 379,41                      | 120            | 14564 | 2.9. - 29.9.2024  |
| 240    | Turku-Paimio moottoritie         | 1           | 432,26                      | 120            | 16605 | 6.5. - 2.6.2024   |
| 245    | Turku-Helsinki moottoritie       | 1           | 888,88                      | 120            | 16430 | 1.4. - 28.4.2024  |
| 185    | Valtatie 7                       | 7           | 436,05                      | 120            | 17993 | 7.10. - 3.11.2024 |
| 239    | Helsingin valtatie               | 1           | 231,58                      | 120            | 18630 | 7.10. - 3.11.2024 |
| 110    | Helsinki-Lahti moottoritie       | 4           | 2421,04                     | 120            | 25885 | 2.9. - 29.9.2024  |
| 178    | Valtatie 7                       | 7           | 466,88                      | 120            | 26913 | 6.5. - 2.6.2024   |
| 193    | Lohjanharjun Moottoriliikennetie | 1           | 219,32                      | 120            | 23041 | 7.10. - 3.11.2024 |
| 172    | Porvoonväylä                     | 7           | 856,82                      | 120            | 32362 | 7.10. - 3.11.2024 |
| 176    | Porvoonväylä                     | 7           | 137,81                      | 120            | 29703 | 2.9. - 29.9.2024  |
| 177    | Porvoonväylä                     | 7           | 823,7                       | 120            | 28651 | 1.4. - 28.4.2024  |
| 119    | Porvoonväylä                     | 7           | 32,98                       | 120            | 33286 | 1.4. - 28.4.2024  |
| 191    | Turunväylä                       | 1           | 908,89                      | 120            | 42381 | 6.5. - 2.6.2024   |
| 8      | Lahdenväylä                      | 4           | 128,03                      | 120            | 46087 | 2.9. - 29.9.2024  |
| 5      | Hämeenlinnanväylä                | 3           | 671,07                      | 120            | 49416 | 6.5. - 2.6.2024   |

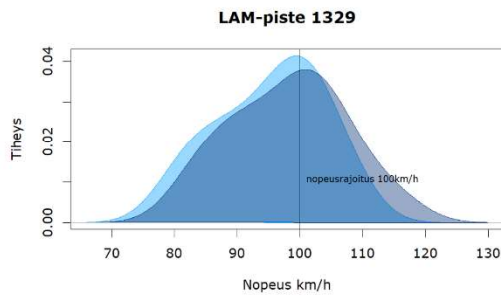
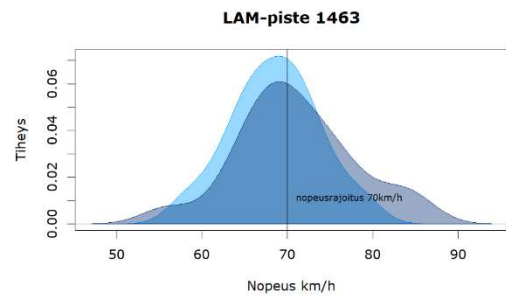
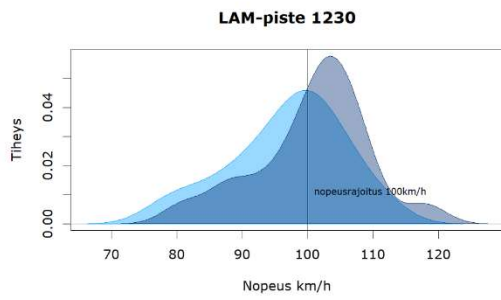
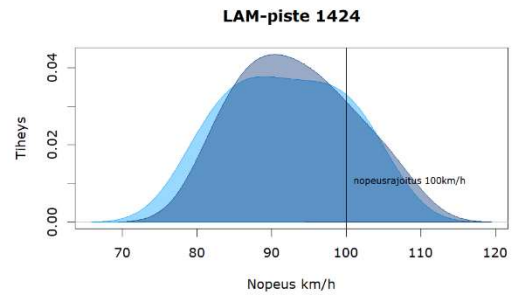
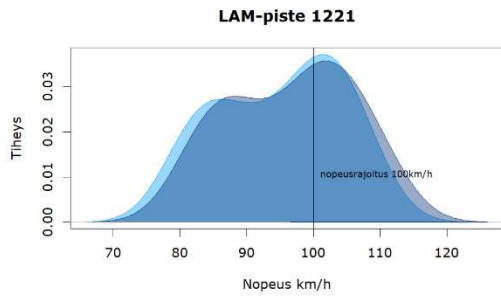
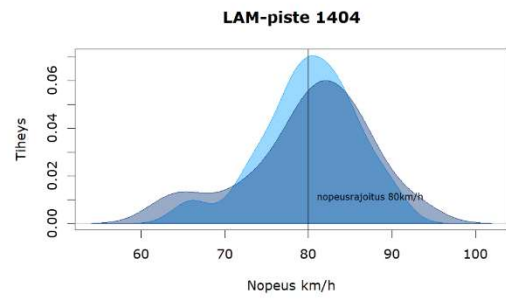
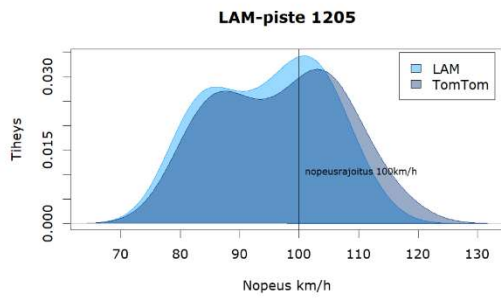
## Liite 2: Tiheysfunktiot, KVL alle 2500, poimintaikkunan arkipäivät klo 13–14



