



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

AAPO HALMINEN  
ALUENOPEUSRAJOITUKSEN ALENTAMISEN VAIKUTUS AJO-  
NOPEUKSIIN TAMPEREEN KOIVISTONKYLÄN ASUINALUEELLA

Kandidaatintyö

Tarkastaja: Markus Pöllänen

## TIIVISTELMÄ

**AAPO HALMINEN:** Aluenopeusrajoituksen alentamisen vaikutus ajonopeuksiin Tampereen Koivistonkylän asuinalueella (The effect of lowered zoned speed limit on driving speeds in Koivistonkylä residential area in Tampere)  
Tampereen teknillinen yliopisto  
Kandidaatintyö, 35 sivua  
Tammikuu 2017  
Pääaine: Yhdyskuntatekniikka, Liikenne- ja kuljetusjärjestelmät  
Tarkastaja: Markus Pöllänen

Avainsanat: aluenopeusrajoitus, ajonopeus, nopeusrajoituksen alentaminen, liikenneturvallisuus, 30 km/h

40 km/h aluenopeusrajoitusten alentaminen 30 km/h nopeusrajoituksiksi on ollut yleinen trendi niin Suomessa kuin muuallakin Euroopassa. Muiden muassa Tampereen kaupunki on päättänyt alentaa aluenopeusrajoituksen kaikilla asuinalueilla 30 km/h rajoitukseksi.

30 km/h nopeusrajoituksen vaikutuksista on vain vähän tutkimustietoa. Tämän kandidaattityön tavoitteena on selvittää, kuinka nopeusrajoitusmuutos vaikuttaa ajonopeuksiin. Ajonopeusmuutoksen avulla tarkastellaan myös nopeusrajoitusmuutoksen vaikutusta liikenneturvallisuuteen ja ympäristöön teoreettisella tasolla.

Erityisenä tutkimuskohteena tässä tutkimuksessa on Koivistonkylän asuinalue Tampereella. Alueella on suoritettu nopeusmittauksia ennen ja jälkeen siellä suoritettujen nopeusrajoitusmuutoksen, jossa 40 km/h aluenopeusrajoitus alennettiin 30 km/h aluenopeusrajoitukseksi. Havainnoinnin lisäksi ajonopeus-, ympäristö- ja liikenneturvallisuusvaikutuksia on tutkittu kirjallisuustutkimuksena.

Kirjallisuustutkimus paljasti, että ajonopeuden liikenneturvallisuusvaikutukset ovat suuret jo pienilläkin nopeuden muutoksilla. Ajonopeuden vaikutukset ympäristöön sen sijaan havaittiin lähinnä merkityksettömiksi kaupunkinopeuksilla. Tutkimukset, joissa on tarkasteltu 50 km/h rajoituksen alentamista 40 km/h rajoitukseksi, ovat todenneet noin kolmen kilometrin tunnissa keskimääräisen vähennyksen ajonopeuksissa. Todellinen keskimääräinen ajonopeuden muutos on siis huomattavasti pienempi kuin nopeusrajoituksen muutos.

Havainnoinnin perusteella kahdessa mittauspisteessä Koivistonkylässä nopeus laski enemmän kuin kirjallisuuden perusteella oli syytä olettaa. Yhdessä mittauspisteessä muutos oli samaa suuruusluokkaa tai hieman alempi kuin kirjallisuuden perusteella oletettiin. Kyseisessä mittauspisteessä ajonopeudet olivat kuitenkin jo ennen muutosta verrattain alhaiset. Koivistonkylässä suorituista havainnoista ei kuitenkaan voitu sulkea pois kelin vaikutusta mittauksiin, mikä heikentää tulosten luotettavuutta.

Loppupäätelmänä voidaan todeta nopeusrajoituksen alentamisella saavutettujen ajonopeuden laskun ja positiiviset liikenneturvallisuusvaikutukset. Jatkotutkimuksena olisi hyvä havainnoida nopeuksia myös myöhemmin pidempiaikaisen kehityksen tutkimiseksi ja nyt saatujen havaintojen varmistamiseksi.

## ALKUSANAT

Tämän kandidaatintyön aihe valikoitui ajankohtaisuutensa ja kiinnostavuutensa vuoksi. 30 km/h aluenopeusrajoitukset olivat työn aloittamisen aikaan paljon esillä mediassa ja minua kiinnosti perehtyä syvällisemmin niiden vaikutuksiin. Aihe myös tarjosi hyvän mahdollisuuden yhdistää havainnointia ja kirjallisuustutkimusta, joka oli minulle mieleen.

Työn tekeminen on ollut työläs, mutta antoisa prosessi. Tutkimuksen valmiiksi saattamiseen tarvittujen teekupillisten määrää on mahdoton edes arvioida. Välillä työn edistäminen on vaatinut myös heräämistä inhimillisen aikaisin, jotta on ehtinyt kirjoittaa muutama sivun raporttia ennen päivän muita askareita. Vaikka tekeminen on ollut antoisaa, olen myös tyytyväinen saadessani työni valmiiksi. On aika siirtyä uusien haasteiden pariin.

Ilman kahta henkilöä en kirjoittaisi näitä alkusanoja: Markus Pöllänen ja Harri Rauhamäki ovat kumpikin edesauttaneet tutkimusprosessia suunnattomasti. Harri Rauhamäki on mahdollistanut kenttämittaukset antamalla käyttööni havainnointiin käytettävää välineistöä ja huolehtiessaan mikroaaltolaskimien asentamisesta sekä esittänyt erinomaisia kommentteja työstäni. Markus Pöllänen taas on opastanut ja neuvonut minua koko prosessin ajan. Hän on antanut työstäni arvokasta palautetta. Ilman tätä palautetta työni laatu olisi aivan jotakin muuta kuin mitä se nyt on.

sunnuntaina 28.1.2017

IC 470 -junassa, Lielähti-Kokemäki -rataosuudella, likimain ratakilometrin 200 kohdalla  
Aapo Halminen

## SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
1.1	Työn tausta .....	1
1.2	Työn tavoite, tutkimuskysymykset ja rajaus .....	2
1.3	Tutkimusmenetelmä .....	2
1.4	Työn rakenne .....	2
2.	NOPEUSRAJOITUSMUUTOSTEN SYYT JA TAVOITTEET .....	3
2.1	Tampereen kaupungin perustelut .....	3
2.2	Ajonopeuden yleiset liikenneturvallisuusvaikutukset .....	3
2.3	Ajonopeuden vaikutukset jalankulkijan turvallisuuteen .....	5
2.4	Ajonopeuden vaikutukset ympäristöön .....	7
3.	NOPEUSRAJOITUKSEN ALENTAMISEN VAIKUTUKSET AJONOPEUTEEN KIRJALLISUUDEN PERUSTEELLA .....	11
4.	NOPEUSRAJOITUKSEN ALENTAMISEN VAIKUTUKSET AJONOPEUKSIIN KOIVISTONKYLÄSSÄ .....	14
4.1	Alueen kuvaus ja tutkimusmenetelmät .....	14
4.2	Mittausten suoritus ja mittausdatan käsittely .....	18
4.3	Koivistonkylän mittausten tulokset .....	19
4.4	Koivistonkylän mittausten analysointi .....	23
5.	PÄÄTELMÄT .....	26
	LÄHTEET .....	29

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Ajonopeuksien on todettu vaikuttavan kaupunkialueilla merkittävästi etenkin suojattomien tienkäyttäjien – kävelijöiden ja pyöräilijöiden – liikenneturvallisuuteen. Pasasen arvon mukaan jalankulkijan kuolemanriski törmäyksessä auton kanssa on nelinkertainen auton ajaessa 40 km/h verrattuna 30 km/h nopeuteen [1]. Riippuvuus kuolemanriskin ja ajonopeuden välillä on likimain sama myös potenssimallin mukaan [2]. Liikenneturvallisuusvaikutusten vuoksi Euroopan parlamentti suosittelee päätöslauselmassaan ”vahvasti, että toimivaltaiset viranomaiset ottavat käyttöön 30 kilometrin nopeusrajoituksen asuinalueilla ja kaikilla yksikaistaisilla teillä kaupunkialueilla, joilla ei ole erillistä pyöräkaistaa, onnettomuuksille alttiiden tienkäyttäjien suojelemiseksi tehokkaammin” [3].

Tampereen asuinalueilla on tällä hetkellä yleisimmin käytössä 40 km/h aluenepeusrajoitus pääkatuja lukuun ottamatta. Pääkaduilla nopeusrajoitus on yleisimmin 50 km/h. Joillakin yksittäisillä kaduilla on käytössä 30 km/h nopeusrajoitus, ja katuverkkoon kuuluu myös muutamia pihakatuja, joiden nopeusrajoitus on 20 km/h. 30 km/h aluenepeusrajoitus on käytössä keskustassa sekä muutamilla muilla alueilla, kuten Pispalassa, Hatanpäässä, Petsamossa ja Kumpulassa. [4]

Vuoden 2016 lopussa Tampereen kaupungin yhdyskuntalautakunta hyväksyi uuden nopeusrajoituspolitiikan, joka alentaa nopeusrajoituksia laaja-alaisesti kantakaupungin alueella. [5] Asuinalueille asetetaan pääsääntöisesti 30 km/h aluenepeusrajoitukset. Korkeampia nopeusrajoituksia käytetään pääkaduilla sekä joillakin tapauskohtaisesti harkituilla kokoojakaduilla. Teollisuusalueiden aluenepeusrajoitus pysyy ennallaan ollen 40 km/h. [6]

Tampereen uudella nopeusrajoitusjärjestelmällä tavoitellaan turvallisuushyötyjen lisäksi myönteisiä vaikutuksia mm. ympäristön viihtyisyyteen ja ilmanlaatuun. Ympäristövaikutuksia perustellaan vähentyneellä kiihdytystarpeella pysähtelevässä kaupunkiliikenteessä. [7] Edellä mainittujen lisäksi yksi nopeusrajoitusjärjestelmän keskeisistä tavoitteista on ohjata läpiajoliikennettä asuinalueilta pääkaduille, joiden nopeusrajoitusta ei olla systemaattisesti muuttamassa [8].

