

## **Turvallisempi koulutie Jyväskylässä – Case Tikkakoski**

Tutkimus vaihtuvien varoitus- ja nopeusrajoitusyhdistelmämerkkien vaikutuksesta ajonopeuksiin koulujen välittömässä läheisyydessä



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäki, liikenneala

Syksy, 2018

Laura Puhakka

Liikenneala  
Riihimäki

---

<b>Tekijä</b>	Laura Puhakka	<b>Vuosi</b> 2018
<b>Työn nimi</b>	Turvallisempi koulutie Jyväskylässä – Case Tikkakoski	
<b>Työn ohjaaja/t</b>	Janne Rautio, Sonja Heikkinen, Noora Salonen	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten vaihtuvat yhdistelmämerkit vaikuttavat ajonopeuksiin koulujen läheisyydessä. Pilottikohteena toimi Luonetjärven koulu Tikkakoskella, jonka ohi kulkevan Koulukadun varrelle sijoitettiin kaksi LED-pohjaista vaihtuvaa varoitus- ja nopeusrajoitusmerkkiä. Merkeillä näytettiin koulupäivien aikana klo 7.30–15.30 alemmaa nopeusrajoitusta sekä lapsista varoittavaa merkkiä, ja muun ajan merkit olivat pimeänä.

Tutkimus on osa Jyväskylän kaupungin hanketta, jossa etsitään keinoja parantaa lasten kouluteiden turvallisuutta. Hankkeelle on myönnetty Trafinitieliikenteen turvallisuustoiminnan edistämisen valtionavustusta. Työn ohjaajina toimivat Noora Salonen Sitowise:lta sekä Hämeen ammattikorkeakoulun liikennealan lehtorit Janne Rautio sekä Sonja Heikkinen.

Tutkimus koostui ennen- ja jälkeen-mittauksista. Ajoneuvojen nopeuksia mitattiin kahdessa eri mittauspisteessä. Ennen-mittaukset toteutettiin helmikuussa 2018 ja jälkeen-mittaukset toukokuussa 2018. Tuloksissa käsiteltiin ajoneuvojen keskinopeuksia viikonpäivittäin sekä vuorokauden aikana. Lisäksi tarkasteltiin ylinopeuksien osuutta sekä V85-nopeuksia.

Tuloksista selvisi, että vaihtuvien opasteiden ollessa päällä, olivat tuntikohtaiset keskinopeudet laskeneet 1-5 km/h. Päiväkohtaiset keskinopeudet olivat kuitenkin pääsääntöisesti nousseet. Keskinopeuksien havaittiin laskevan jo ennen vaihtuvien opasteiden vaikutusalueelle saapumista, mutta ne kasvoivat taas pian koulun ohittamisen jälkeen.

**Avainsanat** Liikenneturvallisuus, ajonopeus, nopeusrajoitukset

**Sivut** 49 sivua

Degree programme in Traffic and Transport Management  
Riihimäki

---

<b>Author</b>	Laura Puhakka	<b>Year</b> 2018
<b>Subject</b>	Safer road to school – Case Tikkakoski	
<b>Supervisors</b>	Janne Rautio, Sonja Heikkinen, Noora Salonen	

---

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to find out how variable speed limits with variable warning signs affected driving speeds in school areas. This pilot project was executed at the Luonetjärvi school in Tikkakoski. Two LED-based variable electronic warning and speed limit signs were installed along Koulukatu. During schooldays from 7.30 to 15.30 the signs showed a lower speed limit and a warning sign for the children, while at other times the signs were turned off.

This project is part of the City of Jyväskylä project, which seeks to improve the safety of children's school roads. The project has been awarded state subsidies for the promotion of Trafi's road safety. The thesis project was supervised by Noora Salonen from Sitowise and lecturers Janne Rautio and Sonja Heikkinen from HAMK.

The study consisted of driving speeds pre- and post-measurements. Vehicle speeds were measured at two different measuring points. The pre-measurements were carried out in February 2018 and the post-measurements in May 2018. From the results we examined the average speed of vehicles during weekdays and during one day. Also the rate of speeding and the V85 readings were examined.

The results showed that when variable message signs were on, the hourly average speeds decreased by 1 to 5 km/h. Average speeds during weekdays, however, increased at the same time. The average speeds were found to decrease already before entering the area with message signs, but they grew again soon after passing the school limits.

**Keywords** Traffic safety, speed limits, vehicle speed

**Pages** 49 pages

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	AJONOPEUDEN LIIKENNETURVALLISUUSVAIKUTUKSET .....	2
2.1	Törmäysnopeuden vaikutus jalankulkijan kuolemanriskiin.....	2
2.2	Keskinopeuden ja keskihajonnan vaikutus .....	4
2.2.1	Potenssi- ja eksponenttimalli .....	5
2.3	Liikenneympäristön ratkaisujen vaikutukset .....	7
3	VAIHTUVAT LIIKENTEENOHJAUSJÄRJESTELMÄT .....	8
3.1	Vaihtuvat opasteet.....	8
3.2	Vaihtuvan ohjauksen toimintalinjoja .....	9
3.2.1	Vaihtuvan ohjauksen palvelutasot .....	9
3.2.2	Ohjauspolitiikka .....	10
3.3	Tutkimuksia .....	11
3.3.1	Vaikutus keskinopeuksiin .....	12
3.3.2	Muuttuvan nopeusrajoitusmerkin noudatettavuus.....	12
3.4	Kustannukset ja kustannustehokkuus.....	13
4	TUTKIMUSKOHTTEEN KUVAUS.....	14
4.1	Tuleva järjestelmä .....	16
5	TUTKIMUSVÄLINEET .....	17
5.1	Viacount .....	17
5.2	Webropol-kysely .....	18
6	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	19
6.1	Laitteiston asennus .....	20
6.2	Aikataulu ja datan keruu .....	22
7	TULOKSET .....	23
7.1	Itään.....	25
7.1.1	Liikennemäärät.....	26
7.1.2	Päivittäisen keskinopeuden muutos .....	27
7.1.3	Tuntikohtaisen keskinopeuden muutos (arkena) .....	29
7.1.4	Tuntikohtaisen keskinopeuden muutos (viikonloppuna).....	30
7.1.5	Ylinopeudet .....	31
7.1.6	V85.....	32
7.2	Länteen.....	33
7.2.1	Liikennemäärät.....	34
7.2.2	Päivittäisen keskinopeuden muutos .....	35
7.2.3	Tuntikohtaisen keskinopeuden muutos (arkena) .....	36
7.2.4	Tuntikohtaisen keskinopeuden muutos (viikonloppuna).....	38
7.2.5	Ylinopeudet .....	39
7.2.6	V85.....	39

7.3	Kooste MP1 ja MP2 .....	40
7.4	Kustannukset.....	41
8	VIRHELÄHTEET .....	42
8.1	Sääolosuhteet.....	42
8.2	Suojatietyö .....	42
8.3	Mittauspisteiden sijainnit.....	43
8.4	Ajoneuvojako.....	44
8.5	Viacountien luotettavuus ja erot laskimissa .....	44
9	JOHTOPÄÄTÖKSET/YHTEENVETO.....	45
	LÄHTEET .....	48

## KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

KVL	Vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne. Lasketaan jakamalla vuoden kaikkien päivien liikennemäärien summa vuoden päivien lukumäärällä. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää liikennemäärien summaa niiltä päiviltä, kun tietoa on, ja jakaa se päivien lukumäärällä.
V85	Tarkoittaa nopeuden raja-arvoa, jonka 15% autoilijoista ylittää.
Iltahuipputunti	Tarkoittaa suurinta yhden alkuillan tunnin ajanjaksona esiintynyttä liikennemäärää. Usein iltahuipputunti osuu aikavälille 15.00-18.00.
Aamuhuipputunti	Tarkoittaa suurinta yhden aamutunnin aikana esiintynyttä liikennemäärää. Usein aamuhuipputunti osuu aikavälille 6.00-9.00.
Koettu turvallisuus	Ihmisen oma kokemus turvallisuudesta, riippumatta siitä mikä todellinen tilanne on.

## 1 JOHDANTO

Lapset ovat liikenteessä impulsiivisia sekä arvaamattomia. Pieni koko, sekä rajoittunut kyky arvioida liikenneympäristöä kasvattavat heidän riskiään joutua onnettomuuksiin ja vaaratilanteisiin. Vaikka koulualueiden lähellä ajonopeudet ovat usein alhaiset, on ympäristö kaikkine virikkeineen kuljettajalle kuormittava ja muiden liikkujien huomioiminen jää helposti vähemmälle. Näissä tilanteissa ajonopeuden lasku liikennetilannetta vastavaksi on avainasemassa. Ajoneuvon nopeuden kasvaessa, kasvaa myös törmäystilanteissa jalankulkijan kuoleman todennäköisyys.

Nopeusrajoitusten laskeminen on tehokas keino parantaa liikenneturvallisuutta. Tämä ei kuitenkaan usein riitä, sillä peltimerkit kärsivät inflaatiosta ja niiden noudatettavuus huononee ajan kanssa. Merkkien noudatettavuuteen vaikuttavat myös liikenneympäristö ja sen antamat viestit turvallisuudesta ajonopeudesta. Esimerkiksi koulujen läheisyydessä alhaisia nopeusrajoituksia ja lapsista varoittavia liikennemerkkejä käytetään usein pysyvinä, myös koulujen loma-aikoina ja viikonloppuina, kun alueella ei liiku tavallista taajamaympäristöä enemmän lapsia. Varoitusmerkki havahduttaa kuljettajan, mutta jos varoitetaan vaarasta, jota ei useinkaan ole havaittavissa, jää merkki lopulta vähemmälle huomiolle.

Tämä opinnäytetyö sisältää vaikutustutkimuksen liittyen hankkeeseen, jonka tarkoituksena on parantaa lasten koulutien turvallisuutta Jyväskylässä. Tavoitteena on löytää kevyt ja kustannustehokas ratkaisu ajoneuvojen nopeuksien laskemiseksi koulualueilla pysyvästi, jota voi hyödyntää myös muissa kohteissa. Nykyiset älyliikenteen järjestelmät ovat suhteellisen kalliita, ja siksi niitä on kannattavinta sijoittaa väylille, joilla liikennemäärät ovat suuria. Myös itse väylästä parantaminen turvallisemmaksi on kallista, ja siksi kevyille liikenteen hallinnan keinoille on tarvetta.

Hanke perustuu älyliikenneratkaisujen siirtämiseen vilkkaimmilta väyliltä katu ympäristöön. Kohteeksi on valittu Luonetjärven koulu Tikkakoskelta, jonka edessä kulkevan Koulukadun varrelle asennetaan kaksi LED-valaistua vaihtuvaa varoitus- ja nopeusrajoitusyhdistelmämerkkiä. Hypoteesina on, että vaihtuvien nopeusrajoitusmerkkien oikea-aikaisuus ja perusteltu käyttö lisäävät kuljettajien motivaatiota laskea ajonopeuttaan.

Nopeuksien seuranta tehdään ennen merkkien asennusta ja viikko niiden asentamisen jälkeen, sekä useampi kuukausi asentamisen jälkeen. Vaikutustutkimuksessa tutkitaan ajonopeuksien muutoksia, ja otetaan vain välittömästi kantaa liikenneturvallisuuden paranemiseen. Hankkeessa yhteistyössä toimivat Jyväskylän kaupunki, Sitowise, Nodeon Finland Oy sekä Hämeen ammattikorkeakoulu. Hankkeelle on myönnetty Trafifin hankeavustusta tieliikenteen turvallisuustoiminnan edistämiseksi.

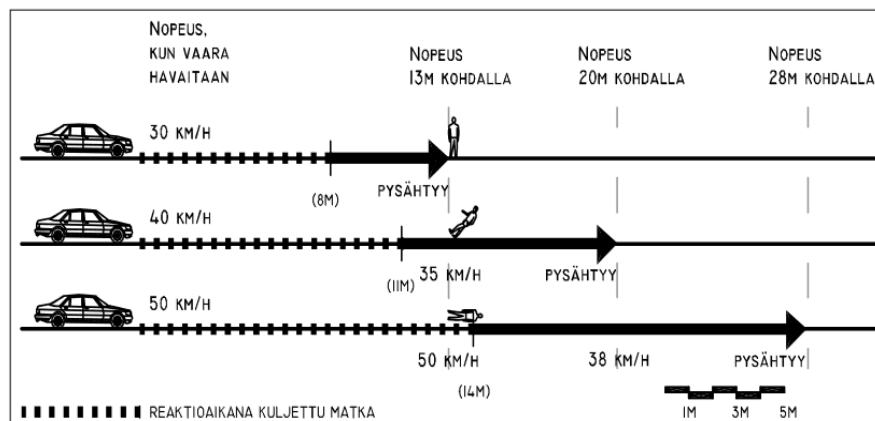
## 2 AJONOPEUDEN LIIKENNETURVALLISUUSVAIKUTUKSET

Ajonepeuksilla on merkittävä vaikutus liikenneonnettomuuksien määrään ja vakavuuteen. Kun suuri joukko kuljettajia muuttaa nopeuttaan, vaikkapa vain muutaman kilometrin tunnissa, näkyvät vaikutukset onnettomuustilastoissa. Tämän vuoksi suuri määrä pienenä pidettyjä nopeusrajoituksen ylityksiä, voi huonontaa turvallisuutta jopa enemmän kuin pieni määrä suuria ylityksiä. Vastavuoroisesti keskinopeuden alenemisella voidaan saavuttaa merkittävää liikenneturvallisuuden paranemista.

Liikenneympäristössä, jossa liikkuu paljon autoja, jalankulkijoita sekä pyöräilijöitä, myös turvallisuusongelmat korostuvat. Ajoneuvojen ajonopeudet ovat ratkaisevia jalankulkijan ja pyöräilijöiden turvallisuuden kannalta, sillä nopeuksien kasvaessa, kasvaa myös jalankulkijan kuolemanriski. Alhaiset ajonopeudet tekevät liikenteestä paitsi jalankulkijoille ja pyöräilijöille turvallisempaa, myös usein kuskeille vähemmän kuormittavaa. Ajamistehävä helpottuu nopeuden laskiessa ja riskit virheiden tekemiseen pienenevät. Myös aikaa vaaratilanteiden havaitsemiseen ja päätöksentekoon jää enemmän.

### 2.1 Törmäysnopeuden vaikutus jalankulkijan kuolemanriskiin

Ajoneuvon nopeus vaikuttaa reaktioaikana kuljettuun -sekä jarrutusmatkaan. Jos autoilija ajaa nopeudella 30 km/h vaaran havaitessaan, hän pysyy kesäolosuhteissa kuivalla asfaltilla pysäyttämään auton 13 metrin matkalla, kuten kuvasta 1 ilmenee. Nopeuden kaksinkertaistuessa, jarrutusmatka nelinkertaistuu. Sama toimii käänteisesti: kun nopeus alenee neljänneksellä, lyhenee jarrutusmatka lähes puoleen. Talviaikana jarrutusmatkat ovat liukkauden takia huomattavasti pidempiä. Ajonopeuden laskulla 40km/h:sta 30km/h:iin saavutetaan jo merkittävä pysähtymismatkan lyheneminen. Vaaran havaitessa, pystyy autoilija ajaessaan 30km/h:ssa pysäyttämään auton ennen törmäystä, kun taas 40 km/h:ssa ajava autoilija törmää samalla etäisyydellä olevaan kohteeseen vielä 35 km/h nopeudella. (Tiehallinto 2000, 13-15.)



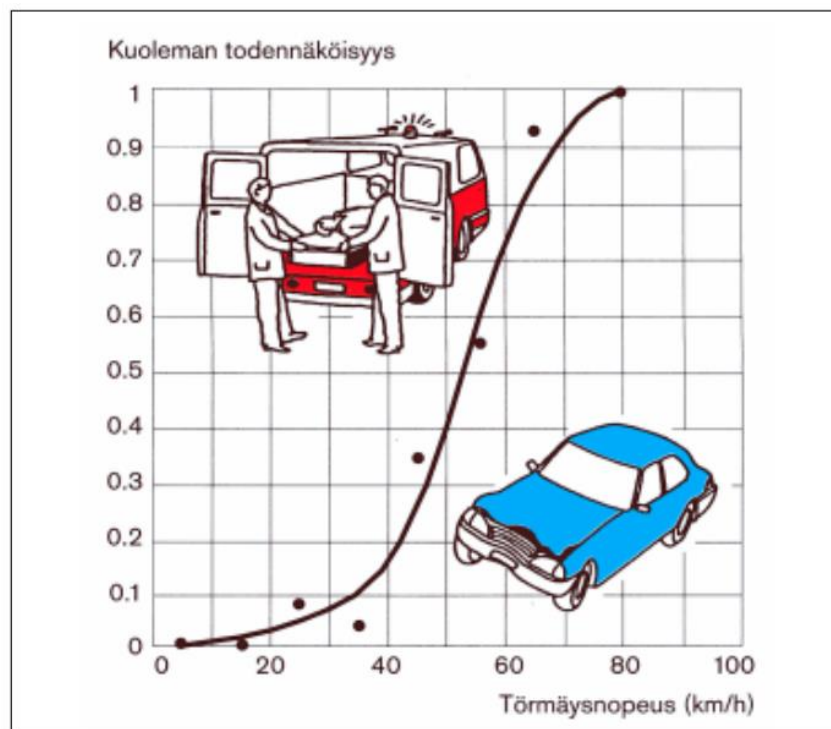
Kuva 1. Ajonopeuden vaikutus törmäysnopeuteen kesäolosuhteissa (Tiehallinto 2000, 15.)



80-90% jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden sekä autoliikenteen välisistä henkilövahinko-onnettomuuksista tapahtuvat taajamassa. Törmäysnopeus ratkaisee, millaiset mahdollisuudet jalankulkijalla on selviytyä hengissä. Jalankulkijan kuolemanriski kasvaa jyrkästi auton törmäysnopeuden kasvaessa (kuva 2). Onnettomuustilanteessa jalankulkijan kuolemanriski kasvaa kahdeksankertaiseksi, kun törmäysnopeus nousee 30 km/h:sta 50 km/h:ssa. (Tiehallinto 2000, 13-14.)

Tiehallinnon julkaisussa on kuvattu vain jalankulkijan kuolemanriskiä. Taajamassa liikenneturvallisuusongelmat koskevat kuitenkin myös pyöräilyä. Autoilijan ajonopeuden lisäksi onnettomuuden vakavuuteen vaikuttavat lisäksi pyöräilijän oma nopeus sekä käytetyt turvavarusteet.

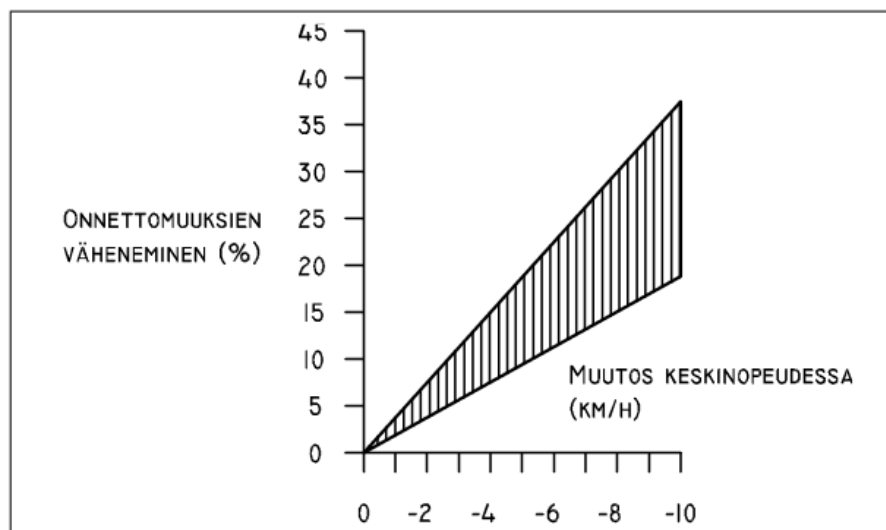
Taajamien nopeusrajoitukset suunnitellaan vastaamaan liikenneympäristöä ja turvallisuustilannetta, mutta ajonopeudet usein nousevat rajoituksia korkeammiksi. Etenkin 30 km/h nopeusrajoitus voi tuntua autoilijasta liioitellun hitaalta, mutta törmäystilanteessa nopeus on yllättävänkin suuri. Ajoneuvon törmäysenergia nelinkertaistuu, kun törmäysnopeus kaksinkertaistuu. Mitä kovempi nopeus siis on, sitä kovempi on törmäysnopeus onnettomuustilanteessa, ja sitä suurempi on jalankulkijan loukkaantumisriski. Ajoneuvojen nopeus on näin ollen keskeisessä asemassa jalankulkijoiden turvallisuustilanteen parantamisessa. Tulokset puhuvat puolestaan, ja esimerkiksi nopeusrajoituksen laskun 50 km/h:sta 40 km/h:iin on todettu vähentävän merkittävästi henkilövahinko-onnettomuuksia. (Tiehallinto 2000, 13-14.)