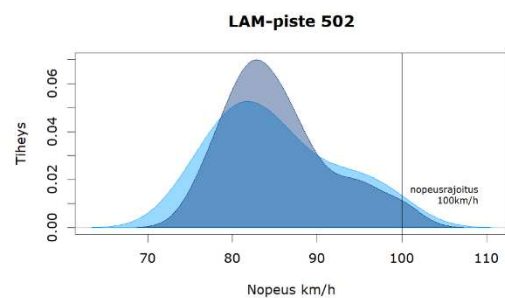
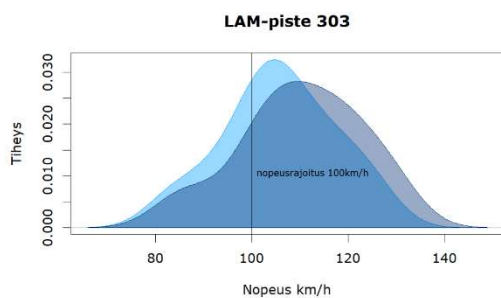
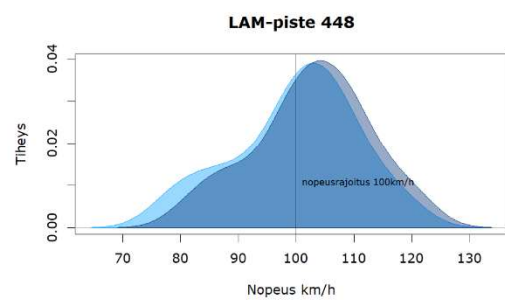
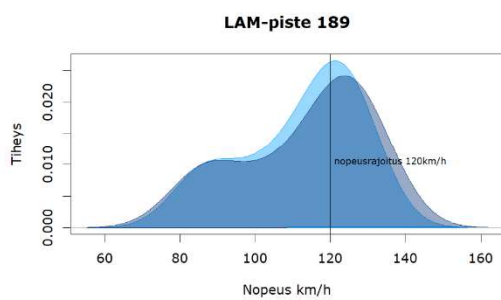
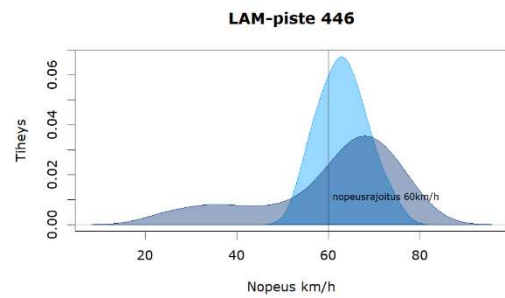
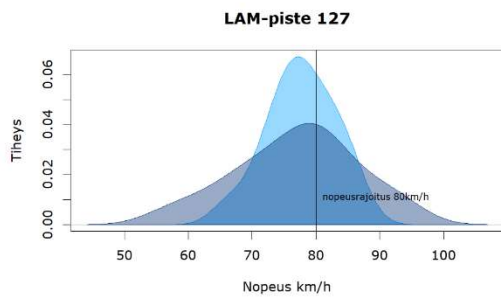
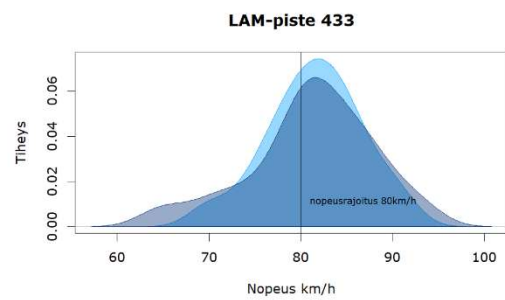
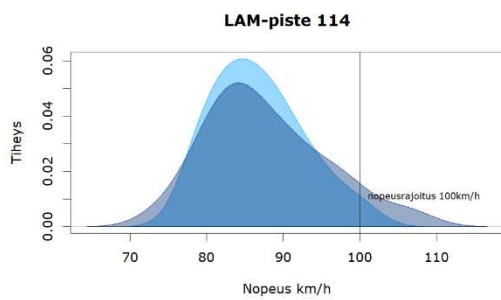
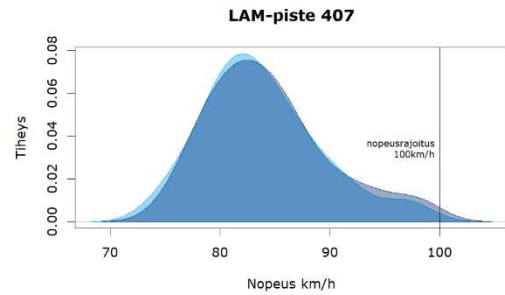
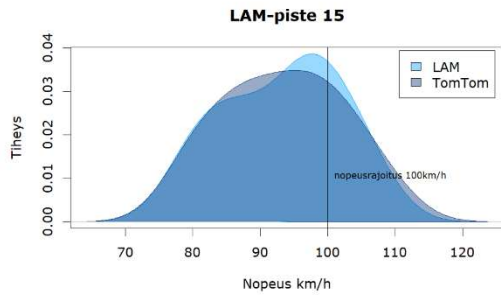