## 1.2 Työn tavoite, tutkimuskysymykset ja rajaus

Tämän kandidaatintyön tutkimuskysymyksenä on: miten nopeusrajoituksen laskeminen vaikuttaa ajonopeuksiin, liikenneturvallisuuteen ja ympäristöön kaupunkiympäristössä ja erityisesti Tampereen Koivistonkylän asuinalueella? Alatutkimuskysymyksenä on, voiko nopeusrajoituksen lasku alentanut ajonopeuksia tavoitellusti, vai tulisiko sen rinnalla käyttää rakenteellisia toimenpiteitä. Toinen alatutkimuskysymyksiä ovat: kuinka nopeusrajoitusmuutokset vaikuttavat todellisiin ajonopeuksiin, nopeusjakaumaan ja suuria ylinopeutta ajaneiden määrään.

## 1.3 Tutkimusmenetelmä

Tutkimus toteutetaan kirjallisuustutkimuksen ja havainnointitutkimuksen yhdistelmänä. Havainnointi on suoritettu Tampereella Koivistonkylän asuinalueella, joka on Tampereen ensimmäinen alue, jossa siirryttiin uuden järjestelmän mukaisiin nopeusrajoituksiin. Alueella on havainnoitu ajonopeuksia kolmessa mittauspisteessä ennen ja jälkeen aluenopeusrajoituksen laskemisen.

Kirjallisuustutkimuksena on tutustuttu muun muassa Tampereella tehtyyn 30 km/h aluenopeusrajoituspilottiin Holvastin ja Vehmaisten alueella vuonna 2015 [7] sekä keskustan nopeusrajoituksen alentamista 50 km/h perusnopeudesta 40 km/h aluenopeusrajoitukseksi vuonna 1998 [9][10]. Kotimaisten tapaustutkimusten lisäksi työssä perehdytään esimerkiksi Edmontonissa Kanadassa tehtyihin nopeusrajoitustoimenpiteisiin [11] sekä tieteelliseen kirjallisuuteen. Liikenneturvallisuusvaikutuksia käsitellään vain tieteelliseen kirjallisuuteen perustuen, sillä tutkimuksen aikataulu ei mahdollista liikenneturvallisuusseurannan toteuttamista ja yksittäisellä alueella satunnaisvaihtelu onnettomuusmäärissä vaikeuttaa vertailua.

## 1.4 Työn rakenne

Toisessa luvussa käsitellään nopeusrajoitusmuutoksen tavoitteita ja sen taustalla olevia syitä. Kuntapäätöksissä ilmoitettujen tavoitteiden lisäksi taustoitetaan mm. nopeusrajoituksen laskun liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutuksia. Kolmannessa luvussa tutkitaan ajonopeuksien muutosta kirjallisuustutkimuksena.

Neljännessä luvussa käsitellään Koivistonkylän nopeusrajoitusmuutos aloittaen alueen kuvauksesta ja tutkimusmenetelmistä jatkaen edelleen tuloksiin ja niiden analysointiin. Työ loppuu päätelmiin. Päätelmissä mm. vastataan tutkimuskysymykseen ja arvioidaan työn tarkoituksenmukaisuutta sekä määritellään jatkotutkimustarpeet.

## 2. NOPEUSRAJOITUSMUUTOSTEN SYYT JA TAVOITTEET

### 2.1 Tampereen kaupungin perustelut

Tampereen kaupunki [12] perustelee siirtymistä 30 km/h nopeusrajoitukseen liikenneturvallisuussyillä. Tampereen kaupungin mukaan lähes joka kolmas katuverkolla tapahtunut henkilövahinkoon johtanut onnettomuus on tapahtunut tonttikaduilla ja yli lähes puolet niistä on tapahtunut jalankulkijoille tai pyöräilijöille [7][12].

Nopeusrajoitusmuutosta perustellaan myös johdannossa kuvatulla Euroopan parlamentin liikennekuolemien ehkäisyä koskevalla päätöslauselmalla ja lasten liikenneturvallisuuden parantumisella niissä kaupungeissa, jotka ovat jo tehneet vastaavan alentamistoimenpiteen. Kaupungin mukaan lapsille tapahtuneiden onnettomuuksien määrä on puolittunut. [7][12]

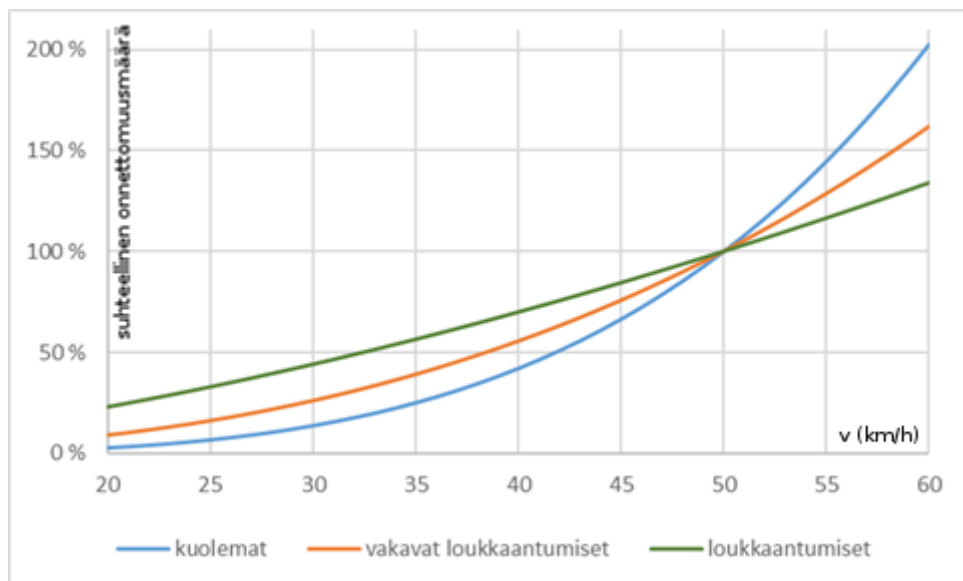
30 km/h nopeusrajoituksen etuna nähdään myös mahdollisuus siirtää pyöräily ajoradalle tai pyöräkaistoille selventäen jalankulun ja pyöräilyn keskinäistä asemaa. Muita kaupungin mainitsemia tavoitteita ovat vaikutukset elinympäristön laatuun, energiankulutukseen ja katujen välityskykyyn. Melu- ja päästöhaittojen vähenemistä kaupunki perustelee vähentyneellä kiihdytystarpeella, koska liikenne on tasaisempaa. [8] On mahdollista, että positiivisia ympäristövaikutuksia syntyisi ja välityskyky parantuisi myös kulkutapajakauman muuttuessa kohti kestäviä kulkumuotoja. Kaupunki ei kuitenkaan ole kyseistä perustelua käyttänyt. Tieteellisiä lähteitä, joissa tutkitaan nopeusrajoituksen vaikutusta kulkutapajakaumaan ei ole nopealla etsinnällä löytynyt, joten johtopäätöstä kulkutapausuoksien muuttumisesta ei voi tehdä ilman syvällisempää perehtymistä aiheeseen.

### 2.2 Ajonopeuden yleiset liikenneturvallisuusvaikutukset

Useissa tutkimuksissa on todettu ajonopeuden vaikutuksen loukkaantumisten ja kuolemantapausten määrään olevan suuri. Nilssonin kehittämän potenssimallin mukaan kuolemantapausten määrän muutos on verrannollinen mediaaninopeuden neljänteen potenssiin, vakavien onnettomuuksien kolmanteen ja kaikkien onnettomuuksien toiseen potenssiin [13, ks. 2]. Malli ei kuitenkaan välttämättä ole suoraan käyttökelpoinen kaupunkiympäristössä, koska valtaosa Nilssonin havaintoaineistosta on maantienympäristöstä. Mallin mukaisesti nopeuden lasku 25 prosentilla vastaa samaa vähennystä onnettomuuksissa oli lähtönopeus sitten 120 km/h tai 20 km/h, mikä on epätodennäköistä, kun otetaan huomioon 20 km/h nopeuksissa tapahtuneiden kuolemantapausten harvinaisuus.

Cameronin ja Elvikin [14] mukaan kaupunkiympäristössä nopeusvaihtelut ovat niin suuria, että Nilssonin potenssimallissa käytetty mediaaninopeus ei ole ongelmaton tunnusluku. Lisäksi eksponentit ovat pienemmät kaupunkiympäristössä kuin maantieympäristössä. He määrittivät kuolemantapauksien eksponentiksi 3,87 ja vakavien loukkaantumisien eksponentiksi 2,64 pääkaduilla ja asuinalueilla. Loukkaantumisien eksponentti on vain 1,60. Tutkimuksensa he toteuttivat sovittamalla eksponenttifunktioita onnettomuusdataan, joka sisälsi tiedon ajonopeudesta ennen onnettomuutta. [14]

Edellä kuvatuilla parametreillakin on selvää, että muutos varsinkin kuolemantapauksissa ja vakavissa loukkaantumisissa on suuri jo pienellä nopeusmuutoksella. Jos nopeus laskeisi mediaaninopeudesta 40 km/h viidellä kilometrillä tunnissa, putoaisi kuolemantapauksien määrä 40 %, vakavien loukkaantumisien 30 % ja kaikkien loukkaantumisien 19 % käytettäessä edellä kuvattuja Cameronin ja Elvikin määrittämiä eksponentteja. Kuvassa 1 on esitetty mallin mukaiset muutokset onnettomuusmäärissä nopeuden muuttuessa. Kuva on normeerattu siten, että muita nopeustasoja verrataan 50 km/h nopeustasaan.



**Kuva 1.** Muutokset onnettomuusmäärissä pääkaduilla ja asuinalueilla mediaaninopeuden muuttuessa perustuen Cameronin ja Elvikin [14] määrittämiin eksponentteihin.

Potenssimalli ei kuitenkaan liity suoraan nopeusrajoituksen muutokseen, vaan mediaaninopeuteen. Siksi selvittäessä nopeusrajoitusmuutosten vaikutuksia on tärkeää selvittää sen todellinen vaikutus ajonopeuksiin. Mediaaninopeuden lisäksi nopeushajonta vaikuttavat liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen, joten mallin selitysvoima on rajallinen.