Kuva 2. Ajonopeuden vaikutus jalankulkijan kuoleman todennäköisyyteen (Tiehallinto 2000, 14.)

## 2.2 Keskinopeuden ja keskihajonnan vaikutus

Kun nopeusrajoitusta muutetaan, muuttuu liikenteen keskinopeus kuitenkin käytännössä aina muutosta vähemmän. Esimerkiksi nopeusrajoituksen laskeminen 50 km/h:sta 40 km/h:iin, laskee keskinopeutta vain noin 3 km/h. Jos olosuhteet kuitenkin pysyvät ennallaan, on pienelläkin keskinopeuden muutoksella vaikutusta turvallisuustilanteeseen. Tutkimusten mukaan nopeuksien aleneminen keskimäärin 1 km/h taajamaolosuhteissa, vähentää onnettomuuksien määrää 2-4% (kuva 3). (Tiehallinto 2000, 13.)



Kuva 3. Keskinopeuden alenemisen vaikutus onnettomuuksien määrään taajamaolosuhteissa (Tiehallinto 2000, 13.)

Poikkeaminen muun liikenteen nopeudesta suuntaan tai toiseen lisää onnettomuusriskiä. Erityisesti muuta liikennettä nopeammin ajaminen kasvattaa riskiä sitä jyrkemmin, mitä suurempi on oman nopeuden ja liikenteen nopeuden erotus. Nopeuksien keskihajontaa onkin usein käytetty mittana, kun tarkastellaan ajonopeuksien hajonnan ja onnettomuusriskin yhteyttä. Keskihajonnalla kuvataan havaintoarvojen (tässä tapauksessa ajonopeuksien) etäisyyttä niiden keskiarvoon. Mitä suurempi keskihajonta on, sitä suurempi on nopeuksien hajonta.

Tutkimuksissa on kuitenkin todettu, ettei nopeuksien hajonnan kasvu suoranaisesti lisää onnettomuusriskiä, sillä sen ja keskinopeuden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio. Esimerkiksi ruuhkaisella tiellä ajonopeuksissa on paljon hajontaa, vaikka ajoneuvojen keskinopeudet laskevatkin tien välityskyvyn huonontuessa. Hajonta taas lisää onnettomuusriskiä, mutta alhaiset nopeudet vähentävät vahingon määrää. On kuitenkin perusteltua olettaa, että nopeuksien hajonta saattaa lisätä onnettomuusriskiä, sillä silloin esimerkiksi ohitustilanteet, kohtaamisonnettomuudet ja äkilliset jarrutus – ja kiihdytystilanteet lisääntyvät. (Kallberg, Luoma, Peltola, Rajamäki & Mäkelä 2014, 24-25.)

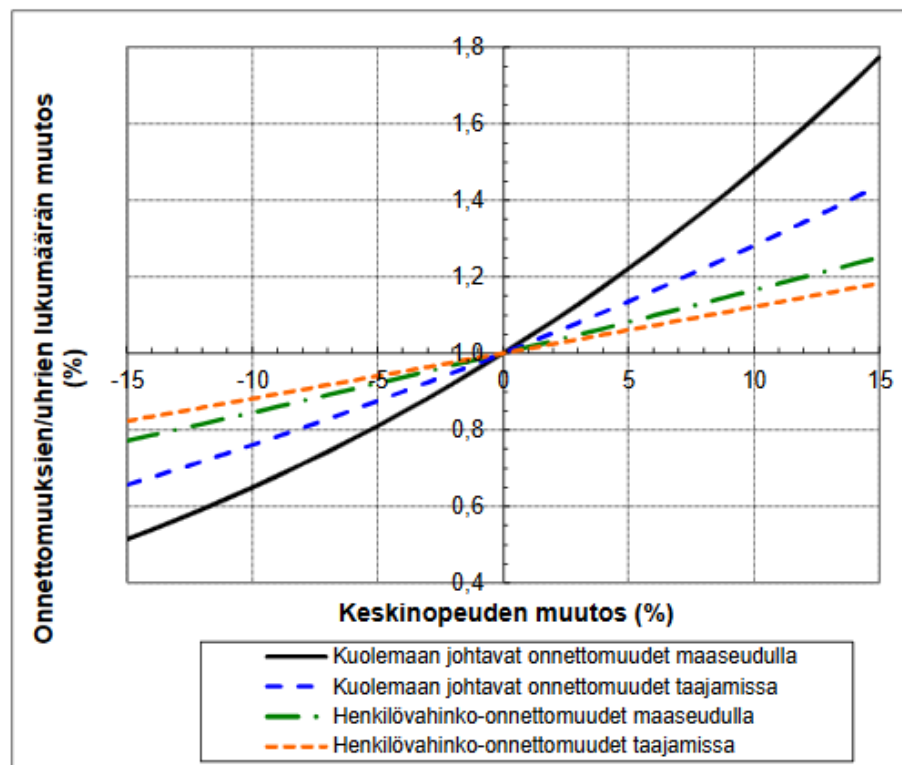
### 2.2.1 Potenssi- ja eksponenttimalli

Liikennevirran nopeuden vaikutusta onnettomuuksiin on jo pitkään kuvattu potenssimallilla, jossa suhteellisesta saman suuruisesta nopeudenmuutoksesta, seuraa saman suuruinen muutos turvallisuudelle. Mallin on alunperin kehittänyt ruotsalainen Göran Nilsson. Mallin mukaan keskinopeuden kasvusta esimerkiksi 10%:lla 50km/h:sta 55km/h:iin, seuraa suhteellisesti yhtä suuri turvallisuuden muutos kuin 40km/h:stä 44km/h:iin. Potenssimallin rinnalle on myöhemmin kehitetty eksponenttimalli, joka vastaa potenssimallia kohtaan esitettyyn kritiikkiin huomioiden turvallisuuteen aiheutuvan muutoksen riippuvan alkunopeudesta. (Kallberg ym. 2014, 7.)

Potenssimalli on muotoa

$$\frac{\text{Onnettomuuksien lkm jälkeen}}{\text{Onnettomuuksien lkm ennen}} = \left( \frac{\text{Keskinopeus jälkeen}}{\text{Keskinopeus ennen}} \right)^a \quad (1)$$

jossa eksponentilla  $a$  ilmaistaan onnettomuuden vakavuus arvoilla 2-4 (2= kaikki henkilövahinko-onnettomuudet, 3= vakavaan henkilövahinkoon tai kuolemaan johtavat onnettomuudet, 4= kuolemaan johtavat onnettomuudet). (Kallberg ym. 2014, 7.)



Kuva 4. Keskinopeuden muutoksen vaikutukset maaseudun ja taajamien kuolemaan johtaviin sekä kaikkiin heva-onnettomuuksiin (Kallberg ym. 2014, 8.)

Keskinopeuden muutoksesta on laadittu erilaiset mallit maaseutu- ja taajamaolosuhteisiin (kuva 4). Malli on luotettavampi maaseudun onnettomuuksia kuvattaessa kuin taajamassa, sillä taajamien teillä on enemmän riskitekijöitä ja nopeuksia sääteleviä elementtejä kuin maaseudulla ja lisäksi ajonopeudet ovat alhaisemmat. Mallia kohtaan on kuitenkin esitetty kritiikkiä, sillä sen mukaan esimerkiksi keskinopeuden laskusta 5%:lla 100 km/h:sta 95 km/h:iin seuraa samanlainen turvallisuusmuutos kuin 40 km/h:sta 38 km/h:iin. (Kallberg ym. 2014, 8-9.)

Eksponenttimallissa onnettomuuksien lukumäärän riippuvuutta liikenteen keskinopeuteen kuvataan yhtälöllä

$$\text{Onnettomuuksien suhteellinen lukumäärä} = \alpha * e^{\beta * x} \quad (2)$$

jossa x on liikenteen keskinopeus, e on Neperin luku 2,71828 ja alfa ja beta ovat estimoitavia kertoimia, jotka on esitetty erikseen Kuva 5. (Kallberg ym. 2014, 10-12.)

Selitettävä muuttuja	vakiotermin $\alpha$	kerroin $\beta$
Kuolemaan johtavien onnettomuuksien lukumäärä	0,065 (0,021)	0,069 (0,004)
Henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärä	1,916 (0,165)	0,034 (0,001)
Omaisuusvahinko-onnettomuuksien lukumäärä	2,982 (0,162)	0,032 (0,001)
Onnettomuuksissa kuolleiden lukumäärä	0,064 (0,027)	0,060 (0,005)
Onnettomuuksissa vakavasti loukkaantuneiden lukumäärä	0,089 (0,048)	0,065 (0,008)
Onnettomuuksissa lievästi loukkaantuneiden lukumäärä	2,617 (0,058)	0,039 (0,000)

Kuva 5. Eksponenttimallien kertoimet sekä niiden keskivirheet. (Kallberg ym. 2014, 10.)

Mallien selvin ero on siinä, että taajamanopeuksilla eksponenttimallilla lasketut nopeuden muutoksen vaikutukset ovat pienemmät kuin potenssimallissa. Mallit kuvaavat kuitenkin todella tarkasti nopeuden vaikutusta turvallisuuteen eroavaisuuksistaan huolimatta. Potenssimalli näyttää kuvaavan paremmin kuolemaan johtavia onnettomuuksien suhdetta keskinopeuteen ja eksponenttimalli kuvaa taas paremmin omaisuus- ja henkilövahinkojen suhdetta.

Sovellettaessa kaavoja ja tarkasteltaessa kuolemaan johtavien onnettomuuksien lukumäärää potenssi- ja eksponenttimalleilla, ovat luvut melko täsmäviä. Esimerkiksi jos nopeus alenee 40 km/h:sta 30 km/h:iin, saadaan eksponenttimallilla tulokseksi, että kuolemaan johtavat onnettomuudet vähenevät 50%, kun taas potenssimallilla käytettäessä taajamaolosuhteiden eksponenttia, määrä on 53%.

### 2.3 Liikenneympäristön ratkaisujen vaikutukset

Nopeusrajoitukset ohjaavat oikean ajonopeuden valintaan. Rajoitusten tukena myös liikenneympäristön ratkaisuilla tulisi kannustaa turvallisempaan liikkumiseen. Kun ympäristö on looginen ja itseohjaava, on liikennesääntöjäkin helpompi noudattaa. Liikenneympäristön ratkaisuilla vaikutetaan myös koettuun turvallisuuteen, joka vaikuttaa taas esimerkiksi kulku-  
muodon valintaan. (Heltimo & Korhonen 2016, 19.)

Taajamaympäristön katutilassa on usein paljon elementtejä, jotka vievät kuljettajan huomiota pois liikenteestä. Liikkuminen tässä ympäristössä vaatii enemmän sekä autoilijalta, että jalankulkijoilta ja pyöräilijöiltä. Sopiva kuormitus on hyväksi, sillä se laskee ajonopeuksia ja valpastaa kuljettajaa. Liika kuormitus lisää onnettomuusrisiä ja mahdollistaa virhetoimintoille.

Nopeusrajoituksen lasku on hyvä keino parantaa turvallisuutta. Aina se ei kuitenkaan riitä, vaan ajonopeuksien alentamisen tukena on käytettävä rakenteellisia keinoja. Katujen ja liikenneympäristön rakenteilla ja muodoilla pyritään tukemaan sopivien ajonopeuksien käyttöä. Jos ympäristö ei tue vallalla olevaa nopeusrajoitusta, jää myös liikennemerkin teho usein heikoksi. Paikallisia keinoja ajonopeuksien laskemiseksi ovat esimerkiksi teiden kavennukset, hidastetöyssyt sekä korotetut suojatiet. Nämä ovat tehokkaita keinoja ohjata kuljettajaa alhaisempiin nopeuksiin, ja ne toimivat myös myöhemmin toteutettuina.

Käsikirjassa kunnan liikenneturvallisuustyöhön (Heltimo & Korhonen 2016, 19) on eritelty keinoja, miten taajamien liikenneympäristön turvallisuutta voidaan parantaa. Keinoina on muun muassa nopeusnäyttötaulujen sekä liikenteen valvonnan lisääminen. Lisäksi halutaan kiinnitettävän huomiota siihen, että eri kulkumuodot on eroteltu ja turvallisista suojatie- ja liittymäjärjestelyistä huolehditaan. Erityisesti koulu- ja päiväkotialueille tulisi lisäksi toteuttaa toimivat saatto- ja huoltoliikennejärjestelyt. Uusien ratkaisujen toteutuksessa tulisi myös erityisesti huomioida se, että ne lisääisivät kävelyä, pyöräilyä sekä joukkoliikenteen käyttöä.

Olemme tottuneet liikkumaan tietyissä ympäristöissä tietyllä tavalla. Tämän vuoksi olisi eduksi, jos toiminnalliselta luokaltaan yhtenäiset kadut vastaisivat myös ulkoiselta olemukseltaan toisiaan. Nämä asiat tulisi ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa ja suunnitella nopeusrajoitus sekä ympäristö sellaiseksi, että se ohjaa ja kannustaa kuljettajaa oikeanlaiseen ajotapaan. Näin välttyttäisiin myös myöhemmin aiheutuvilta kustannuksilta, jotka johtuvat liikenneympäristön turvallisuuden puutteesta ja sen parantamisen aiheuttamista toimenpidekustannuksista.

### 3 VAIHTUVAT LIIKENTEENOHJAUSJÄRJESTELMÄT

Suomessa vaihtuvia opasteita käytetään pääasiassa vain korkean palvelutason käytävillä. Muulla tieverkolla vaihtuvaa ohjausta toteutetaan vain erityisissä ongelmakohteissa, joissa sen todetaan olevan yhteyskuntataloudellisesti kannattavaa. Järjestelmien vaikutukset koetaan hyväksi, mutta ne ovat kalliita investointeja, ja siksi niitä on kannattavaa toteuttaa vain vilkkaimmille väylille. Vaihtuvien ohjausjärjestelmien suunnittelun pohjaksi on laadittu toimintalinjoja sekä ohjeita. Ohjeet on suunniteltu koskemaan maanteitä, mutta niitä voi soveltaa myös katualueille.

Suomessa vaihtuvia opasteita on käytetty 1980-luvulta lähtien, ja ensimmäinen laajamittainen järjestelmä on toteutettu vuonna 1994. Tämän jälkeen merkkien tehokkuutta on kokeiltu eri kohteissa ja niiden ohjausperiaatteita on kehitetty. Vaihtuvat opasteet termi kattaa kaikki vaihtuvat liikennemerkkit (varoituserkit, nopeusrajoitusmerkit, lisäkilvet jne.). Vaihtuva liikenteen ohjaus on osa liikenteen hallintaa ja sen avulla pyritään parantamaan esimerkiksi tieverkon toimivuutta ja turvallisuutta. (Tiehallinto 2009, 9.)

Vaihtuvien opasteiden sijoittamisessa noudatetaan lähtökohtaisesti ”Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä” – ohjetta (Tiehallinto 2003). Suomessa ei ole määritelty mitä merkkejä saa käyttää vaihtuvina, mutta niitä tulee kuitenkin käyttää aina tarkoituksenmukaisina. Annettavan viestin pitää perustua ajantasaiseen tietoon vallitsevasta tilanteesta. (Tiehallinto 2009, 12.)

#### 3.1 Vaihtuvat opasteet

Vaihtuvissa opasteissa käytettävät merkit voidaan jakaa kahteen tyyppiin: kuituoptisiin tai LED-merkkeihin ja sähkömekaanisiin muuttuviin liikennemerkkeihin (kuva 6). Tienkäyttäjille näkyvien opasteiden lisäksi vaihtuva ohjausjärjestelmä käsittää ohjausohjelmiston hallintalaitteineen, tietoliikenne – ja sähkönsyöttöjärjestelmän laitteineen sekä mahdollisen liikenteen ja kelin seurantajärjestelmän. (Rämä, Schirokoff & Rajamäki 2003, 11-12.)

Järjestelmiä voi ohjata monella tapaa, perustuen esimerkiksi kelitietoon tai liikennetilanteeseen. Nopeusrajoituksen laskemisen syynä voi olla esimerkiksi runsas lumisade tai ruuhkautunut väylä. Ohjausjärjestelmän toiminnan vastuu on tienpitäjällä ja sen käyttäjä on liikennekeskus. Järjestelmän ohjaustapoja ovat automaattiohjaus, edottava automaattiohjaus sekä käsiohjaus. Nykyisin suurin osa järjestelmistä toimii automaattisesti suosituslaskentaan perustuen. Suosituslaskenta tarkoittaa, että järjestelmä määrittää automaattisesti tiesäätiedoista keliluokan ja tämän jälkeen joko au-

tomaattisesti asettaa käytettävän nopeusrajoituksen, tai ehdottaa liikennekeskuksen päivystäjälle ohjausperiaatteen mukaista nopeusrajoitusta. (Tiehallinto 2009, 55-57.)

Nopeusrajoituksen rinnalla muuttuvissa opasteissa voidaan näyttää myös varoitusmerkkejä. Vaihtuvan varoitusmerkin käyttö liittyy yleensä tilanteeseen, jossa myös nopeusrajoitusta alennetaan. Suomessa periaatteena on, ettei pysyvästä vaarasta varoiteta vaihtuvalla varoitusmerkillä. (Rämä ym. 2003.)



Kuva 6. Muuttuvissa nopeusrajoituksissa käytettävät merkkityypit: kuituoptinen tai LED-vasemmalla ja sähkömekaaninen merkki oikealla (Rämä ym. 2003, 12.)

## 3.2 Vaihtuvan ohjauksen toimintalinjoja

Liikennevirasto vastaa valtion liikenneverkosta. Yhdessä muiden toimijoiden kanssa se ylläpitää ja kehittää liikennejärjestelmää. Järjestelmän ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi luodaan toimintalinjoja, joiden tarkoitus on yhtenäistää toimintaa valtakunnallisesti. Tavoitteena on helpottaa tienkäyttäjän liikkumista ja auttaa ymmärtämään järjestelmien antamaa ohjausta, jolloin myös niiden vaikuttavuus paranee. Seuraavaksi on esitelty otteita kahdesta Liikenneviraston julkaisusta, jotka liittyvät tieliikenteen vaihtuvaan ohjausjärjestelmään maanteilla.

### 3.2.1 Vaihtuvan ohjauksen palvelutasot

”Tieliikenteen vaihtuvan ohjauksen palvelutasot” (Liikennevirasto 2013) määrittelee tieliikenteen vaihtuvan ohjauksen valtakunnalliset palvelutasotavoitteet. Palvelutasot antavat yleiset palvelutason kriteerit sekä tavoitetason, jotka voidaan ottaa käyttöön välittömästi. Tieverkko on siinä jaettu kolmeen toimintaympäristöön, jotka ovat korkean palvelutason käytävät, ruuhkautuvat ja turvallisuuskriittiset osuudet kaupunkiympäristössä sekä muu tieverkko. Kullakin toimintaympäristöllä on yhtäläinen palvelutasotavoite.

Palvelutasotekijöitä on koottu kuvaan 7 jaoteltuna sen mukaan, kohdistuuko vaatimus tienkäyttäjän saamaan tietoon tai palvelun tuottamista-

paan. Palvelutasotekijöille on ohjeessa annettu erilliset palvelutasotavoitteet. Vaihtuvan ohjauksen palvelutason tavoitteenasettelu ja vaikutusarviot tulisi tehdä riittävän laajasti jo liikennejärjestelmä – ja esisuunnittelu- vaiheissa ennen hankesuunnittelun aloittamista. Tavoitteet tulisi ottaa myös huomioon olemassa olevan tien parantamishankkeiden suunnittelussa. (Liikennevirasto 2013, 6-7.)