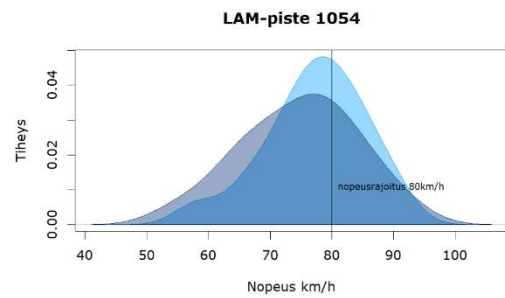
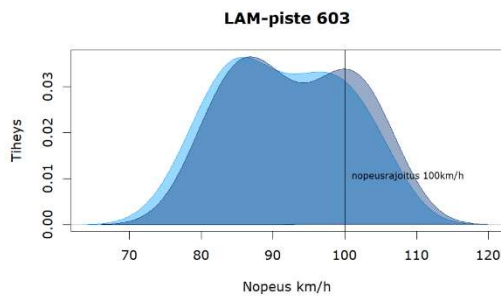
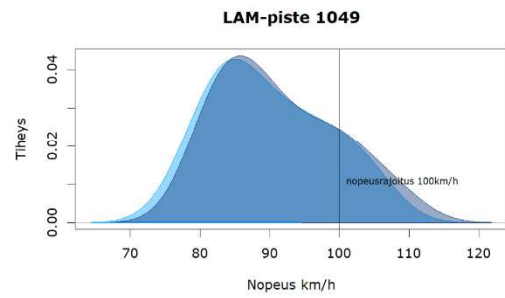
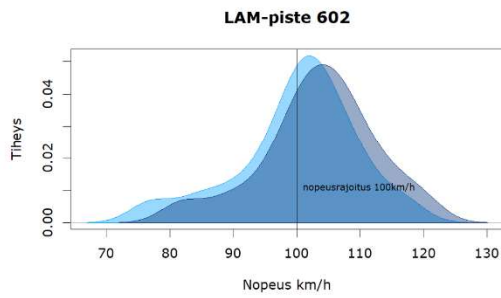
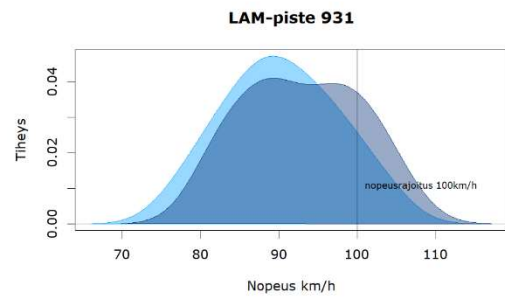
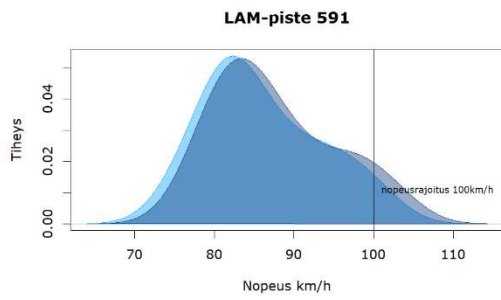
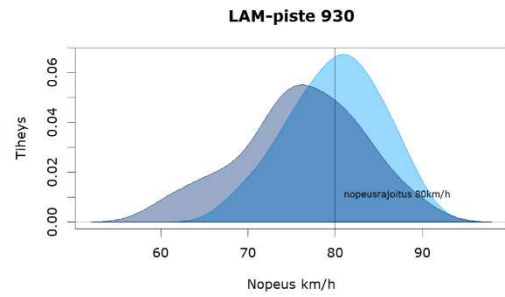
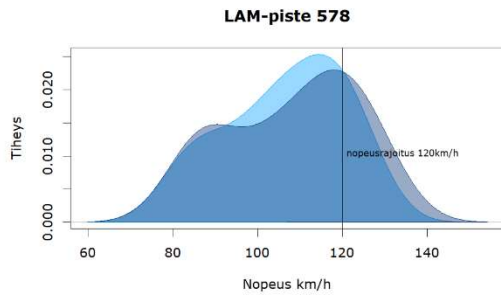
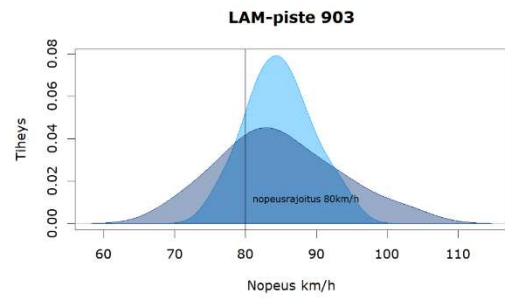
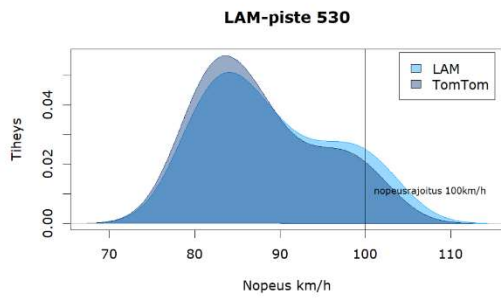
### Liite 3: Tiheysfunktiot, KVL yli 2500 ja alle 5000, poimintaikkunan arkipäivät klo 13–14