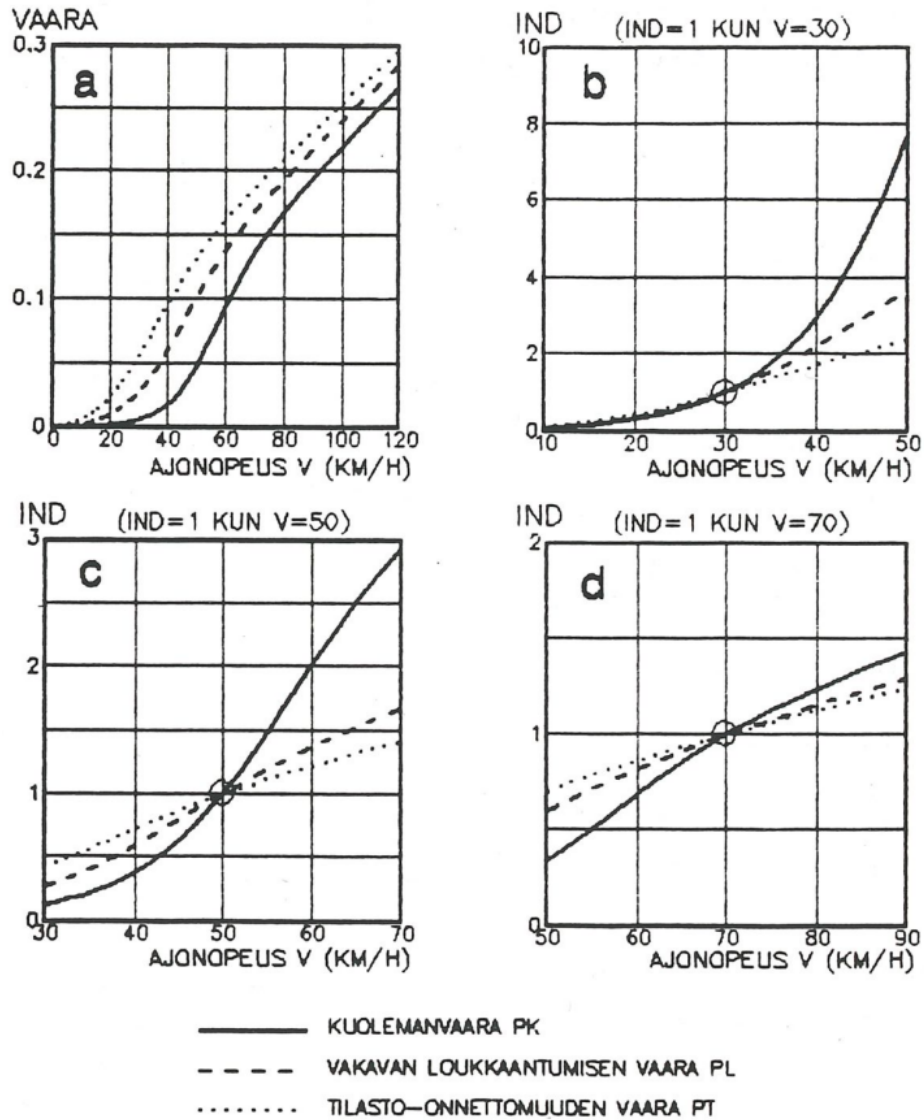
## 2.3 Ajonopeuden vaikutukset jalankulkijan turvallisuuteen

Potenssimalli ei erottele tienkäyttäjryhmiä toisistaan, vaan ainoastaan kuvaa yleistä onnettomuustasoa. Tarkasteluja muun muassa jalankulkijoiden liikenneturvallisuudesta on myös tehty. Pasanen [1] tarkasteli väitöskirjassaan ajonopeuden vaikutusta jalankulkijan turvallisuuteen. Hän käytti teoreettista mallia, joka kuvaa sattumanvaraisesti tielle ilmestyneen jalankulkijan kuolemanriskiä. Kuolemanriskin hän määritteli todennäköisyydeksi, joka koostuu jalankulkijan todennäköisyydestä jäädä auton alle ja todennäköisyydestä kuolla, mikäli hän jää auton alle. Tutkimuksen perustana hän käytti neljää tapaustutkimusta, joissa on määritelty törmäysnopeuden ja loukkaantumisen vakavuuden välinen riippuvuus. Törmäysnopeus tarkoittaa ajoneuvon nopeutta juuri sillä kyseisellä hetkellä, kun törmäys tapahtuu. [1]

Kuvassa 2 on kuvattu Pasanen [1] tutkimuksen mukaisia muutoksia jalankulkijan kuolemanvaarassa nopeuden muuttuessa. Kohta *a* esittää jalankulkijan vaaran kuolla, loukkaantua vakavasti ja joutua tilasto-onnettomuuteen funktiona liikennemäärän ollessa 300 ajoneuvoa tunnissa. Tilasto-onnettomuuksilla tarkoitetaan poliisin tietoon tulleita onnettomuuksia. Kohdissa *a*, *b* ja *c* kuvaajat on indeksoitu siten, että todennäköisyys on 1 vastaavilla ajonopeuksilla 30 km/h, 50 km/h ja 70 km/h. Kuvassa esitetyistä kuvaajista tämän työn kannalta olennaisin on kuvaaja *b*, joka näyttää selkeimmin ajonopeuden suhteellisen vaikutuksen kuolemanriskiin kaupunkinopeuksilla. Liikennemäärä korostaa Pasanen mukaan riippuvuutta sitä enemmän, mitä suurempi se on. Liikennemäärästä aiheutuva virhe on kuitenkin hänen mukaansa vähäinen. [1]

Ajonopeuden ja onnettomuusmäärien riippuvuus on kuvaajan 2 mukaan huomattavan jyrkkä. Pienikin nopeusmuutos vaikuttaa turvallisuustilanteeseen melko paljon. Ajonopeudella 40 km/h kuolemanriski on 2,9-kertainen ja 45 km/h nopeudella jo 4,9-kertainen verrattuna 30 km/h nopeuteen [1].

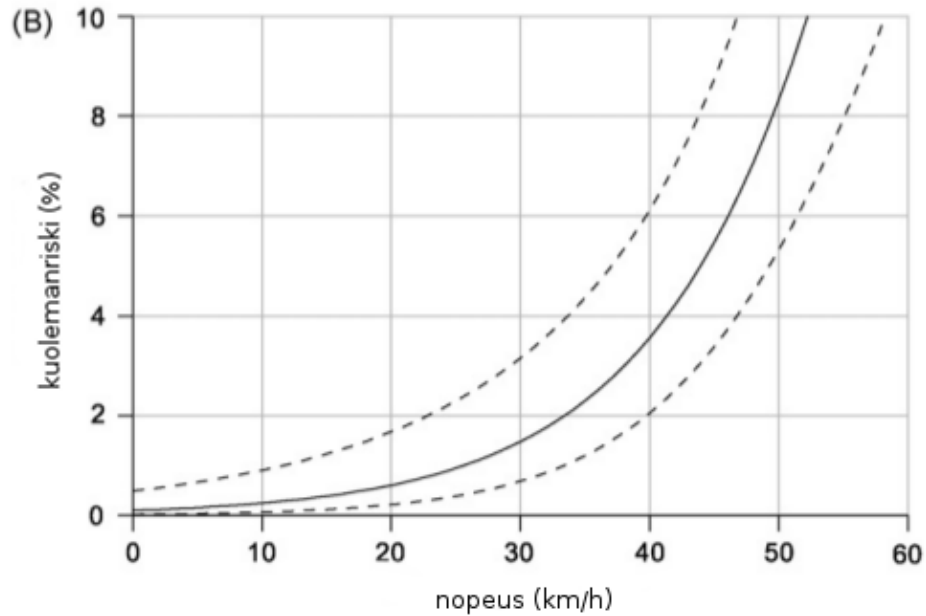
Rosén ja Sander [15] tutkivat törmäysnopeuden vaikutusta jalankulkijan turvallisuuteen perustuen tapahtuneiden onnettomuuksien tilastolliseen analyysiin. Tutkimusmateriaalina he käyttivät saksalaisen GIDAS-hankkeen tutkimia onnettomuustapauksia, joita on kertynyt yli 2 000 liki kymmenen vuoden ajalta. GIDAS-hankkeessa tutkijaryhmä on päivystänyt kahdella Saksan paikkakunnalla ja siirtynyt välittömästi onnettomuuspaikalle, mikäli pelastusviranomaiset tai poliisi ovat havainneet onnettomuuden, jossa epäillään jonkun loukkaantuneen. [15] Rosénin ja Sanderin tutkimuksessaan saama riippuvuus on esitetty kuvassa 3. Esitetty kuolemanriski on todellinen arvo, kun taas Pasanen keskittyi väitöskirjassaan pääosin vertailemaan onnettomuusmäärien suhdetta. On erittäin tärkeää



**Kuva 2.** Jalankulkijan kuolemanriskin riippuvuus ajonopeudesta. [1, s. 34]

huomata, että nopeus on törmäysnopeus, kun Pasasen mallissa se oli ajonopeus ennen jalankulkijan ilmestymistä kadulle.

Rosénin ja Sanderin [15] mallin mukaan 40 km/h törmäysnopeudella kuolemanriski on 3,6 % ja 30 km/h nopeudella 1,5 %. Neljänneksen pudotus törmäysnopeudessa johtaa siis kuolemanriskin laskemiseen alle puoleen. 20 km/h nopeudella kuolemanriski on enää 0,6 %. Ajettaessa 30 km/h alueella nopeusrajoituksen mukaisesti törmäysnopeus 20 km/h kuulostaa melko realistiselta, sillä yleisimmin kuljettaja ehtii hiljentää auton nopeutta jonkin verran ennen törmäystä.