Palvelutasotekijä	Tienkäyttäjän saama tieto	Palvelun tuottaminen
<b>Yleiset</b>		
Ohjausperiaatteet		x
Ohjaus olosuhteiden mukaan		x
Ohjausinformaation käyttö		x
Järjestelmien käyttö		x
Järjestelmien automatisointi		x
Ohjauksen toimivuuden osoittaminen ja seuranta	x	
Matka-aikatiedon käyttö	x	
Muun informaation käyttö	x	
Yksittäisen opasteen/opasteparin tai seuranta-aseman luotettavuus		x
Koko järjestelmän luotettavuus		x
Hyväksyntä (liikennepäivystäjät)		x
Hyväksyntä (tienkäyttäjät)	x	
<b>Palvelut- ja toimintaympäristökohtaiset</b>		
Kattavuus		x
Liikennetieto-ohjauksen peruste		x
Kelitieto-ohjauksen peruste		x
Kameraohjauksen peruste		x
Ennustetiedon käyttö		x
Opastetiheys	x	
Ohjausinformaatio yhdessä vaihtuvien nopeusrajoitusten kanssa	x	
Tietoliikenne liikennekeskukseen		x

Kuva 7. Tieliikenteen vaihtuvan ohjauksen palvelutasotekijät (Liikennevirasto 2013, 13)

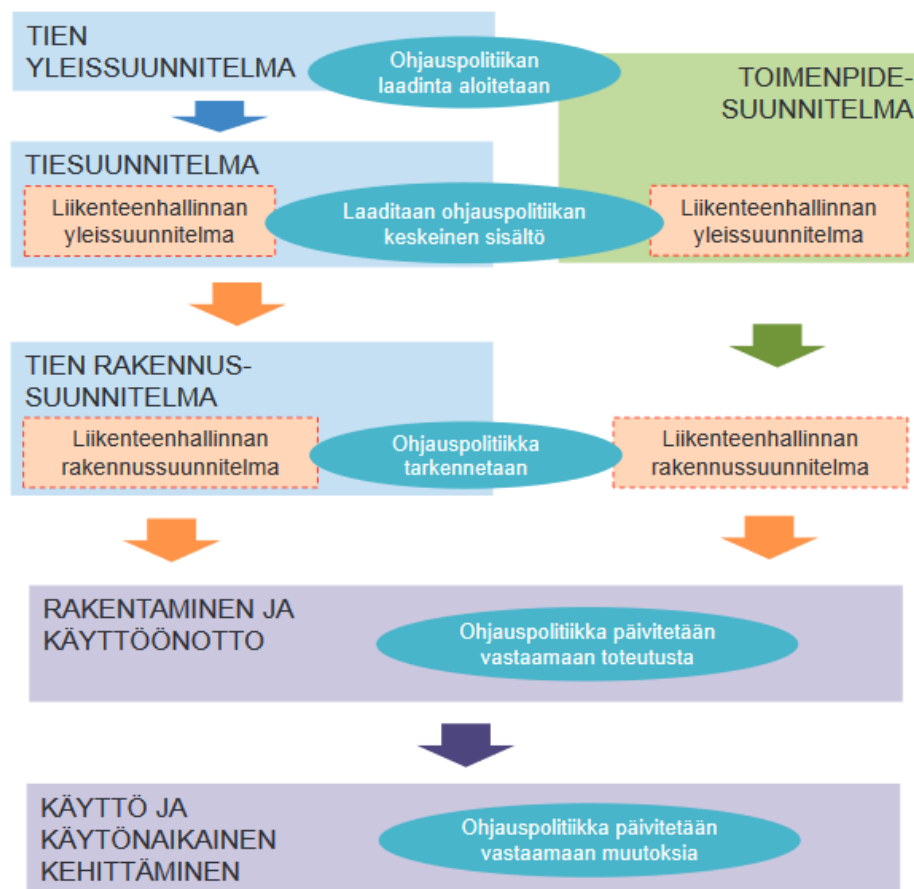
### 3.2.2 Ohjauspolitiikka

Vaihtuvan ohjausjärjestelmän ohjauspolitiikan laadintaan on luotu oma ohjeensa (Liikennevirasto 2014). Siinä määritellään yhtenäinen vaatimustaso sekä järjestelmien ohjausperusteiden sekä ohjausehtojen suunnittelu. Ohjauspolitiikan laadinta on vaiheistettu sekä suunnittelun, rakentamisen, käyttöönoton että käyttöaikaiseen kehittämiseen. Sillä tarkoitetaan tässä tienpitäjän laatimaa ja hyväksymää kuvausta liikenteenhallintajärjestelmän vaihtuvien opasteiden ohjaustavoista ja -ehdoista.

Ohjauspolitiikka on täydentyvä dokumentti, joka toimii ohjausparametrien ajantasaisena dokumentointina. Dokumentin tulee sisältää ohjausperusteiden määrittelyn lisäksi kuvaus esimerkiksi tavoitteista sekä vastuista. Nykytilanteen järjestelmissä on havaittu eroavaisuuksia ohjaustavoissa ja -perusteissa, ja näitä eroja on haluttu lähteä yhdenmukaistamaan. Tavoit-



tetilassa samankaltaisen järjestelmien ohjausperiaatteet olisivat mahdollisimman yhtenäiset. Alla olevassa kuvassa 8 on esitetty ohjauspolitiikan laadinta eri suunnitteluvaiheissa. (Liikennevirasto 2014, 9-10.)



Kuva 8. Ohjauspolitiikan laadinta eri suunnitteluvaiheissa (Liikennevirasto 2014, 10.)

### 3.3 Tutkimuksia

Vaihtuvien nopeusrajoitusmerkkien vaikuttavuutta on tutkittu useissa eri tutkimuksissa. Pääasiallisesti tulokset ovat positiivisia ja merkeillä koetaan olevan vaikutusta ajonopeuksiin. Vaikutuksia liikenteeseen on arvioitu nopeusmuutosten, turvallisuusmuutosten ja nopeusrajoitusten käytön perusteella. Tämä on kuitenkin haastavaa, sillä järjestelmiä on käytössä vielä suhteellisen vähän, ja niiden todellista vaikutusta liikenneturvallisuuteen on vaikea arvioida. Tehdyt tutkimukset sijoittuvat lisäksi isommille korkeamman palvelutason väylille eikä katu ympäristöön toteutetuista vaihtuvista ohjausjärjestelmistä ole vielä hyödynnettävää tutkimustietoa.

### 3.3.1 Vaikutus keskinopeuksiin

Liikenne- ja viestintäministeriön teettämässä tutkimuksessa (Schirokoff & Rämä 2005) on arvioitu sitä, millaisia vaikutuksia päätieverkoston tai sen merkittävän osan kattavilla, sään ja kelin mukaan vaihtuvilla nopeusrajoituksilla olisi liikenneturvallisuuteen. Tutkittava tieverkko jaettiin osiin, ja nämä muodostetut verkot määriteltiin liikenneturvallisuuden ja liikennemäärien perusteella.

Tuloksissa todettiin (kuva 9), että moottoritieillä keskinopeus aleni järjestelmän vaikutuksesta. Huonon kelin todetaan jo sinällään alentavat nopeuksia, mutta vaihtuvalla alennetulla rajoituksella nopeus aleni tästä vielä lisää. Yksiajorataisilla teillä keskinopeudet pääasiassa nousivat, koska alinta rajoitusta käytettiin vain pieni osa ajasta. Tieosilla oli käytössä myös vaihtuvia liukkaan ajoradan varoitusmerkkejä, joiden todettiin alentavan keskinopeutta 1-4 km/h.

Tieosa	Keliluokka	Rajoitus ennen -> jälkeen (km/h)	Keliluokan osuus (% ajasta)	Vaikutus keskinopeuteen (km/h)
Moottoritie vt7 (koko liikenne)	Kohtalainen	120 -> 100	20	-5,6
	Huono	120 -> 80	3	-8,0
Moottoriliikennetie vt7 (koko liikenne)	Normaali	100 -> 100	21	+0,2
	Hyvä	100 -> 100	74	-0,6
	Huono	100 -> 80	1	-2,2

Kuva 9. Vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikutukset kesällä (Schirokoff & Rämä 2005.)

Yhteenvedossa myönteisiin vaikutuksiin todetaankin, että oikea-aikaisuus ja merkin tarkoituksellinen muuttaminen silloin, kun onnettomuusriski on suurimmillaan, alensi keskinopeuksia. Jos kuljettaja tiedostaa miten merkkiä ohjataan (sää- ja kelitietojen perusteella) sitä noudatetaan yleensä paremmin. (Schirokoff & Rämä 2005.)

### 3.3.2 Muuttuvan nopeusrajoitusmerkin noudatettavuus

Valtatiellä 9 otettiin käyttöön muuttuvien nopeusrajoitusten järjestelmä vuonna 2000. Järjestelmä koostuu sää- ja keliolosuhteiden mukaan muutettavista nopeusrajoitusmerkeistä. Kuljettajien mielipiteitä järjestelmästä selvitettiin tienvarsihaastatteluilla kaksi kuukautta järjestelmän käyttöönoton jälkeen. (Schirokoff & Vitikka 2001, 9.)

Tuloksista selvisi, että suurin osa kuljettajista tiesi nopeusrajoitusten olevan muuttuvia ja koki näiden parantavan turvallisuutta. Kuljettajat myös kokivat, että merkeissä käytettiin olosuhteisiin sopivia nopeusrajoituksia. Merkin muistamiseen vaikutti olennaisesti se, kuinka usein kuljettaja käytti tieosaa. Alhaisempi nopeusrajoitus muistettiin paremmin, kuin korkeampi rajoitus. Kolme neljästä kuljettajista tiesi nopeusrajoituksia ohjattavan

sään ja kelin perusteella. Monet autoilijat arvelivat rajoituksia ohjattavan myös esimerkiksi liikennemäärän ja valoisuuden perusteella. (Schirokoff & Vitikka 2001, 15-19.)

32% vastaajista koki muuttuvien nopeusrajoitusten vastaavan kiinteitä rajoituksia paremmin todellista ajotilannetta. Yli puolet kuljettajista sanoivat, että muuttuvilla rajoituksilla ei ole huonoja puolia. Opasteet koettiin myös hyödyllisiksi. Ainoastaan 2% kuljettajista piti niitä melko tai täysin tarpeettomina. (Schirokoff & Vitikka 2001, 21-22.)

Nykyisin muuttuvat nopeusrajoitukset ovat autoilijoille tutumpia ja moni tietää mihin merkkien ohjaus perustuu. 2000-luvun alun tutkimus vahvisti kuitenkin sitä, että merkkien käytöllä voidaan vaikuttaa ajonopeuksiin, mikäli niiden tuottama tieto on ajankohtaista ja vastaa hyvin liikennetilannetta. Tämä myös asetti todella tarpeen sille, että ohjauspolitiikan tulisi olla yhdenmukaista. Mitä yhtenäisempi merkkien taustalla oleva ohjaus on, sitä suurempi vaikutus niillä voidaan saavuttaa.

### 3.4 Kustannukset ja kustannustehokkuus

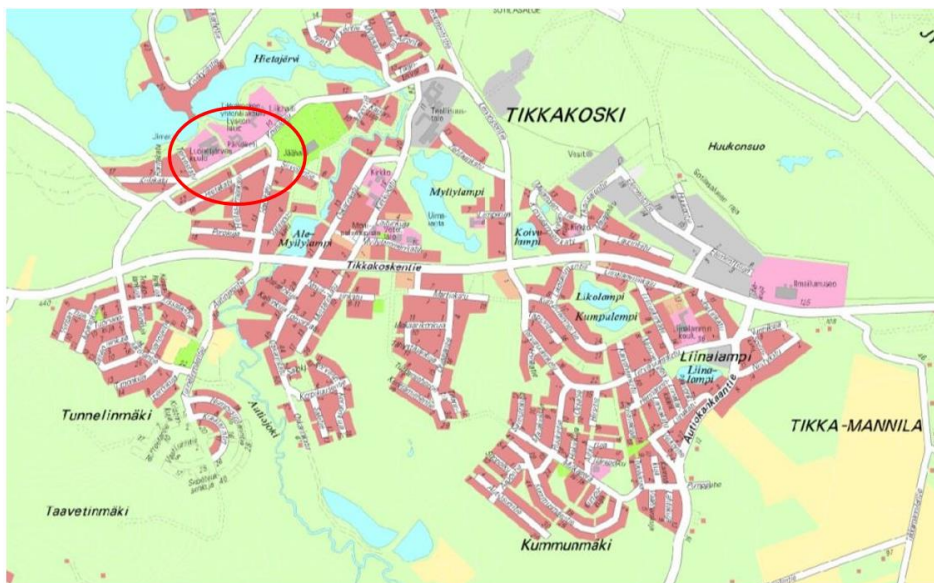
Vaihtuvan ohjausjärjestelmän kustannukset vaihtelevat kohteesta riippuen. Kustannuksiin vaikuttavat muun muassa se rakennetaanko järjestelmä tien rakentamisen yhteydessä vai olemassa olevalle tielle, onko kohde erityiskohde vai avointa tiejaksoa sekä se, millainen on tiejakson poikkileikkaus ja liittymäväli. Suunnittelu vie suurimman osan kustannuksista, sillä siihen sisältyy muun muassa myös sovellusohjelmointia, käyttöliittymien tekoa sekä käyttäjien koulutusta. Lisäksi kustannuksia kertyy rakentamisesta ja ylläpidosta sekä tietoliikenne- ja sähkökaapeloinnista. (Tiehallinto 2009, 11.)

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisussa (Schirokoff & Rämä 2005) on arvioitu vaihtuvan ohjausjärjestelmän rakentamis- sekä ylläpitokustannuksia. Kustannukset on arvioitu vuoden 2014 hintatasolla ja ne ilmenevät kuvasta 10. Järjestelmien rakentaminen on kallis investointi, jonka vuoksi niiden toteuttaminen on kannattavaa kohdistaa vilkkaille väylille, joissa hyödytkin ovat suuremmat. Palvelutasotavoitteiden käyttöönotto lisää usein kustannuksia.

Tietyyppi	Rakentaminen (€/km)	Ylläpito sisältäen korvausinvestoinnit (€/km/vuosi)	Osuus rakentamiskustannuksista (%)		
			Opasteet	Kaapelointi	Seuranta-järjestelmä (LAM ja kamerat)
Moottori- ja kaksiajorataiset tiet	80 000	3 500	31	60	9
Yksiajorataiset tiet	36 000	1 000	44	50	6

Kuva 10. Keskimääräiset toteuttamiskustannukset sekä 20 vuoden ylläpitokustannukset ja kustannusosuudet. (Schirokoff & Rämä 2005, 31.)

## 4 TUTKIMUSKOHTEN KUVAUS

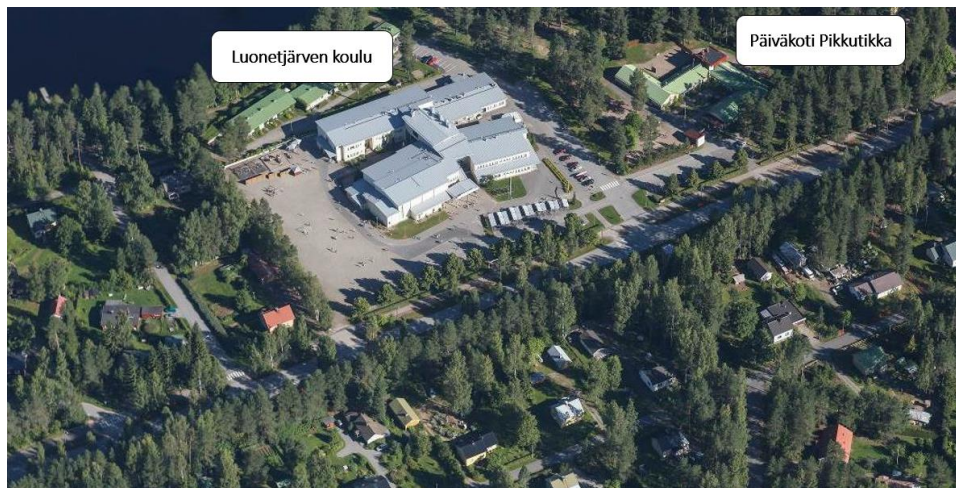


Kuva 11. Tikkakoski on noin 5000 asukkaan taajama, joka sijaitsee 22 kilometriä Jyväskylästä pohjoiseen. Kuvasta on ympyröity tutkimuskohteen sijainti. Pohjakartta: (Jyväskylän karttapalvelu)

Pilottikohteeksi valittiin Tikkakoskella Koulukadulla sijaitseva Luonetjärven koulu (kuva 11). Kohde valikoitui sen mahdollisuudesta vaihtuvien opasteiden pitkään vaikutusalueeseen. Alueella ei ole risteäviä katuja, jolloin koikeilu pystyttiin toteuttamaan kahdella vaihtuvalla opasteella. Merkkien vaikutusalueen pituus on noin 260m ja sen sisälle jäävät Luonetjärven koulu sekä päiväkotikoti Pikkutikka. Katualue on saneerattu 2017 ja sen poikki kulkee vilkas kevyen liikenteen väylä.

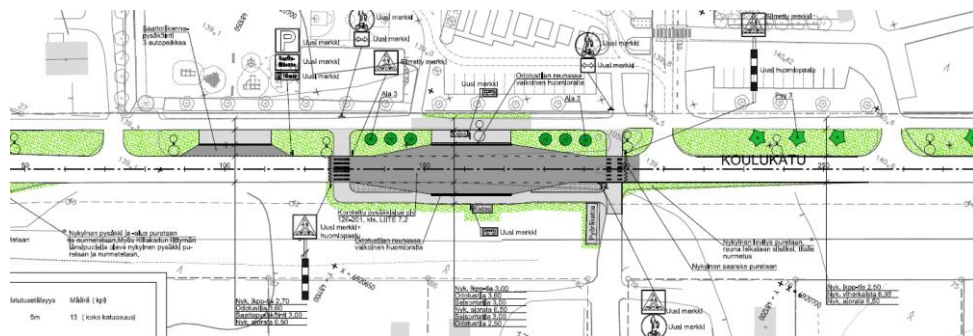
Koulukatu sijaitsee taajamassa ja sen keskivuorokausiliikennemääräksi on Jyväskylän kaupunki aiemmin arvioinut 1477 ajon./vrk, nykyinen liikennemäärä laskentojen perusteella on noin 1300 ajon./vrk. Tarkemmat laskinten tuottamat KVL-tiedot löytyvät tuloksista. Vilkkainta liikenne on kouluaikoina aamuhuipputunteina kello 7.00-9.00 ja iltahuipputunteina klo 15.00-17.00. Esiopetuksessa on toimintaa kello 9.00-15.00 ja varhaiskasvatuksen puolella 6.30-17.00. Läheinen Tikkakoskentie on Tikkakosken vilkkain väylä, jonka keskivuorokausiliikennemääräksi Liikenneviraston aineistossa näytetään 5123 (Liikennevirasto).

Koulu sijaitsee Tikkakosken varuskunnan lähellä ja alueen läpi kulkee jonkin verran raskasta liikennettä. Lisäksi Koulukadulla liikennöi Jyväskylän paikallisliikenteen linja-autoja.



Kuva 12. Ilmakuva Luonetjärven koulusta sekä päiväkoti Pikkutikasta. Pohjakartta: (Jyväskylän karttapalvelu)

Koulukadulla on jo aiemmin tehty parannustoimenpiteitä liikenneturvallisuuden ylläpitämiseksi. Kesällä 2013 ELY-keskus on muuttanut Koulukadun nopeusrajoituksen 50 km/h:sta 40 km/h:iin. Koulukatu on siirtynyt 2016 ELY:ltä Jyväskylän kaupungille ja alueelle on laadittu yleissuunnitelma, jonka mukaisesti Koulukadulle on tehty liikenneturvallisuutta parantavia toimenpiteitä suojatie- ja pysäkkijärjestelyillä (kuva 13 ja 14). Aikaisemmat pysäkit on poistettu käytöstä, ja Luonetjärven koulun eteen on rakennettu uusi korotettu pysäkkialue suojateineen. Lisäksi koulujen kohdalle on rakennettu kaksi saattoliikennettä palvelevaa pysäköintipaikkaa. Kevyen liikenteen väylä kulkee vain toisella puolella katua.



Kuva 13. Asemapiirros Koulukadulta (Jyväskylän kaupunki, 2016)





*Kuva 14. Koulukatu saneerauksen jälkeen. Luonetjärven koulu oikealla.*

Tikkakoskelle on tehty asukaskysely 2013 marras-joulukuussa (Jyväskylän kaupunki, 2014). Työ- ja koulumatkojen pääasiallinen kulkutapa on auto ja sen jälkeen pyöräily. Kyselyn tuloksista käy myös ilmi, että Koulukadun nopeusrajoitus koetaan liian korkeaksi sekä risteysalueiden näkyvyys huonoksi.