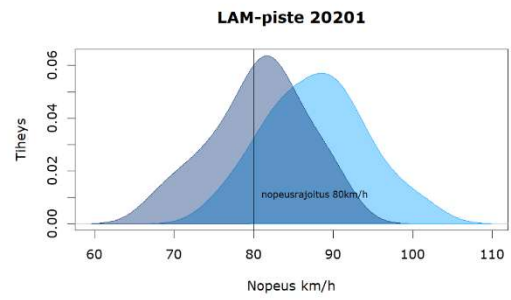
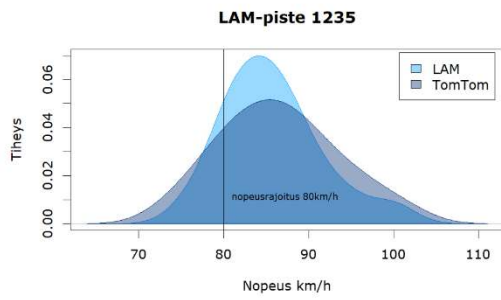




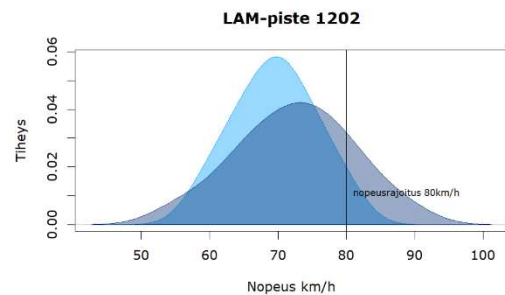
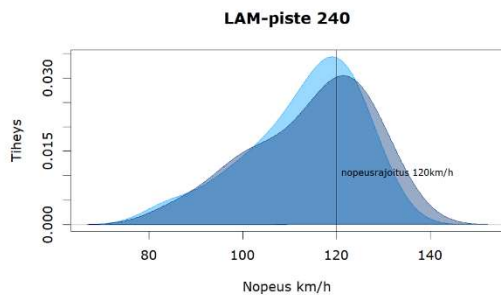
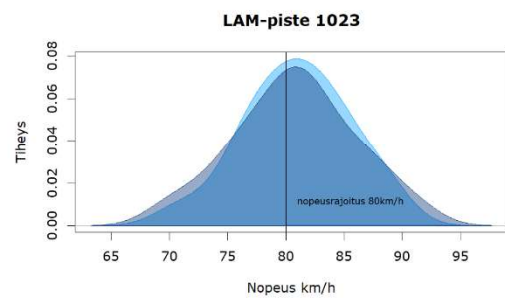
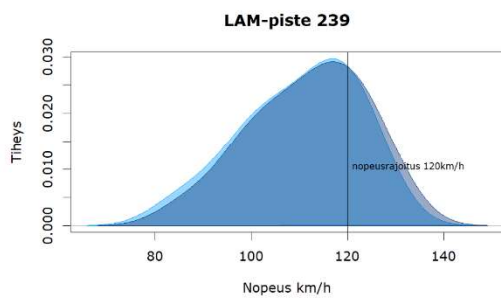
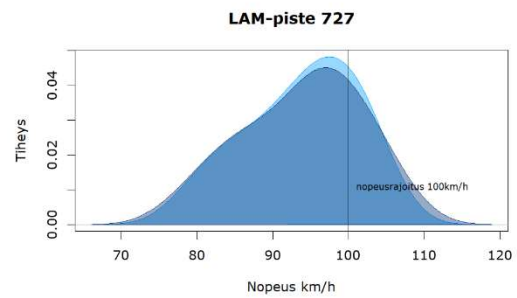