**Kuva 3.** Yli 15-vuotiaan saksalaisen jalankulkijan kuoleman todennäköisyys eri törmäysnopeuksilla. Katkoviivoilla merkitty 95 % luottamusväli. [15, s. 538]

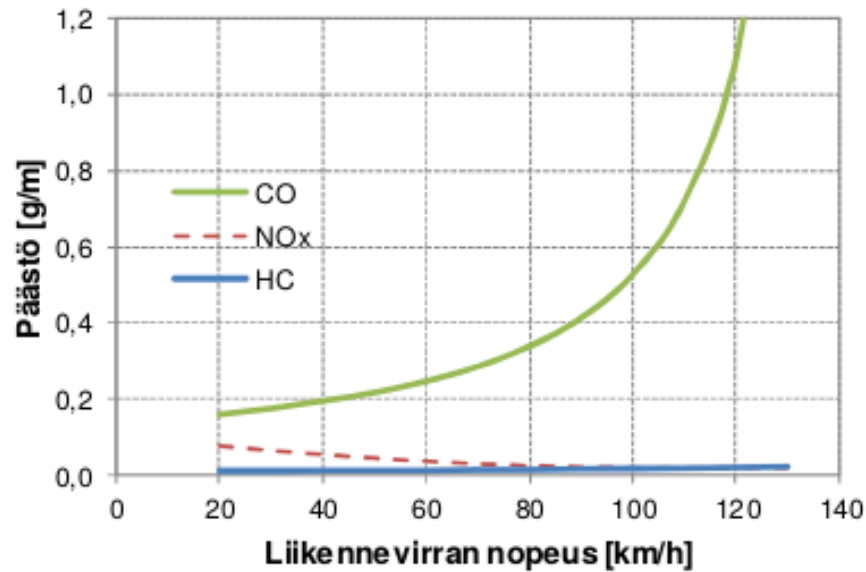
Ensikatsomalta vaikuttaa, että ajonopeuden vaikutus on Rosénin ja Sanderin [15] mallissa pienempi kuin Pasasen [1] mallissa. Ajonopeuden ja törmäysnopeuden suhde ei kuitenkaan ole lineaarinen. Ensinnäkin reaktioajan kuluessa kuljettu matka on pidempi suuremmissa nopeuksilla. Toisekseen ajoneuvon jarrutusmatka on verrannollinen nopeuden toiseen potenssiin. Tämä johtaa siihen, että ajoneuvon törmäysnopeuden ja ajonopeuden suhde ei ole lineaarinen vaan eksponentiaalinen.

Pasasen [1] tutkimuksessaan käyttämä törmäysnopeuden ja loukkaantumisen vakavuuden riippuvuuden määrittäminen perustuu kuitenkin vanhempiin ja havaintoaineistoltaan pienempiin tutkimuksiin, kuin edellä kuvattu Rosénin ja Sanderin [15] malli. Tutkimukset myös antavat Rosénin ja Sanderin mallia suuremman riippuvuuden. [1][15] Ottaen huomioon Rosénin ja Sanderin tutkimuksen havaintoaineiston valtavan laajuuden tutkimus lienee edeltäjiään luotettavampi. Tästä johtuen Pasasen tutkimuksessaan saamat tulokset lienevät jonkin verran liian suuria.

Jos seurataan kuvassa 3 kuvatun jalankulkijan kuolemanriskiä kuvaavan mallin 95 % luottamusvälin alarajaa, vastaa siltikin 10 km/h nopeuslasku 40 km/h tai 30 km/h lähtönopeudella onnettomuusriskin puolittumista. Ajonopeuden laskun liikenneturvallisuusvaikutukset ovat siis merkittävät huonoimmassakin tapauksessa.

## 2.4 Ajonopeuden vaikutukset ympäristöön

Pienempi ajonopeus ei suoraan merkitse pienempiä ympäristövaikutuksia, vaan voi alhaisilla nopeuksilla pikemminkin lisätä auton energiankulutusta ja päästöjä. Kuvassa 4 on

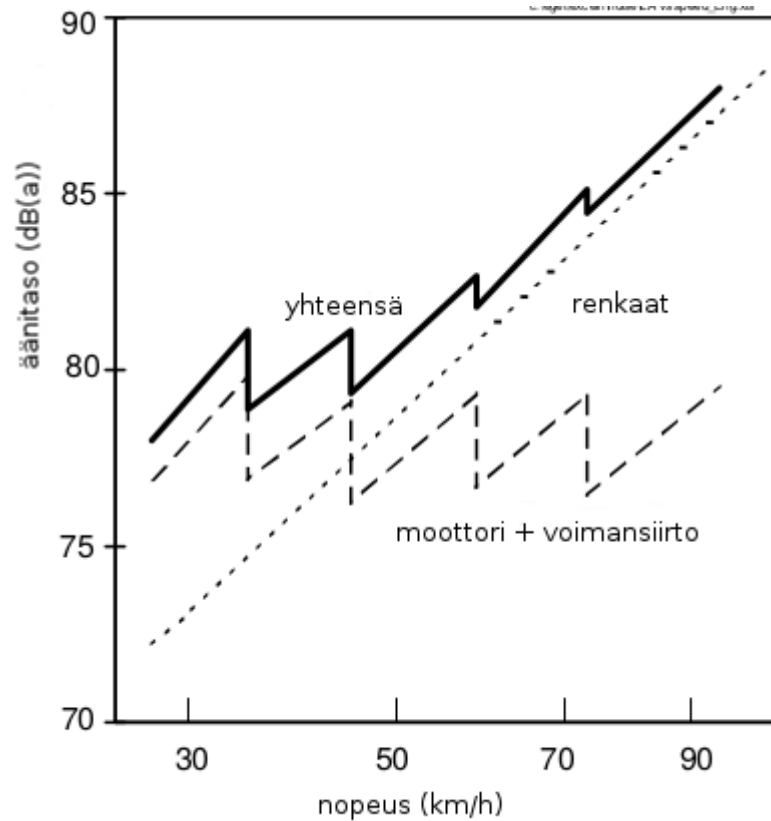


**Kuva 4.** Bensiinikäyttöisen henkilöauton kulutus liikennevirran nopeuden suhteen. [17, ks. 15, s. 27]

esitetty bensiinikäyttöisen henkilöauton polttoainekulutus liikennevirran nopeuden mukaan. On huomattavaa, ettei kyseessä ole tasaisen ajon kulutus vaan nopeuteen sisältyy liikennevirrassa tavanomaisesti esiintyvää nopeuden vaihtelua. Kuvasta huomataan, että kulutuksen nousu on hyvin voimakasta kaupunkinopeuksilla. Ajaminen liikennevirrassa, jonka nopeus on 40 km/h kuluttaa noin 8 l/100 km kun 30 km/h nopeudella kulutus on noin 9 l/100 km. Kulutus on tärkeä tunnusluku, sillä fossiilisten polttoaineiden kulutuksen lisäksi se kertoo myös ajoneuvon hiilidioksidipäästöistä, jotka riippuvat suoraan kulutuksesta. [16]

Muiden ilmanlaatuun vaikuttavien aineiden riippuvuudet nopeudesta eroavat merkittävästi hiilidioksidin päästökäyrästä. Hiilimonoksidin, typen oksidien ja pienhiukkasten päästöt on esitetty kuvassa 5. Hiilimonoksidia syntyy sitä vähemmän, mitä alhaisempi on liikennevirran nopeus. Kaupunkinopeuksissa päästöt kuitenkin kasvavat suhteellisen hitaasti, joten pienen nopeusmuutoksen ympäristövaikutukset ovat varsin pienet. Valtakunnallisesti ja globaalisti pientenkin muutosten vaikutus on merkittävä liikennesuoritteiden ollessa valtava. [16]

Typen oksideja sen sijaan syntyy sitä vähemmän, mitä suurempi liikennevirran nopeus on. Kaupunkinopeuksilla vaikutus on likimain käänteinen hiilimonoksidipäästöihin verrattuna. Hiilivetyjen päästöt kaksinkertaistuvat nopeuden noustessa 50 km/h nopeuteen 120 km/h. Tutkimus ei kerro muutoksista alle 50 km/h nopeudessa. Pienhiukkaspäästöt eivät juuri muutu ajonopeuden vaikutuksesta. [16]



**Kuva 5.** Äänitason riippuvuus ajoneuvon ajonopeudesta.  
[20, s. 31]

Hiilidioksidipäästöjen suhteen nopeuden aleneminen vaikuttaa siis kaupunkiympäristössä haitallisesti. Verrattaessa typen oksidien päästöjä hiilimonoksidin päästöihin, nopeusmuutoksella on kutakuinkin yhtä suuri ja vastakkainen vaikutus. Tästä ei voi kuitenkaan päätellä nettovaikutusta ilmanlaatuun ja ilmastoon ilman tarkkaa tietoa niiden haitallisuudesta toisiinsa verrattuna. Vaikutusmekanismi ei ole typen oksideilla ja hiilimonoksidilla sama, joten keskinäinen vertailu vaatisi eri ympäristövaikutusten keskinäistä arvottamista. Selvää ympäristöhyötyä nopeuden alenemisella ei siis ole, vaan vaikutus voi olla pahimmillaan negatiivinen.

Kuvassa 5 kuvatut päästövaikutukset pätevät kuitenkin vain bensiinimoottorilla varustuille autoille. Toisessa tutkimuksessa [18] tutkittiin sekä diesel- että bensiinikäyttöisiä henkilöautoja sekä kevyttä dieselkuorma-autoa. Tutkimuksen mukaan kaupunkiajonepeuksien laskulla ei oletettavasti ole suurta vaikutusta hiilidioksidin tai typen oksidien päästöihin. Pienhiukkaspäästöjä tutkittaessa saatiin dieselmoottoreille ristiriitaisia tuloksia käytetystä mallista riippuen. Bensiiniautojen pienhiukkaspäästöistä ei ole tutkimuksessa tietoa, sillä käytetyillä malleilla ei ole mahdollista mallintaa niitä. Johtopäätöksenä todetaan, että kaupunkinopeuksissa nopeusrajoitusmuutosten perusteluina ei tulisi käyttää niiden ilmanlaatuvaikutuksia, sillä ilmanlaatuvaikutukset ovat vähäisiä tai olemattomia ja lisäksi epävarmoja. [18] Hybridiautojen ja sähköautojen ilmanlaatuvaikutukset

voivat kuitenkin erota bensiini- ja dieselautoista, joten niiden yleistyessä on ilmanlaatuvaikutuksia syytä tarkastella uudelleen.

Yksittäisen alueen ajonopeuksien ja liikennemäärän muutos eivät vaikuta ainakaan typidioksidin tai bentseenin pitoisuuksiin kyseisellä alueella juuri mitenkään, vaan alueen ulkopuolelta tulevat päästöt pitävät pitoisuudet jotakuinkin ennallaan [19]. Tampereella kuitenkin ollaan suorittamassa laaja-alaisempaa nopeusrajoitusmuutosta, joten ympäristövaikutus saattaisi olla mitattavalla tasolla sitten kun nopeusrajoitusmuutokset on toteutettu koko kaupungissa.

