

**SAVONIA**

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# LIIKENTEEN HALLINTA KATUSANEERAUSTYÖMAILLA

Nopeuden hallinta Tasavallankadun kunnallisteknisissä töissä

TEKIJÄ Oskari Kauppinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Oskari Kauppinen	
Työn nimi Liikenteen hallinta katusaneeraustyömailla	
Päiväys 11.4.2024	Sivumäärä/Liitteet 35/1
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Mestar Kuopio Oy	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli mitata liikenteen nopeuksia Kuopiossa sijainneella Tasavallankadun katusaneeraustyömaalla. Työssä selvitettiin nopeusnäyttöjen vaikutusta liikenteen nopeuteen. Lopputuloksena tuotettiin toimeksiantajalle Mestar Kuopio Oy:lle raportti, josta voidaan arvioida kannattaako yritykselle hankkia lisää nopeusnäyttöjä.</p> <p>Opinnäytetyössä tarkasteltiin kesän 2023 aikana tehtyjen nopeusmittauksien tuloksia. Nopeuksia mitattiin nopeusnäytöt peitettyinä, paljastettuna liikenteelle ja hidasteiden kanssa. Lisäksi työssä tutustuttiin liikenteen nopeuden vaikutuksiin liikenneturvallisuuteen, työmaiden liikenteenohjaukseen ja kaduilla tapahtuneisiin tapaturmiin.</p> <p>Johtopäätöksenä opinnäytetyöllä on, ettei nopeusnäytöillä tässä kohteessa ollut vaikutusta nopeuksiin työmaan alueella. Näiden tulosten pohjalta ei nopeusnäyttöjä kannattaisi hankkia lisää ennen jatkotutkimuksia. Jatkotutkimuksena suositeltiin tekemään uusia mittauksia useammassa kohteissa ja erilaisissa liikenneympäristöissä.</p>	
Avainsanat Liikenteenhallinta, katutyömaa, liikenteennopeus	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Civil Engineering	
Author(s) Oskari Kauppinen	
Title of Thesis Traffic Management at Street Renovation Sites	
Date 11 April 2024	Pages/Appendices 35/1
Client Organisation /Partners Mestar Kuopio Oy	
<b>Abstract</b>  <p>The purpose of this thesis was to measure traffic speeds at the Tasavallankatu street renovation site in Kuopio by studying the effect of speed displays on traffic speed. Another purpose was to prepare a report of the results for the client.</p> <p>The measurements were made during the summer of 2023. The speeds were measured with the speed displays screens covered, displays exposed to traffic and with speed bumps. In addition, the work introduced the effect of traffic speed on traffic safety, traffic control at construction sites and accidents on the streets.</p> <p>As a result, a report of the measurements was produced for the client. With the help of the report, it can be assessed whether it is worth acquiring more speed displays for the company. The conclusion of the thesis was that the speed displays in this location had no effect on the speeds around the construction site. Based on these results, it would not be worthwhile to acquire more speed displays before further studies. As a follow-up to this work, it is recommended to conduct new measurements in multiple locations and in different traffic environments.</p>	
<b>Keywords</b> Traffic management, street worksite, traffic speed	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	8
1.1	Työn tavoitteet .....	8
1.2	Mestar Kuopio Oy .....	8
2	TYÖSKENTELY YLEISELLE LIIKENTEELLE VARATULLA ALUEELLA .....	9
2.1	Liikenteen hallinta katusaneeraustyömailla .....	9
2.2	Ohiajavan liikenteen merkitys ja haasteet .....	9
2.3	Liikenneturvallisuus .....	10
2.3.1	Törmäysturvallisuus katualueilla tehtävissä töissä .....	12
2.4	Nopeuden mittaaminen työmailla .....	12
2.5	Nopeuden vaikutus liikenteeseen ja turvallisuuteen .....	12
2.6	Nopeuden vaikutus jalankulkijoiden turvallisuuteen .....	14
2.7	Aiemmat opinnäytetyöt .....	15
2.7.1	Opinnäytetyö Tampereelta .....	15
2.7.2	Opinnäytetyö Riihimäeltä .....	16
2.7.3	Miten opinnäytetyöt vertautuvat tähän työhön.....	17
3	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	18
3.1	Aineiston keruu.....	18
3.2	Tutkimusalue ja aikajänne .....	18
3.3	Tasavallankatu.....	19
3.4	Aineiston analyysi .....	19
3.5	Ajonopeuden mittaaminen työmaalla.....	21
3.5.1	Liikennevirran käsitteitä .....	21
3.5.2	Ajonopeusaineiston käsittely.....	21
3.5.3	Mittausajankohta .....	22
3.5.4	Mittalaitteet.....	22
4	KATUSANEERAUSTYÖMAIDEN VAIKUTUS LIIKENTEEN NOPEUTEEN .....	23
4.1	Työmaiden vaikutus liikenteeseen .....	23
4.2	Ohiajavan liikenteen nopeuden mittaaminen.....	23
4.3	Työmailla käytetyt liikenteenohjaus menetelmät .....	23
5	TULOKSET JA ANALYYSI .....	24
5.1	Ohiajavan liikenteen nopeus nopeustaulu peitettynä .....	24

5.2	Ohiajavan liikenteen nopeus nopeustaulu näkyvänä .....	25
5.3	Ohiajavan liikenteen nopeus hidasteiden kanssa .....	27
5.4	Rauhalahdentien nopeusmittaus .....	29
5.5	Vaikutukset liikenneturvallisuteen.....	30
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	31
6.1	Yhteenveto tutkimustuloksista .....	31
6.2	Pohdinta.....	31
6.3	Kehitysehdotukset.....	32
	LÄHTEET .....	33
	LIITTEET .....	35
	LIITE 1: KUVAKAAPPAUS NOPEUSNÄYTÖN KÄYTTÖOHJEISTA .....	35

## KUVALUETTELO

KUVA 1. Poliisin tietoon tulleet onnettomuudet 2010–2020 (Kuopion liikenneturvallisuuksuunnitelma 2030 2022, 10) .....	10
KUVA 2. Tieliikenteessä tapahtuneet henkilövahinko-onnettomuudet kuukausittain nopeusrajoituksen ollessa 40 km/h:ssa tai alle vuonna 2021 (Suomen virallinen tilasto (SVT).2024) .....	11
KUVA 3. Ramboll Finland Oy:n ylläpitämä onnettomuuskarttapalvelu (Ramboll Finland Oy).....	11
KUVA 4. Potenssimalli (VTT. Ajonopeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset 2014, 8).....	13
KUVA 5. Jalankulkijan kuoleman riski suhteutettuna auton törmäysnopeuteen (Liikenneturva julkaisuaika tuntematon) .....	14
KUVA 6. Jarrutusmatkat eri nopeuksilla (Liikenneturva julkaisuaika tuntematon) .....	15
KUVA 7. Työmaa-alue rajattu kuvassa sinisillä viivoilla ja nopeusnäyttöjen sijainti esitetty tähdillä.....	18
KUVA 8. Tasavallankadun liikennejärjestelyt (Kauppinen 2023) .....	19
KUVA 9. Kuvakaappaus ViaGraph-aineistosta .....	20
KUVA 10. Keski- ja maksiminopeuden kaavio .....	20
KUVA 11. Ohjelman tuottama ympyrädiagrammi nopeuksien jakautumisesta .....	21
KUVA 12. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus nopeusnäyttötäulu peitettynä Tasavallankadulla Keskustan suuntaan ajettaessa .....	24
KUVA 13. Nopeuksien jakautuminen nopeusnäyttötäulu peitettynä Tasavallankadulla keskustan suuntaan ajettaessa .....	24
KUVA 14. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus nopeusnäyttötäulu peitettynä Tasavallankadulla Keskustasta Siikalahden suuntaan ajettaessa .....	25
KUVA 15. Nopeuksien jakautuminen nopeusnäyttötäulu peitettynä Tasavallankadulla keskustasta Siikalahden suuntaan ajettaessa .....	25
KUVA 16. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus nopeusnäyttötäulu näkyvänä Tasavallankadulla Keskustan suuntaan ajettaessa .....	25
KUVA 17. Nopeuksien jakautuminen nopeusnäyttötäulu näkyvänä Tasavallankadulla keskustan suuntaan ajettaessa .....	26
KUVA 18. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus nopeusnäyttötäulu näkyvänä Tasavallankadulla Keskustasta Siikalahden suuntaan ajettaessa .....	26
KUVA 19. Nopeuksien jakautuminen nopeusnäyttötäulu näkyvänä Tasavallankadulla keskustasta Siikalahden suuntaan ajettaessa .....	27
KUVA 20. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus nopeusnäyttötäulu hidasteiden kanssa Tasavallankadulla Keskustan suuntaan ajettaessa .....	27
KUVA 21. Nopeuksien jakautuminen hidasteiden kanssa Tasavallankadulla keskustan suuntaan ajettaessa ...	28
KUVA 22. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus nopeusnäyttötäulu hidasteiden kanssa Tasavallankadulla Keskustasta Siikalahden suuntaan ajettaessa .....	28
KUVA 23. Nopeuksien jakautuminen hidasteiden kanssa Tasavallankadulla keskustasta Siikalahden suuntaan ajettaessa .....	29
KUVA 24. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus Rauhalahdentien mittauspisteessä.....	29

KUVA 25. Nopeuksien jakautuminen Rauhalahdentien mittauspisteessä.....	30
--	----

## 1 JOHDANTO

Ohiajavan liikenteen aiheuttamat onnettomuudet ovat yksi suurimmista yksittäisistä riskeistä työmailla työskenteleville henkilöille. Ylinopeuden ajaminen työmaan alueella lisää onnettomuuksien todennäköisyyttä ja lisäksi se vähentää kuljettajan mahdollisuuksia vaikuttaa tulevaan onnettomuuteen reaktioajan pienentyessä ja jarrutusmatkan kasvaessa. (VTT. Ajonopeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset 2014, 37–38).

Opinnäytetyön aiheena on liikenteen hallinta katusaneeraustyömailla ja alaotsikkona nopeuden hallinta Tasavallankadun kunnallisteknisissä töissä. Työmaalla on silmämääräisesti havaittu nopeusnäyttöjen alentavan liikenteen nopeutta ja asiaa halutaan selvittää tarkemmin nopeusnäyttöistä saatavan nopeusdatan avulla.

Tarkoituksena työssä on mitata nopeusnäyttöjen avulla ohiajavan liikenteen nopeutta yrityksen katusaneeraustyömailla. Työtä varten valittiin Tasavallankadulla sijainnut työmaa, jossa mittaukset toteutetaan nopeusnäyttö peitettyinä, näkyvänä ja hidasteiden kanssa. Lisäksi vertailukohtaksi otetaan Rauhalahdentien työmaa, jossa nopeusnäytöt sijaitsivat aiemmin. Opinnäytetyössä esitellään työmailta saadut tulokset viagraph-ohjelman tuottaman aineiston avulla.

### 1.1 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on tuottaa toimeksiantajalle Mestar Kuopio Oy:lle aineistoa liikenteen nopeuksista katusaneeraustyömailla, sekä tutkia nopeusnäyttöjen vaikutusta liikenteen nopeuteen. Työn valmistuttua tilaaja pystyy arvioimaan kannattaako nopeusnäyttöjä hankkia yritykselle lisää vai keskittyä muihin nopeuden hallintakeinoihin.

### 1.2 Mestar Kuopio Oy

Mestar Kuopio Oy on Kuopion kaupungin omistama osakeyhtiö, joka toimii kunnallistekniikan-, kunnossapidon- ja viherrakentamisen sektorilla Kuopion alueella. Yritys työllistää vakituisesti noin 160 työntekijää, joiden lisäksi yritys palkkaa vuosittain noin 100 kausityöntekijää. (Mestar julkaisuaika tuntematon.)



## 2 TYÖSKENTELY YLEISELLE LIIKENTEELLE VARATULLA ALUEELLA

Tässä osiossa käsitellään työskentelyä liikenteelle varatulla alueella liikenteen hallinnan, turvallisuuden, ohiajavan liikenteen ja törmäysturvallisuuden kautta. Lisäksi käsitellään kahta samasta aiheesta tehtyä opinnäytetyötä ja niiden vertautumista tähän työhön.

### 2.1 Liikenteen hallinta katusaneeraustyömailla

Tavoitteena liikenteen hallinnalla on parantaa liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta, vähentää liikenteen päästöjä sekä hyödyntää tieverkkoa paremmin (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2023). Tieliikenteessä liikenteen hallinta painottuu liikennetiedotukseen, liikennöitävyyden seurantaan, liikenteen ohjaamiseen, sekä häiriö- ja poikkeustilanteiden hallintaan (Liikennevirasto 2011, 23). Katutyömailla edellä mainittuja asioita hoidetaan huolellisella liikenteenohjauksella, tiedottamisella, seuraamalla työmaa-alueen liikennemääriä, työmaan kunnossapidolla ja tavoittelemalla mahdollisimman lyhyttä haittaa liikenteelle työmaan alueella.