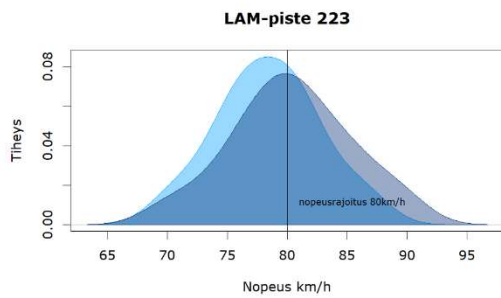
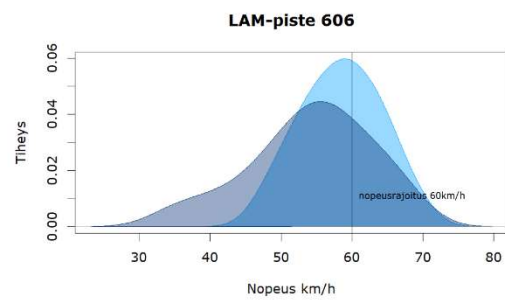
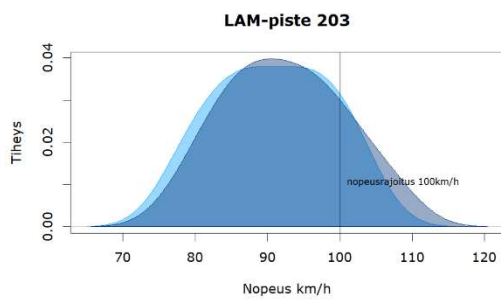
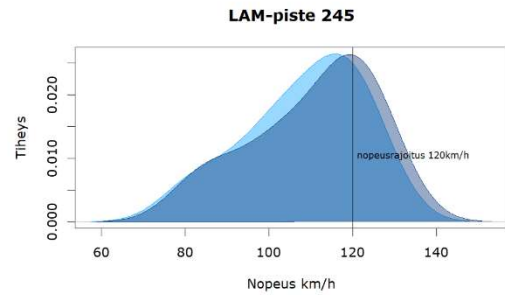
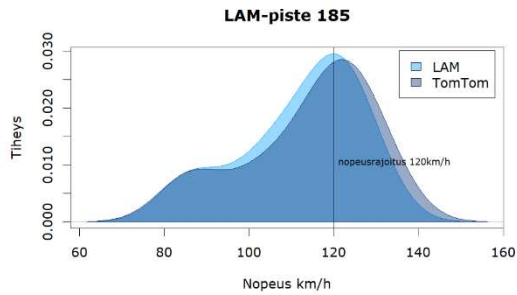
## Liite 4: Tiheysfunktiot, KVL yli 5000 ja alle 10000, poimintaikkunan arkipäivät klo 13–14