Koulukadulla on sattunut kolme poliisin kirjaamaa onnettomuutta vuosina 2013–2015 yksi henkilöauton yksittäisonnettomuus, yksi linja-auton ja henkilöauton peräänajo-onnettomuus sekä yksi suojatieonnettomuus, jossa osallisena jalankulkija ja henkilöauto.

#### 4.1 Tuleva järjestelmä

Pilotissa käytettävät vaihtuvat varoitus- ja nopeusrajoitusyhdistelmämerkit ovat osa Nodeon Finlandin Smart City- tuoteperhettä ja kantavat nimeä hajautetut opastus- ja turvallisuusratkaisut. Näiden opasteiden tarkoituksena on parantaa liikenneturvallisuutta autoilijoita informoimalla. Tienkäyttäjälle näkyvät opasteet ovat muuttuvia LED-täysmatriisiopasteita ja ne kommunikoivat langattomasti hallintajärjestelmän kanssa. Opaste voidaan jakaa useaan osaan, ja sillä on käytännössä mahdollista esittää mitä tahansa tekstejä ja kuvia. Opasteita hallitaan Nodeonin Smart City – hallintajärjestelmällä. (Majala 2018.)

Tässä pilotissa käytettävässä opasteessa on yläosassa lapsista varoittava liikennemerkki (kiinteä vastaava merkki 152), teksti ”Koulualue” ja alim-  
pana 30km/h nopeusrajoitusmerkki (kiinteä vastaava merkki 361). Opas-  
teet ovat päällä koulupäivisin kiinteällä viikkoaikataululla 7.30-15.30. Iltai-  
sin, viikonloppuisin sekä koulujen loma-aikoina merkit ovat pimeänä. Yh-  
den liikennemerkkin koko opastetaulussa on hiukan pienempi kuin vakio-  
mittaisen kiinteän vastaavan.



Kuva 15. Koulukadun vaihtuva varoitus- ja nopeusrajoitusyhdistelmämerkki kuvattuna keväällä 2018. (Majala 2018.)

Opasteita ohjataan kiinteällä viikkoaikataululla, jonka päälle pystytään oh-  
jelmoimaan poikkeusaikatauluja. Järjestelmän kautta pystytään tarkaste-  
lemaan opasteiden tilannekuvaa, hallinnoimaan niiden toimintaa sekä kat-  
somaan lokitietoja.

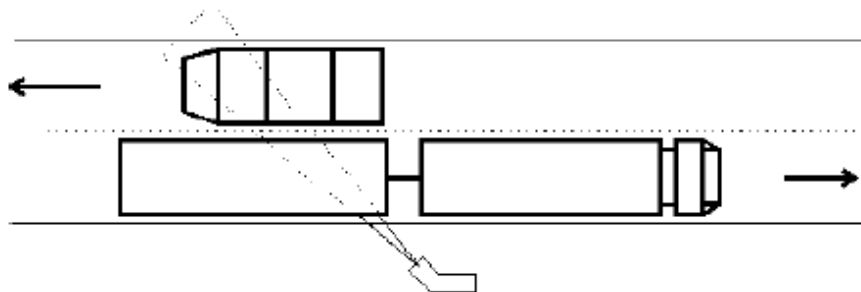
## 5 TUTKIMUSVÄLINEET

Tutkimusta varten Hämeen ammattikorkeakoululta lainattiin kaksi Viacount-liikenteenlaskinta, joilla nopeusmittaukset suoritettiin. Lisäksi käytössä oli Viacountin purkuohjelma ViaGraph.

### 5.1 Viacount

Viacount II on liikenteenlaskin, jonka ominaisuuksia on m.m. 24.165 GHz Doppler tutka integroidulla Flash RAM muistilla, RTC (Real time clock), RS232 sarjaportti sekä 12 voltin (17Ah) lyijyhyytelöakku. Laskin mittaa ajo-  
neuvojen nopeuden, suhteellisen pituusarvon sekä ajoneuvojen välisen  
ajan. Lisäksi laite kirjaa ylös mittauksen päivämäärän ja ajan. Tutkasensori  
voi laskea liikennettä yhdeltä liikenneradalta tai kumpaankin suuntaan ole-  
vaa liikennettä. (Via traffic controlling GmbH 2008, 1-2.)

Tutka-aallon eteneminen 24.165 GHz taajuudella käyttäytyy valonsäteen tavoin ja sen luoma signaali muodostaa kartiomaisen säteen liikenneväylän yli. Tutkamoduuli vaatii esteettömän näön ajoneuvoihin ja näin ollen mitattaessa samanaikaisesti kahta kaistaa, voi lähimmän kaistan ajoneuvo muodostaa tutkavarjon ja peittää kauimmaisen kaistan ajoneuvon. (Via traffic controlling GmbH 2008, 4.)



Kuva 16. Tutkavarjo (Via traffic controlling GmbH 2008, 4.)

Viacount II laskee ajoneuvoja liikennevirrassa, joten mikäli alueella, jota laite laskee, on esimerkiksi liikenneruuhkaa tai pysäytyksiä, voi tämä johdattaa virheisiin mittaustuloksissa. Oikeanlainen asennus on ratkaisevaa laskeen tarkkuuden kannalta.

Laitteen voi asentaa liikenteen tasolle tai liikennevirran yläpuolelle. Asentaessa ajoneuvojen tasolle, laitteen alapohjan tulisi olla 0,5-1 m korkeudella ajoväylästä. Tutkamoduuli asennetaan pystyyn 90 asteen kulmaan. Viacount asennetaan rinnakkain liikenneväylän mukaan ja kotelon etuosa tulisi kohdistaa tulevaa liikennettä kohden 45 asteen kulmassa. Etäisyys mitattavaan liikennekaistaan tulisi olla 0,5-3m. (Via traffic controlling GmbH 2008, 2-4.)

## 5.2 Webropol-kysely

Touko-kesäkuussa 2018 toteutettiin pilotin yhteydessä kysely Tikkakosken asukkaille sekä koulukeskuksen oppilaiden vanhemmille. Kyselyllä kartoitettiin mielipiteitä alueen liikenneturvallisuudesta sekä kokemuksia alueen uusista vaihtuvista nopeusrajoitus- ja varoitusmerkeistä.

Kyselyyn ei kuitenkaan saatu tarpeeksi vastauksia, jotta aineistoa olisi voitu hyödyntää, joten kyselyn analysoiminen on jätetty tuloksista pois.



## 6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Nopeusrajoitusten pääasiallinen tarkoitus on ohjata nopeuskäyttäytymistä ja tämän vuoksi nopeuden muutokset ovat tärkein liikennekäyttäytymiseen liittyvä järjestelmän vaikutuksia mittaava arviointiperuste. Vaihtuvien nopeusrajoitusmerkkien vaikuttavuus riippuu olennaisesti siitä, kuinka hyvin tienkäyttävät hyväksyvät nopeusrajoitukset ja noudattavat niitä. Yhdistämällä vaihtuvat varoitusmerkit nopeusrajoituksiin, voidaan perustella tienkäyttäjille valittu nopeusrajoitus. Tienkäyttäjää tulee informoida alennetun nopeusrajoituksen syystä käytettävissä olevin opastein aina kun se on mahdollista.

Tutkimus toteutettiin ennen-jälkeen nopeusmittauksilla, jonka tuloksien pohjalta arvioitiin vaihtuvien opasteiden vaikutusta ajonopeuksiin. Nopeuksia mitattiin kahdessa mittauspisteessä kahtena eri ajankohtana. Helmikuussa 2018 toteutettiin ennen-mittaus, jolloin merkkejä ei oltu vielä asennettu maastoon. Toukokuussa 2018 toteutettiin jälkeen-mittaus, jolloin merkit oli jo asennettu, ja ne olivat olleet päällä 1,5 viikkoa. Kuvassa 17 on kuvattuna mittauspiste 2 mittausviikkojen aikana.



Kuva 17. Kuvat ennen- ja jälkeen-mittausten ajalta.

Laskimet oli alun perin tarkoitus sijoittaa lähelle vaihtuvia opasteita, mutta mittausviikolla suurten lumikinosten vuoksi paikkoja jouduttiin muuttamaan. Lopulta laskimet päätettiin sijoittaa niin, että mittauspiste 1 sijaitsi 70 metriä 30km/h vaikutusalueen sisäpuolella ja mittauspiste 2 40 metriä sen ulkopuolella. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 18.



Kuva 18. Mittauspisteiden sekä vaihtuvien opasteiden sijainnit Koulukadulla

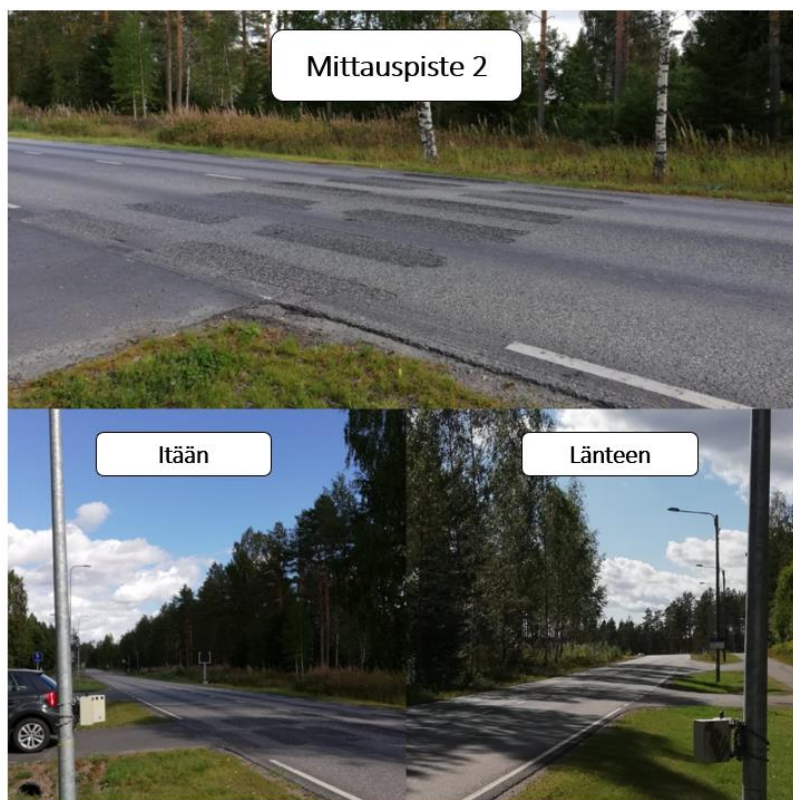
## 6.1 Laitteiston asennus

Ennen laskimien paikoilleenvientiä niiden akut ladattiin ja järjestelmän aika asetettiin oikeaksi. Laitteen mukana tullessa käyttöohjeessa on määriteltä parametrit, joita tulee käyttää, kun mittaus tapahtuu liikenteen tasolta. Lisäksi tulee määrittää mitkä suunnat mitataan, ja milloin mittaus aloitetaan.

Laskimet asennettiin liikenteen tasolle noin metrin korkeudelle ajoväylästä niin, että kevyen liikenteen väylä jäi niiden taakse eikä tutkakeila osunut tonttiliittymiin tai risteysalueisiin. Laskinten sijoittelussa huomioitiin, että risteysalueet jäisivät mahdollisimman kauas, jotta hidastavat ja kiihdyttävät autot eivät vaikuttaisi merkittävästi mittaustuloksiin. Mittauspisteen 1 laskin jouduttiin kuitenkin sijoittamaan korotetun pysäkkialueen ja saatto-liikenteelle toimivan pysäköintialueen väliin, jonka oletettiin mahdollisesti voivan vaikuttaa tuloksiin. Seuraavissa Kuva 19 ja Kuva 20 on esitetty mittauspisteittäin tutkakeilan näkymä sekä mittauspisteen näkymä idän sekä lännen suuntaan.



Kuva 19. Laskimen tutkakeilan näkymä, sekä näkymä idän ja lännen suuntaan mittauspisteessä 1.



Kuva 20. Laskimen tutkakeilan näkymä, sekä näkymä idän ja lännen suuntaan mittauspisteessä 2

Mittauspisteen 2 kohdalla on aiemmin sijainnut suojatie, joka on nykyisin poistettu käytöstä. Suojatie on toiminut reittinä vanhalle pysäkillle.



## 6.2 Aikataulu ja datan keruu

Taulukko 1. Tutkimuksen toteutuksen aikataulu

Tutkimuksen aikataulu									
Helmikuu						...	Toukokuu		
Vko	5	6	7	8	9	...	18	19	20
			Ennen -mittaus 10.2. - 16.2.2018				Opasteiden käyttöönotto		Jälkeen -mittaus 14.5. - 20.5.2018

Ennen-mittaus toteutettiin helmikuussa viikolla 7. Mittaukset oli tarkoitus ajoittaa mahdollisimman lähelle vaihtuvien opasteiden asennuspäivää, mutta valitettavasti opasteiden maahantuonti, ohjelmointi sekä testaus viivästyivät sen verran, että opasteet saatiin päälle vasta viikolla 18. Jälkeenmittaus suoritettiin, kun opasteita oli hienosäädetty ja ne olivat olleet päällä 1,5 viikkoa. Tutkimuksen aikataulu selviää tarkemmin taulukosta 1.

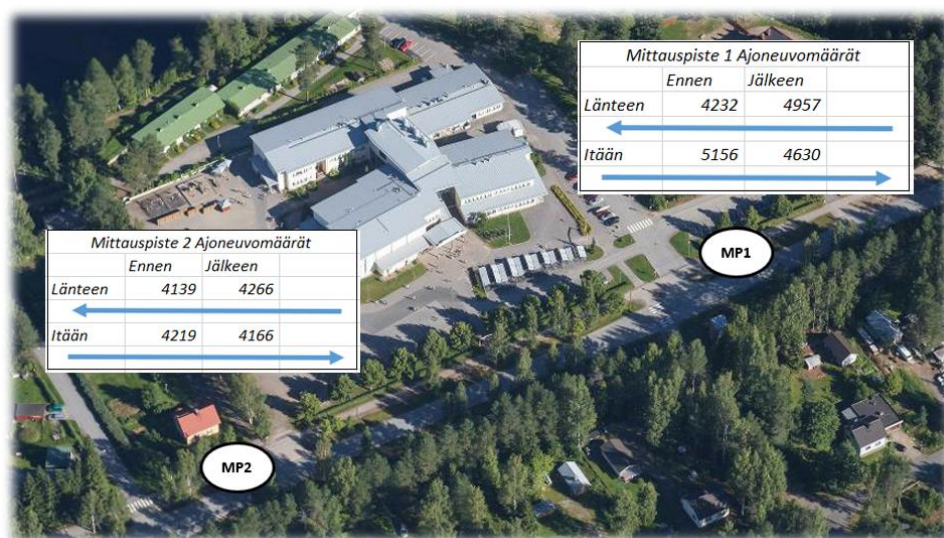
Data kerättiin talteen jokaisen mittauskerran päätteeksi. Viacount tarvitsee tiedostojen purkuun ViaGraph-ohjelmistoa, josta se luo valmiita kaavioita ja diagrammeja. Viagraphista on saatavilla myös laskimen tuottama raakadata (kuva 21).

Päivämäärä	Nopeus	Mittauksen suunta	Väliaika	Pituus (Tutka)	Pituus (cm)	Ajoneuvo
10.2.2018 0.35.56	44	Saapuva	0	980	1003	Rekka
10.2.2018 1.02.18	48	Poistuva	0	555	468	Henkilöauto
10.2.2018 1.17.35	42	Poistuva	0	528	445	Henkilöauto
10.2.2018 1.23.28	37	Saapuva	0	417	427	Henkilöauto
10.2.2018 1.43.33	33	Saapuva	0	481	492	Pakettiauto
10.2.2018 2.16.52	46	Poistuva	0	543	458	Henkilöauto
10.2.2018 2.19.55	36	Poistuva	185,32	535	451	Henkilöauto

Kuva 21. Ote Viagraphin näyttämästä laskimen raakadatasta

## 7 TULOKSET

Mittauksissa on huomioitu liikenne molempiin suuntiin. Viagraph nimeää suunnat saapuva ja poistuva sen mukaan mistä suunnasta ajoneuvo saapuu laitteen tutkakeilaan. Tulosten selkeyttämiseksi, on ajoneuvojen suunnista käytetty termejä itään ja länteen. Mittauspisteitä lyhentäessä käytetään termejä MP1 ja MP2. Tulokset on jaettu kahteen osaan, itään päin ajaviin, sekä länteen päin ajaviin, jotta ajoneuvojen nopeuden muutosta koulualueen ohi voidaan tarkastella paremmin. Lopuksi on koottu molempien mittauspisteiden tulokset yhteen taulukkoon.



Kuva 22. Mittauspisteiden ajoneuvomäärät suunnittain. Pohjakartta: (Jyväskylän karttapalvelu)

Laskimet rekisteröivät viikon ajalta ennen -mittauksissa yhteensä 17 746 ajoneuvoa, ja jälkeen -mittauksissa 18 019 ajoneuvoa. Yllä olevasta kKuva 22 selviää tarkemmin mittauspisteiden väliset erot liikennemäärissä suunnittain ja mittauspisteittäin.

Ajoneuvomäärissä on jonkun verran eroja laskinten välillä, jonka aluksi arveltiin johtuvan saattoliikenteestä. Tuloksia tarkastellessa huomattiin, että erot sijoittuivat pääosin ruuhkahuippuihin, jolloin ajoneuvoja on voinut myös jäädä tutkavarjoon. Erot olivat paikoitellen kuitenkin niin suuria, että tarkemmassa tarkastelussa huomattiin, että jälkeen-mittauksen aikaan mittauspiste 2 laskin ei ole iltahuipputuntien aikaan useampana päivänä rekisteröinyt ainuttakaan ajoneuvoa. Jälkeenpäin selvisi, että mittauspiste 2 kohdalla on tehty suojatietöitä, jolloin laskimen tutka on ollut peitossa useita tunteja, eikä laskin ole rekisteröinyt ainuttakaan ajoneuvoa. Rekisteröintejä puuttui kuitenkin useammalta päivältä eikä syytä tähän loppulta löytynyt.

Taulukko 2. ViaGraph:n ilmoittamia tuloksia mittausviikolta

Mittauspiste 1			
	Ennen	Jälkeen	Muutos
KVL	1341	1367	26
Keskinopeus	39	40	1
Keskihajonta	8,66	8,09	-0,57
V85	48	48	0
Mittauspiste 2			
	Ennen	Jälkeen	Muutos
KVL	1194	1204	10
Keskinopeus	38	39	1
Keskihajonta	6,76	8,1	1,34
V85	44	47	3

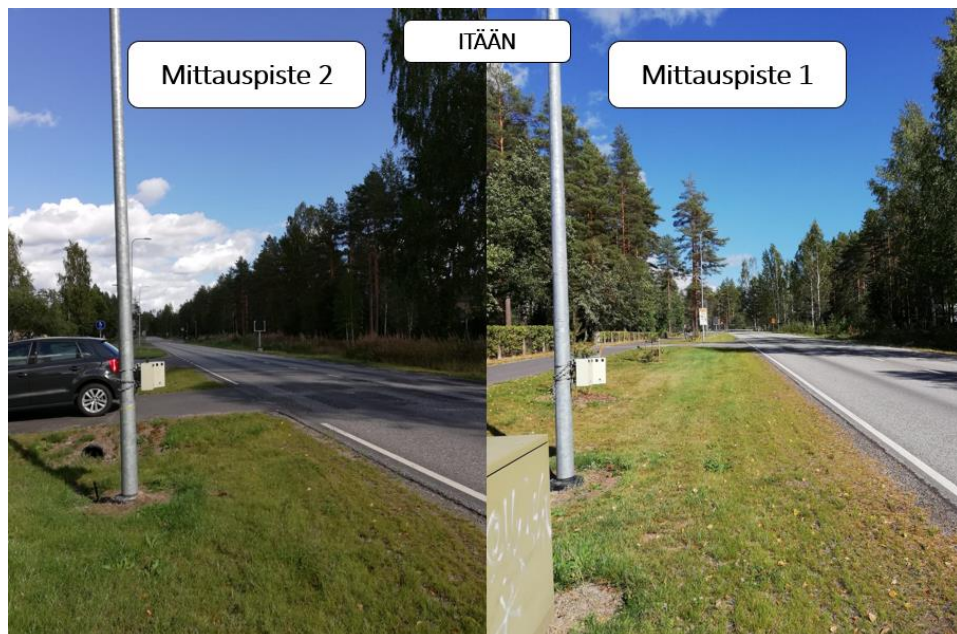
Taulukossa 2 on näkyvissä ViaGraph:n tuottamia tuloksia mittausviikoilta. ViaGraph luo automaattisesti kaavioita ja laskee esimerkiksi keskivuorokausiliikennemäärän sekä V85 -nopeuden. Tulokset on luotu koko mittausviikon pohjalta ja niihin on laskettu molemmat mittaus suunnat. Tuloksista voi havaita, että mittauspisteessä 1 KVL on hiukan korkeampi kuin mittauspisteessä 2. Ennen- ja jälkeen-mittausten välillä mittauspisteittäin ei puolestaan ole suurta eroa. Mittauspisteen 1 ohi arvellaan kulkeneen kuitenkin jonkun verran enemmän saattoliikennettä, joka nostaa liikennemääriä. Todellinen KVL on luultavasti jotakin mittauspisteiden antamien tulosten välillä. Yllättävää kyllä, vaikka mittauspiste 1 on sijainnut alemman nopeusrajoituksen vaikutusalueen sisällä, ovat sen rekisteröimät keskinopeudet suurempia kuin mittauspisteessä 2, jonka kohdalla nopeusrajoitus on ollut koko tutkimuksen ajan 40 km/h.