Kuitenkin kiihdytyksissä päästöt kasvavat jyrkästi. Tasainen ajo siis vähentää päästöjä, joten liikennevirran nopeuden tasaantuessa päästövaikutus voisi olla positiivinen. [19]

Pakokaasupäästöjen lisäksi melu on merkittävä liikenteen aiheuttama päästöhaitta. Kuvassa 6 on esitetty äänitason riippuvuus nopeudesta. Kuvasta voidaan havaita rengasmelun kasvavan lineaarisesti nopeuden kasvaessa. Moottorin ja voimansiirron melu sen sijaan nousee lineaarisesti, mutta vaihdetta vaihtaessa se laskee välittömästi. [19]

Kuva kuvaa yhden ajoneuvon aiheuttamaa melua. Ajoneuvojen vaihteiston välityssuhteet ovat erilaisia ja kuljettajat vaihtavat vaihdetta eri vaiheessa samallakin ajoneuvolla ajettaessa. Jos mitattaisiin liikennevirrasta aiheutuvaa melua eri nopeuksilla, olisi käyrä pehmeämpi. Kuitenkaan selkeää melun alenemista ei ajonopeuden alenemisestä seuraa, vaan kaupunkinopeuksilla melutaso on jotakuinkin vakio. Sähköautoilla vaikutus voisi olla suurempi moottorin ja voimansiirron ollessa hiljaisempia, mutta nykyisellä pääosin polttomoottorikäyttöisellä autokannalla kyseinen seikka voidaan jättää huomiotta. Mikäli sähköautot yleistyvät tulevaisuudessa, on vaikutus meluun kuitenkin pidettävä mielessä. Tietoa ajonopeuden vaikutuksesta sähkönkulutukseen ei ole käytettävissä, mutta kiihdytysten ja jarrutusten väheneminen alentaisi sähkönkulutusta, jolla taas voi olla sähköntuotantomuodosta riippuen vaikutuksia ilmastoon.

### 3. NOPEUSRAJOITUKSEN ALENTAMISEN VAIKUTUKSET AJONOPEUTEEN KIRJALLISUUDEN PERUSTEELLA

Tampereen keskustan nopeusrajoituksia on alennettu 50 km/h perusnopeudesta 40 km/h aluenopeusrajoitukseksi kesällä 1998. Nopeusrajoitusmuutosten vaikutuksia tutkittiin kattavasti. Nopeusrajoitusmuutosten yhteydessä ei tehty rakenteellisia toimenpiteitä, jotka olisivat voineet vaikuttaa ajonopeuksiin. [21]

Vaikutuksia tutkittiin sekä pistemittauksilla että kelluvan auton menetelmällä. Pistemittauksissa Tampereen keskustaan oli sijoitettu yhdeksän mittauspistettä, joissa ajonopeuksia mitattiin pääosin Hi-Star -mittalaitteilla. Yhdessä mittauspisteessä ajonopeuksia mitattiin tutkalla. Kelluvan auton menetelmässä mittalaittein varustettu auto ajoi määritettyä reittiä noudattaen edellä ajavan nopeutta laitteiston tallentaessa nopeusprofiilin. Hi-Star -mittalaitteen toimintaperiaatetta ei ole esitetty. Jälkeen-mittaukset suoritettiin seuraavana vuonna samaan aikaan ennen-mittausten kanssa, kun nopeusrajoitusmuutoksesta oli kulunut noin vuosi. [21]

Henkilöautojen ajonopeuksien muutoksessa oli suurta vaihtelua. Kahdella mittauspisteellä keskinopeudet eivät muuttuneet lainkaan. Toisaalta Hatanpään valtatiellä Koski-keskuksen edessä keskinopeus laski 8,1 km/h. Katu on aivan ydinkeskustassa sijaitseva vilkas nelikaistainen pääkatu. Keskimääräinen keskinopeuden lasku oli 2,8 km/h. [21]

Nopeuksien hajonnassa muutosta tapahtui kumpaankin suuntaan. Keskimääräinen nopeuden hajonnan muutos oli -0,2 km/h. Suurimmillaan hajonnan kasvu oli +1,3 km/h, kun hajonta ennen nopeusrajoitusmuutosta oli 8,9 km/h. [21] Hajonnassa muutos oli siis pääosin melko pieni ja keskimäärin positiiviseen suuntaan.

Henkilöautoilla V85-nopeus, eli se nopeus jonka alittaa 85 % autoilijoista laski keskimäärin 3,4 km/h. Pienimmillään V85:n muutos oli -0,2 km/h. [21] Voidaan siis todeta, että nopeusrajoitusmuutos laski tehokkaammin suurempaa ylinopeutta ajaneiden määrää kuin keskinopeutta.

Raskaan liikenteen osalta nopeudet laskivat vähemmän kuin henkilöautojen. Keskimääräinen ajonopeuden lasku oli vain -1,0 km/h ja yhdellä mittauspisteellä keskinopeus jopa nousi. (+2,1 km/h.) Nopeuksien hajonta kasvoi keskimäärin +0,6 ja pahimmillaan jopa 8,1 km/h. Hajonta laski vain kahdessa mittauspisteessä. [21] Nopeusrajoituksen alentaminen vaikutti huomattavasti vähemmän raskaan liikenteen kuin henkilöautojen ajonopeuksiin.

Nopeusmuutoksia tutkittiin uudestaan vielä seuraavana kesänä, vuonna 2000. Silloin havaittiin henkilöautojen keskinopeuden hieman nousseen verrattuna kesään 1999. Kuitenkin vertailumittauspisteessä Nokiolla nopeudet nousivat myös, vaikka nopeusrajoitus oli ollut koko tutkimusajan 50 km/h. Kun Tampereella mitattuihin keskinopeuksiin suoritettiin korjaus Nokian mittaustulosten perusteella, henkilöautojen keskinopeus laski vuoteen 1999 verrattuna 0,1 km/h. Henkilöautojen V85-nopeus ei muuttunut verrattuna vuoteen 1999. Raskaan liikenteen keskinopeudet laskivat vuodesta 1999 keskimäärin 3,6 km/h. Raskaiden ajoneuvojen määrä oli tosin vuoden 2000 mittauksissa vähäinen. [10] Voidaan siis todeta, että henkilöautojen nopeuksissa ei tapahtunut merkittävää muutosta enää yli vuoden päästä nopeusrajoitusmuutoksesta. Raskaalla liikenteellä nopeudet saattoivat alentua yhä.

Vuonna 1999 tutkittiin nopeusrajoitusmuutosten vaikutuksia myös Leppävirralla. Sielläkin laskettiin nopeusrajoituksia 50 km/h perusnopeudesta aluenepeusrajoitukseksi 40 km/h kesällä 1998 ja suoritettiin jälkeen-mittauksia seuraavana kesänä. Kunnan toisella pääkadulla henkilöautojen keskinopeudet laskivat 2,8 km/h. Hajonta laski 1,3 km/h. Henkilöautojen V85-nopeus laski 3,6 km/h. Kadun vieressä olevalla asuinalueella, jonka nopeusrajoitus oli koko tutkimusajan 30 km/h keskinopeus laski 6,4 km/h. [22] Mittaustulokset ovat hyvin saman suuruisia kuin Tampereella tehdyssä tutkimuksessa.

Edmontonissa Kanadassa tutkittiin ajonopeuksia seitsemän kuukauden ajan ympäri vuorokauden. Ensimmäisen tutkimuskuukauden jälkeen nopeusrajoituksia muutettiin. Mittauspisteitä oli yhteensä 65 ja ne oli sijoitettu kuuden kaupunginosan alueelle. Kaupunginosista puolessa nopeusrajoitusta muutettiin 50 km/h -rajoituksesta 40 km/h -rajoitukseen ja puolet oli vertailuryhmänä. Ajoneuvot jaettiin kevyisiin ja raskaisiin pituuden perusteella: korkeintaan 8,4 m ajoneuvo luokiteltiin kevyeksi. Lisäksi aineistosta poistettiin ajoneuvot, joiden etäisyys edellä ajaviin oli 2 sekuntia tai alle vapaiden nopeuksien tutkimiseksi. [11]

Nopeusrajoitusten aiheuttamat ajonopeusmuutokset laskettiin ottaen huomioon nopeusmuutokset niissä mittauspisteissä, jotka sijaittivat kaupunginosissa, joissa nopeusrajoituksia ei muutettu. Nopeusrajoitusten vaikutus mediaaninopeuteen oli kevyillä ajoneuvoilla kolmen kuukauden jälkeen -3,83 km/h ja kuuden kuukauden jälkeen -4,86 km/h. Raskailla ajoneuvoilla vastaavat muutokset olivat -4,88 km/h ja -5,57 km/h. Kaikkien ajoneuvojen mediaaninopeuden muutokseksi todettiin kokoojakaduilla -3,56 km/h ja -4,14 km/h sekä tonttikaduilla -3,19 km/h ja -6,94 km/h vastaavilla ajanjaksoilla. [11]

Kanadassa saatujen tutkimustulosten mukaan nopeusrajoitusmuutoksen vaikutus ajonopeuksiin oli hieman suurempi kuin suomalaisten tutkimusten mukaan. Huomattavaa on myös, että Kanadassa vaikutus raskaisiin ajoneuvoihin oli huomattavasti suurempi kuin



Suomessa tehdyissä mittauksissa. Kanadalaisen mittausaineiston havaintoaineisto on erittäin laaja, toisin kuin tässä tutkimuksessa esitellyissä suomalaisissa tutkimuksissa. Laajuuden perusteella kanadalaista tutkimusta voi pitää luotettavampana kuin suomalaista, ainakin raskaan liikenteen osalta. Kuitenkin erot muun muassa liikennekulttuurissa ja -valvonnassa voivat aiheuttaa sen, että tienkäyttäjät reagoivat nopeusrajoitukseen eri tavalla Suomessa ja Kanadassa.

Kaikki edellä esitellyt tutkimukset ovat käsitelleet 50 km/h nopeusrajoituksen alentamista 40 km/h nopeusrajoitukseksi. Alentamisesta edelleen 30 km/h rajoitukseksi ei kuitenkaan ole juuri tutkimuskirjallisuutta, vaikka kyseisiä muutoksia on tehty lukuisissa valtioissa ja kaupungeissa. Tampereen kaupunki tutki väliaikaisin nopeusmuutoksin 30 km/h rajoituksen vaikutuksia ajonopeuksiin Vehmaisten ja Holvastin asuinalueilla vuonna 2015 [7].

Holvastissa ja Vehmaisissa ennen-mittaukset tehtiin toukokuussa, nopeusrajoitukset muutettiin lokakuussa ja jälkeen-mittaukset mitattiin marraskuussa. Mittauspisteitä oli neljä. Kaikki sijaitsivat kaduilla, joiden toiminnallinen luokka on tonttikatu. Ajouradan leveydet, asutuksen määrä ja erillisen jalkakäytävän ja/tai pyörätien olemassaolo vaihteli tutkimuskaduittain. V85-nopeuden keskimuutos oli -3 km/h ja keskinopeuden keskimuutos -2 km/h. [7] Ajonopeudet laskivat siis suhteessa hieman enemmän lujaa ajaneiden keskuudessa, mikä on liikenneturvallisuusmielessä hyvä.