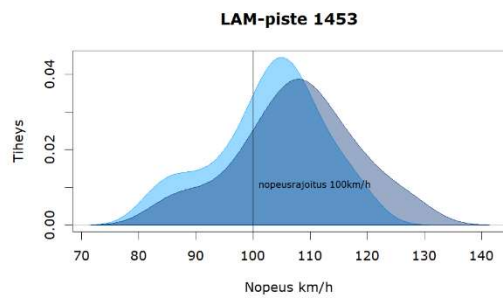
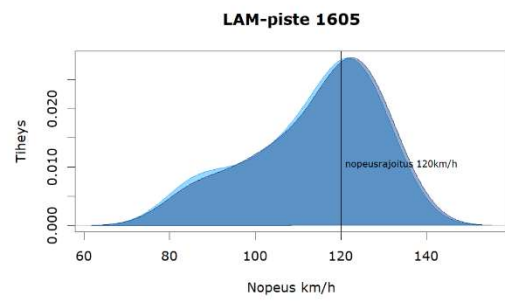
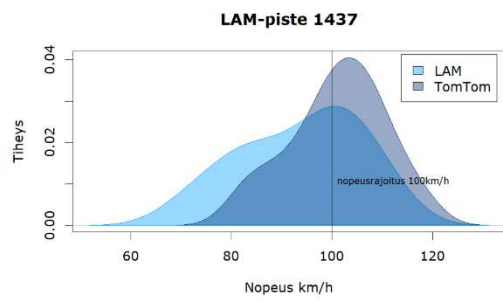