Tiedottaminen työmaasta tulisi hoitaa hyvissä ajoin ennen työn alkamista ja myös sen aikana. Tiedottaessa tulisi ilmoittaa työn kestosta ja mahdollisesti siitä kannattaako työmaan aluetta välttää mahdollisuuksien mukaan. Esimerkiksi yleensä työmaan läpi pystyy ajamaan sujuvasti, mutta muutamana päivänä ajan alueella tehdään kaivutöitä, joiden vuoksi toinen kaista täytyy sulkea liikenteeltä. Tässä tilanteessa olisi hyödyllistä ilmoittaa muutoksista paikallisiin tiedotusvälineisiin. Lisäksi työmaalle tulee asettaa työmaataulu, josta selviää työmaan kesto, kohde, rakennuttaja, urakoitsija ja yhteystiedot. (Kuopion kaupungin rakennusjärjestys 24 §).

Liikenteen ohjauksessa pitää välttää niin sanottuja turhia liikennemerkkejä, merkintöjä, nopeusrajoituksia ja valoja. Nämä voivat aiheuttaa tienkäyttäjissä hämmennystä ja turhautumista heidän huomattessaan esimerkiksi nopeusrajoituksen olevan turhaan käytössä tai muuten liian matala. Tällaiset tilanteet voivat aiheuttaa välinpitämättömyyttä työmaiden liikennejärjestelyihin ja nopeusrajoituksiin jatkossa. Seuraamalla työmaan liikennemääriä voidaan tarvittaessa tehdä muutoksia liikennejärjestelyihin ja siirtää työvaiheita hiljaisemmille hetkille, jolloin niiden haitta liikenteelle jää mahdollisimman pieneksi.

Liikenteen hallintaan tulee kiinnittää huomiota erityisesti silloin kun työskennellään vilkkaasti liikennöidyillä kaduilla. Tällöin riskinä on liikenteen ruuhkautuminen aamuisin sekä iltapäivisin työmatkaliikenteen vuoksi. Ruuhkautumista voidaan ehkäistä järjestämällä työmaa siten, että liikenteen käytössä on vähintään yksi kaista kumpaankin suuntaan, jolloin jonoja ei pääse muodostumaan työmaan päihin.

### 2.2 Ohiajavan liikenteen merkitys ja haasteet

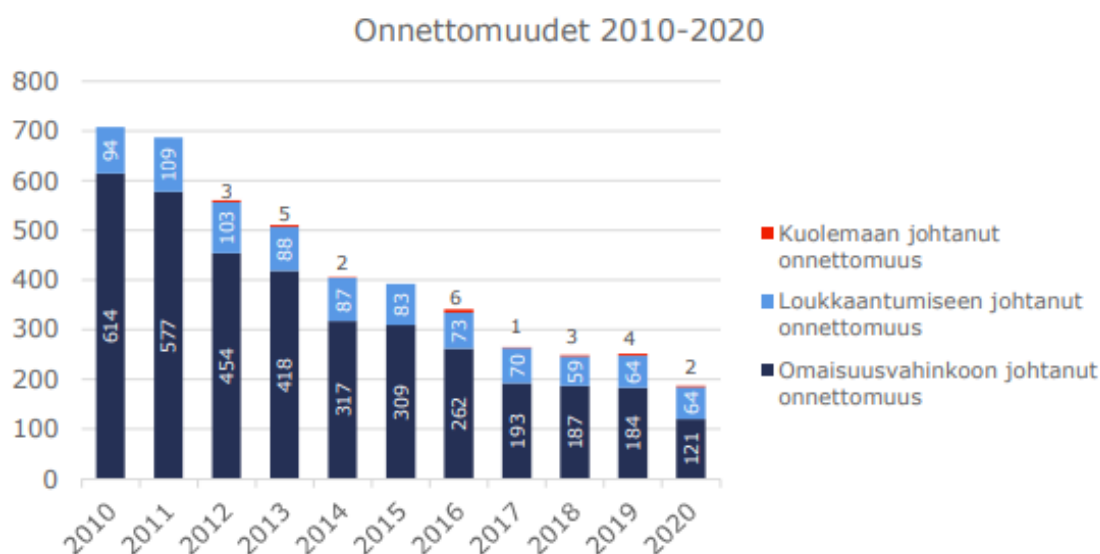
Ohiajavalla liikenteellä on suuri merkitys työmaiden työturvallisuuteen sekä liikenneturvallisuuteen. Liian suuret tilannenopeudet ja nopeusrajoitusten ylitykset aiheuttavat vaaratilanteita muille tienkäyttäjille, sekä työmaa-alueella työskenteleville henkilöille. Katualueilla tehtävissä töissä nopeudet yleensä pysyvät maltillisina, mutta poikkeuksiakin voi olla esimerkiksi pääkaduilla, kun nopeusrajoitukset ovat normaalisti kohtalaisesti suuremmat kuin työnaikaiset.

Haasteita ovat välinpitämättömyys nopeusrajoituksia kohtaan, nopeasti muuttuvat työmaat, huolimattomasti tehdyt liikennejärjestelyt ja oikeuttamattomat nopeusrajoitukset. Jos tienkäyttäjä ei havaitse työmaan alueella toimintaa hän saattaa olettaa nopeusrajoituksen olevan turhaan käytössä ja herkästi rikkoo sitä. Tällainen tilanne voi olla kyseessä esimerkiksi, jos katualueelle on perustettu työmaaliittymä, josta työmaan liikenne kulkee.

### 2.3 Liikenneturvallisuus

Suomen uusi kansallinen liikenneturvallisuusstrategia, sekä valtioneuvoston periaatepäätös liikenneturvallisuudesta astui voimaan 24.3.2022. tavoitteena liikenneturvallisuusstrategialla on, että kaikki liikennemuodot olisivat vuoteen 2050 mennessä sellaisia, ettei kenenkään tarvitse kuolla tai loukkaantua vakavasti liikenteessä. Välitavoitteeksi on asetettu liikennekuolemien ja vakavien onnettomuuksien puolittaminen vuoden 2020 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Tämä tarkoittaisi sitä, että vuonna 2030 tieliikenteessä kuolisi enintään 112 ihmistä ja loukkaantuisi vakavasti enintään 460 ihmistä. (Traficom 2022)

Kuopion liikenneturvallisuussuunnitelmaa 2030 varten on tutkittu Kuopion alueella tapahtuneita onnettomuuksia. Suunnitelmassa on todettu onnettomuusmäärien selkeästi laskeneen Kuopion alueella (kuva 1). Huomioitavaa on kuitenkin se, etteivät kaikki onnettomuudet todellisuudessa tule poliisin tietoon vaan useita pienempiä onnettomuuksia jää raportoimatta, esimerkiksi pienet omaisuusvahingot ja lievät loukkaantumiset. (Kuopion liikenneturvallisuussuunnitelma 2030 2022, 9.)

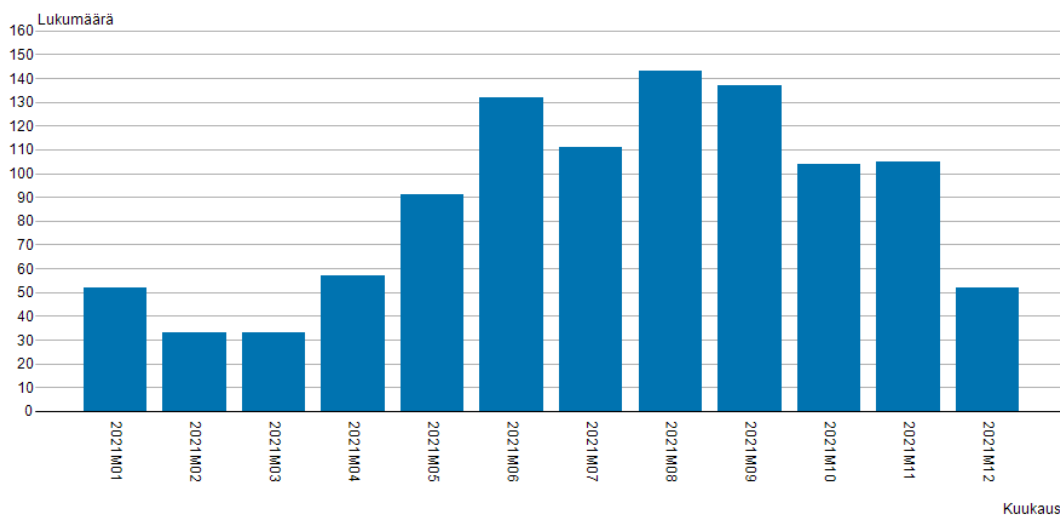


KUVA 1. Poliisin tietoon tulleet onnettomuudet 2010–2020 (Kuopion liikenneturvallisuussuunnitelma 2030 2022, 10)

Suunnitelmassa analysoitiin tarkemmin onnettomuuksia vuosilta 2016–2020. Tällä ajanjaksolla kaupungin alueella tapahtui 1293 poliisin tietoon tullutta onnettomuutta, joista 27 % johti henkilövahinkoihin. Pidemmän aikavälin tarkastelussa onnettomuusmäärät ovat laskeneet, mutta samanaikaisesti henkilövahinko-onnettomuuksien osuus on kasvanut muihin verrattuna. (Kuopion liikenneturvallisuussuunnitelma 2030 2022, 10.)

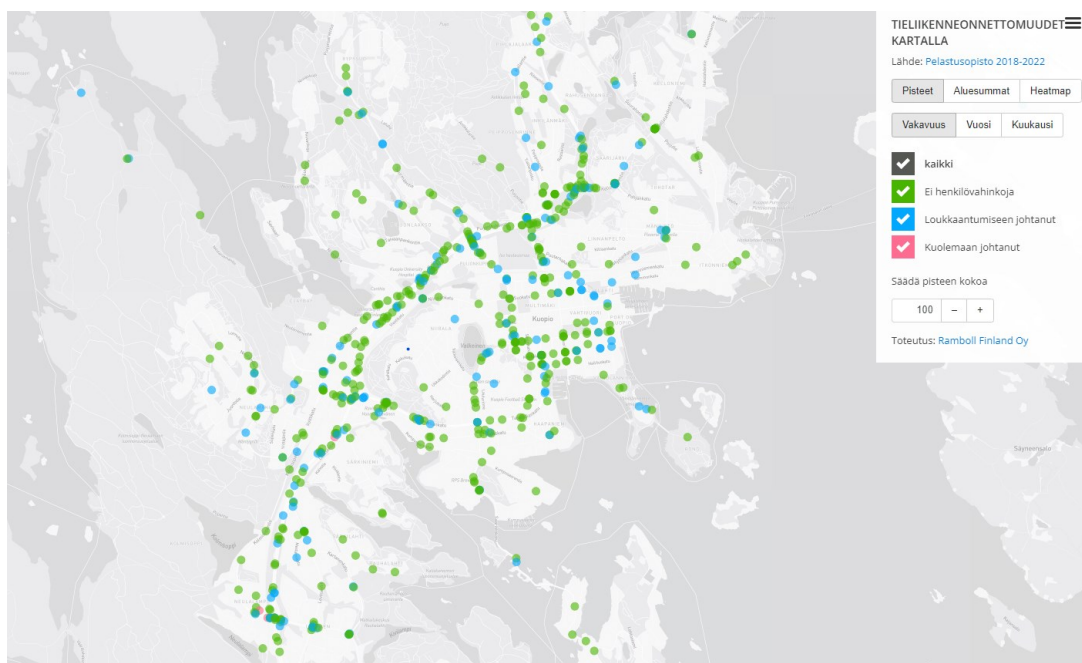
Taajama-aluetta tarkasteltaessa henkilövahinko-onnettomuuksista 46 % oli jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksia. Kuopiossa tapahtuukin 10 % enemmän jalankulkijoihin kohdistuneita henkilövahinko-onnettomuuksia kuin koko muussa maassa keskimäärin. (Kuopion liikenneturvallisuussuunnitelma 2030 2022, 10.)

Tilastokeskuksen dataa henkilövahinko-onnettomuuksista vuonna 2021 tarkasteltaessa voidaan huomata 40 km/h:ssa tai alle ajaessa onnettomuuksien määrän kasvaneen kesää kohti mentäessä (kuva 2). Muutos voi johtua esimerkiksi ihmisten ulkoilutottumuksista. Kevään ja syksyn välillä olosuhteet ulkoilulle ovat miellyttävämmät kuin talviaikaan.



KUVA 2. Tieliikenteessä tapahtuneet henkilövahinko-onnettomuudet kuukausittain nopeusrajoituksen ollessa 40 km/h:ssa tai alle vuonna 2021 (Suomen virallinen tilasto (SVT).2024)

Lisäksi Ramboll ylläpitää onnettomuudet kartalla nimistä karttapalvelua, josta voidaan tarkastella kaupunkialueella sattuneita onnettomuuksia (kuva 3). Kartalta voidaan päätellä onnettomuuksien keskittyvän pitkälti pääväylille, mikä todennäköisesti johtuu suuremmista tilannenopeuksista varsinkin moottoritien osalta.