## 7.1 Itään

Seuraavaksi on esitetty tulokset idän suuntaan (kuva 23 ja 24). Tulokset on esitetty ajosuunnan mukaan, ensin mittauspiste 2, ja sen jälkeen mittauspiste 1.



Kuva 23. Mittauspisteen 1 ja 2 sekä vaihtuvien opasteiden sijainti. Tuloksissa on käsitelty liikenne idän suuntaan. Pohjakartta: (Jyväskylän karttapalvelu)



Kuva 24. Näkymät mittauspisteitä 1 ja 2 idän suuntaan.

Mittauspiste 2 sijaitsee vaihtuvien opasteiden vaikutusalueen ulkopuolella, ja mittauspiste 1 sen sisäpuolella. Itään päin ajavat ovat mittauspisteen 2 kohdalla siis juuri saapumassa vaikutusalueelle ja näkevät jo vaihtuvan opasteen. Mittauspisteen 1 kohdalla ajoneuvot ovat juuri ohittaneet Luonetjärven koulun sekä korotetun pysäkkialueen suojateineen, mutta ovat kuitenkin vielä vaihtuvien opasteiden vaikutusalueen sisällä. Mittauspisteen 1 jälkeen on vielä liittymä vasemmalle parkkipaikalle, jota myös saattoliikenne käyttää.

Ennen-mittausten aikaan nopeusrajoitus on ollut koko mittausviikon 40 km/h. Mittauspiste 1 sijaitsee nopeusnäyttötaulujen vaikutusalueen sisäpuolella ja jälkeen-mittausten aikaan osan ajasta on ollut voimassa nopeusrajoitus 30 km/h. 30 km/h nopeusrajoitus on ollut voimassa arkipäivinä klo 7.30-15.30. Muina aikoina sekä viikonloppuna nopeusrajoitus on ollut 40 km/h.

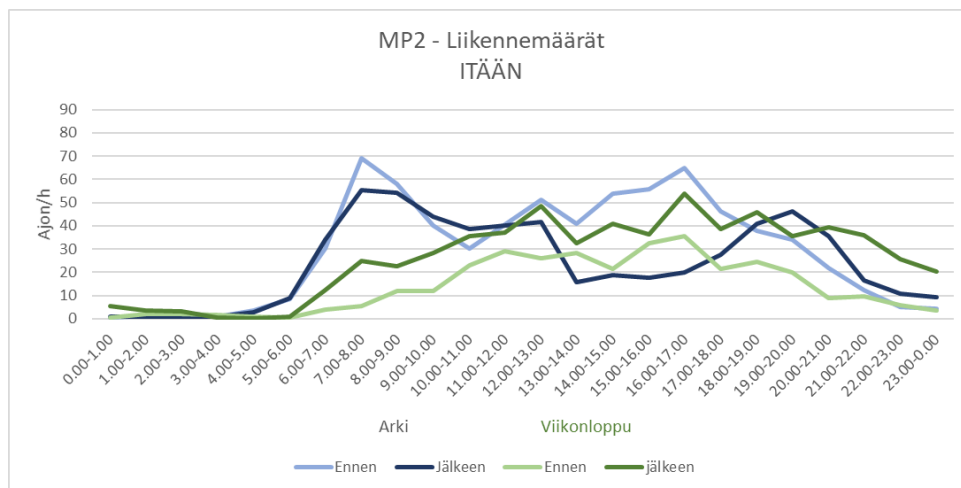
Ellei toisin ole mainittu, on arkiviikon tuloksia laskettaessa käytetty tiistain, keskiviikon sekä torstain keskiarvoa. Viikonlopun tulokset on koottu lauantain ja sunnuntain keskiarvosta. Koulukadulla liikenne on todella vähäistä klo 23.00-6.00, ja tämä aiheuttaa esimerkiksi tuntikohtaisiin keskinopeuksiin suuriakin piikkejä, joten ajankohta on jätetty usein kaavioiden ulkopuolelle.

#### 7.1.1 Liikennemäärät

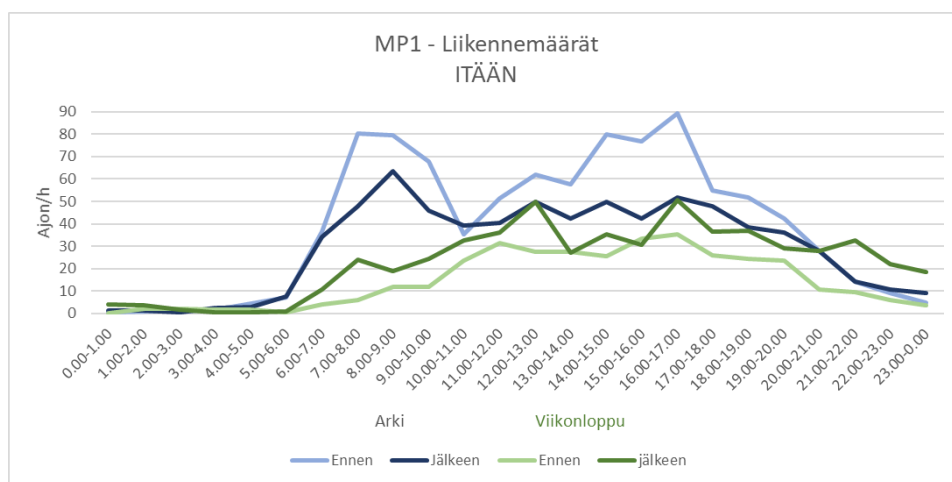
Mittauspisteen 2 liikennemäärissä on havaittavissa luonnotonta laskua klo 13-18 ja tältä osin liikennemäärätietoja ei ole huomioitu. Mahdollisesta syystä on lisätietoa virhelähteet –kappaleessa.

Tuloksista on havaittavissa, että liikennemäärissä mittauspisteiden välillä on jonkun verran vaihtelua. Erityisesti ennen-mittausten aikaan laskin mittauspisteessä 2 on rekisteröinyt vähemmän ajoneuvoja kuin mittauspiste 1. Tämä voi johtua mittauspisteen 1 kohdalla olevasta pysäköintialueesta, joka on myös saattoliikenteen suosiossa. Saattoliikenne voi aiheuttaa sen, että vain mittauspiste 1 rekisteröi ajoneuvon, tai mittauspiste 1 rekisteröi saman ajoneuvon kaksi kertaa.





Kuva 25. Mittauspiste 2 vuorokauden liikennemäärät idän suuntaan.



Kuva 26. Mittauspiste 1 vuorokauden liikennemäärät idän suuntaan.

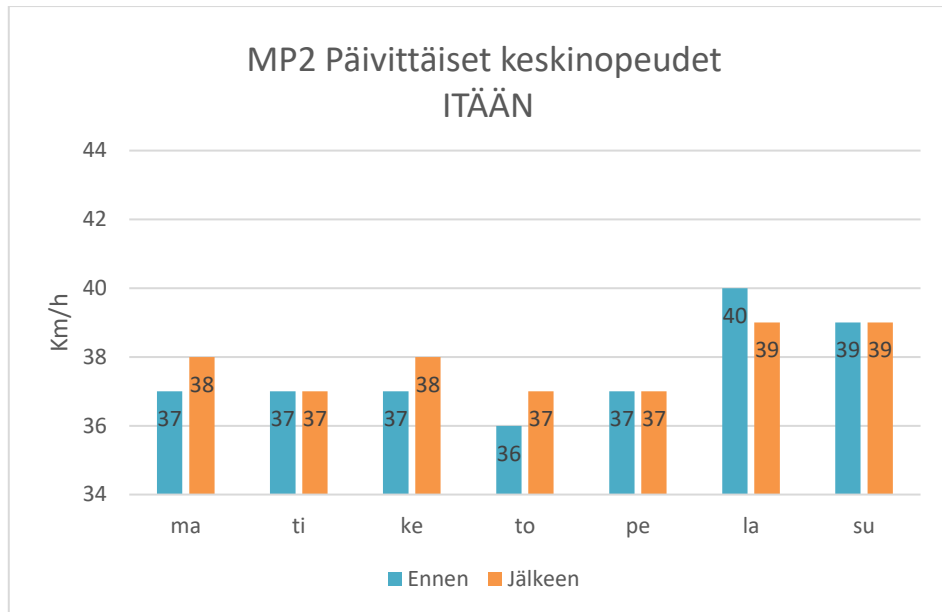
Aamun sekä iltapäivän liikennemäärissä on havaittavissa selkeää laskua. Vuorokauden liikennemäärät ovat kuitenkin arkisin pysyneet suurimmillaan aamulla klo 7-9. Erityistä laskua on havaittavissa mittauspiste 1 kohdalla klo 15-18 välillä.

Kun tiet ovat sulaneet, on odotettavissa pyöräilyn sekä kävelyn lisääntymistä sekä saattoliikenteen vähenemistä. Nämä voivat olla osasyynä selittämässä liikennemäärien laskua.

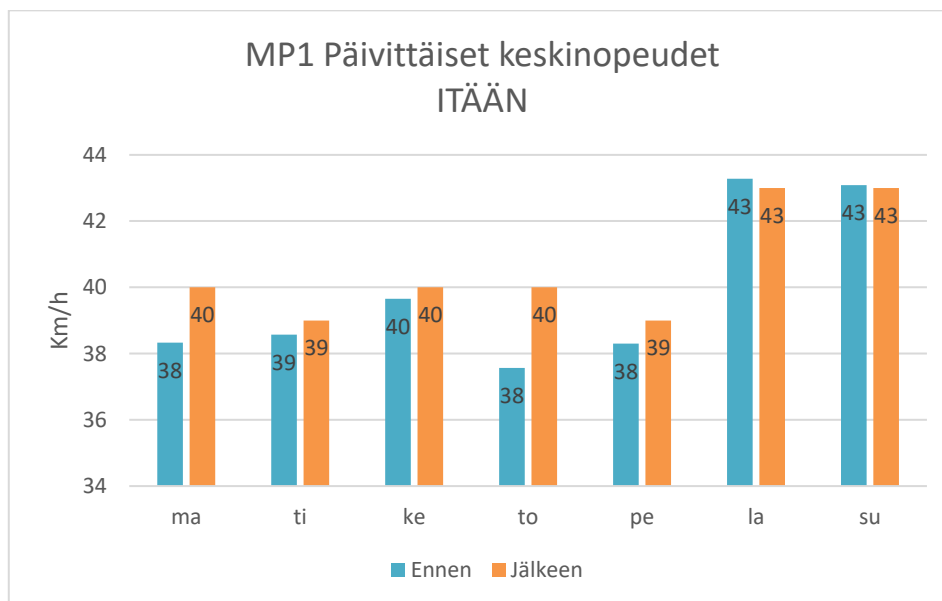
### 7.1.2 Päivittäisen keskinopeuden muutos

Nopeuksien tarkastelussa tulee huomioida, että mittauspiste 1 sijaitsee vaihtuvien opasteiden vaikutusalueen sisäpuolella, ja osan päivästä voimassa on ollut alempi nopeusrajoitus 30 km/h, jolla tavoiteltiin myös keskinopeuksien laskua.

Tuloksista käy ilmi, että molemmissa mittauspisteissä päivittäiset keskinopeudet ovat nousseet arkiviikolla ja viikonloppuisin pysyneet lähes samoina. Vaikka mittauspiste 1 on sijainnut alemman nopeusrajoituksen alueella, näyttää siltä, että sen päivittäisen keskinopeudet ovat 1-3 km/h korkeampia kuin mittauspisteessä 2.



Kuva 27. Mittauspiste 2 päivittäiset keskinopeudet viikon ajalta idän suuntaan



Kuva 28. Mittauspiste 1 päivittäiset keskinopeudet viikon ajalta idän suuntaan

Mittauspisteessä 2 keskinopeuksien vaihtelu on ennen-mittausten aikaan ollut arkena välillä 36-37 km/h, kun taas jälkeen-mittausten aikaan 37-38 km/h. Keskinopeudet ovat nousseet maanantaina, keskiviikkona sekä torstaina. Nopeudet ovat alle nopeusrajoituksen. Viikonlopun ajalta keskinopeudet ovat lauantaina laskeneet ja sunnuntaina pysyneet samana.

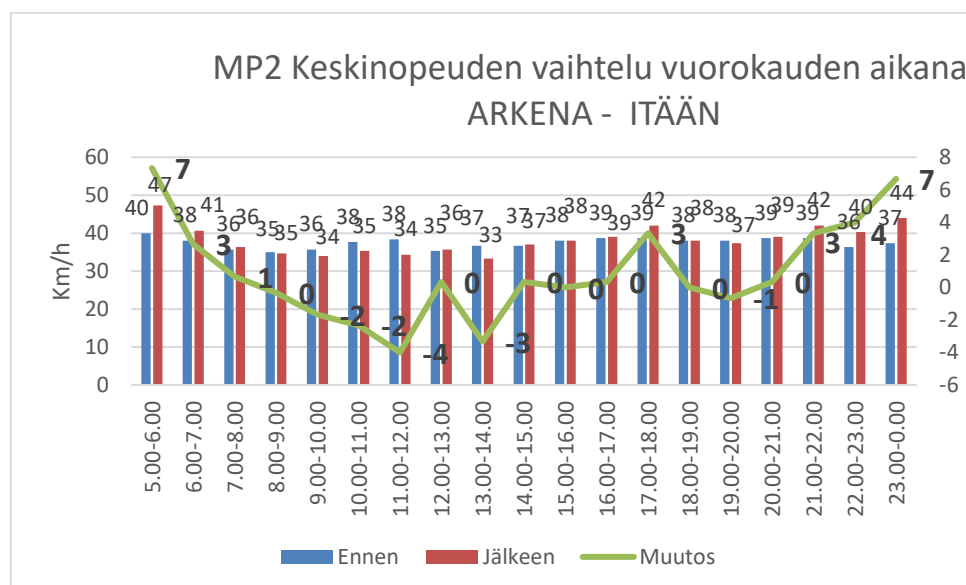
Mittauspisteessä 1 keskinopeuksien vaihtelu on ennen-mittausten aikaan ollut arkena 38-40 km/h, kun taas jälkeen-mittausten aikaan 39-40 km/h. Keskinopeudet ovat nousseet maanantaina, torstaina sekä perjantaina. Viikonlopun ajalta keskinopeudet ovat pysyneet samana.

Tulosten perusteella näyttää siltä, että mittauspisteen 2 kohdalla ajoneuvot ovat alkaneet jo selkeästi hidastaa koulualueelle saavuttaessa ja vaihtuvan opasteen nähdessään. Mittauspistettä 1 ennen sijaitsee korotettu pysäkkialue, johon autoilijan täytyy hidastaa. Keskinopeudet ovat kuitenkin kasvaneet, ja ne ovat suuremmat kuin mittauspisteessä 2, joten on mahdollista, että heti koulun ohituksen jälkeen ajoneuvot ovat alkaneet jo kiihdyttää.

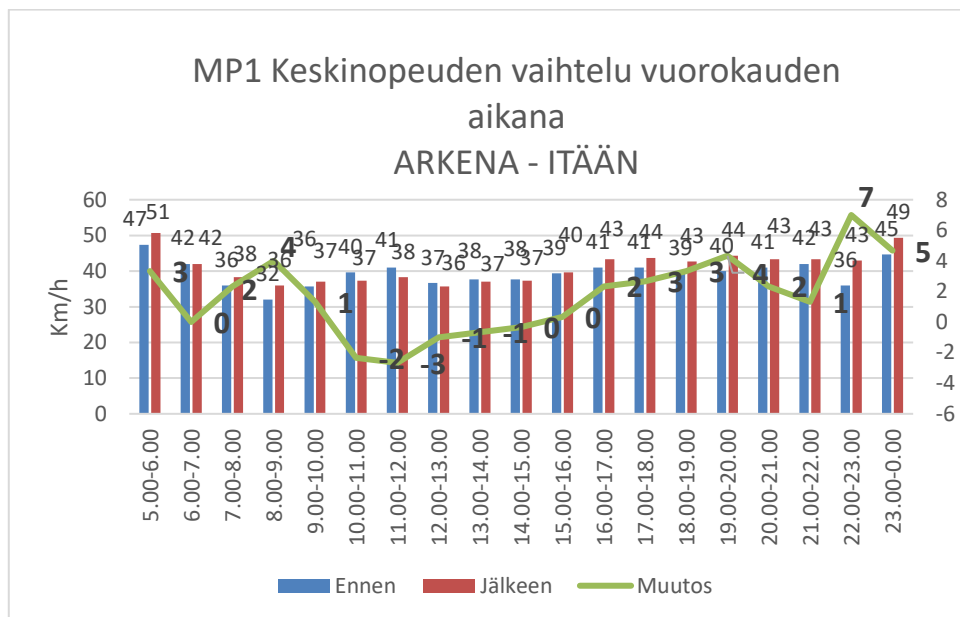
### 7.1.3 Tuntikohtaisen keskinopeuden muutos (arkena)

Alempaa nopeusrajoitusta on näytetty arkipäivisin klo 7.30-15.30, ja keskinopeuden laskun oletetaan ajoittuvan tälle ajalle. Vaikka päiväkohtaiset keskinopeudet olivat pääasiassa nousseet, on tuntikohtaisissa keskinopeuksissa kuitenkin havaittavissa myös laskua. Molemmissa mittauspisteissä on havaittavissa, että vaihtuvien opasteiden ollessa päällä, ovat keskinopeudet laskeneet. Muina aikoina keskinopeudet ovat pääosin nousseet.

Tuntikohtaisissa keskinopeuksissa ilmenee sama asia kuin jo päiväkohtaisissa havaittiin. Keskinopeudet ovat laskeneet enemmän mittauspisteessä 2 kuin mittauspisteessä 1. Mittauspisteen 2 tuntikohtaiset keskinopeudet ovat myös lähes koko vuorokauden ajan pysyneet alhaisempina kuin mittauspisteessä 1.