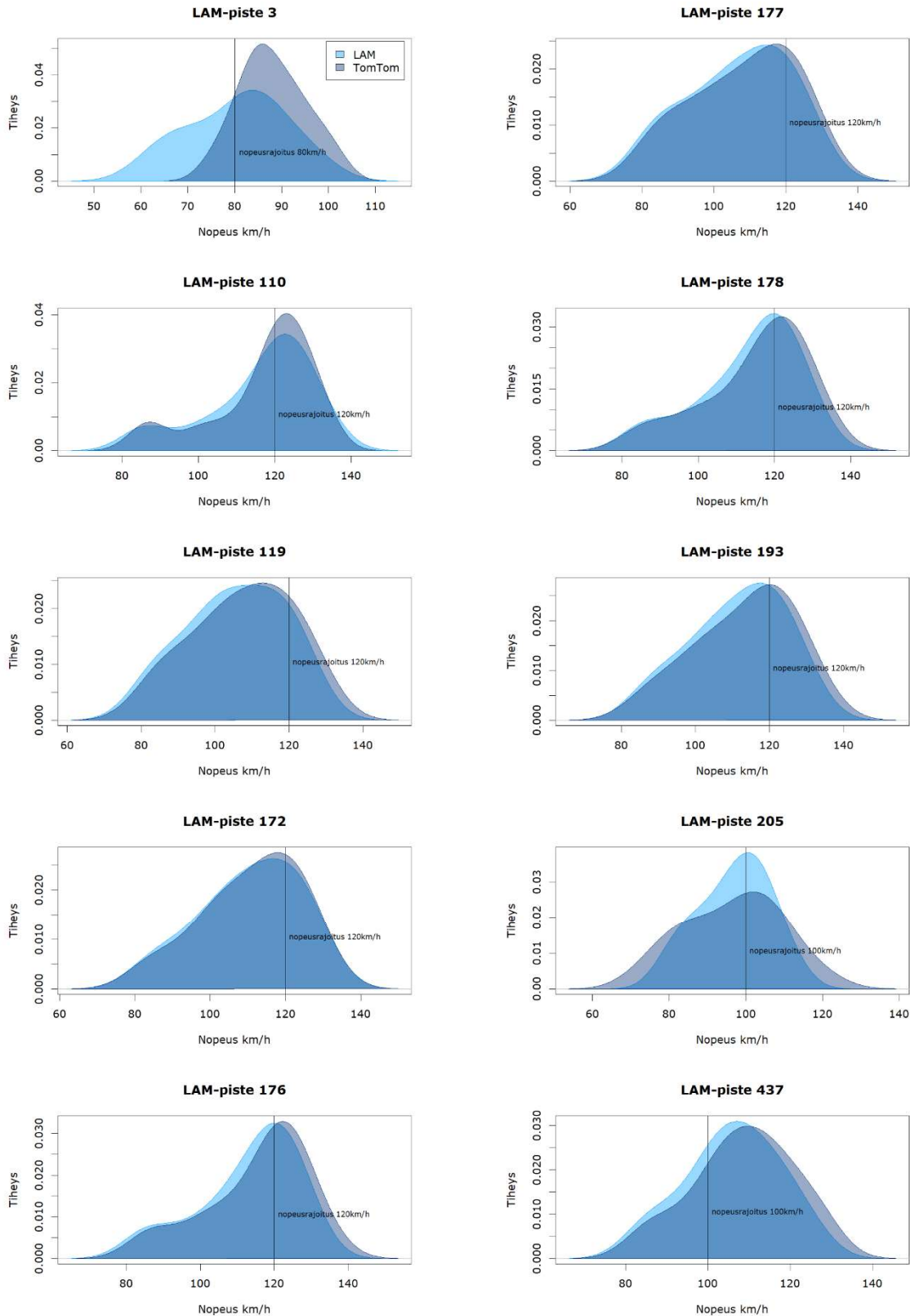


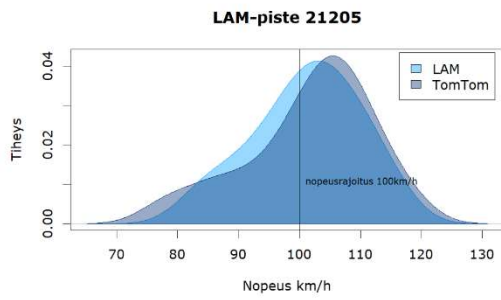
## Liite 5: Tiheysfunktiot, KVL yli 10000 ja alle 20000, poimintaikkunan arkipäivät klo 13–14