Holvastin ja Vehmaisten tutkimuksessa todettiin myös ero muutoksissa alueelle tulevien ja alueelta poistuvien ajoneuvojen nopeusmuutoksissa. Alueelle saapuvien V85-nopeudet laskivat keskimäärin 4 km/h, kun alueelta poistuvien nopeudet laskivat vain 2 km/h. Keskinopeusmuutoksissa eroa ei ollut poistuvien ja saapuvien välillä. [7] Alueelle saapuvien nopeuden hidastuminen voi selittyä sillä, että heillä nopeusrajoitusmerkki on muistuttamassa uudesta, väliaikaisesta, nopeusrajoituksesta. Alueelta poistuvat taas näkevät nopeusrajoituksen vasta sen päättyessä, joten ajonopeuden valintaan voi vaikuttaa enemmän muistettu nopeusrajoitus ja omat päätelmät kyseiselle kadulle sopivasta nopeudesta.

Tutkimusdatan laatuun voi vaikuttaa alennettujen nopeusrajoitusten väliaikaisuus, jonka alueen asukkaatkin lienevät tienneet. Keskinopeudet ja V85-nopeudet on myös ilmoitettu vain kilometrin tunnissa tarkkuudella, joten myöskään tätä tutkimusta varten Holvastin ja Vehmaisten mittaustuloksista lasketuissa keskimuutoksissa ei ole ollut syytä käyttää sitä suurempaa tarkkuutta. Nopeusmuutosten voidaan kuitenkin todeta olevan samassa suuruusluokassa kuin nopeusmuutokset rajoituksen alentuessa 50 kilometristä tunnissa 40 km/h rajoitukseen.

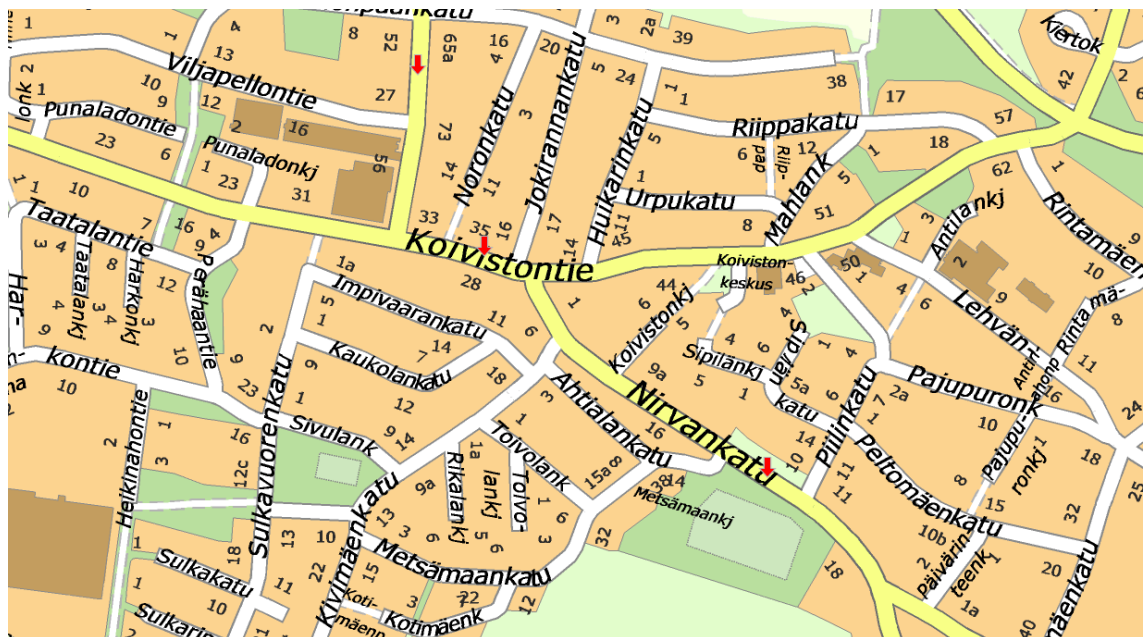
## 4. NOPEUSRAJOITUKSEN ALENTAMISEN VAIKUTUKSET AJONOPEUKSIIN KOIVISTONKYLÄSÄ

### 4.1 Alueen kuvaus ja tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen havainnointi on toteutettu Koivistonkylän kaupunginosassa Tampereella. Alueen maankäyttö painottuu vahvasti pientaloasumiseen. Alueella on joitakin asuinkerrostaloja sekä mm. koulu ja ammattioppilaitoksen toimipiste ja muutamia pieniä liiketiloja. Merkittävää teollisuutta alueella ei ole.

Tutkimusalueelle sijoitettiin kolme nopeusmittauspistettä, joiden sijainnit on esitetty kuvassa 6. Kaikkien nopeusmittauspisteiden nopeusrajoitukset ovat olleet ennen-tilanteessa 40 km/h ja jälkeen-tilanteessa 30 km/h. Mittauspisteet on kuvattu tarkemmin alla järjestyksessä pohjoisesta etelään.

Alueella ei ole tehty nopeusrajoitusmuutoksen lisäksi muita vähäistä suurempia liikenteenrauhottamistoimenpiteitä. Tehtyihin toimenpiteisiin lukeutuvat mm. suoja-merkkien pylvästehosteet, olemassa olevan valaistuksen tehostaminen tietyissä kohteissa sekä heräteraidat nopeusrajoituksen vaihtuessa. [23] Mittauspisteitä esitellessä on kerrottu tarkemmin niiden lähialueilla tapahtuneista nopeudenrauhottamistoimenpiteistä.



Kuva 6. Nopeusmittauspisteiden sijainnit. Karttapohja Tampereen kaupunki. [24]

## Viinikankadun mittauspiste

Viinikankatu on kokoojaku, joka johtaa alueelta pois pohjoisen suuntaan. Alueen pohjoislaidalla katu risteää Lahdenperäntkadun kanssa, joka on pääkatu. Alueen ulkopuolella katu jatkuu teollisuusalueen läpi kohti keskustaa.

Kadun molemmin puolin on pyöräkaistat, jotka tekevät poikkileikkauksesta melko leveän. Ajouradan leveys on noin 9 m. Yhden kaistan leveys on noin 3,25 m. Pyöräkaistat on linjaosuudella erotettu sulkuviivalla, joten lain mukaan autoilijat eivät saisi kyseisellä ajouradan osalla ajaa.

Viinikankadun havainnointi toteutettiin tutkaamalla. Tutkana oli Laser Atlanta Speed Laser. Laite mittaa ajonopeuden yhden desimaalin tarkkuudella, mutta pyöristää päänäytöllä näytetyn mittaustuloksen alaspäin lähimpään kilometriin tunnissa. Pyöristämisestä alaspäin johtuva virhe on kuitenkin vähäinen. Tutkaus suoritettiin Viinikankadun ja Viljapellontien liittymän luoteiskulmasta siten, että ajoneuvojen nopeudet pyrittiin mittaamaan sillä hetkellä, kun ne kulkivat kartassa merkityn pisteen ohi. Kuvassa 7 on valokuva mittauspisteestä, josta selviää mittaajan sijainti ja mittauspiste.



**Kuva 7.** Viinikankadun mittauspiste. Nuolella on merkitty mittaajan sijainti ja viivalla kohta, jonka kohdalla ajoneuvojen nopeudet on mitattu.



Pohjoisesta saapuville ajoneuvoille mittauspiste oli melko huomaamattomassa paikassa ja ajoneuvojen mahdollisuudet muuttaa nopeuttaan havaittuaan tutkaajan olivat hyvin pienet. Etelästä lähestyville autoille mittauspiste oli paremmin näkyvässä kuljettajien ohitessa mittauspisteen ennen ajonopeuden mittauskohtaa. Ennen-mittauksissa ei havaittu jarrutusta, mutta havainto tutkaajan läsnäolosta on voinut vaikuttaa ajonopeuksiin. Jälkeenmittauksissa sen sijaan jarrutusta havaittiin merkittävästi, karkeasti arvioiden kolmasosalla autoilijoista. Pohjoiseen kulkevien ajoneuvojen jälkeenmittauksien luotettavuus on siis heikko.

### **Koivistontien mittauspiste**

Koivistontie halkaisee Koivistonkylän asuinalueen itä-länsisuunnassa. Katu on Viinikantien tavoin kokoojakatu. Koivistontietä pitkin kulkeminen lyhentää matkaa Lahdenperänkatuun verrattuna kuljettaessa Koivistonkylän itäpuolelta mm. Lahdesjärven, Peltolamin ja Multisillan kaupunginosiin. Tämän vuoksi on todennäköistä, että Koivistontietä käytetään myös läpiajoo.

Mittauspiste sijaitsee keskellä asuinalueita. Mittauspisteen itäpuolella on Koivistontien ja Nirvankadun liittymä 40 m mittauspisteestä. 25 m itään on pienen tonttikadun liittymä.



**Kuva 8.** Koivistontien mittauspiste. Punainen viiva osoittaa likimääräisen nopeusmittauskohdan. SDR oli sijoitettuna etualalla olevaan pysäköintikieltomerkkiin.

Mittauspisteen kohdalla tien pohjoispuolella on huoltoasema, jonne kääntyvät autot voivat jonkin verran lisätä hyvin hiljaa ajavien määrää.

Ajoradan leveys on mittauspisteen kohdalla 7 metriä. Kadun pohjoispuolella on yhdistetty jalkakäytävä ja pyörätie, joten pyöräliikennettä ajoradalla ei pitäisi olla. Mittauspisteestä noin 30 metriä itään on aiemmin ollut tiemerkinä muistuttamassa voimassa olevasta nopeusrajoituksesta ja se on tarkoitus korvata uutta nopeusrajoitusta osoittavalla tiemerkinnällä [23]. Uutta tiemerkinä ei kuitenkaan ollut vielä tämän tutkimuksen jälkeisen mittauksen aikana tehty, mutta vanha ja ei-ajantasainen oli poistettu. Mittauspaikasta on valokuva kuvassa 8.

Mittaukset suoritettiin SDR-mikroaaltolaskimella. Laskin mittaa samanaikaisesti kummatkin ajosuunnat ja mittaa ajoneuvojen pituudet. Pituustiedon avulla suoritetaan ajoneuvojen ryhmittely. Laite tuottaa myös luotettavan liikennemäärätiedon.