KUVA 3. Ramboll Finland Oy:n ylläpitämä onnettomuuskarttapalvelu (Ramboll Finland Oy)

### 2.3.1 Törmäysturvallisuus katualueilla tehtävissä töissä

Törmäysturvallisuuteen kiinnitetään huomiota katualueilla tehtävissä töissä silloin kun työn vuoksi

- joudutaan sulkemaan kaistoja osittain tai kokonaan,
- kaivanto suojataan raskasestein,
- pystytetään liikennemerkki sellaiselle alueelle, jossa on vaara törmäykselle,
- kaksiajorataisilla teillä, joissa nopeusrajoitus on  $\geq 60$  km/h tai
- pystytetään työnaikaisia kaiteita.

Törmäyssuojauksia voidaan toteuttaa eri tavoin, mutta niissä pitää huomioida kohteen vaatimukset ja koko törmäyssuojaa valittaessa, esimerkkinä liikennemerkkiä, ei kannata suojata maakasalla tai törmäysvaunulla, vaan liikennemerkkin jalustan ja varren täytyy olla törmäysturvallinen.

Väliaikaisia liikennejärjestelyjä pystyttäessä ja purkaessa kaksiajorataisilla teillä, joiden pysyvä nopeusrajoitus on  $\geq 60$  km/h, käytetään aina törmäysvaimentimella varustettua suoja-ajoneuvoa työntekijöiden suojaamiseksi. (Väylävirasto. Tienrakennustyömaat 2021, 60.)

### 2.4 Nopeuden mittaaminen työmailla

Nopeutta voidaan mitata katutyömailla erilaisilla nopeuden mittaamiseen tarkoitetuilla laitteilla. Tällaisia laitteita ovat nopeusnäytöt, käsitutkat, tutkasensorit ja liikennelaskimet. Työmaille parhaiten näistä sopivat liikennelaskimet ja nopeusnäytöt. Nopeutta mittaamalla työmaalla saadaan selvä käsitys ohiajavan liikenteen nopeudesta ja siihen voidaan tarvittaessa puuttua tekemällä liikennejärjestelyihin muutoksia.

### 2.5 Nopeuden vaikutus liikenteeseen ja turvallisuuteen

Nopeuden kasvaessa kuljettajan mahdollisuudet tunnistaa ja havaita vaaratilanteet ajoissa pienenevät. Onnettomuuksia välttää tulisi mahdolliset tieolosuhteiden muutokset havaita ajoissa, jotta tarvittavat toimenpiteet onnettomuuden tai suistumisen estämiseksi ovat vielä tehtävissä. Samaan aikaan nopeuden kasvaessa kasvavat myös jarrutusmatkat sekä välimatkojen ja nopeuksien arviointivirheet. (VTT. Ajonopeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset 2014, 35–38.)

Keskinopeuden vaikutusta liikenteen aiheuttamiin onnettomuuksiin on kuvattu 1980-luvun alkupuolelta lähtien eri maista peräisin olevaan aineistoon perustuvilla potenssimalleilla tai ”Nilsonin malleilla” (kuva 4). Potenssimalleissa samansuuruisesta suhteellisesta nopeudenmuutoksesta seuraa samansuuruinen muutos turvallisuudelle. Esimerkkinä jos nopeus kasvaa 80 km/h:sta 88 km/h:ssa tätä seuraa suhteellisesti yhtä suuri muutos turvallisuudessa kuin nopeuden kasvaessa 50 km/h:ssa 55 km/h:ssa. Tämä ominaisuus potenssimallissa on saanut kritiikkiä ja siihen on vastattu kehittämällä eksponenttimallit, joissa turvallisuuden muutos riippuu nopeuden muutoksen lisäksi alkutilanteen nopeudesta. (VTT. Ajonopeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset 2014, 7.)

$$\frac{\text{Onnettomuuksien\_lkm\_jälkeen}}{\text{Onnettomuuksien\_lkm\_ennen}} = \left( \frac{\text{Keskiopetus\_jälkeen}}{\text{Keskiopetus\_ennen}} \right)^a \quad (1)$$

Mallissa eksponentti  $a$  riippuu Nilssonin (2004) mukaan onnettomuuden vakavuudesta seuraavasti:

- kaikki henkilövahinko-onnettomuudet:  $a = 2$
- vakavaan loukkaantumiseen tai kuolemaan johtavat onnettomuudet:  $a = 3$
- kuolemaan johtavat onnettomuudet:  $a = 4$ .

KUVA 4. Potenssimalli (VTT. Ajonopeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset 2014, 8)

TAULUKKO 1. Potenssimallien eksponentit (VTT. Ajonopeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset 2014, 10)

	Eksponentti ja sen 95 %:n varmuusväli suluissa		
	Maaseutu	Taajama	Kaikki
Kuolemaan johtavat onnettomuudet	4,1 (2,9...5,3)	2,6 (0,3...4,9)	3,5 (2,4...4,6)
Kuolemat	4,6 (4,0...5,2)	3,0 (-0,5...6,5)	4,3 (3,7...4,9)
Vakavat henkilövahinko-onnettomuudet	2,6 (-2,7...7,9)	1,5 (0,9...2,1)	2,0 (1,4...2,6)
Vakavat henkilövahingot	3,5 (0,5...5,5)	2,0 (0,8...3,2)	3,0 (2,0...4,0)
Lievät henkilövahinko-onnettomuudet	1,1 (0,0...2,2)	1,0 (0,6...1,4)	1,0 (0,7...1,3)
Lievät henkilövahingot	1,4 (0,5...2,3)	1,1 (0,9...1,3)	1,3 (1,1...1,5)
Kaikki henkilövahinko-onnettomuudet	1,6 (0,9...2,3)	1,2 (0,7...1,7)	1,5 (1,2...1,8)
Kaikki henkilövahingot	2,2 (1,8...2,6)	1,4 (0,4...2,4)	2,0 (1,6...2,4)
Omaisuuksien vahinko-onnettomuudet	1,5 (0,1...2,9)	0,8 (0,1...1,5)	1,0 (0,5...1,5)

Malleissa voidaan kiinnittää huomiota kahteen asiaan. Ensimmäiseksi voidaan huomata taajamissa keskinopeuden muutoksen vaikutuksen olevan pienempi maaseutuun verrattuna. Tämä selittyy alhaisemmilla nopeusrajoituksilla esimerkiksi taajamissa nopeudet ovat yleensä alle 60 km/h:ssa ja maaseudulla yli 60 km/h:ssa. Toiseksi malli on varmempi maaseutua tarkasteltaessa, koska 95 %:n varmuusväli on pienempi (taulukko 1). Potenssimalli toimiikin heikosti taajamissa, joissa tilannopeudet ovat pienempiä ja riskitekijöitä, sekä nopeuksia sääteleviä elementtejä on enemmän. (VTT. Ajonopeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset 2014, 9.)

Potenssimallille vaihtoehtona kehitetyssä eksponenttimallissa onnettomuuksien lukumäärän riippuvuutta liikenteen keskinopeuteen kuvataan yhtälöllä

$$\text{Onnettomuuksien suhteellinen lukumäärä} = \alpha * e^{\beta * x}$$

Yhtälössä  $x$  on liikenteen keskinopeus,  $e$  on Neperin luku 2,71828 ja  $\alpha$  sekä  $\beta$  ovat estimoitavia lukuja (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Eksponenttimallien kertoimet ja niiden keskivirheet suluissa (VTT. Ajonopeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset 2014, 11)

Selitettävä muuttuja	vakiotermi $\alpha$	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)
Omaisuuksivahinko-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)

VTT:n tutkijat ovat vertailussaan todenneet potenssimallin sopivan paremmin kuolemaan johtavien onnettomuuksien datapisteisiin. Eksponenttimalli taas sopi henkilö- ja omaisuusvahinko-onnettomuuksia kuvaamiseen paremmin kuin potenssimalli. Taajamissa yleisemmin tapahtuvat onnettomuudet ovat henkilö- ja omaisuusvahinko-onnettomuuksia, joten eksponenttimalli toimisi taajamissa paremmin. (VTT. Ajonopeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset 2014, 11.)

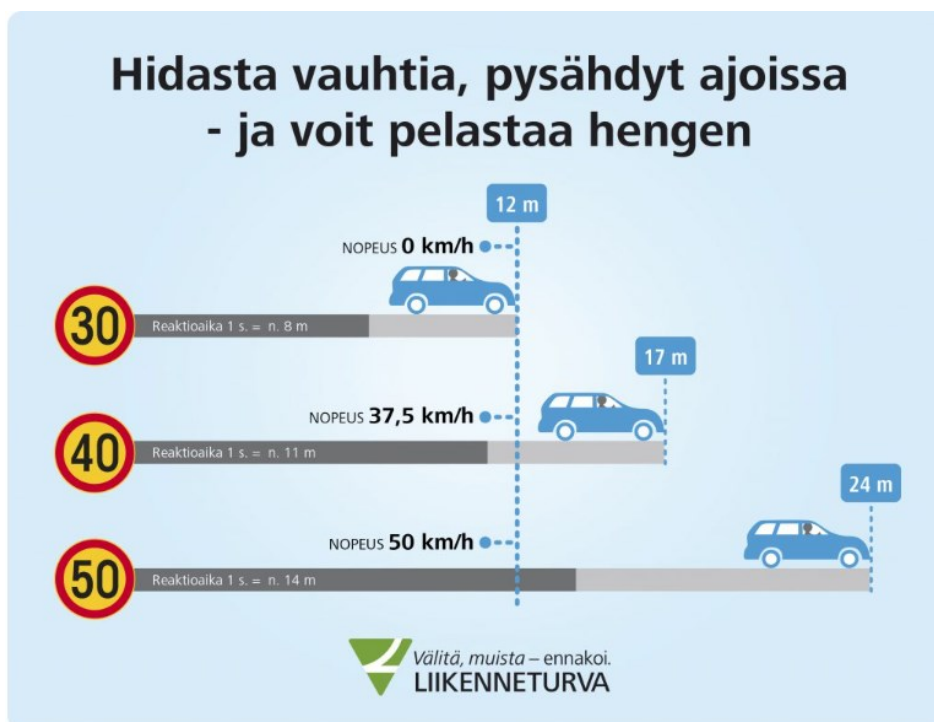
## 2.6 Nopeuden vaikutus jalankulkijoiden turvallisuuteen

Mitä suuremmaksi törmäysnopeudet kasvavat, sitä pienemmäksi menevät jalankulkijan mahdollisuudet selvitä törmäyksestä. Esimerkiksi törmäysnopeuden ollessa yli 60 km/h:ssa menehtymisen todennäköisyys kasvaa huomattavasti (kuva 5). (Liikenneturva julkaisuaika tuntematon)



KUVA 5. Jalankulkijan kuoleman riski suhteutettuna auton törmäysnopeuteen (Liikenneturva julkaisuaika tuntematon)

Kuvasta 6 voidaan huomata 30 km/h:ssa nopeusrajoituksella olevan selkeä merkitys taajama-alueilla liikuttaessa. Tätä nopeutta ajava on pysähtynyt jo siinä vaiheessa kun 40 km/h:ssa ajava on vasta aloittanut jarruttamisen. (Liikenneturva julkaisuaika tuntematon)



KUVA 6. Jarrutusmatkat eri nopeuksilla (Liikenneturva julkaisuaika tuntematon)

## 2.7 Aiemmat opinnäytetyöt

Nopeusnäyttöjen vaikutuksesta liikenteen nopeuteen on tehty aiempia tutkimuksia Suomessa ja ulkomailla. Tässä työssä tarkasteltiin kahta opinnäytetyötä, joissa toisessa nopeusnäytöt ovat toimineet työmaalla ja toisessa normaalissa liikenneympäristössä.

### 2.7.1 Opinnäytetyö Tampereelta

Annika Koskela (2021, 2) on toteuttanut vuonna 2021 Tampereen ammattikorkeakoululle opinnäytetyön, jossa hän selvitti, onko nopeusnäyttöjen käytöstä hyötyä tietyömailla työturvallisuuden näkökulmasta.

Työtä varten tehdyissä mittauksissa oli käytetty Viasis mini-nopeusnäyttöä, sekä Viacount II-liikennelaskinta. Nopeusnäyttöä tutkimuksessa käytettiin nopeuden näyttämiseksi autoilijoille, sekä datan hankkimiseen. Liikennelaskinta käytettiin työssä vain tulosten tarkistamiseen. (Koskela 2021, sivu 15.)

Tekijä arvioi työn lopuksi vaikutuksia yksittäisellä kohteella, jolla nopeusnäytön käytön aikana nopeusrikkomukset olivat pudonneet 76,47 %:sta 53,99 %:iin. Vastaavasti V85-nopeus laski 4 km/h:ssa ja keskinopeus 3 km/h:ssa, sekä vakavan tapaturman riski oli pudonnut kahden viikon ajaksi 10 prosentilla. Jonoliikenteen määrä oli kasvanut alueella, mikä on todennäköisesti vaikuttanut liikenteeseen nopeutta alentavasti. Tämä tulee ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa. (Koskela 2021, sivu 27.)