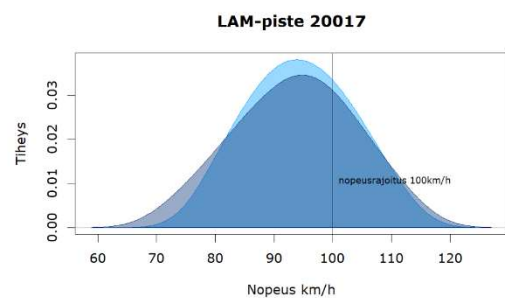
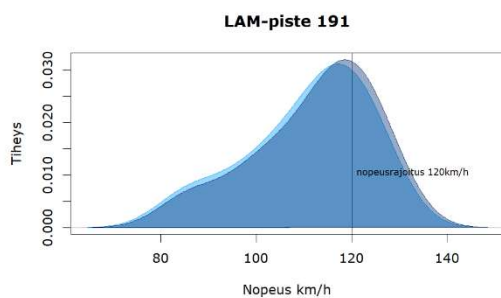
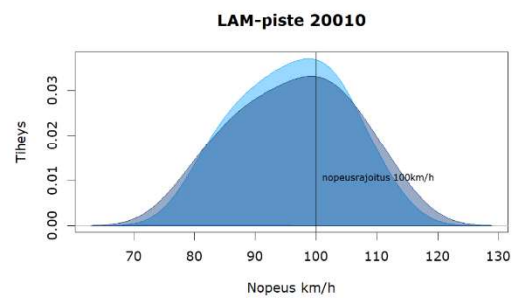
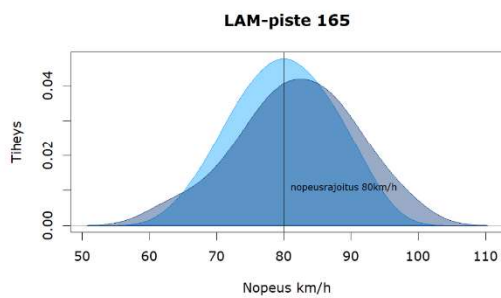
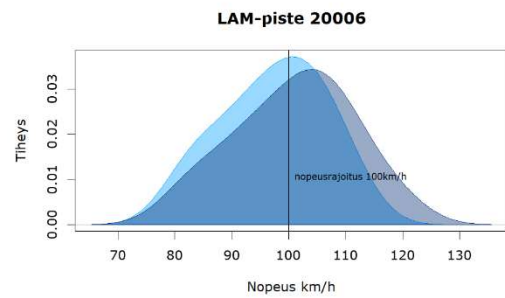
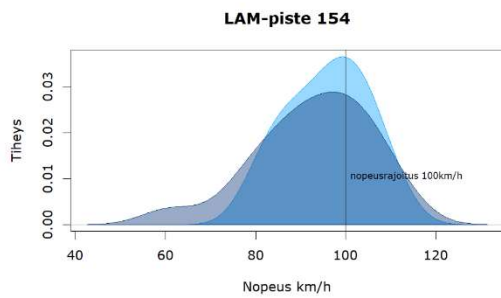
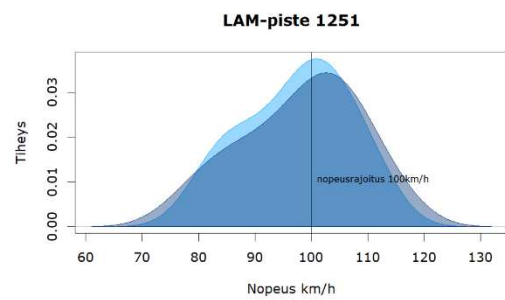
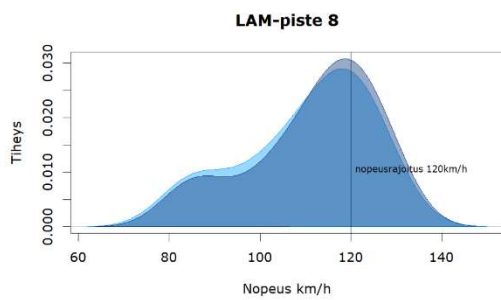
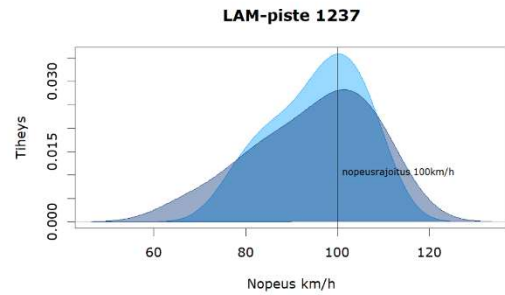
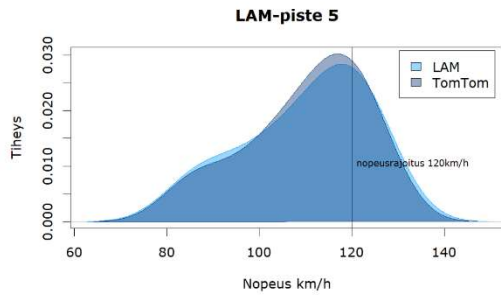


## Liite 6: Tiheysfunktiot, KVL yli 20000 ja alle 40000, poimintaikkunan arkipäivät klo 13–14





## Liite 7: Tiheysfunktiot, KVL yli 40000, poimintaikkunan arkipäivät klo 13–14



**Liikenne- ja viestintävirasto Traficom**

PL 320, 00059 TRAFICOM

p. 029 534 5000

[traficom.fi](https://traficom.fi)

ISBN 978-952-311-960-4

ISSN 2669-8781 (verkkojulkaisu)

**TRAFICOM**  
Liikenne- ja viestintävirasto