### **Nirvankadun mittauspiste**

Nirvankatu on alueelta etelään johtava kokoojakatu. Katua pitkin alueelta pääsee Lahdesjärven teollisuusalueelle ja valtatielle 9 sekä Veisunkadun ja sen poikkikatujen asuin- ja teollisuusalueille.



***Kuva 9.** Nirvankadun mittauspiste. Punainen viiva osoittaa likimääräisen nopeusmittauskohdan.*

Ajoradan leveys mittauspisteen kohdalla on 8 metriä. Kadun molemmin puolin on jalkakäytävät, mutta pyöräilyä ei ole eroteltu muusta ajoneuvoliikenteestä. Mittauspisteestä 70 m kaakkoon on mittausten välissä asennettu olemassa olevaan suojatiemerkkiin uusi pylvästehoste sekä vaihdettu katuvalaisin tehokkaampaan. Kuvassa 9 on valokuva mittauspisteestä.

Nirvankadun mittauspisteessä laskenta suoritettiin Viacount II -mikroaaltolaskimella. Viacount toimii vastaavasti kuin edellä kuvattu SDR.

## 4.2 Mittausten suoritus ja mittausdatan käsittely

Ennen-mittaukset suoritettiin mikroaaltolaskinmittausten osalta 4.10.2017 noin klo 8:00–18:00 ja 5.10.2017 noin klo 6:30–18:00. Tutkamittaukset suoritettiin 5.10.2017 klo 16:00–18:00. Ajo-olosuhteet olivat kumpanakin tutkimuspäivänä hyvät. Sää oli pilvipoutainen ja tienpinta kuiva. Kaikki tutkimuskadut ovat valaistuja, joten päivänvalon määrän ei pitäisi vaikuttaa tuloksiin. Lämpötila on selvästi nollan yläpuolella, joten tienpinnat eivät olleet liukkaita.

Jälkeen-mittaukset mikroaaltolaskimilla suoritettiin 19.12.2017 noin klo 6:00–19:00 ja 20.12.2017 noin klo 6:00–16:00. Mittausten aikana vallitsi normaali talvikeli. Tienpinnat olivat paikoin lumiset tai jäiset, mutta sää oli poutainen. Tutkamittaukset suoritettiin 10.1.2018 klo 16–18. Sää oli poutainen, mutta tienpinta oli jäinen ja paikoin ohuen lumi-kerroksen peitossa. Kyseessä oli siis normaali talvikeli. Silmin vaikeasti havaittavissa oleva pölyävä lumi kuitenkin hankaloitti mittauksia jonkin verran. Mittauspisteestä pois päin kulkevien (pohjoiseen menevien) ajoneuvojen nopeuksien mittaaminen epäonnistui usein ajoneuvon nostattaman pölyävän lumen sirotessa lasersädettä. Myös mittauspistettä lähestyvien ajoneuvojen nopeusmittauksista epäonnistui suurempi osa kuin ennenmittauksissa, jos edellä ajanut ajoneuvo oli nostanut lunta ilmaan.

Ajonopeushavaintoja käsiteltiin jonkin verran ennen analyysia. Pyrkimyksenä oli mm. vähentää jonossa ajamisen vaikutusta ja kyetä erottelemaan kevyet ja raskaat ajoneuvot toisistaan. Tässä luvussa kerrotaan tarkemmin datalle tehdystä käsittelystä.

Tutkamittauksissa kirjattiin ylös tiedot ajoneuvotyypistä ja ajonopeudesta ja -suunnasta. Muuta datankeruuta ei ollut mahdollista tehdä. Pyöräilijät, mopot, moottoripyörät ja mo-poautot jätettiin mittaamatta osittain rajoitetun huippunopeutensa, osittain pienten kohteiden tutkaamisen epävarmuuden vuoksi. Samaten kirjaamatta jätettiin ajoneuvot, jotka saapuivat kiinteistöltä tai kääntyivät kiinteistölle n. 50 metrin etäisyydellä mittauspisteestä. Kaikkien muiden ohikulkevien ajoneuvojen nopeudet pyrittiin mittaamaan.

Mikroaaltolaskimet tallensivat nopeustiedon lisäksi ajoneuvon pituuden ja täsmällisen aikaleiman. Pituuden perusteella havainnot jaettiin ajoneuvoryhmittäin. Alle 3 m pitkät ajoneuvot tulkittiin polkupyöriksi, mopoiksi tai moottoripyöriksi ja jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle. Pituusvälillä 3 ... 8 m olevat ajoneuvot luokiteltiin kevyiksi ja tätä pidemmät raskaiksi ajoneuvoiksi. Pituuteen perustuva luokitus ei ole aukoton, vaan virheitä voi tapahtua kumpaankin suuntaan. Henkilöauto peräkärryllä luokiteltaneen raskaaksi ja toisaalta hyvin lyhyt kuorma-auto voidaan luokitella kevyeksi.

Mikroaaltolaskimien mittaustuloksista pyrittiin eliminoimaan myös jonossa ajavat autot, jotta saataisiin lopulliseen aineistoon vain vapaita nopeuksia. Mikäli aikaero edellä aja-vaan ajoneuvon oli alle 2,00 s, jätettiin mittaustulos pois aineistosta.

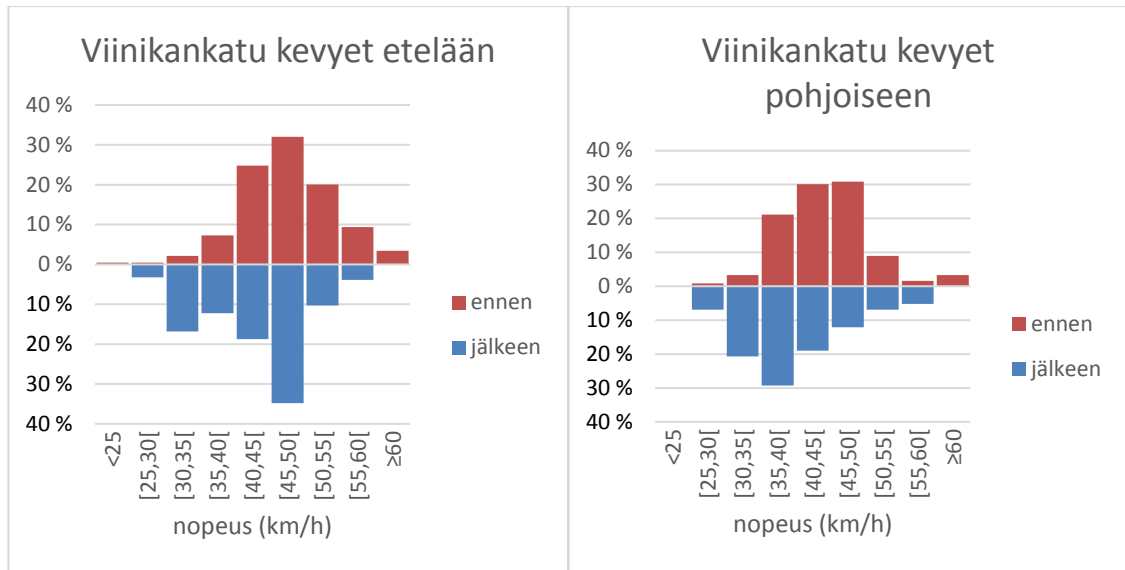
Mikroaaltolaskimilla mitattuihin tutkimuskohteisiin laskettiin lisäksi huipputunnin liikennemäärä sekä ennen- että jälkeen-mittauksille. Ajoneuvojen määrä laskettiin tunnin mittaisille ajanjaksoille viiden minuutin välein koko mittausajalta ja niistä valittiin suurin. Liikennemäärää laskettaessa ei eroteltu ajosuuntia. Tutkamittauspisteen huipputunnin liikennemäärä oli 14.3.2017 Tampereen kaupungin mukaan 236 ajoneuvoa [24]. Tätä käytettiin referenssinä. Liikennemäärästä nopeusrajoitusmuutoksen jälkeen ei ole tietoa saatavilla.

### 4.3 Koivistonkylän mittauksen tulokset

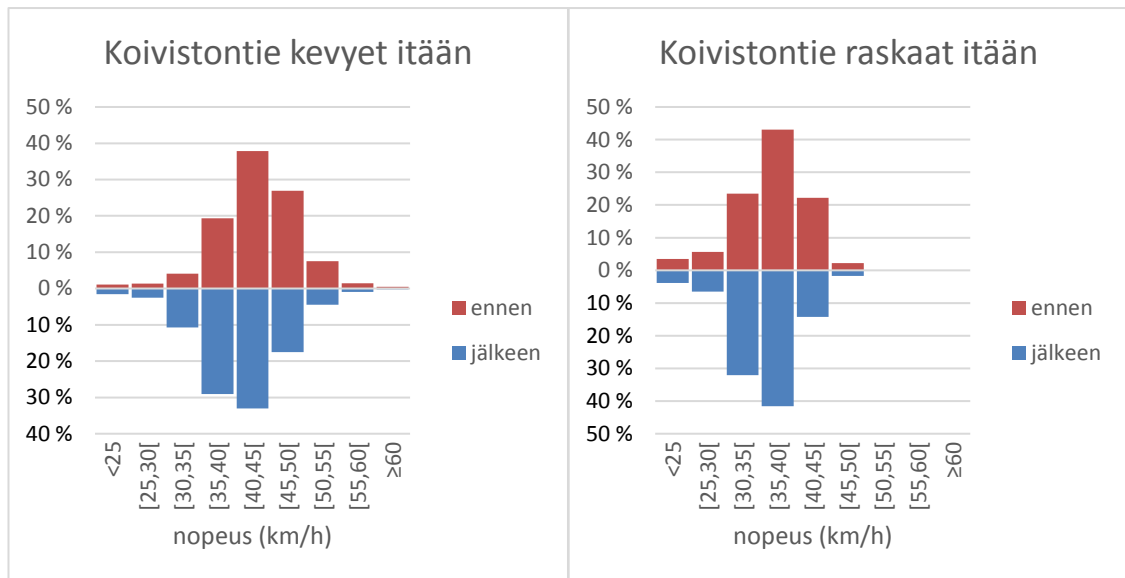
Nirvankadulta ja Koivistontieltä on eritelty raskas liikenne henkilöautoliikenne toisistaan. Viinikankadulla raskaan liikenteen määrä ei ollut tilastollisesti merkittävä, joten vain henkilöautoliikenne on esitetty. Kuvissa 10...14 on esitetty nopeusjakaumat mittauspisteissä erikseen raskaan- ja henkilöautoliikenteen osalta ajosuunnat erotellen. Mittausdatasta on lisäksi laskettu keskinopeus sekä V15, V50 ja V85 -nopeudet, jotka on esitetty taulukoissa 2 ja 3. Huipputuntien liikennemäärät ennen ja jälkeen nopeusrajoitusmuutoksen on esitetty taulukossa 1. Liikennemäärien laskentatapa on esitelty luvussa 4.2.