Koskela on tutkimuksessaan todennut nopeusnäyttöjen hidastavan tilannenopeutta väliaikaisesti. Samassa paikassa sijainnut nopeusnäyttö on hillinnyt nopeuksia noin 2–3 viikkoa. Tämän jälkeen nopeudet ovat palautuneet normaaleiksi ja jopa suuremmiksi kuin ennen näytön asentamista. (Koskela 2021, sivu 29.)

## 2.7.2 Opinnäytetyö Riihimäeltä

Mira Linna (2018, 2) on toteuttanut Hämeen ammattikorkeakoululle vuonna 2018 opinnäytetyön, joka käsittelee nopeusnäyttöjen vaikutusta ajonopeuksiin maanteillä. Tarkemmin hän on tutkinut niiden vaikutusta näytön ohittamisen jälkeen ja miten ympäristö vaikuttaa siihen.

Linna oli valinnut työhönsä seitsemän kohdetta, joissa tutkittiin ajonopeuksia ennen näytön asentamista ja näytön asentamisen jälkeen. Siirto-ohjelmasta riippuen kohteissa oli yksi tai kaksi näyttöä. Aikaisemmista aiheesta tehdyistä tutkimuksista poiketen nopeutta mitattiin myös näytön takana kahdessa mittauspisteessä. Mittauspisteiden paikat olivat noin 100–500 metrin päässä näytöistä. Paikkojen valintaan vaikutti etäisyyden lisäksi ympäristön soveltuvuus. (Linna 2018, 19.)

Tässäkin tutkimuksessa oli havaittu aiempien tutkimuksien tapaan nopeusnäyttöjen alentavan ajonopeuksia näytön kohdalla. Tutkimusalueilla keskinopeudet näyttöä lähestyttäessä laskivat 2,8–8,7 km/h:ssa. (Linna 2018, 59.)

Tutkimuksen päätavoitteena on ollut tutkia, miten nopeusnäyttö vaikuttaa ajonopeuksiin näytön ohittamisen jälkeen. Keskinopeuksissa ei ollut havaittu yhtä merkittävää muutosta mittauspisteillä kuin näytön kohdalla. Valtaosassa kohteita keskinopeudet lähtivät nousemaan heti näytön ohittamisen jälkeen, mutta pysyivät silti alhaisempina kuin ennen näytön asentamista. Erot keskinopeudessa 100 metriä näytön ohittamisesta ennen näytön asentamista ja näytön asentamisen jälkeen olivat noin 1,4–3,1 km/h. Jopa 400 metrin kohdalla näytön ohittamisen jälkeen keskinopeuden ero oli ollut muutamassa mittauspisteessä 2 km/h:ssa. (Linna 2018, 59.)

Mittauksista oli huomattu myös keskinopeuden laskemisen lisäksi, että kovat ylinopeudet näytön ohittamisen jälkeen vähenivät ja nopeudet keskittyivät nopeusrajoituksen tuntumaan. Näytöllä ei pystytty kumoamaan liikenneympäristön vaikutusta ajonopeuksiin. Ympäristön muuttuessa niin, että nopeudet normaalisti lähtivät nousemaan, niin tapahtui myös näyttöjen paikallaan ollessa. Tästä huolimatta nopeuden tasoa onnistuttiin laskemaan tällaisissakin kohteissa. (Linna 2018, 59.)

Tutkimuksessa myös todettiin, ettei näytön pidempiaikaisella paikallaan olemisella olisi tulosten kannalta vaikutusta näytön tehokkuuteen nopeuksien alentamisessa. Tutkimuksessa on tullut myös ilmi, että pelkästään nopeusnäyttöjen dataa voi saada väärän kuvan sen oikeasta vaikutuksesta ajonopeuksiin. Ilmiö oli ollut nähtävissä selkeästi yhdellä mittauskohteista, jossa nopeusnäytön kohdalla nopeudet olivat laskeneet 6 km/h:ssa, mutta mittauspisteissä ei eroa ollut havaittu ollenkaan. Tähän vaikuttaneita tekijöitä on voinut opinnäytetyön tekijän mukaan mittauspisteissä jo valmiiksi alhaiset nopeudet, hidastava elementti mittauspisteiden välissä ja mahdollisesti iso osa ajoneuvoista, jotka ohittavat mittauspisteen, eivät ole kulkeneet nopeusnäytön ohi. Tekijän mukaan tämä korostaa näytön asentamispaikan suunnittelun tärkeyttä sen maksimaalisen hyödyn saavuttamiseksi. (Linna 2018, 60.)



### 2.7.3 Miten opinnäytetyöt vertautuvat tähän työhön

Opinnäytetöiden tavoitteena on ollut selvittää nopeusnäyttöjen toimintaa liikenteen nopeuden säätelyyn, joten peruseriaatteeltaan ne vertautuvat hyvin tähän opinnäytetyöhön. Huomioon tulee kuitenkin ottaa se, että Mira Linnan opinnäytetyö sijoittui maanteille, jotka ovat liikenneympäristönä hyvin erilaisia katuverkkoon verrattuna. Koskelan opinnäytetyö sijoittui tietyömaille ja ainakin osaksi katutyömaille, jolloin siinä saadut tulokset vertautuvat tähän työhön paremmin.

### 3 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimusmenetelmät osiossa käydään läpi aineiston keräämiseen käytettyä menetelmää, aineiston käsittelyä ja analysointia, sekä tutkimusaluetta, mittalaitetta ja käsitteitä. Edellä mainittuja asioita on havainnollistettu kuvin ja kaavioin.

#### 3.1 Aineiston keruu

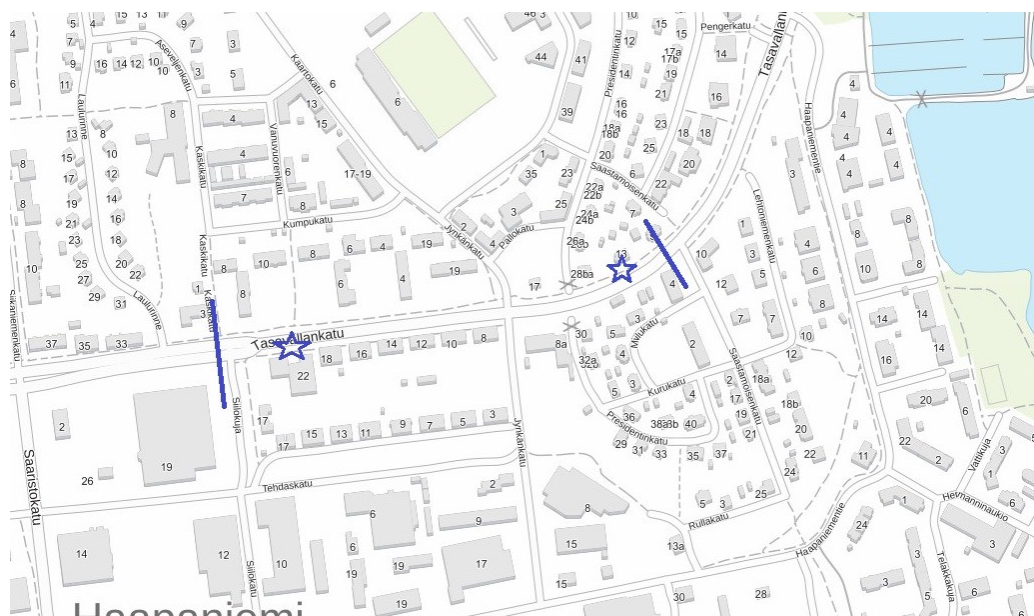
Aineisto kerättiin hyödyntämällä Tasavallankadulla sijainneelle työmaa-alueelle asennettuja nopeusnäyttöjä. Aineiston kerääminen tapahtui harjoittelun ohessa kesällä 2023. Aineiston keräämiseen hyödynnettiin viasis-mini nopeusnäyttöä, jolla voidaan mitata ohiajavan liikenteen nopeutta haluttaessa kumpaankin suuntaan kulkevasta liikenteestä. Tässä työssä käytettiin kahta näyttöä, jotka kummatkin mittasivat työmaalle saapuvan liikenteen nopeutta.

Lisäksi työssä käytettiin Rauhalahdentiellä aiemmin sijainneen nopeusnäytön dataa. Rauhalahdentiellä sijainnut nopeusnäyttö oli sama näyttö kuin Tasavallankadulla Siikalahden suunnassa sijainnut näyttö.

Opinnäytetyötä varten kysyttiin onnettomuus ja sakkotietoja katutyömailhin liittyen Itä-Suomen poliisilaitokselta, mutta heillä ei kerätä tietoja erikseen työmailla tapahtuneista onnettomuuksista tai työmailla annetuista sakoista. Poliisilaitokselta ohjeistettiin ottamaan yhteyttä tienpitäjään eli Kuopion kaupunkiin. Samassa tietopyynnössä kaupungilta kysyttiin heidän mittaamia nopeustietoja Tasavallankadulta, mutta heillä ei ollut antaa mittausalueelta omaa nopeusdataa, eikä onnettomuustietoja katutyömailla tapahtuneista onnettomuuksista. Kaupungilta saatiin liikennelaskentatietoa excel-muodossa Siikaniemenkadun, Saaristokadun ja Tasavallankadun risteyksestä.

#### 3.2 Tutkimusalue ja aikajänne

Mittaukset suoritettiin 19.7.- 8.8.2023 ja tutkimusalueena toimi Tasavallankadulla sijainnut saneeraus työmaa (kuva 7). Mittaukset olivat käytännössä sidottuna työmaan keston kyseisellä kadulla ja ne kestivät vajaat kolme viikkoa.



KUVA 7. Työmaa-alue rajattu kuvassa sinisillä viivoilla ja nopeusnäyttöjen sijainti esitetty tähdillä



KUVA 8. Tasavallankadun liikennejärjestelyt (Kauppinen 2023)

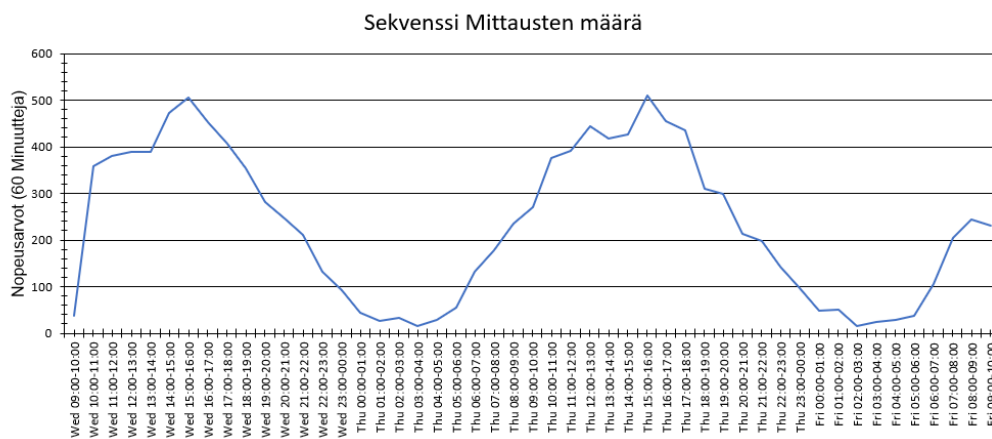
Kuva 8 on otettu Tasavallankadun ja Jynkänkadun risteyksestä. Kuvan ottosuunta on keskustasta Siikalahteen päin. Oikeassa laidassa sijaitsee raskasestien suojattu kaivanto ja liikenne oli rajattu kulukemaan ohituskielto merkin kohdalla sijainneen liikenteenjakkajan vasemmalta puolelta.

### 3.3 Tasavallankatu

Tasavallankatu on pääkatu, joka rajautuu lännessä Savilahdentiehen ja pohjoisessa Haapaniemenkatuun. Tasavallankatuun liittyviä katuja ovat Jynkänkatu, Saaristokatu, Siikaniemenkatu, Saastamoisenkatu, Teollisuuskatu, Leväsentie, Laulurinne, Siilokuja ja Haapaniementie. Tasavallankadun liikennemäärä on ollut Kuopion kaupungin 19.4.2023 tekemässä mittauksessa 28632 ajoneuvoa vuorokauden aikana (Kuopion kaupunki 2023).