Kuva 29. Mittauspisteen 2 keskinopeuden vaihtelu vuorokauden aikana arkiviikolla



Kuva 30. Mittauspisteessä 1 keskinopeuden vaihtelu vuorokauden aikana arkiviikolla

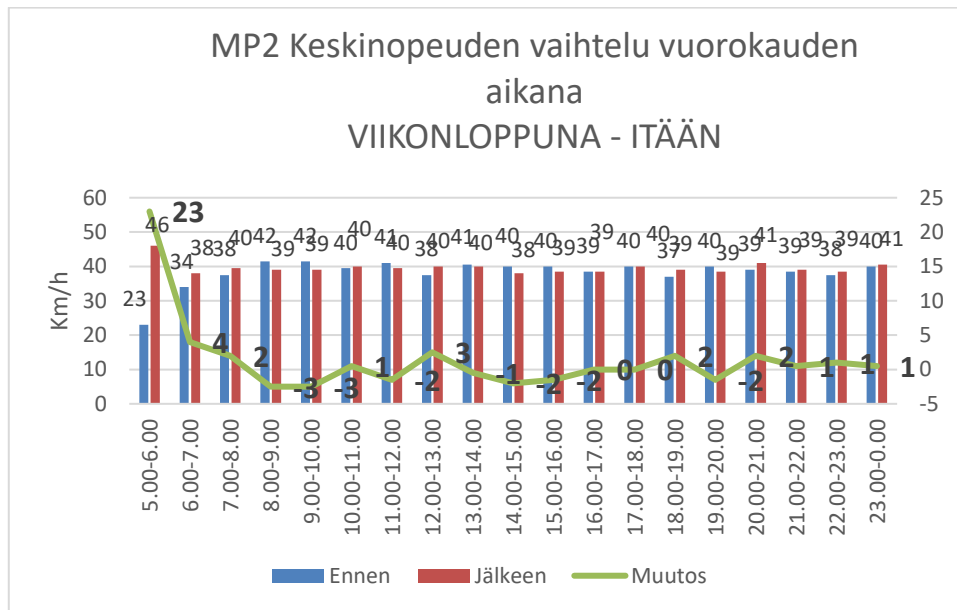
Mittauspisteessä 2 keskinopeudet alkavat laskea klo 9.00 alkaen ja laskua kestää klo 14.00 asti. Keskinopeus on tänä aikana laskenut vaihdellen 2-4 km/h. Muina vuorokaudenaikoina keskinopeudet näyttävät pysyneen samana tai nousseen 3-4 km/h.

Mittauspisteessä 1 keskinopeudet ovat laskeneet klo 10.00 -15.00. Muina aikoina keskinopeudet ovat pääsääntöisesti nousseet. Mittauspisteessä 2 tuloksiin voi vaikuttaa mittaushäiriö laskimessa 2.

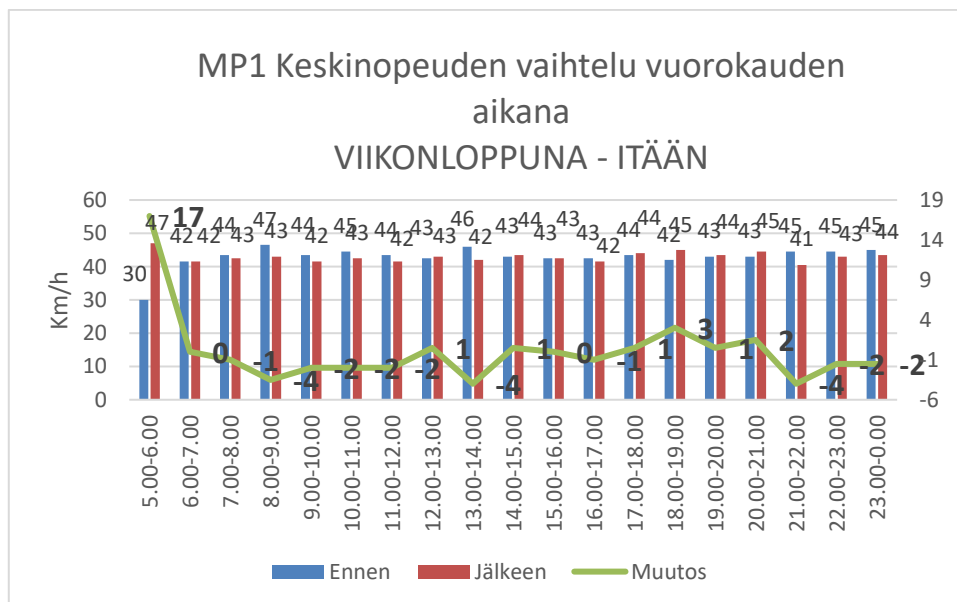
Keskinopeudet eivät ole alkaneet laskea heti vaihtuvien opasteiden päälle laitton jälkeen, vaan laskua on havaittavissa vasta klo 9 alkaen. Iltaisin keskinopeudet ovat nousseet. Mittauspisteessä 2 keskinopeudet ovat koko vuorokauden ajalta alle nopeusrajoituksen, kun taas mittauspisteessä 1 sen yli.

#### 7.1.4 Tuntikohtaisen keskinopeuden muutos (viikonloppuna)

Viikonloppuisin tulokset ovat positiivisempia. Myös liikennemäärät ovat viikonloppuna kasvaneet, jolloin laskimet ovat rekisteröineet enemmän ajoneuvoja sekä nopeuksia. Viikonloppuna keskinopeudet ovat laskeneet lähes koko vuorokauden aikana. Iltaisin klo 19-22 keskinopeuksissa on havaittavissa nousua. Mittauspisteessä 1 tuntikohtaiset keskinopeudet ovat korkeampia kuin mittauspisteessä 2.



Kuva 31. Mittauspisteen 2 keskinopeuden vaihtelu vuorokauden aikana viikonloppuisin



Kuva 32. Mittauspisteen 1 keskinopeuden vaihtelu vuorokauden aikana viikonloppuisin

### 7.1.5 Ylinopeudet

Ylinopeuksia tarkastellessa on otettu huomioon vallitseva nopeusrajoitus. Mittauspisteessä 2 nopeusrajoitus on ollut 40 km/h ja mittauspisteessä 1 ennen-mittausten aikaan 40 km/h ja jälkeen -mittausten ajan muutoin 40 km/h, mutta arkena 7.30 – 15.30 30 km/h. Ylinopeutta ajavien osuutta on tarkasteltu vertaamalla ylinopeutta ajavien määrää vuorokauden koko liikennemäärään.

Taulukko 3. Ylinopeuksien osuus arkiviikon liikennemäärästä

ITÄÄN						
Ylinopeuksien osuus arkiviikon liikennemäärästä	MP2			MP1		
	Ennen	Jälkeen	Muutos	Ennen	Jälkeen	Muutos
1-5 km/h ylinopeutta	18 %	18 %	1 %	20 %	27 %	7 %
6-10 km/h ylinopeutta	7 %	9 %	2 %	12 %	25 %	13 %
> 10 km/h ylinopeutta	2 %	6 %	4 %	8 %	22 %	14 %
Yhteensä (> 1km/h ylinopeutta)	27 %	33 %	6 %	41 %	75 %	34 %

Taulukko 4. Ylinopeuksien osuus viikonlopun liikennemäärästä

ITÄÄN						
Ylinopeuksien osuus viikonlopun liikennemäärästä	MP2			MP1		
	Ennen	Jälkeen	Muutos	Ennen	Jälkeen	Muutos
1-5 km/h ylinopeutta	27 %	22 %	-4 %	25 %	28 %	3 %
6-10 km/h ylinopeutta	11 %	12 %	1 %	23 %	19 %	-4 %
> 10 km/h ylinopeutta	5 %	7 %	2 %	19 %	14 %	-5 %
Yhteensä (> 1km/h ylinopeutta)	43 %	41 %	-2 %	66 %	60 %	-6 %

Mittauspisteessä 1 ylinopeutta on arkisin ajanut jälkeen-mittausten aikaan 75% ajoneuvoista, ja mittauspisteessä 2 33%. Ylinopeuksien osuus on noussut molemmissa mittauspisteissä. Suuret yli 10 km/h ylinopeudet ovat nousseet eniten. Viikonloppuna ylinopeuksien osuus on laskenut.

### 7.1.6 V85

V85 tarkoittaa nopeutta, jonka 15% ajoneuvoista ylittää. Lukemat ovat mittauspisteiden 2 kohdalla nousseet, kun taas mittauspisteiden 1 kohdalla ne ovat joko laskeneet 1-2 km/h, pysyneet samana tai nousseet 1 km/h.

Taulukko 5. V85 nopeudet idän suuntaan

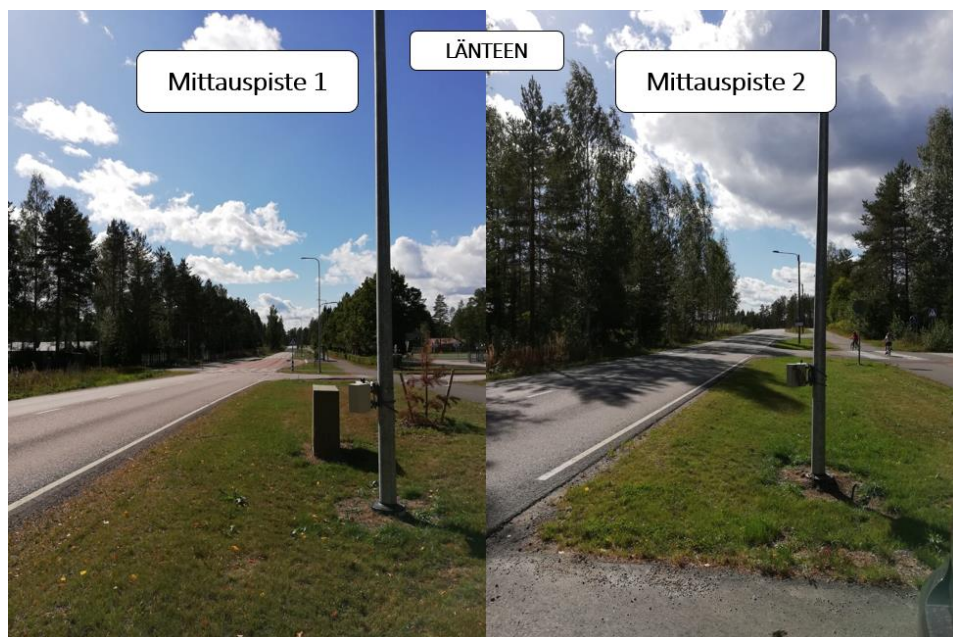
ITÄÄN						
V85	MP1			MP2		
	Ennen	Jälkeen	Muutos	Ennen	Jälkeen	Muutos
Maanantai	47	48	1	43	46	3
Tiistai	48	47	-1	43	45	2
Keskiviikko	48	48	0	44	46	2
Torstai	46	47	1	43	44	1
Perjantai	47	47	0	43	44	1
Lauantai	53	51	-2	46	47	1
Sunnuntai	51	49	-2	45	47	2

## 7.2 Länteen

Seuraavaksi on esitetty tulokset lännen suuntaan (kuva 33 ja 34). Tulokset on esitetty ajosuunnan mukaan, ensin mittauspiste 1, ja sen jälkeen mittauspiste 2.



Kuva 33. Mittauspisteen 1 ja 2 sekä vaihtuvien opasteiden sijainti. Tuloksissa on käsitelty liikenne lännen suuntaan. Pohjakartta: (Jyväskylän karttapalvelu)



Kuva 34. Mittauspiste 1 sekä mittauspiste 2 ja näkymä länteen päin.

Länteen päin ajavat ovat mittauspisteen 1 kohdalla saapuneet vaihtuvien opasteiden vaikutusalueelle ja näkevät koulualueen oikealla puolellaan, kun taas mittauspisteen 2 kohdalla alueelta on jo selkeästi poistuttu ja nopeusrajoitus on noussut 40 km/h:iin.



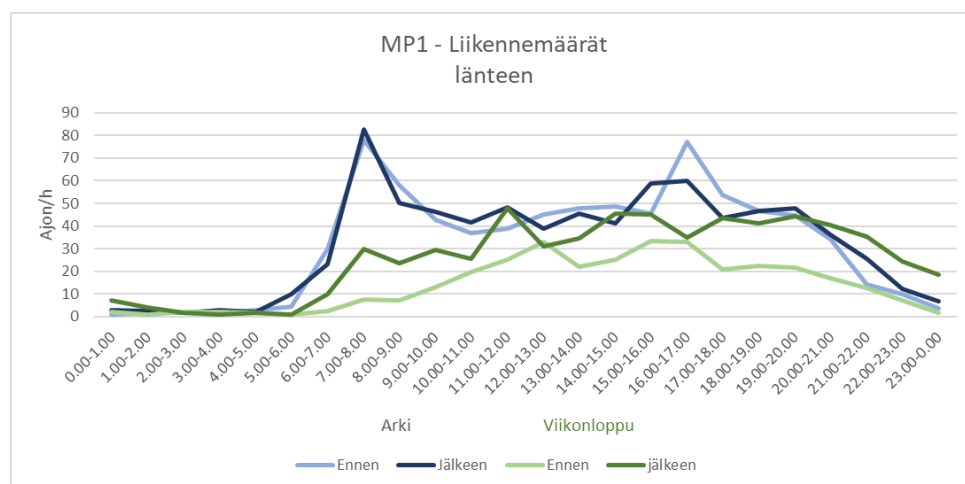
Ennen-mittausten aikaan nopeusrajoitus on ollut koko mittausviikon 40 km/h. Mittauspiste 1 sijaitsee nopeusnäyttötaulujen vaikutusalueen sisäpuolella ja jälkeen-mittausten aikaan osan ajasta on ollut voimassa nopeusrajoitus 30 km/h. 30 km/h nopeusrajoitus on ollut voimassa arkipäivinä klo 7.30-15.30. Muina aikoina sekä viikonloppuna nopeusrajoitus on ollut 40 km/h.

Ellei toisin ole mainittu, on arkiviikon tuloksia laskettaessa käytetty tiistain, keskiviikon sekä torstain keskiarvoa. Viikonloppun tulokset on koottu lauantain ja sunnuntain keskiarvosta. Koulukadulla liikenne on todella vähäistä klo 23.00-6.00, ja tämä aiheuttaa esimerkiksi tuntikohtaisiin keskinopeuksiin suuriakin piikkejä, joten ajankohta on jätetty usein kaavioiden ulkopuolelle.

### 7.2.1 Liikennemäärät

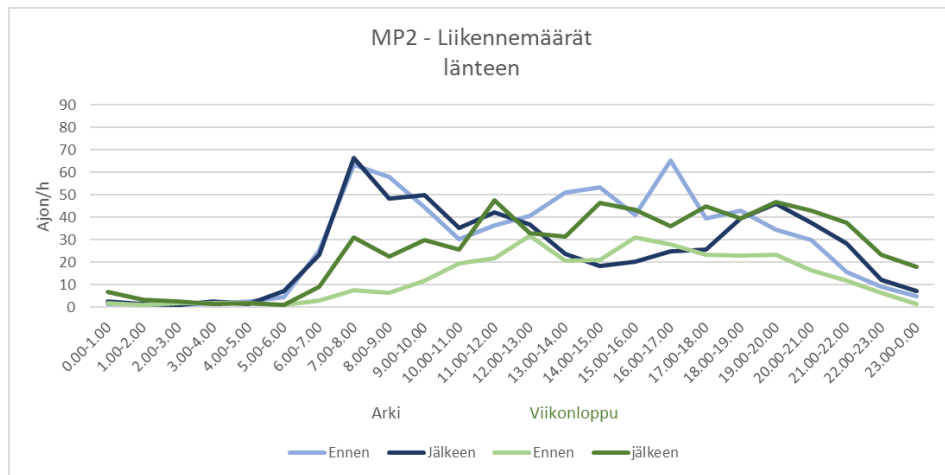
Mittauspisteen 2 liikennemäärissä on havaittavissa luonnotonta laskua klo 13-18 ja tältä osin liikennemäärätietoja ei ole huomioitu. Mahdollisesta syystä on lisätietoa virhelähteet –kappaleessa.

Liikennemäärät ovat pysyneet hyvin samansuuruisena arkiviikolla molemmissa mittauspisteissä. Aamun huipputunnit ovat pysyneet samana ja illan huipputunteina on liikennemäärissä havaittavissa pientä laskua. Viikonloppuisin määrät ovat lisääntyneet lähes koko vuorokauden ajalta, erityisesti iltaisin määrät ovat kasvaneet.



Kuva 35. Mittauspisteen 1 vuorokauden liikennemäärät länteen päin



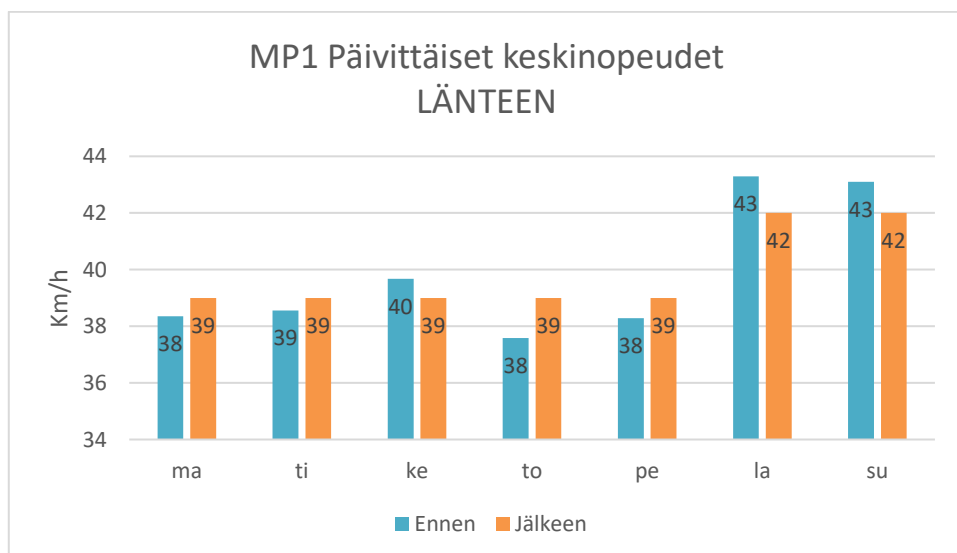


Kuva 36. Mittauspisteen 2 vuorokauden liikennemäärät länteen päin

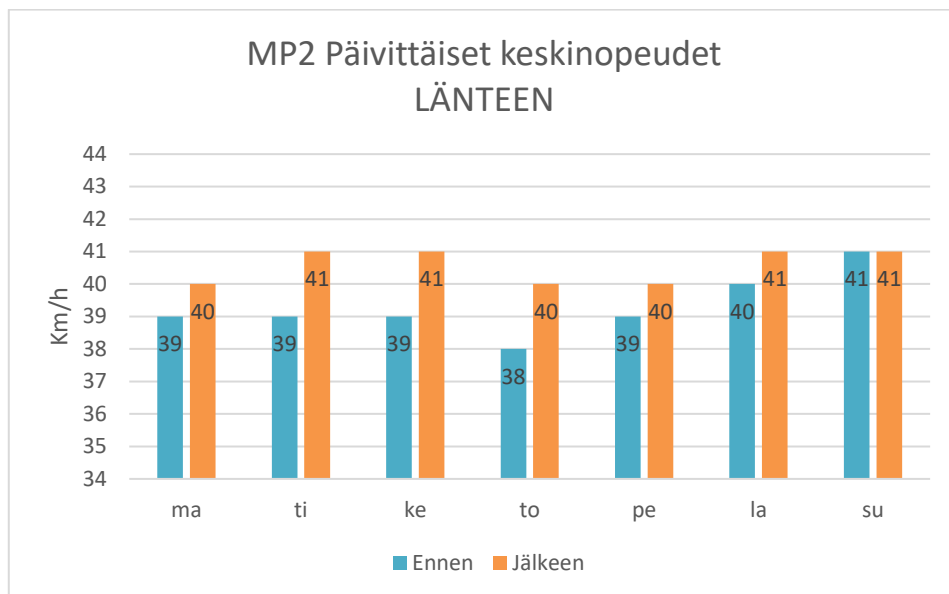
Viacount havaitsee myös kaksipyöräiset ajoneuvot. Liikennemäärien kasvu jälkeen-mittausten aikaan voi osin johtua esimerkiksi mopoliikenteen lisääntymisestä alueella. Talvikelien väistyttyä lisääntyvät myös sekä kävely että pyöräily.

## 7.2.2 Päivittäisen keskinopeuden muutos

Keskinopeuksien tarkastelussa tulee huomioida, että mittauspiste 1 sijaitsi vaihtuvien opasteiden vaikutusalueen sisäpuolella, ja osan päivästä voimassa on ollut alempi nopeusrajoitus 30 km/h, ja muutoin 40 km/h. Tuloksista käy ilmi, että päiväkohtaiset keskinopeudet ovat lähes joka arkipäivä nousseet molemmissa mittauspisteissä, kun taas viikonloppuna keskinopeudet ovat pääsääntöisesti laskeneet.