### 3.4 Aineiston analyysi

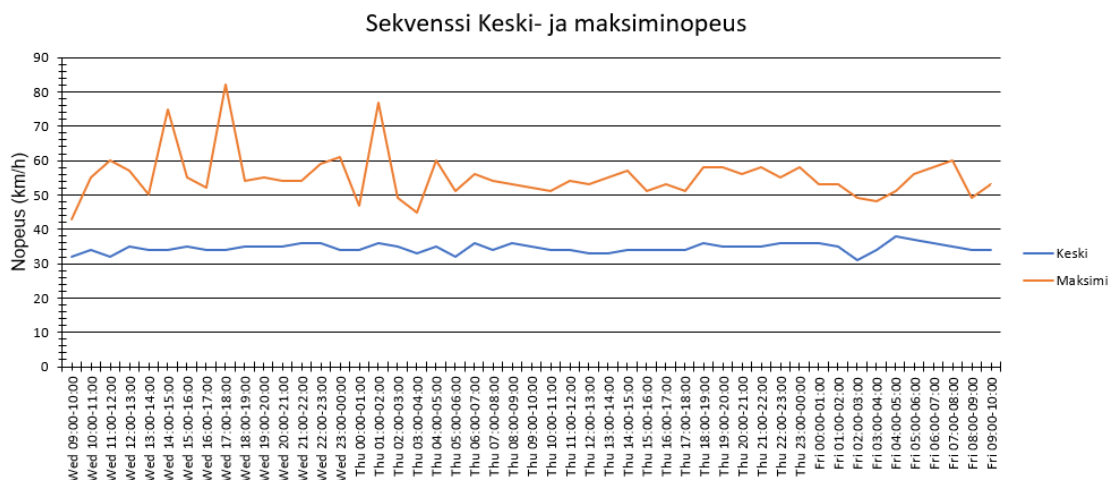
Aineistoa ei erikseen tässä työssä analysoitu, koska nopeusnäyttöjen ohjelmasta saatiin tarvittavat parametrit työtä varten. Ohjelman tuottamasta aineistosta saadaan suoraan selville ajoneuvojen keski-, V85- ja maksiminopeus mittausjaksolla. Lisäksi ohjelma tuottaa kaavioita ja diagrammeja esimerkiksi mittausten määrästä, keski- ja maksiminopeudesta, sekä nopeuksien jakautumisesta. Esimerkki ohjelman tuottamasta datasta on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 9).



Mittausaika		Wednesday, 19 July 2023,09:00 - Friday, 21 July 2023,10:00				
Nopeusrajoitus	30 km/h	Luvut	Ajoneuvot	Vd[km/h]	Vmaks[km/h]	V85 [km/h]
Nopeusrikkomukset	77,15 %	11438	1640	34	82	41
KVL	803					
KVL	293095					
Mittauksen suunta	Saapuva					
Vastuullinen:						
Kommentti:						
Paikkatieto:						
Saapuvan liikenteen suunta:						
Poistuvan liikenteen suunta:						

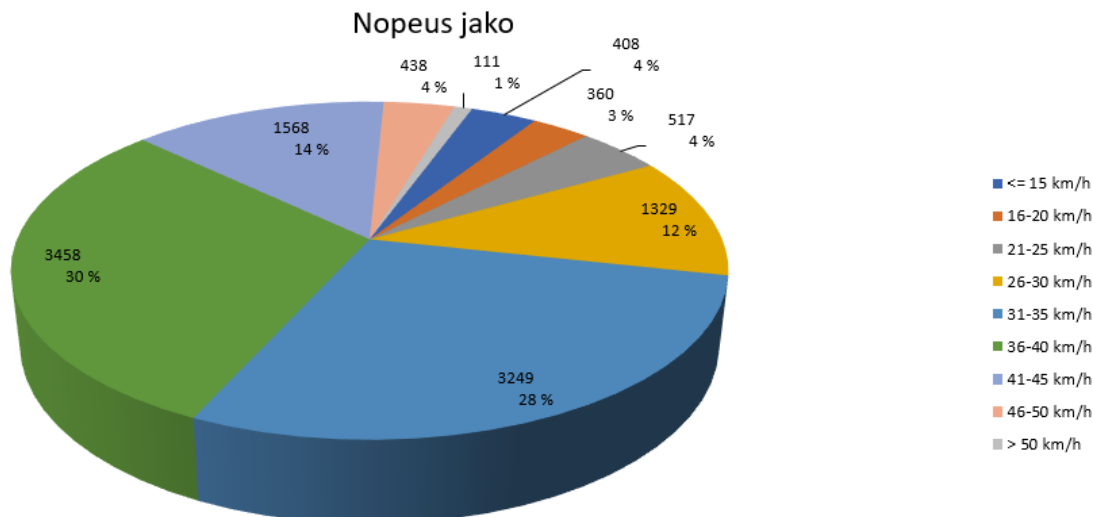
KUVA 9. Kuvakaappaus ViaGraph-aineistosta

Kuvassa 10 on esitettyä ohjelman tuottama viivadiagrammi keski- ja maksiminopeudesta. Diagrammia voidaan hyödyntää esimerkiksi tarkasteltaessa nopeuksien vaihtelua vuorokauden aikana.



KUVA 10. Keski- ja maksiminopeuden kaavio

Kuvassa 11 on ympyrädiagrammi, jollaisia myös tässä työssä on käytetty kuvaamaan nopeuksien jakautumista mittausjaksolla. Diagrammissa on esitettyä väreillä nopeusalueet. Prosentit ja alueen koko havainnollistavat, kuinka suuri osa liikenteestä on ajanut kyseisellä nopeusalueella.



KUVA 11. Ohjelman tuottama ympyrädiagrammi nopeuksien jakautumisesta

### 3.5 Ajonopeuden mittaaminen työmaalla

Ajonopeutta mitattiin työmaalla aluksi nopeusnäyttö peitettynä, jolloin saatiin ns. raakadataa nopeuksista. Tämän jälkeen nopeustaulut paljastettiin liikenteelle ja annettiin taulujen olla niin kauan käytössä kuin väliaikaiset liikennejärjestelyt olivat käytössä Tasavallankadulla. Työmaan alueelle lisättiin myös nopeustaulujen käytössä oloaikana pikimassasta tehtyjä hidasteita. Tauluista ladattiin tiedot nopeuksista jokaisessa aiemmin mainitussa vaiheessa.

#### 3.5.1 Liikennevirran käsitteitä

Liikennevirran keskeisiä peruskäsitteitä ovat liikennemäärä, liikennevirran keskinopeus ja liikennetiheys. Liikennemäärällä tarkoitetaan tietyn mittauspisteen ohittavaa liikennemäärä esimerkiksi ajoneuvoa vuorokaudessa tai jalankulkijaa tunnissa. Liikennevirran keskinopeudella(v) tarkoitetaan esimerkiksi mittauspisteen ohittavien ajoneuvojen keskinopeutta(km/h). Liikennetiheydellä tarkoitetaan tietyllä tieosuudella olevien ajoneuvojen tai jalankulkijoiden määrää väylän pituusyksikköä kohti esimerkiksi ajoneuvoa kilometrille(ajon/km). Liikennevirran yleiskuvaukset perustuvat tavallisesti nopeusjakaumaan ja väylän liikennemäärään. (Jouni Ojala 2019, 34.)

Tieliikenteen nopeuksia kuvataan yleisesti pistenopeuksilla, joka tarkoittaa ajoneuvon nopeutta tiettyssä mittauskohdassa. Tunnuslukuina pistenopeuksille toimivat keskihajonta, keskiarvo ja persenttiilit v15 ja v85. Persenttileillä esitetään nopeusarvoja, joita hitaammin näillä arvoilla esitetty prosenttimäärä liikennevirrasta ajaa. (Jouni Ojala 2019, 38.)

#### 3.5.2 Ajonopeusaineiston käsittely

Nopeusdataa käsitellään excel-aineistona, jollaisena se tulee suoraan nopeusnäytön ohjelmasta. Ohjelmasta saadaan suoraan selville keski-, maksimi- ja V85-nopeus. Lisäksi ohjelma tuottaa nopeuksien jakautumisesta pylväs-, ympyrä- ja viivadiagrammin.

### 3.5.3 Mittausajankohta

Mittausajankohtana heinäkuu-elokuu oli sopiva tällaiselle tutkimukselle. Suurin osa katurakentamisesta on sesonkityylistä, joka keskittyy kevään ja syksyn välille. Tähän vuodenaikaan säästä johtuvat häiriötekijät liikenteen käyttäjille ovat vähäisiä, joten niillä ei ole merkittävää vaikutusta nopeuksiin.

### 3.5.4 Mittalaitteet

Mittalaitteena käytettiin viasis mini-nopeusnäyttöä, jonka valmistaja on Via traffic controlling gmbh. Näytöt asennettiin noin 2,5 metrin korkeuteen valmistajan ohjeen mukaan. Valmistaja lupaa nopeusnäytölle 2 % tarkkuutta kaikilla nopeuksilla, joka tarkoittaa 30 km/h:ssa alueella vain 0,6 km/h:ssa heittoa (liite 1). (Viasis mini-nopeusnäyttö käyttöohjeet julkaisuaika tuntematon.)

## 4 KATUSANEERAUSTYÖMAIDEN VAIKUTUS LIIKENTEEN NOPEUTEEN

Katutyömaat nimensä mukaisesti sijoittuvat kaupunkien ja kuntien katualueille, jotka ovat usein vilkasliikenteisiä. Tässä luvussa käsitellään työmaiden vaikutusta liikenteeseen ja sitä millaisia liikenteenohjausmenetelmiä työmailla käytetään.

### 4.1 Työmaiden vaikutus liikenteeseen

Työmaiden vaikutus liikenteeseen on selvää toimiessa katu, tie tai rautatiealueilla. Työmaat aiheuttavat vaaraa kaikille työmaan alueella liikkuville ja vaikutukset myös liikenteen sujuvuuteen voivat olla mahdollisia. (Väylävirasto. Tienrakennustyömaat 2021, 4.)

### 4.2 Ohiajavan liikenteen nopeuden mittaaminen

Katualueilla tehtävissä töissä liikenteen nopeutta voidaan mitata samoilla työkaluilla kuin valtateilläkin. Mittaustapoihin kuuluu muun muassa nopeusnäytöt, liikennelaskimet, silmukkalmaisimet ja käsitutkat. Nopeutta voidaan mitata työmaan omiin tarkoituksiin turvallisuuden parantamiseksi työmaa-alueella, tai tutkimustarkoituksessa joko yrityksen sisäisesti tai ulkopuolisen toimijan puolesta. Mittalaite tulisi sijoittaa työmaan alueelle siten, että se palvelee tutkimustarkoitusta, tai nopeusnäytön tilanteessa turvallisuutta luovana tekijänä.

### 4.3 Työmailla käytetyt liikenteenohjaus menetelmät

Työmailla käytetään tienkäyttäjien ja työntekijöiden turvallisuuden parantamiseen seuraavia menetelmiä. Alhaisen nopeusrajoituksen asettaminen ja tarvittaessa sen noudattamisen varmistaminen rakenteellisin keinoin. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää korkeampaa nopeusrajoitusta, jolloin tehdään tarvittavat suojarakenteet. Suojarakenteiden vaatimukset riippuvat tien liikennemäärästä, vaaran luokasta, urakan kestosta ja käytetystä nopeustasosta. (Väylävirasto. Tienrakennustyömaat 2021, 7.)

Nopeusrajoitukset tulee asettaa työmaan alueella mahdollisimman lyhyelle matkalle ja vain tarvittavaksi ajaksi töiden aikana tai väylän kunnan ollessa puutteellinen. Jos nopeudet ovat rajoituksesta huolimatta liian suuret, voidaan käyttää rakenteellisia menetelmiä nopeuden alentamiseksi. Rakenteellisia nopeuden alentamistapoja ovat esimerkiksi hidastemutkat, töyssyt, heräteraidat ja tietä selvästi kaventavat törmäysturvalliset porttirakennelmat. Kiertoliittymällä voidaan myös alentaa nopeuksia ennen työkohdetta. (Väylävirasto. Tienrakennustyömaat 2021, 14.)

Liikennevaloja käytettäessä nopeusrajoitus voi olla maksimissaan 50 km/h:ssa. Ruuhka-aikoina on liikenteen sujuvuuden varmistamiseksi käytettävä käsin ohjattavia liikennevaloja. Liikennevaloista varoittavien merkkien yhteydessä tulee käyttää päivävilkkuja ja sulkupylväitä. Suuntaa antavia sulkupylväitä voidaan käyttää liikennevalojen yhteydessä osoittamaan sivusiirtymää. Yli kolme viikkoa kestäväillä työmailla maalataan pysäytysviiva noin viisi metriä ennen liikennevalo-opastinta. (Väylävirasto. Tienrakennustyömaat 2021, 21.)

## 5 TULOKSET JA ANALYYSI

Tässä luvussa esitellään nopeusnäytöistä saatua dataa nopeusnäyttö peitettynä, näkyvillä ja hidasteiden kanssa. Aineistosta on esitettyä keskinopeus, V85-nopeus, maksiminopeus, sekä sen mitausaika ja nopeusrikkomuksien määrä prosentteina. Havainnollistavana tekijänä on ympyrädiagrammit, joista voi nähdä prosentteina ja väreillä esitettyä eri nopeuksien esiintyvyydet nopeusnäyttöjen alueella. Kuvakaappauksista voidaan nähdä nopeusnäytön tekemiä mittausmääriä ja suuntaa antavat ajoneuvomäärät.

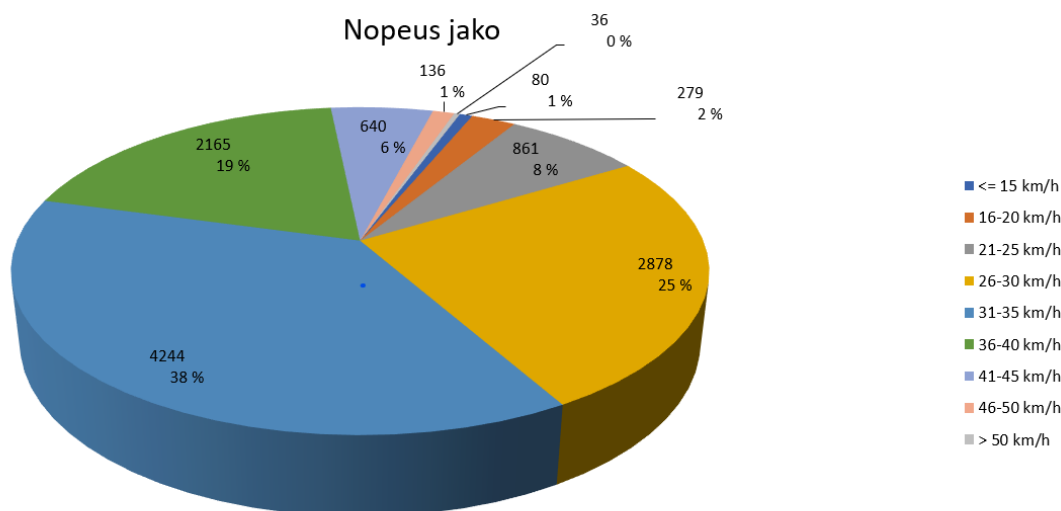
### 5.1 Ohiajavan liikenteen nopeus nopeustaulu peitettynä

Kuvassa 12 on esitettyä ohiajavan liikenteen nopeudet nopeusnäyttötäulu peitettynä Tasavallankatua keskustaan päin ajettaessa. Keskinopeus oli 32 km/h:ssa, V85-nopeuden ollessa 38 km/h:ssa. Nopeusrikkomuksia oli 63,8 %. Suurin mitattu nopeus oli 80 km/h:ssa ja se oli mitattu perjantaina 21.7.2023 kello 00.00–01.00.

Mittausaika	Wednesday, 19 July 2023,10:00 - Friday, 21 July 2023,10:00					
Nopeusrajoitus	30 km/h	Luvut	Ajoneuvot	Vd[km/h]	Vmaks[km/h]	V85 [km/h]
Nopeusrikkomukset	63,80 %	11319	1519	32	80	38
KVL	759					
KVL	277035					
Mittauksen suunta	Saapuva					

KUVA 12. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus nopeusnäyttötäulu peitettynä Tasavallankadulla Keskustan suuntaan ajettaessa

Kuvaa 13 tarkasteltaessa voidaan huomata suurimman osan liikenteenkäyttäjistä ajaneen nopeusalueella 26–35 km/h. Näistä mittauksista 38 % oli alhaisia ylinopeuksia (31–35 km/h). Yli 40 km/h:ssa ajoi alle 10 % ajoneuvoista.



KUVA 13. Nopeuksien jakautuminen nopeusnäyttötäulu peitettynä Tasavallankadulla keskustan suuntaan ajettaessa

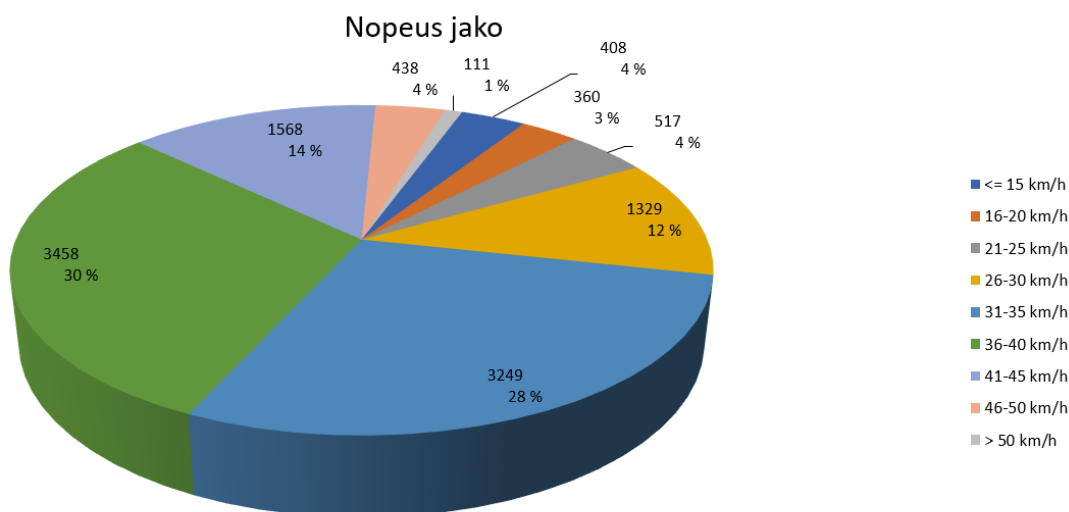


Kuvassa 14 on esitettyä ohiajavan liikenteen nopeudet nopeusnäyttötäulu peitettyä keskustasta Siikalahden päin ajettaessa. Keskinopeus oli 34 km/h:ssa, V85-nopeus 41 km/h:ssa ja nopeusrikkomuksia 77,15 %. Suurin mitattu nopeus oli 82 km/h:ssa, joka oli mitattu keskiviikkona 19.7.2023 kello 17.00–18.00.

Mittausaika		Wednesday, 19 July 2023,09:00 - Friday, 21 July 2023,10:00				
Nopeusrajoitus	30 km/h	Luvut	Ajoneuvot	Vd[km/h]	Vmaks[km/h]	V85 [km/h]
Nopeusrikkomukset	77,15 %	11438	1640	34	82	41
KVL	803					
KVL	293095					
Mittauksen suunta	Saapuva					

KUVA 14. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus nopeusnäyttötäulu peitettyä Tasavallankadulla Keskustasta Siikalahden suuntaan ajettaessa

Kuvaa 15 tarkasteltaessa voidaan huomata suurimman osan liikenteenkäyttäjistä ajaneen nopeusalueella 31–40 km/h:ssa. Näistä alhaisia nopeusrikkomuksia oli 28 % (31–35 km/h:ssa). Yli 40 km/h:ssa ajoi noin 18 %.



KUVA 15. Nopeuksien jakautuminen nopeusnäyttötäulu peitettyä Tasavallankadulla keskustasta Siikalahden suuntaan ajettaessa

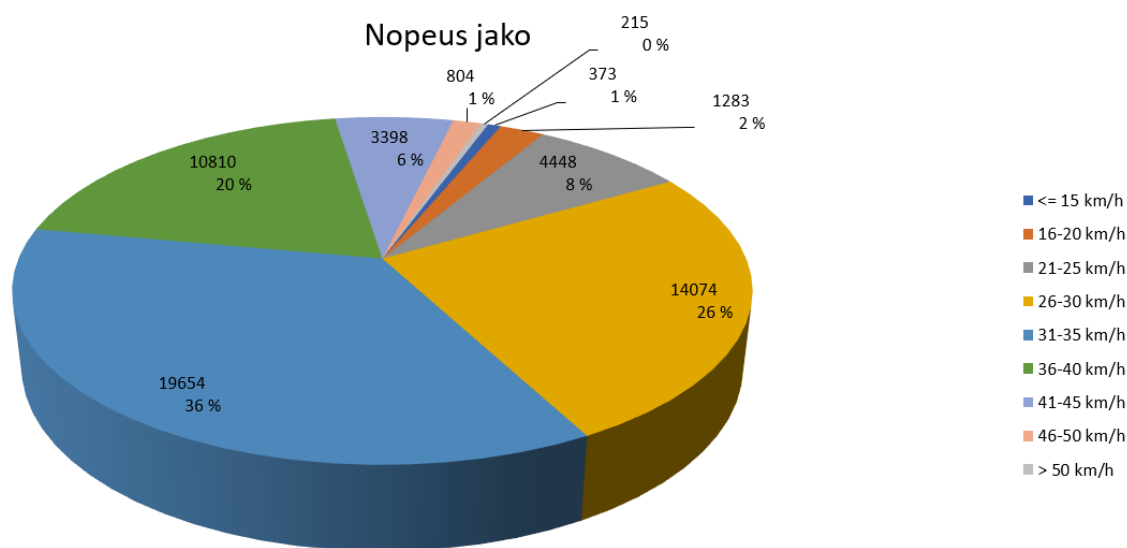
## 5.2 Ohiajavan liikenteen nopeus nopeustäulu näkyvänä

Kuvassa 16 on esitettyä liikenteen nopeudet nopeusnäyttötäulut näkyvänä Tasavallankatua keskustaan päin ajettaessa. Tällä mittausvälillä keski- ja V85-nopeudet pysyivät samoissa lukemissa kuin peitettyäkin. Nopeusrikkomukset laskivat alle prosenttiyksikön verran 63,35 %:iin. Korkein mitattu nopeus oli 76 km/h:ssa, joka oli mitattu torstaina 27.7.2023 kello 04.00–05.00.

Mittausaika		Friday, 21 July 2023,12:00 - Monday, 31 July 2023,12:00				
Nopeusrajoitus	30 km/h	Luvut	Ajoneuvot	Vd[km/h]	Vmaks[km/h]	V85 [km/h]
Nopeusrikkomukset	63,35 %	55059	7413	32	76	38
KVL	741					
KVL	270465					
Mittauksen suunta	Saapuva					

KUVA 16. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus nopeusnäyttötäulu näkyvänä Tasavallankadulla Keskustan suuntaan ajettaessa

Kuvaa 17 tarkasteltaessa voidaan nähdä suurimman osan liikenteenkäyttäjistä ajaneen nopeusalueella 26–35 km/h:ssa. Näistä alhaisia nopeusrikkomuksia oli 36 % (31–35 km/h:ssa). Yli 40 km/h:ssa ajoi noin 7 % liikenteestä.



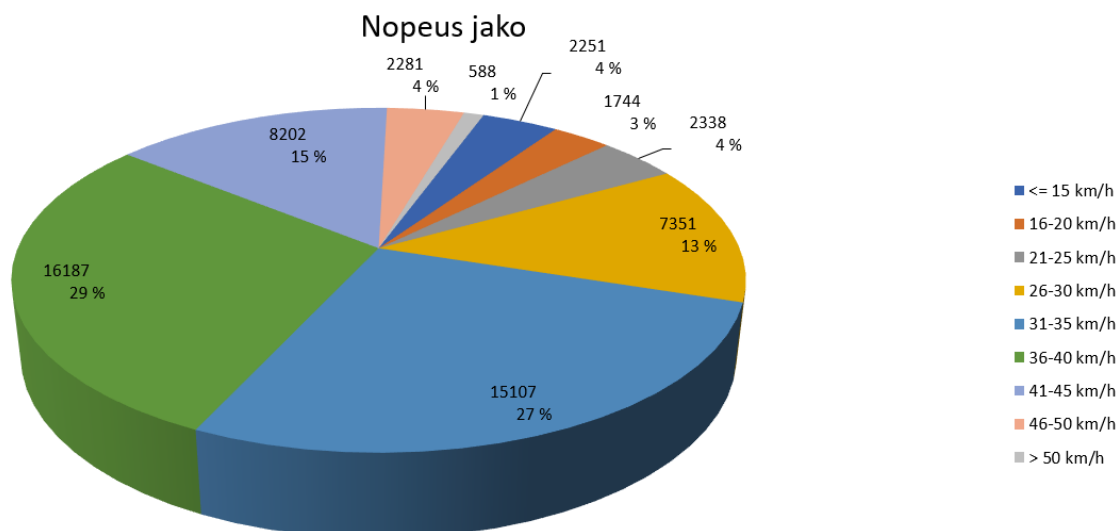
KUVA 17. Nopeuksien jakautuminen nopeusnäyttötäulu näkyvänä Tasavallankadulla keskustan suuntaan ajettaessa

Kuvassa 18 on esitettyä keskustasta Siikalahden päin kulkeneen liikenteen nopeudet nopeusnäyttötäulut näkyvänä. Tällä mittausvälillä V85-nopeus oli kasvanut yhdellä kilometrillä tunnissa, mutta keskinopeus oli pysynyt samana. Nopeusrikkomukset olivat laskeneet hieman alle kaksi prosenttiyksikköä 75,59 %:iin. Suurin mitattu nopeus oli 93 km/h:ssa, joka oli mitattu sunnuntaina 30.7.2023 kello 23.00–00.00.