Kuva 37. Päivittäisen keskinopeudet mittauspisteessä 1 lännen suuntaan



Kuva 38. Päivittäiset keskinopeudet mittauspisteessä 2 lännen suuntaan

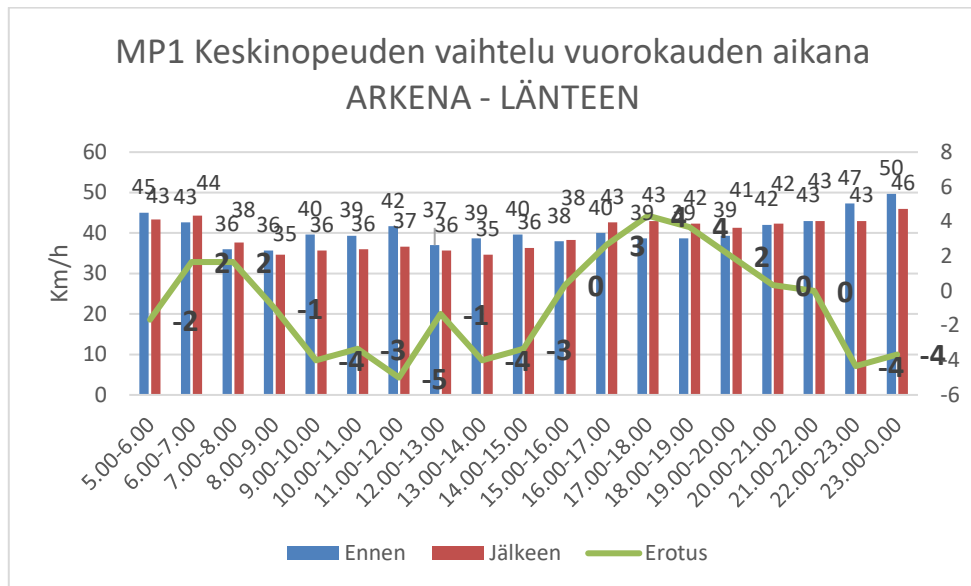
Mittauspisteessä 1 keskinopeuksien vaihtelu on ennen-mittausten aikaan ollut arkena 38-40 km/h, kun taas jälkeen-mittausten aikaan 39-40 km/h. Keskinopeudet ovat nousseet maanantaina, torstaina sekä perjantaina. Viikonlopun ajalta keskinopeudet ovat laskeneet.

Mittauspisteessä 2 keskinopeuksien vaihtelu on ennen-mittausten aikaan ollut arkena 38-40 km/h, kun taas jälkeen-mittausten aikaan 40-41 km/h. Keskinopeudet ovat nousseet arkena jokainen päivä, tiistaina sekä keskiviikkona keskinopeus on yli nopeusrajoituksen. Viikonlopun ajalta keskinopeus on lauantaina noussut ja sunnuntaina pysynyt samana.

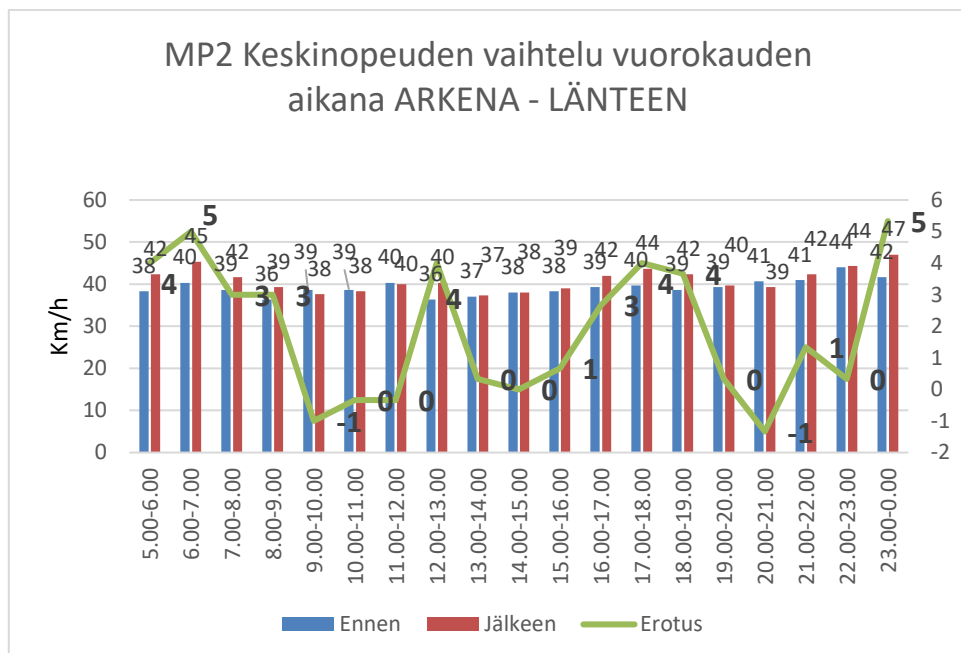
Vaikka mittauspiste 1 sijaitsi vaihtuvan opasteen vaikutusalueen sisäpuolella ja länteen päin ajavat ovat juuri ohittaneet merkin, eivät päivittäiset keskinopeudet ole kuitenkaan laskeneet. Päinvastoin keskinopeudet ovat nousseet kaikkina muina arkipäivinä paitsi keskiviikkona. Mittauspisteessä 2 kohdalla ajoneuvot ovat jo poistuneet vaikutusalueelta ja voimassa on nopeusrajoitus 40 km/h, joka näkyy korkeampina keskinopeuksina verrattuna mittauspisteeseen 1.

### 7.2.3 Tuntikohtaisen keskinopeuden muutos (arkena)

Alempaa nopeusrajoitusta on näytetty arkipäivisin klo 7.30-15.30, ja keskinopeuden laskun oletetaan ajoittuvan tälle ajalle. Vaikka päiväkohtaiset keskinopeudet olivat pääasiassa nousseet, on tuntikohtaisissa keskinopeuksissa kuitenkin havaittavissa myös laskua. Molemmissa mittauspisteissä on havaittavissa, että vaihtuvien opasteiden ollessa päällä, ovat keskinopeudet laskeneet. Muina aikoina keskinopeudet ovat pääosin nousseet.



Kuva 39. Mittauspisteen 1 keskinopeuden vaihtelu vuorokauden aikana arkiviikolla



Kuva 40. Mittauspisteen 2 keskinopeuden vaihtelu vuorokauden aikana arkiviikolla

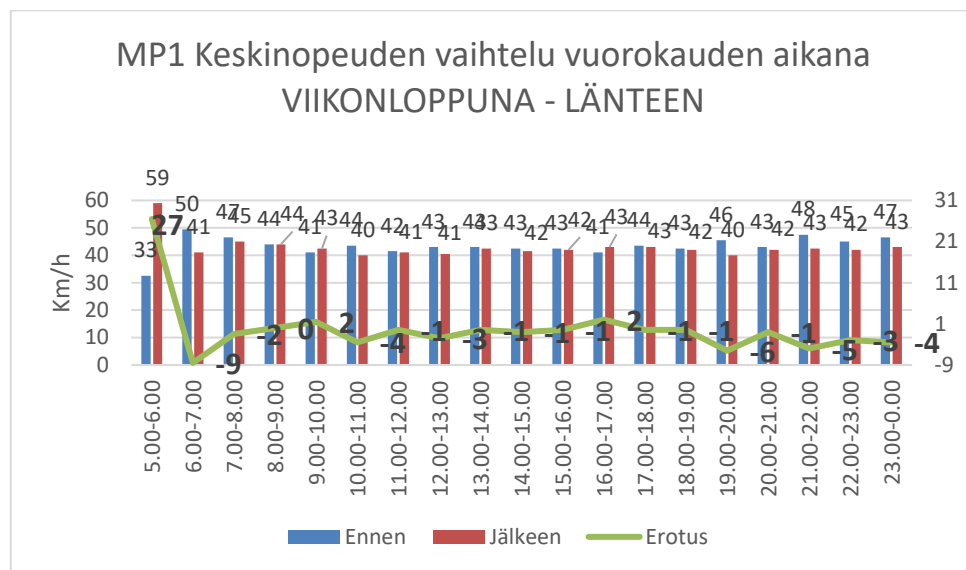
Mittauspisteessä 1 keskinopeuksien lasku ajoittuu selkeästi ajalle, jolloin vaihtuvat opasteet ovat olleet päällä. Keskinopeudet alkavat laskea heti klo 8.00 alkaen ja laskua kestää aina klo 15.00 asti. Keskinopeus on tänä aikana laskenut vaihdellen 1-5 km/h. Muina vuorokaudenaikoina keskinopeudet näyttävät pysyneen samana tai nousseen 2-4 km/h. Eniten keskinopeus on laskenut klo 10-12.

Mittauspisteessä 2 keskinopeuden muutoksessa on enemmän hajontaa. Toisinaan keskinopeudet ovat päivän aikana nousseet reilusti, kun taas toisinaan laskeneet hiukan.

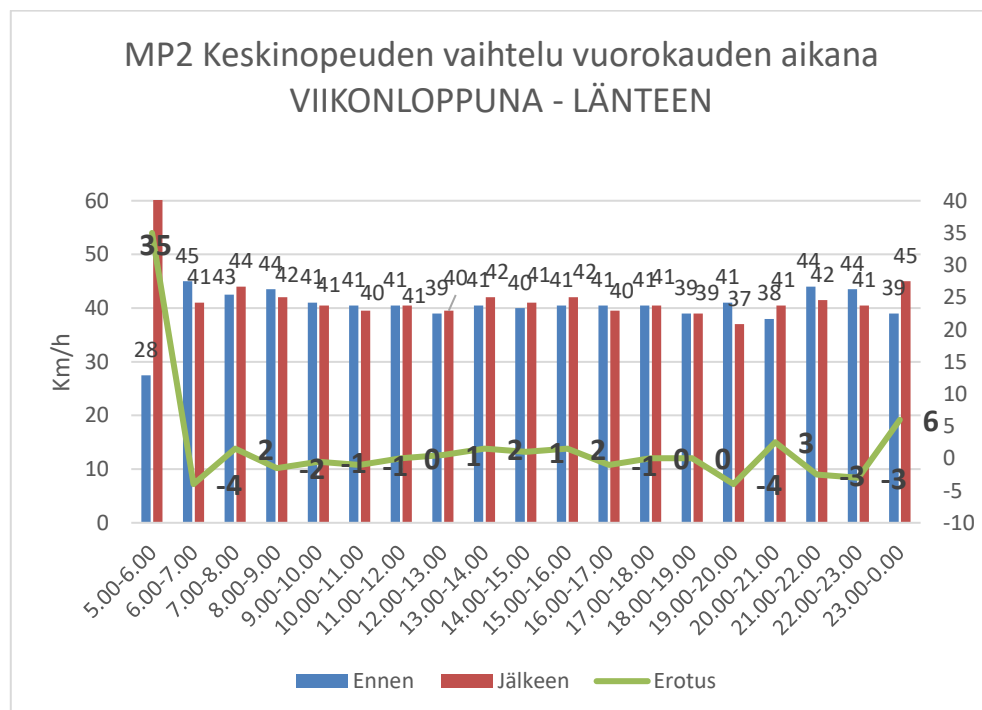
Mittauspisteessä 1 keskinopeudet ovat koko vuorokauden ajalta yli nopeusrajoituksen, kun taas mittauspisteessä 2 suurimmaksi osaksi sen alle.

#### 7.2.4 Tuntikohtaisen keskinopeuden muutos (viikonloppuna)

Viikonloppuisin tulokset ovat jälleen positiivisempia. Keskinopeudet ovat laskeneet lähes koko vuorokauden ajan. Parhaimmillaan keskinopeus on laskenut 4 km/h. Idän suuntaan ajavien keskinopeuksien vaihtelussa havaittiin, että keskinopeudet olivat nousseet iltaisin. Lännen suuntaan keskinopeudet ovat kuitenkin laskeneet myös ilta-aikaan.



Kuva 41. Mittauspisteessä 1 keskinopeuden vaihtelu vuorokauden aikana viikonloppuisin



Kuva 42. Mittauspisteessä 2 keskinopeuden vaihtelu vuorokauden aikana viikonloppuisin

### 7.2.5 Ylinopeudet

Ylinopeuksia tarkastellessa on otettu huomioon vallitseva nopeusrajoitus. Mittauspisteessä 2 nopeusrajoitus on ollut koko tutkimuksen ajan 40 km/h ja mittauspisteessä 1 ennen-mittausten aikaan 40 km/h ja jälkeen -mittausten ajan muutoin 40 km/h, mutta arkena 7.30 – 15.30 30 km/h. Ylinopeutta ajavien osuutta on tarkasteltu vertaamalla ylinopeutta ajavien määrää vuorokauden koko liikennemäärään.

Taulukko 6. Ylinopeuksien osuus arkiviikon liikennemäärästä

LÄNTEEN						
Ylinopeuksien osuus arkiviikon liikennemäärästä	MP1			MP2		
	Ennen	Jälkeen	Muutos	Ennen	Jälkeen	Muutos
1-5 km/h ylinopeutta	24 %	32 %	8 %	24 %	28 %	3 %
6-10 km/h ylinopeutta	11 %	21 %	10 %	8 %	13 %	6 %
> 10 km/h ylinopeutta	7 %	16 %	10 %	4 %	9 %	5 %
Yhteensä (> 1km/h ylinopeutta)	42 %	69 %	27 %	36 %	50 %	14 %

Taulukko 7. Ylinopeuksien osuus viikonlopun liikennemäärästä

LÄNTEEN						
Ylinopeuksien osuus viikonlopun liikennemäärästä	MP1			MP2		
	Ennen	Jälkeen	Muutos	Ennen	Jälkeen	Muutos
1-5 km/h ylinopeutta	30 %	25 %	-4 %	29 %	26 %	-3 %
6-10 km/h ylinopeutta	18 %	19 %	0 %	14 %	14 %	1 %
> 10 km/h ylinopeutta	15 %	11 %	-4 %	6 %	9 %	3 %
Yhteensä (> 1km/h ylinopeutta)	63 %	55 %	-9 %	49 %	50 %	1 %

Mittauspisteessä 1 ylinopeutta on arkisin ajanut jälkeen-mittausten aikaan 69% ajoneuvoista, ja mittauspisteessä 2 50%. Määrät ovat korkeita ja ne ovat kasvaneet ennen-mittausten jälkeen. Erityisesti suurien ylinopeuksien (yli 10 km/h) määrä on noussut. Laskua on havaittavissa ainoastaan viikonloppuna.

### 7.2.6 V85

V85 tarkoittaa nopeutta, jonka 15% ajoneuvoista ylittää. Tuloksista on havaittavissa, että V85-lukemat ovat mittauspisteessä 1 joko vähentyneet 1-2 km/h, pysyneet samana tai nousseet 1 km/h. Mittauspisteessä 2 nousua on havaittavissa jokaisena viikonpäivänä.

Taulukko 8. V85 nopeudet lännen suuntaan

LÄNTEEN						
V85	MP1			MP2		
	Ennen	Jälkeen	Muutos	Ennen	Jälkeen	Muutos
Maanantai	47	47	0	46	48	2
Tiistai	46	47	1	45	48	3
Keskiviikko	48	47	-1	45	48	3
Torstai	46	46	0	44	47	3
Perjantai	47	47	0	45	47	2
Lauantai	51	50	-1	47	48	1
Sunnuntai	51	49	-2	47	48	1

### 7.3 Kooste MP1 ja MP2

Seuraavaksi on esitetty koostetaulukko tuloksista mittauspisteiden mukaan. Tuloksiin on koottu keskeisiä lukuja viikon mittaustuloksista.

Taulukko 9. Kooste mittausviikoilta mittauspisteittäin ja suunnittain

		MP1		MP2	
		Länteen	Itään	Länteen	Itään
Liikennemäärät	Arki	Pysynyt lähes samana	Laskua lähes koko vuorokauden ajalta	Pysynyt lähes samana.	Laskua klo 7-9
	Viikonloppu	Kasvua koko vuorokauden aikana	Kasvua koko vuorokauden aikana	Kasvua koko vuorokauden aikana	Kasvua koko vuorokauden aikana.
Keskinopeudet (päivittäinen)	Arki	+1...-1 km/h, keskinopeudet välillä 38-40 km/h	+1-2 km/h, keskinopeudet välillä 38-40 km/h	+1-2 km/h, keskinopeudet välillä 38-41 km/h	+1km/h, keskinopeudet välillä 36-38 km/h
	Viikonloppu	-1 km/h, keskinopeudet välillä 42-43 km/h	+0, keskinopeus 43	+1 km/h, keskinopeudet välillä 40-41 km/h	-1 km/h, keskinopeudet välillä 39-40 km/h
Keskinopeudet (tuntikohtainen) Arkena 8.00-15.00 Viikonloppuna 7.00-23.00	Arki	7.30-15.30 -1...-5 km/h, keskinopeudet välillä 35-42 km/h	7.30-15.30 -3...+4 km/h, keskinopeudet välillä 32-41 km/h	7.30-15.30 -1...+5 km/h, keskinopeudet välillä 36-40 km/h	7.30-15.30 -2...-4 km/h, keskinopeudet välillä 33-38 km/h
	Viikonloppu	-6...+2 km/h, keskinopeudet välillä 40-48 km/h	-4...+3, keskinopeudet välillä 41-46 km/h	-4...+3, keskinopeudet välillä 37-44 km/h	-3...+3, keskinopeudet välillä 37-42
Ylinopeudet	Arki	+27%, eniten kasvua yli 10km/h ylinopeuksissa	+34%, eniten kasvua yli 10km/h ylinopeuksissa	+14%, eniten kasvua 6-10 km/h ylinopeuksissa	+6%, eniten kasvua yli 10km/h ylinopeuksissa
	Viikonloppu	-9 %	-6%	+1%, 1-5 km/h ylinopeuksien määrä vähentynyt, muut lisääntyneet	-2%
V85	Arki	-1...+1 km/h välillä 46-48 km/h	-1...+1 km/h välillä 46-48 km/h	+2-3 km/h välillä 44-48 km/h	+1-3 km/h välillä 43-46 km/h
	Viikonloppu	-1(-2) km/h välillä 49-51 km/h	-2 km/h välillä 49-53 km/h	+1 km/h välillä 47-48 km/h	+1-2 km/h välillä 45-47 km/h

Tuloksista käy ilmi, että viikonlopun liikennemäärät ovat kasvaneet molempiin suuntiin molemmissa mittauspisteissä. Viikonlopun aikana päivittäiset keskinopeudet ovat joko nousseet 1 km/h, pysyneet samana tai laskeneet 1 km/h. Keskinopeudet vaihtelevat mittauspisteessä 1 välillä 40-48 km/h ja mittauspisteessä 2 välillä 37-44 km/h. Mittauspisteessä 2 on siis havaittavissa sekä viikonlopun alin, että korkein tuntikohtainen keskinopeus. Viikonlopun keskinopeudet ovat pääsääntöisesti yli nopeusrajoituksen (40 km/h), mutta nopeudet ovat silti laskeneet ennen-mittauksiin verrattuna. Ylinopeuksien osuudet ovat viikonloppuisin pääosin laskeneet, mutta mittauspisteessä 2 oli havaittavissa ylinopeuksien määrän kasvu 1%:lla länteen päin ajavilla. V85-nopeudet ovat laskeneet mittauspisteessä 1, kun taas mittauspisteessä 2 ne ovat nousseet.

Arkiviikon osalta tulokset ovat vaihtelevammat. Sekä mittauspisteiden välillä, että suunnittain on suuriakin eroavaisuuksia. Jo pelkät liikennemäärät ovat vaihdelleet reilusti. Erityisesti mittauspisteessä 1 itään päin ajavien määrä on vähentynyt. Mittauspisteessä 2 mittaushäiriö aiheutti sen, ettei liikennemäärätietoihin voinut luottaa, mutta itään päin ajavien määrässä oln selkeää laskua aamulla klo 7-9, kun laskin vielä rekisteröi ajoneuvoja.

Arkiviikon keskinopeudet ovat nousseet molemmissa mittauspisteissä. Mittauspisteessä 1 vuorokauden keskinopeudet vaihtelivat välillä 38-40 km/h ja mittauspisteessä 2 vaihtelu oli välillä 36-41 km/h. Molempien mittauspisteiden tuntikohtaisissa keskinopeuksissa on havaittavissa laskua klo 7.30-15.30 vaihtuvien opasteiden ollessa päällä. Tänä aikana keskinopeudet ovat laskeneet 1-5 km/h. Muina vuorokaudenaikoina keskinopeudet ovat pääsääntöisesti nousseet. Vaikka mittauspiste 1 sijaitsi vaihtuvan opasteen vaikutusalueen sisäpuolella, olivat sen vuorokauden keskinopeuden silti korkeammat kuin mittauspisteessä 2.