Mittausaika		Friday, 21 July 2023,12:00 - Monday, 31 July 2023,12:00				
Nopeusrajoitus	30 km/h	Luvut	Ajoneuvot	Vd[km/h]	Vmaks[km/h]	V85 [km/h]
Nopeusrikkomukset	75,59 %	56049	8013	34	93	42
KVL	801					
KVL	292365					
Mittauksen suunta	Saapuva					

KUVA 18. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus nopeusnäyttötäulu näkyvänä Tasavallankadulla Keskustasta Siikalahden suuntaan ajettaessa

Kuvaa 19 tarkasteltaessa voidaan huomata suurimman osan liikenteenkäyttäjistä ajaneen nopeusalueella 31–40 km/h:ssa. Näistä alhaisia nopeusrikkomuksia oli 27 % (31–35 km/h:ssa). Yli 40 km/h:ssa ajoi noin 20 %.



KUVA 19. Nopeuksien jakautuminen nopeusnäyttötaulu näkyvänä Tasavallankadulla keskustasta Siikalahden suuntaan ajettaessa

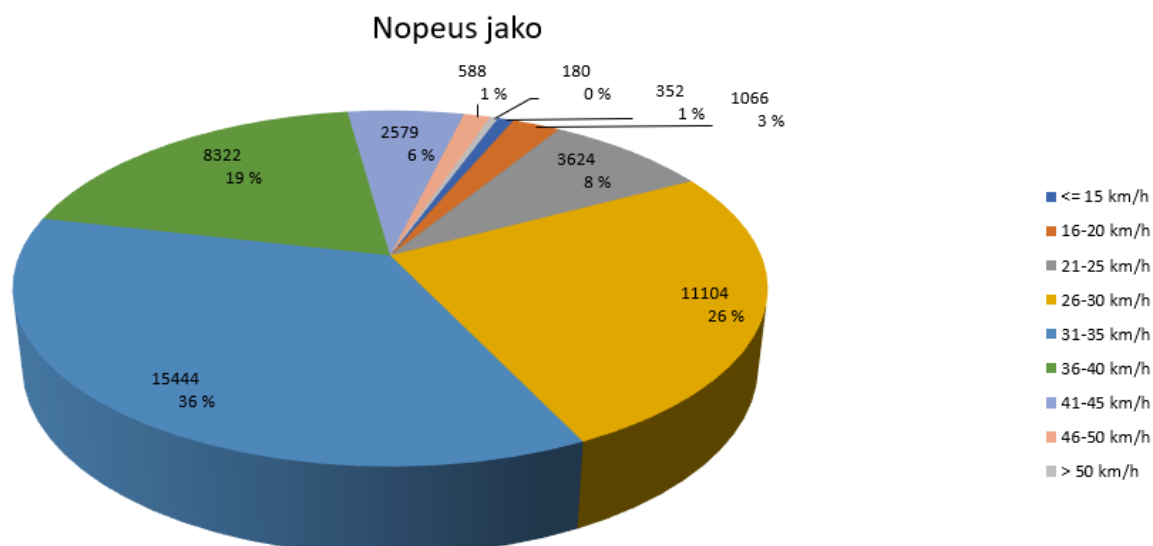
### 5.3 Ohiajavan liikenteen nopeus hidasteiden kanssa

Kuvassa 20 on esitettyä liikenteen nopeudet hidasteiden ollessa paikallaan Tasavallankatua keskustaan päin ajettaessa. Keski- ja V85-nopeudessa ei ollut vielä tapahtunut muutoksia. Nopeusrikkomukset olivat laskeneet alle prosenttiyksikön 62,68 %:iin. Korkein mitattu nopeus oli 82 km/h:ssa, joka oli mitattu maanantaina 7.8.2023 kello 23.00–00.00.

Mittausaika		Monday, 31 July 2023,12:00 - Tuesday, 08 August 2023,10:00				
Nopeusrajoitus	30 km/h	Luvut	Ajoneuvot	Vd[km/h]	Vmaks[km/h]	V85 [km/h]
Nopeusrikkomukset	62,68 %	43259	5804	32	82	38
KVL	733					
KVL	267545					
Mittauksen suunta	Saapuva					

KUVA 20. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus nopeusnäyttötaulu hidasteiden kanssa Tasavallankadulla Keskustan suuntaan ajettaessa

Kuvaa 21 tarkasteltaessa voidaan huomata suurimman osan liikenteenkäyttäjistä ajaneen nopeusalueella 26–35 km/h:ssa. Alhaisia nopeusrikkomuksia oli 36 % ja yli 40 km/h:ssa ajoi noin 7 %.



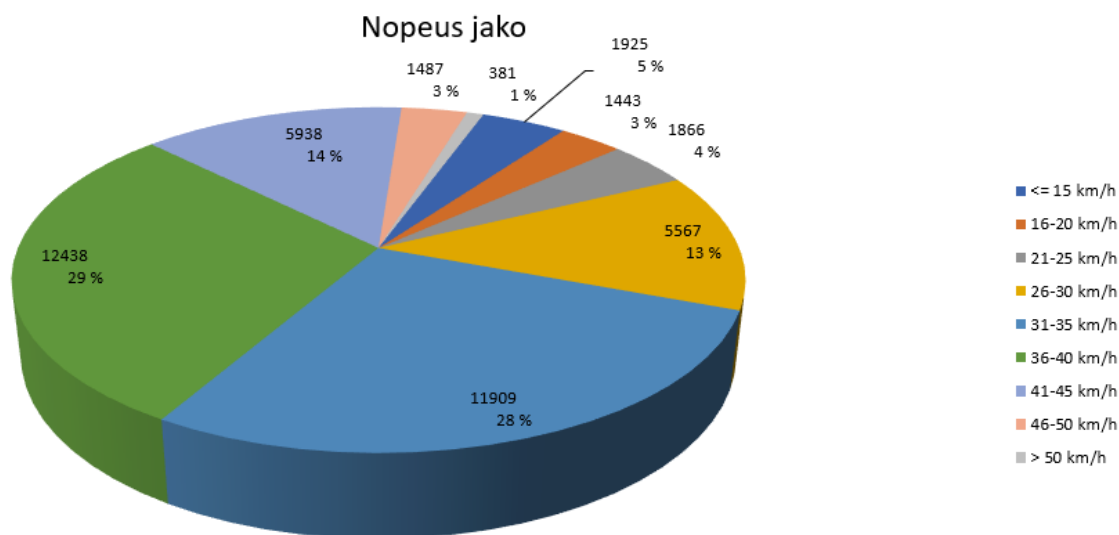
KUVA 21. Nopeuksien jakautuminen hidasteiden kanssa Tasavallankatua keskustan suuntaan ajattaessa

Kuvassa 22 on esitettyä liikenteen nopeudet hidasteiden kanssa ajattaessa keskustasta Siikalahden suuntaan. Keskinopeus oli pysynyt edelleen samana, mutta V85-nopeus oli pudonnut takaisin 41 km/h:ssa. Nopeusrikkomukset olivat laskeneet vajaan prosenttiyksikön verran 74,85 %:iin. Suurin mitattu nopeus oli 84 km/h:ssa ja se oli mitattu perjantaina 4.8.2023 kello 10:00-11:00.

Mittausaika		Monday, 31 July 2023,12:00 - Tuesday, 08 August 2023,10:00				
		Luvut	Ajoneuvot	Vd[km/h]	Vmaks[km/h]	V85 [km/h]
Nopeusrajoitus	30 km/h					
Nopeusrikkomukset	74,85 %	42954	6081	34	84	41
KVL	768					
KVL	280320					
Mittauksen suunta	Saapuva					

KUVA 22. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus nopeusnäyttötäulu hidasteiden kanssa Tasavallankadulla Keskustasta Siikalahden suuntaan ajattaessa

Kuvaa 23 tarkasteltaessa voidaan huomata suurimman osan liikenteestä ajaneen nopeusalueella 31–40 km/h:ssa. Alhaisia ylityksiä näistä oli 28 % ja yli 40 km/h:ssa ajoi 17 %.



KUVA 23. Nopeuksien jakautuminen hidasteiden kanssa Tasavallankadulla keskustasta Siikalahden suuntaan ajettaessa

#### 5.4 Rauhalahdentien nopeusmittaus

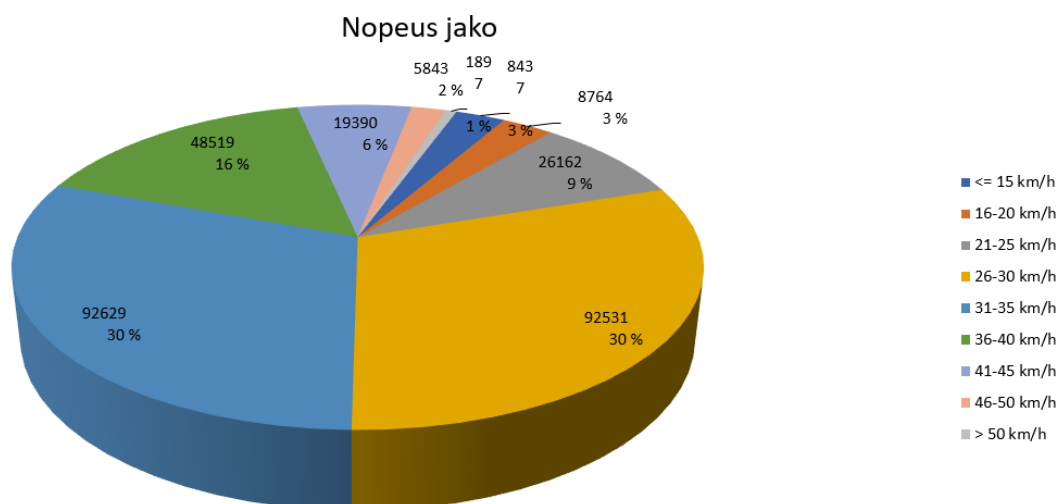
Otin Rauhalahdentiellä tehdyt nopeusmittaukset mukaan opinnäytetyöhön vertaillakseni kahdella eri katutyypillä sijaitsevien työmaiden ohiajavan liikenteen nopeuksia ja nopeusrikkomuksia. Mittaukset ovat ajalta 29.5.2023-3.7.2023.

Kuvassa 24 on esitettyä Rauhalahdentien mittaustuloksia ajettaessa Leväseltä Jynkän suuntaan. Mittauspisteessä keskinopeus oli 31 km/h:ssa ja V85-nopeus 38 km/h:ssa. Maksiminopeus mittaustuloksilla oli 82 km/h:ssa ja se on mitattu lauantaina 10.6.2023 kello 23.00–00.00. Nopeusrikkomuksia oli 55,32 % mittaustuloksista.

Mittausaika		Monday, 29 May 2023,08:00 - Monday, 03 July 2023,08:00				
Nopeusrajoitus	30 km/h	Luvut	Ajoneuvot	Vd[km/h]	Vmaks[km/h]	V85 [km/h]
Nopeusrikkomukset	55,32 %	304172	39844	31	82	38
KVL	1138					
KVL	415370					
Mittauksen suunta	Saapuva					

KUVA 24. Ajoneuvojen keski-, huippu ja V85-nopeus Rauhalahdentien mittauspisteessä

Kuvasta 25 voidaan huomata suurimman osan liikenteenkäyttäjistä ajaneen nopeusalueella 26–35 km/h:ssa. Alhaisia nopeusrikkomuksia oli 30 % ja yli 40 km/h:ssa ajoi noin 8 % liikenteenkäyttäjistä.



KUVA 25. Nopeuksien jakautuminen Rauhalahdentien mittauspisteessä

### 5.5 Vaikutukset liikenneturvallisuuteen

Nopeusnäytöillä ei ollut nähtävää vaikutusta tässä kohteessa liikenneturvallisuuteen. Näytöistä saadun datan mukaan näyttöjen paikallaan olon aikana tapahtuneet muutokset nopeuksissa olivat marginaalisia. Tämän takia voidaan todeta niiden vaikutuksen olleen maksimissaan vähäinen. Toisaalta ei voida tietää varmaksi olisivatko nopeudet nousseet lähtötilanteesta, jos nopeusnäyttöjä ei työmaan alueella olisi ollut.

Jynkänkadun ja Tasavallankadun risteysalueella normaalisti olevat liikennevalot jouduttiin työn ajaksi poistamaan käytöstä. Tämän vuoksi jalankulkijoiden turvallisuus heikkeni risteysalueella, jolloin hidasteet lisättiin turvallisuuden vuoksi risteysalueen tuntumaan. Hidasteetkin olisivat todennäköisesti toimineet tehokkaampana nopeuden hallitsijana, jos ne olisi maalattu. Maalaaminen antaa hidasteelle visuaalisen tehostuksen, kun liikenteenkäyttäjät pystyvät havaitsemaan ne kauempaa ja ennakkoimaan niiden kanssa kohtaamisen.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Työn viimeisessä luvussa tehdään yhteenvedoa aiemmassa kappaleessa läpi käydyistä tutkimustuloksista. Pohdinta kappaleessa käydään läpi, mitä työtä tehdessä olisi voitu toteuttaa paremmin, ja mitkä eri tekijät ovat voineet vaikuttaa tuloksiin. Lisäksi kappaleessa ehdotetaan jatkotutkimuksia, sekä käydään läpi omia näkemyksiä opinnäytetyöprosessista. Viimeisessä kappaleessa käydään läpi opinnäytetyöprosessin aikana tulleita kehitysehdotuksia.

### 6.1 Yhteenvedo tutkimustuloksista

Keski- ja V85-nopeuksia verrattaessa niissä ei ole muutoksia lukuun ottamatta yhden kilometrin tunnissa nousua V85-nopeudessa keskustan suunnassa sijainneella näytöllä. Nopeuksien vaihteluista ei voi tehdä johtopäätöksiä siitä, miten nopeusnäytöt ovat tässä kohteessa toimineet.

Nopeusrikkomusten määrä laski tasaisesti näyttöjen käytössä olon ajan, mutta niidenkin arvot pysyivät suhteellisen samoina. Eniten nopeusrikkomusten määrä laski keskustan suunnassa sijainneella näytöllä, jossa se putosi 77,15 %:sta -->74,85 %:iin eli 2,30 %. Tässäkään tilanteessa muutokset eivät olleet suuria, mutta ne olivat oikeansuuntaisia.

Keskinopeudet mittausjaksolla olivat nopeusrajoituksen tuntumassa. Siikalahden suunnassa sijainneella näytöllä keskinopeus pysyi koko mittausjakson ajan 32 km/h:ssa. Keskustan suunnassa sijainneella näytöllä keskinopeus oli hieman suurempi 34 km/h:ssa.

Ympyrädiagrammeja tarkasteltaessa huomataan suurimman osan autoilijoista ajavan nopeusalueella 31–40 km/h. Tasavallankadun ollessa normaalisti nopeusrajoitukseltaan 50 km/h voidaan todeta autoilijoiden hidastaneen nopeutta hieman, mutta parantamisen varaa löytyy.

Vertaillaessa Tasavallankadun ja Rauhalahdentien tuloksia voidaan huomata suuria eroja varsinkin nopeusrikkomusten määrässä ja nopeuksien jakautumisessa. Rauhalahdentiellä mitatut nopeusrikkomukset olivat, jopa yli 20 % alhaisemmat kuin esimerkiksi Tasavallankadulla keskustan suunnassa. Todennäköisesti tämä johtuu suurelta osin siitä, että Rauhalahdentie oli rakentamisolosuhteissa osittain murskepintaisena, jonka vuoksi ajomukavuus ei ollut samaa luokkaa Tasavallankadun kanssa. Rauhalahdentien työmaa-alue myös alkoi heti risteysalueelta, jolloin liikenteellä ei ollut mahdollisuutta kiihdyttää normaalinopeuteen.

Hidasteet eivät olleet todennäköisesti kovinkaan merkittävä tekijä liikenteen nopeuteen liittyen. Tämä johtuu lähinnä hidasteiden kaukaisesta sijainnista nopeusnäyttöihin katsoen ja niiden maalaa-mattomuudesta.

### 6.2 Pohdinta

Nopeusnäyttöjen sijainti on todennäköisesti vaikuttanut saatuun dataan. Siikalahden suunnassa nopeusnäytön etupuolella lyhyen matkan päässä sijaitsevat liikennevalot, jotka ovat mahdollisesti hidastaneet hieman nopeusnäytön alueelle tullutta liikennettä. Keskustan suunnassa liikenteellä ei ollut esteitä kiihdyttää normaalinopeuteen ennen työmaa-alueen alkamista, mikä näkyi mittaustuloksissa. Näytön sijainnin kohdalla katu myös kaartoi loivasti, jolloin kuljettajalla on ollut vähemmän aikaa reagoida näytön antamiin signaaleihin.

Mittausjaksot eivät olleet samanpituisia, mikä on vaikuttanut datan laatuun. Mittausjaksoja ei saatu pidettyä yhtä pitkinä, koska työmaan kestosta Tasavallankadun osalta ei ollut tietoa vaan jouduttiin tekemään päätöksiä tilanteen mukaan. Jälkeenpäin katsottuna olisi ollut mahdollista pitää näyttöjä pidempään peitettynä ennen liikenteelle paljastamista.

Työtä varten olisi voinut suunnitella mittauksia useammalle työmaalle, eikä vain vasta alkavalle työmaalle. Jos työhön olisi valittu käynnissä olleita työmaita, joissa nopeusnäyttöjä ei vielä ollut käytetty, olisi nopeusnäyttöjen vaikutusta liikenteen nopeuteen voitu arvioida samaan tapaan kuin nykyin tehdyissä mittauksissa. Tällä tapaa tutkimustuloksia olisi voinut vertailla keskenään laajemmin ja nopeusnäyttöjen toiminnasta saatu paremmin tietoa.

Jatkotutkimuksena ehdotan tekemään mittauksia useammilla työmailla, sekä erilaisissa liikenneympäristöissä. Jatkomittauksia suorittaessa nopeusnäyttöjen sijainnin suunnitteluun tulee kiinnittää huomiota ja mittausjaksojen pituudet pitää yhtä pitkinä, esimerkiksi yhden viikon mittaisina.

Opinnäytetyöprosessi opetti paljon tiedonhankinnasta ja raporttipohjaisesta työskentelystä. Luotettavien ja ajantasaisten lähteiden löytäminen tuntui aluksi haastavalta, mutta alkuun päästyä tilanne helpottui. Ohjaavan opettajan kanssa käyty palaverit olivat mielestäni hyviä ja tarpeellisia työn loppuun saattamiseksi. Ohjaajalta sai apua tarvittaessa tiedonhankinnassa ja työn rakenteen tarkastelussa.

### 6.3 Kehitysehdotukset

Nopeusnäytöt painostavat tienkäyttäjiä hidastamaan vauhtia, mutta ne eivät pakota hidastamaan. Tämän vuoksi tulisi harkita hidasteiden käyttöä vaarallisissa työkohteissa, joissa nopeudet voivat kasvaa suuriksi ja työntekijät joutuvat toimimaan liikenteen seassa tai välittömässä läheisyydessä. Lisäksi jos näytöistä saatu hyöty halutaan maksimoida, tulee niiden sijainti määrittää huolellisesti. Näyttöjen sijainti tulisi määrittää siten, että näyttö on havaittavissa hyvissä ajoin näyttöä lähestyttäessä. Siirto-ohjelmaa näytöille voisi myös harkita yrityksen sisällä. Joissakin kunnissa ja virastoissa näytöille on määritetty aika, jonka ne ovat yhdessä kohteessa ennen siirtoa. Tämä voisi mielestäni toimia myös työmailla, jos näyttöjä ei haluta hankkia erikseen kaikille työmaille tai työryhmille.



## LÄHTEET

- Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2023. Liikenneturvallisuus. päivitetty 3.11.2023. Verkkojulkaisu. <https://www.ely-keskus.fi/liikenteen-hallinta/>. Viitattu 5.1.2024.
- Jouni Ojala 2019. Liikennetekniikan perusteet. Opetusmateriaali. Pdf-tiedosto. [https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/902064/mod\\_folder/content/0/Opetusmoniste/Liikennetekniikan\\_perusteet\\_opetusmoniste.pdf?forcedownload=1](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/902064/mod_folder/content/0/Opetusmoniste/Liikennetekniikan_perusteet_opetusmoniste.pdf?forcedownload=1). Viitattu 18.3.2023
- Katu2020. Kadun suunnittelun ohjeet. Esteettömyys 2020. Verkkojulkaisu. <https://katu2020.info/2020/>. Viitattu 12.2.2024
- Koskela, Annika 2021. Nopeusnäyttöjen käyttö osana työmaa-aikaista nopeuksien hallintaa. Opinnäytetyö. Rakennusmestari, infrarakentaminen. Tampereen ammattikorkeakoulu. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/509871/Koskela\\_Annika.pdf?sequence=3](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/509871/Koskela_Annika.pdf?sequence=3). Viitattu 2.3.2024.
- Kuopion kaupunki. Asuminen ja ympäristö. Karttapalvelu. Verkkojulkaisu. <https://kartta.kuopio.fi/>. Käytetty 25.1.2024
- Kuopion kaupunki 2019. Kuopion kaupungin rakennusjärjestys. Pdf-tiedosto. <https://www.kuopio.fi/uploads/2023/03/rakennusjarjestys.pdf>. Viitattu 9.4.2024
- Kuopion kaupunki 2022. Kuopion liikenneturvallisuussuunnitelma 2030 5.4.2022. Pdf-tiedosto. <https://www.kuopio.fi/uploads/2023/02/kuopion-liikenneturvallisuussuunnitelma-2030-1.pdf>. Viitattu 9.1.2024
- Kuopion kaupunki 2023. Liikennemäärät Tasavallankadun, Saaristokadun ja Siikaniemenkadun risteyksessä. Excel-aineisto. Viitattu 1.4.2024
- Liikenneturva julkaisuaika tuntematon. 30 km/h kannattaa. Verkkojulkaisu. <https://www.liikenneturva.fi/liikenteessa/30-km-h-kannattaa/>. Viitattu 3.3.2024
- Liikenneturva julkaisuaika tuntematon. Turvallinen ajonopeus. Verkkojulkaisu. <https://www.liikenneturva.fi/liikenteessa/turvallinen-ajonopeus/>. Viitattu 3.3.2024
- Liikennevirasto. Liikenteenhallinnan tulevaisuuden rooli ja organisoinnin vaihtoehdot 2011. Pdf-tiedosto. <https://lvm.fi/documents/1410829/154089295/Liikenteenhallinnan+tulevaisuuden+rooli+ja+organisoinnin+vaihtoehdot.pdf/b0ebb1c3-ae23-4532-af6a-271f04fb5e0f/Liikenteenhallinnan+tulevaisuuden+rooli+ja+organisoinnin+vaihtoehdot.pdf?t=1448368596000>. Viitattu 11.4.2024
- Linna, Mira 2018. Nopeusnäyttöjen vaikutus ajonopeuksiin. Opinnäytetyö. Liikenneala. Hämeen ammattikorkeakoulu. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/141765/Linna\\_Mira.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/141765/Linna_Mira.pdf?sequence=1). Viitattu 2.3.2024
- Mestar Kuopio Oy julkaisuaika tuntematon. Kotisivu. Verkkojulkaisu. <https://mestar.fi/>. Viitattu 5.1.2024

Ramboll Finland Oy julkaisuaika tuntematon. Onnettomuudet kartalla. Pelastusopisto 2019–2023. Verkkojulkaisu. <https://mobilityanalytics.ramboll.com/onn/pelastuslaitos/>. Viitattu 9.1.2024.

Suomen virallinen tilasto (SVT)2024. Tieliikenneonnettomuudet ja niiden henkilövahingot onnettomuustyyppin ja nopeusrajoituksen mukaan kuukausittain, 2003M01-2024M01. Päivitetty 21.2.2024. Helsinki: Tilastokeskus. [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_ton/statfin\\_ton\\_pxt\\_111e.px/table/tableViewLayout1/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ton/statfin_ton_pxt_111e.px/table/tableViewLayout1/) Viitattu 9.1.2024.

Traficom 30.3.2022. Tieliikenteen turvallisuustilanne. päivitetty 30.1.2024. Verkkojulkaisu. <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/tieliikenteen-turvallisuustilanne>. Viitattu 22.2.2024.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy 2014. Ajonopeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset 2014. Pdf-tiedosto. <https://publications.vtt.fi/pdf/technology/2014/T197.pdf> Viitattu 5.1.2024.

Väylävirasto 2021. Liikenne tietyömaalla 10.11.2021. Pdf-tiedosto. [https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo\\_2021-11\\_tienrakennustyomaat\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-11_tienrakennustyomaat_web.pdf). 10.01.2024

Via traffic controlling GmbH. Viasis mini-nopeusnäyttö. Käyttöohjeet. Viitattu 18.3.2024

## LIITTEET

## LIITE 1: KUVAKAAPPAUS NOPEUSNÄYTÖN KÄYTTÖOHJEISTA

**7.3 Tarkkuus**

Nopeusarvon tarkkuus on:

**$\pm 2\%$  ja  $\pm 1$  numeromerkki**, koko mittausalueella

Täten tarkkuus on parempi kuin eräille repressiivisille nopeusmittausjärjestelmille mainittu  $\pm 3\%$  kun nopeus  $> 100$  km/h ja  $\pm 3$  km/h kun nopeus  $< 100$  km/h (Saksalainen „Eichordnung“, „Physikalisch-Technische Bundesanstalt“).

Tästä faktasta huolimatta viasis-järjestelmää ei käytetä Saksassa repressiivisiin mittauksiin, koska sitä ei ole varustettu "Eichordnungin" vaatimalla elektronisella kalibrointimikropiiristöllä. Emme kuitenkaan tulevaisuudessakaan suunnittele järjestelmää niin, koska järjestelmän pedagoginen tarkoitus osoittaa nopeus visuaalisesti jäisi paitsioon.

(Viasis mini-nopeusnäyttö käyttöohjeet julkaisuaika tuntematon.)