Koska nopeusrajoitus oli arkisin laskettu 30km/h:iin, lisääntyivät ylinopeuksien osuudet. Ylinopeudet lisääntyivät arkisin mittauspisteessä 1 27-34% ja mittauspisteessä 2 6-14%. V85-lukemat ovat arkena joko pysyneet saman suuruisena tai kasvaneet hiukan.

#### 7.4 Kustannukset

Pilotissa käytetyn järjestelmän kustannukset koostuivat paitsi itse vaihtuvista opasteista, myös niiden asennustöistä ja kaapeloinneista, sekä kiinteiden liikennemerkkien muutostöistä. Näiden kustannukset olivat noin 20 000€. Tästä summasta puuttuvat vielä itse suunnittelutyön kustannukset.

Jatkossa ylläpitokustannuksia kertyy esimerkiksi opasteiden käyttämästä sähköstä sekä taustajärjestelmän ostosta palveluna. Jos opasteissa ilmenee häiriöitä tai vikoja, tulevat niiden korjauskustannukset kaupungille taakuajan päätyttyä.

## 8 VIRHELÄHTEET

### 8.1 Sääolosuhteet

Ennen-mittaus toteutettiin helmikuussa, jolloin katu oli vielä lumen ja jään peitossa. Tällöin ajonopeudet ovat luonnostaankin hieman alhaisemmat ja ajoneuvojako erilainen. Jälkeen-mittausten aikaan tie oli sula ja kuiva. Ajankohtien välillä on lisäksi eroa muun muassa valoisuudessa sekä näkemäalueissa, jotka osaltaan ovat voineet vaikuttaa tuloksiin.



Kuva 43. Mittauspiste 2, mittausajankohtien välillä sääolosuhteet olivat hyvinkin erilaiset

### 8.2 Suojatietyö

Ajoneuvomäärien läpikäynnissä selvisi, että jälkeen-mittausten aikaan laskin mittauspisteessä 2 on jättänyt rekisteröimättä ajoneuvoja (Taulukko 10). Myöhemmin selvisi, että laskimen läheisyydessä oleva suojatie oli poistettu mittausviikon aikana 15.5. tiistaina klo 14 alkaen. Laskin on kuitenkin jättänyt rekisteröimättä ajoneuvoja useana päivänä samaan aikaan, eikä suojatien poistotyö ole kestänyt näin kauaa. Tutkimuksen aikana ei selvinnyt mistä ajoneuvojen rekisteröimättä jättäminen johtui.



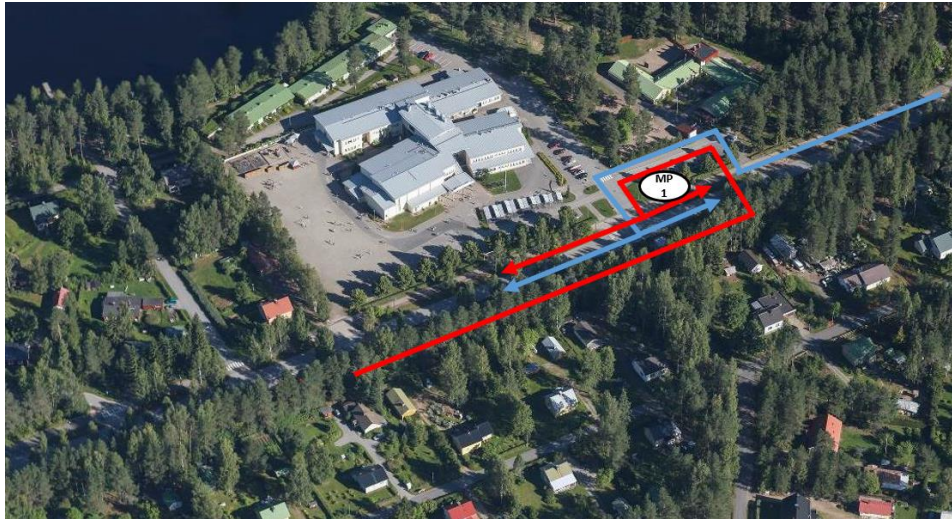
Taulukko 10. Laskimen rekisteröimät ajoneuvomäärät mittauspisteessä 2.

	Ma 14.5.2018	Ti 15.5.2018	Ke 16.5.2018	To 17.5.2018	Pe 18.5.2018
0.00-1.00	3	5	3	3	3
1.00-2.00	1	2	4	4	1
2.00-3.00	0	1	4	5	1
3.00-4.00	2	3	2	8	1
4.00-5.00	2	2	4	12	1
5.00-6.00	17	11	8	37	7
6.00-7.00	55	51	55	69	57
7.00-8.00	118	109	116	143	123
8.00-9.00	96	106	101	109	101
9.00-10.00	107	99	81	103	79
10.00-11.00	78	78	75	78	60
11.00-12.00	61	100	80	78	92
12.00-13.00	55	85	76	93	84
13.00-14.00	0	8	70	37	82
14.00-15.00	0	0	89	0	97
15.00-16.00	0	0	102	0	88
16.00-17.00	0	0	127	0	96
17.00-18.00	0	21	105	64	75
18.00-19.00	53	103	79	90	77
19.00-20.00	79	93	87	110	94
20.00-21.00	69	67	86	66	77
21.00-22.00	36	42	35	49	62
22.00-23.00	14	22	26	24	28
23.00-0.00	12	17	12	19	23

### 8.3 Mittauspisteiden sijainnit

Mittauspisteiden suunniteltua sijaintia jouduttiin muuttamaan mittausviikolla suurten lumikinsten vuoksi, jolloin paikkojen luotettavuus saattoi kärsiä. Alkuperäiset sijainnit oli suunniteltu kauemmas risteyksistä ja pysäkkialueesta, jotta mahdollista muuta merkeistä johtumatonta hidastamista/kiihdyttämistä ei tapahtuisi. Nyt ajonopeuksiin saattoi osin vaikuttaa läheinen risteysalue sekä korotettu pysäkkialue. Erityisesti mittauspisteen 1 kohdalla epäiltiin viereisen parkkipaikan vaikuttavan tuloksiin.

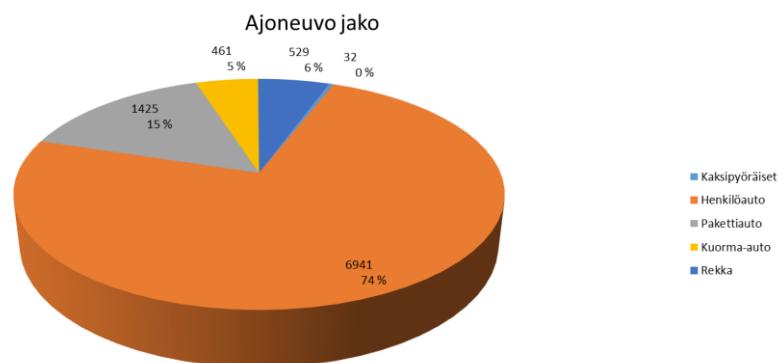
Mittauspiste 1 jouduttiin sijoittamaan päiväkodin ja koulun välille. Tulosten purun yhteydessä havaittiin, että mittauspisteiden välillä on jonkun verran eroa arkiviikon liikennemäärissä. Tulokset viittaisivat siihen, että mittauspisteen 1 ohi kulkee enemmän ajoneuvoja kuin mittauspisteen 2. Syynä voisi hyvin olla saattoliikenne, joka ajaa päiväkodin edestä pysäköintialueen kautta. Joissakin tapauksissa sama ajoneuvo voi ohittaa mittauspisteen useamman kerran (kuva 44), tai se ohittaa vain toisen mittauspisteistä, vaikka ajaakin Koulukadun poikki. Saattoliikenne voi myös osaltaan vaikuttaa keskinopeuksiin. Talvikuukausina saattoliikennettä on enemmän, pysäköintialueen kautta kiertävä liikenne hidastaa muuta liikennettä ja näin myös alentaa keskinopeuksia. Kevätkuukausina saattoliikenteen määrä usein vähenee oppilaiden siirtyessä enemmän pyöräilyyn ja kävelyyn.



Kuva 44. Saattoliikenteen mahdollinen kulku Luonetjärven koulun sekä päiväkotikiikutan pihalla

#### 8.4 Ajoneuvojako

Viacount mittaa ajoneuvojen pituuksia ja ViaGraph luokittelee ne tämän perusteella (Kuva 45). ViaGraph:ssa on määritetty ajoneuvojen pituudet ja vastaavat sähköiset pituusarvot, joiden perusteella se jakaa ajoneuvot luokittain. Pituusarvoja voi muokata manuaalisesti, mutta koska tämän tutkimuksen kannalta ajoneuvoluokilla ei ollut painoarvoa, on tuloksissa käytetty ViaGraphin valmiiksi määrittelemiä arvoja.



Kuva 45. ViaGraphin tuottama kaavio ajoneuvojaosta

#### 8.5 Viacountien luotettavuus ja erot laskimissa

Tutkimuksessa jouduttiin käyttämään kolme eri liikenteenlaskinta. Mittauspisteessä 1 laskin oli molempien tutkimuksen ajan sama, mutta mittauspisteessä 2 laskinta jouduttiin vaihtamaan tutkimusajankohtien välillä. Laskimen vaihtaminen luonnollisesti laskee tuloksen vertailukelpoisuutta. Vaikka Viacountien tuottamaa dataa pidetään suhteellisen luotettavana, ovat ne myös alttiita mittausvirheille.

Viacountin käyttöohjeessa on mainittu virhemarginaalit, joita ei voida kuitenkaan määrittää mitattaessa useampaa kaistaa. Esimerkki nopeuden virhemarginaalista ilmenee taulukossa 11.

Taulukko 11. Mittausvirheiden virhemarginaalitaulukko

Mitattu arvo	Virhe
Nopeus v	$v < 100 \text{ km/h}, \Delta v < \pm 3 \text{ km/h}$ $v > 100 \text{ km/h}, \Delta v < \pm 3 \%$

Etenkin tämän tutkimuksen kannalta, jossa erot ajonopeuksissa olivat pieniä, on tärkeää ottaa huomioon se, että muutokset tuloksissa voivat mennä myös virhemarginaalin sisään.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET/YHTEENVETO

Hypoteesina oli, että vaihtuvat opasteet lisääisivät autoilijoiden uskollisuutta nopeusrajoitusta kohtaan ja näin alentaisivat ajonopeuksia tehokkaammin kuin kiinteät nopeusrajoitusmerkit. Vaihtuvan nopeusrajoitusmerkin lisäksi opasteessa näytettiin lapsista varoittavaa -merkkiä, sekä tekstiä "Koulualue". Varoitusmerkin tarkoitus on perustella kuljettajalle tarve alhaisempaan ajonopeuteen. Kuljettajien reagoimattomuus alempia nopeusrajoituksia kohtaan ei yleensä johdu siitä, että merkki olisi jäänyt huomaamatta, vaan siitä, että kuljettajalla ei ole motivaatiota noudattaa sitä.

Tutkimuksessa tarkasteltiin keskinopeuksien muutoksia ennen ja jälkeen vaihtuvien opasteiden asentamisen. Tuloksista voidaan päätellä, että ajoneuvon saapuessa vaihtuvan opasteen vaikutusalueelle, alkavat keskinopeudet heti laskea. Klo 7.30-15.30 koulualueelle saapuvien tuntikohtaiset keskinopeudet laskivat 1-5 km/h. Tuloksista havaittiin myös, että keskinopeudet alkoivat laskea jo ennen vaikutusalueelle saapumista. Ennen koulualueelle saapumista keskinopeudet olivat laskeneet 2-4 km/h.

Keskinopeuksien lasku ei kuitenkaan kestänyt koko vaikutusalueen läpi. Vaikka ajoneuvot olivat selkeästi hidastaneet ennen vaikutusalueelle saapumista, olivat ne myös kiihdyttäneet heti koulun ohitettuaan, vaikka alempi nopeusrajoitus oli vielä voimassa. Vuorokauden aikana keskinopeus laski parhaimmillaan 5 km/h, joka on enemmän kuin peltimerkkien arvioitu vaikutus keskinopeuksiin. Keskinopeudet olivat kuitenkin vaihtuvien opasteiden päällä oloaikana myös ajoittain nousseet.

Kohteessa ympäristö ja sen muutokset tuntuivat merkittävästi vaikuttavan ajonopeuksiin. Keskinopeudet laskivat eniten päivisin klo 10-13, jolloin koulun pihalla liikkuu paljon lapsia. Aamu- ja iltaruuhkan aikaan nopeudet

laskivat vain noin 1-2 km/h. Keskinopeudet laskivat eniten Luonetjärven koulualueelle saavuttaessa, ja nousivat taas pian sen ohittamisen jälkeen.

Vaihtuvia opasteita käytetään nykyisin pääasiassa vain Liikenneviraston ylläpitämällä korkeamman palvelutason väylillä. Järjestelmien tueksi luodut ohjeet ja järjestelmät ovat myös luotu siihen maailmaan, jossa liikenneturvallisuuden parantamisen lisäksi halutaan parantaa liikenteen sujuvuutta. Järjestelmät ovat kalliita rakentaa, joten niitä halutaan sijoittaa väylille, joissa hyöty-kustannussuhde on mahdollisimman suuri. Suomessa vaihtuvaa ohjausta on toteutettu katualueille vielä niin vähän, että opasteiden ohjauspolitiikkaa tuskin on vielä tarve lähteä yhtenäistämään. Ohjauspolitiikan sekä palvelutasotavoitteiden käyttöönotto lisäisi myös merkittävästi kustannuksia.

Tavoite oli löytää kevyt ratkaisu parantamaan koulualueiden liikenneturvallisuutta. Tikkakoskella kyse oli kahdesta vaihtuvasta opasteesta, jota ohjattiin kalenteripohjaisesti. Pääasiassa kaupunki ohjaa merkkejä, mutta ohjausvastuu olisi voitu siirtää myös koulun henkilökunnalle. Merkit olivat päällä tiettyinä päivinä viikosta tietyn ajan ja ohjaukseen käytettävä hallintajärjestelmä ostettiin palveluna muualta.

Tässä pilotissa kyse ei ollut saman luokan kustannuksista kuin Liikenneviraston toteuttamissa vaihtuvissa opastejärjestelmissä. Pilotissa haluttiin etsiä kustannustehokkaita ratkaisuja toteutettavaksi katualueella, joita voisi toteuttaa myös muissa samankaltaisissa kohteissa. Kustannuksista suurimman osan vei kaapelointi- ja asennustyöt sekä itse vaihtuvat opasteet. Ylläpitokustannuksia tulee jatkossa esimerkiksi opasteiden käyttämästä sähköstä sekä palveluna ostetusta opasteiden hallintajärjestelmästä. Suhteellisen korkeiden kustannuksen vuoksi pilotissa käytettyjen vaihtuvien opasteiden todellinen hyöty nähdään vasta pidemmällä aikavälillä.

Pilotissa oli kyse uusista – aikaisemmin Jyväskylässä kokeilemattomista merkeistä, joilla tämän vuoksi oli varmasti myös uutuusvaikutusta kuljettajiin. Aikataulun vuoksi ei tämän tutkimuksen yhteydessä päästy toteuttamaan pidemmän aikavälin keskinopeustarkasteluja. Jatkotutkimuksena olisi hyvä tarkastella, miten keskinopeudet ovat muuttuneet vaihtuvien opasteiden ollessa toiminnassa useampia kuukausia.

Tämän tutkimuksen perusteella ei voida myöskään sanoa laskivatko vaihtuvat opasteet ajonopeuksia kiinteitä merkkejä tehokkaammin. Pilottikohteessa nopeusrajoitus oli ennen merkkien asentamista 40 km/h. Nopeusrajoitusta kuitenkin laskettiin vaihtuvilla opasteilla, jolloin ei voida suoraan verrata olisivatko kiinteät 30 km/h -nopeusrajoitusmerkit laskeneet keskinopeuksia yhtä paljon.

Pilotti antoi hyvää näyttöä siitä, että keskinopeuksia on mahdollista saada laskemaan haluttuina ajankohtina vaihtuvia opasteita käyttämällä. Vaihtuvien opasteiden vaikutus ei ollut aivan yhtä suuri kuin tuloksista toivottiin, mutta tutkimustuloksiin saattoivat merkittävästi vaikuttaa muutokset mitausajankohtien välillä. Tämän vuoksi tutkimuksia olisi hyvä jatkaa ja selvittää pidemmän aikavälin muutokset. Opastetta olisi myös hyvä testata toisessa turvallisuuskriittisemmässä kohteessa.

## LÄHTEET

Heltimo, J. & Korhonen, A. (2016). *Käsikirja kunnan liikenneturvallisuustyöhön*. Helsinki: Suomen Kuntaliitto.

Jyväskylän karttapalvelu. Haettu 4.6.2018 osoitteesta <https://kartta.jkl.fi/ims>

Jyväskylän kaupunki (2016). Jyväskylä Kaupunkirakennepalvelut. Koulukadun katusuunnitelman muutos välillä Tervaskatu - Urheilukenttä. Haettu 24.5.2018 osoitteesta [https://www.jyvaskyla.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/jyvaskyla/embeds/jyvaskylawwwstructure/83427\\_Koulu\\_katu\\_aspiirustus\\_0-290\\_44-3043.pdf](https://www.jyvaskyla.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/jyvaskyla/embeds/jyvaskylawwwstructure/83427_Koulu_katu_aspiirustus_0-290_44-3043.pdf)

Kallberg, V.P., Luoma, J., Mäkelä, K., Peltola, H. & Rajamäki, R. (2014). *Ajoneuvojen liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset*. Espoo: VTT.

Jyväskylän kaupunki (2014). Tikkakosken asukaskyselyn tulokset. Vain sisäiseen käyttöön.

Jyväskylän kaupungin karttapalvelu. Vain sisäiseen käyttöön.

Liikennevirasto (2013). Tieliikenteen vaihtuvan ohjauksen palvelutasot. Liikenneviraston toimintalinjoja 1/2013. Haettu 28.5.2018 osoitteesta: [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lto\\_2013-01\\_tieliikenteen\\_vaihtuvan\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lto_2013-01_tieliikenteen_vaihtuvan_web.pdf)

Liikennevirasto (2014). Vaihtuvan ohjausjärjestelmän ohjauspolitiikan laadinta. Liikenneviraston ohjeita 19/2014. Haettu 15.8.2018 osoitteesta [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo\\_2014-19\\_vaihtuvan\\_ohjausjarjestelman\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2014-19_vaihtuvan_ohjausjarjestelman_web.pdf)

Liikennevirasto. Liikennemääräkartat. Haettu 20.8.2018 osoitteesta <https://julkainen.liikennevirasto.fi/webgis-sovellukset/webgis/template.html?config=liikenne>

Majala, T. (2018). Vaihtuvien opasteiden hallintajärjestelmän käyttökoulutus. Jyväskylä.

Rämä, P., Schirokoff, A., & Rajamäki, R. (2003). Muuttuvien nopeusrajoitusjärjestelmien turvallisuus. Tiehallinto. Haettu 26.4.2018 osoitteesta [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf/3200841\\_vms-turva.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf/3200841_vms-turva.pdf)

Schirokoff, A., & Rämä, P. (2005). Vaihtuvien nopeusrajoitusten laajamittainen käyttö Suomessa. Haettu 24.2.2018 osoitteesta [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78707/Julkaisu\\_89\\_2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78707/Julkaisu_89_2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Schirokoff, A., & Vitikka, H. (2001). Muuttuvat nopeusrajoitukset autoilijoiden kokemina. Haettu 26.4.2018 osoitteesta <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/139021/4228tie.pdf?sequence=1>

Tiehallinto (2000). Taajamien nopeusrajoitusten suunnittelu. Haettu 29.5.2018 osoitteesta [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2130017\\_00.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2130017_00.pdf)

Tiehallinto (2003). Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä. Haettu 4.4.2018 osoitteesta <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2000006-v-03liikennemerkkiohje.pdf>

Tiehallinto (2009). Vaihtuvien opasteiden käyttö. Haettu 20.4.2018 osoitteesta [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2100065-v-09-vaihtuvien\\_opasteiden\\_kaytto.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2100065-v-09-vaihtuvien_opasteiden_kaytto.pdf)

Via traffic controlling GmbH. (2008). Viacount II Liikenteen laskin Käyttöohje. Espoo: Trafino Oy.