**Taulukko 1.** Huipputunnin liikennemäärät (ajoneuvoa / tunti) mittauspisteissä.

katu	huipputunnin liikennemäärä ennen	huipputunnin liikennemäärä jälkeen
Viinikankatu	236 (maaliskuu 2017)	N/A
Koivistontie	525	531
Nirvankatu	252	201

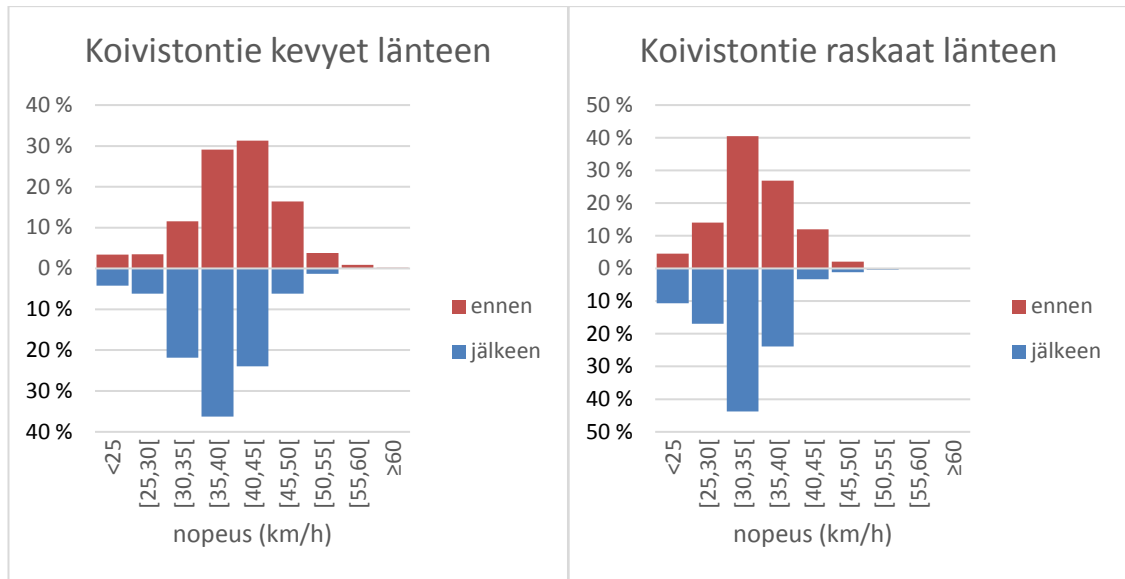


**Kuva 10.** Viinikankadun nopeusjakaumat sekä etelään (alueen sisälle) että pohjoiseen (alueelta pois).

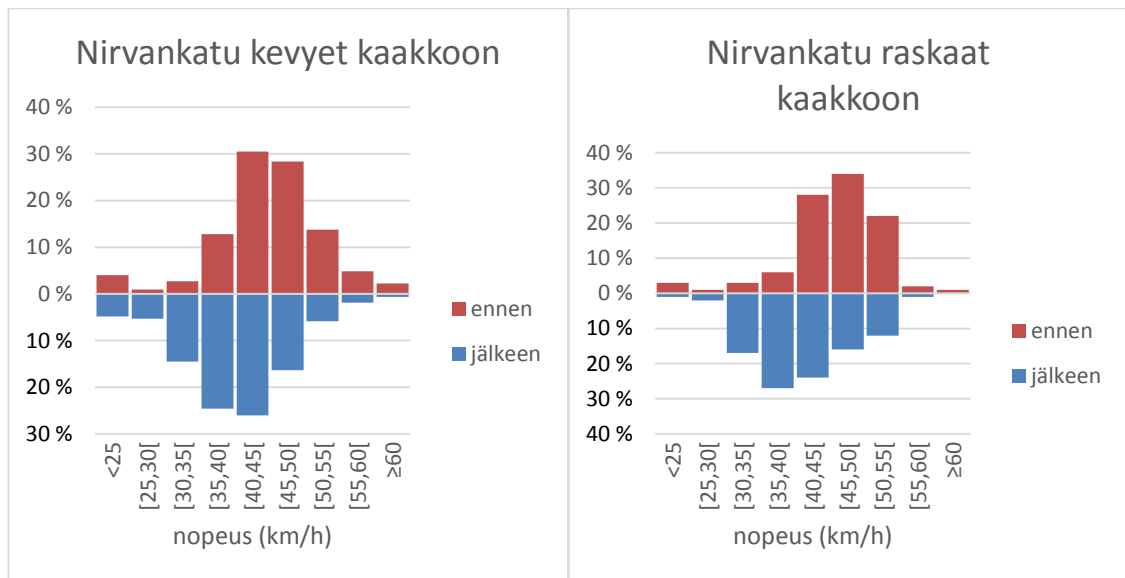


**Kuva 11.** Koivistontien nopeusjakauma itään.

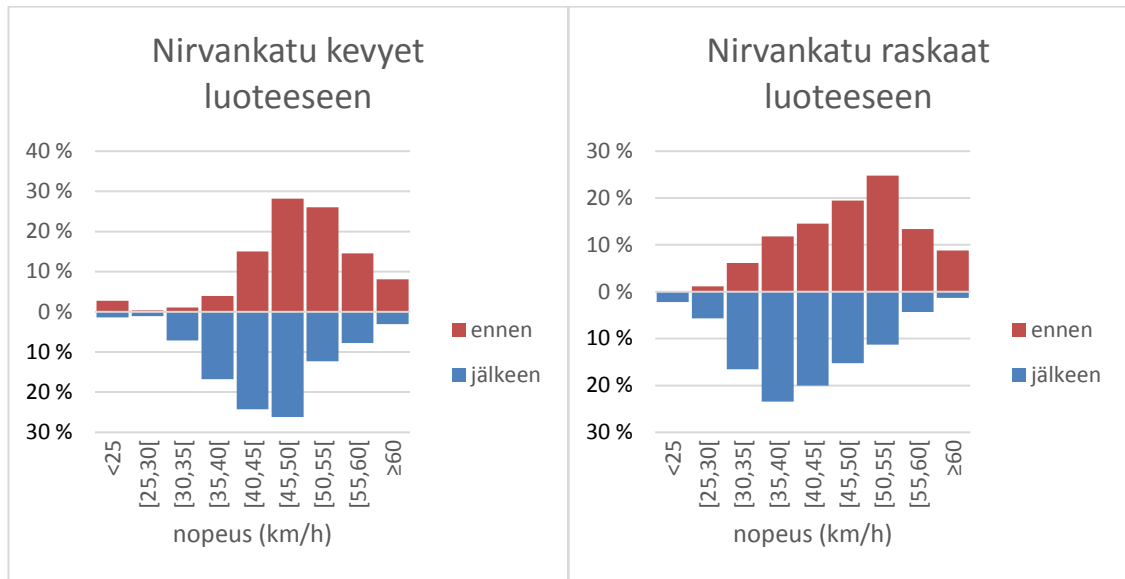




**Kuva 12.** Koivistontien nopeusjakauma länteen.



**Kuva 13.** Nirvankadun nopeusjakauma kaakkoon (alueelta pois päin).



**Kuva 14.** Nirvankadun nopeusjakauma luoteeseen (alueen sisälle).

**Taulukko 2.** Kevyiden ajoneuvojen ajonopeuksien tunnuslukuja: havaintoaineiston määrä ( $n$ ); keskinopeus ( $V_{avg}$ ); keskihajonta ( $sd$ ); nopeus, jonka 15 % autoilijoista alittaa ( $V_{15}$ ); mediaaninopeus ( $V_{50}$ ) ja nopeus, jonka 15 % autoilijoista ylittää ( $V_{85}$ ).

katu	40 km/h nopeusrajoitus (km/h)						30 km/h nopeusrajoitus (km/h)						muutos (km/h)				
	n	Vavg	sd	V15	V50	V85	n	Vavg	sd	V15	V50	V85	Vavg	sd	V15	V50	V85
Viinikankatu etelään	234	47,1	5,0	41	47	53	155	42,2	5,8	33	44	49	-4,9	0,8	-8	-3	-4
Viinikankatu pohjoiseen	123	43,9	5,2	37	43	49	58	39,5	5,9	33	38	49	-4,4	0,7	-4	-5	0
Koivistontie itään	2990	42,6	4,4	37	43	48	3087	40,3	4,7	35	40	46	-2,3	0,3	-2	-3	-2
Koivistontie länteen	3410	39,5	5,1	34	40	46	3767	36,6	4,7	31	37	42	-2,9	-0,4	-3	-3	-4
Nirvankatu kaakkoon	1582	44,1	5,7	38	44	51	1527	39,2	6,2	32	40	47	-4,9	0,5	-6	-4	-4
Nirvankatu luoteeseen	1091	49,0	6,2	42	49	56	912	44,4	6,4	36	44	52	-4,6	0,2	-6	-5	-4

**Taulukko 3.** Raskaiden ajoneuvojen ajonopeuksien tunnuslukuja: havaintoaineiston määrä (*n*); keskinopeus (*Vavg*); keskihajonta (*sd*); nopeus, jonka 15 % autoilijoista alittaa (*V15*); mediaaninopeus (*V50*) ja nopeus, jonka 15 % autoilijoista ylittää (*V85*).

katu	40 km/h nopeusrajoitus (km/h)						30 km/h nopeusrajoitus (km/h)						muutos (km/h)				
	n	Vavg	sd	V15	V50	V85	n	Vavg	sd	V15	V50	V85	Vavg	sd	V15	V50	V85
Koivistontie itään	230	35,7	3,7	32	36	40	231	34,9	3,9	31	35	40	-0,9	0,2	-1	-1	0
Koivistontie länteen	534	33,5	4,0	29	33	39	272	31,6	4,1	26	33	36	-1,9	0,1	-3	0	-3
Nirvankatu kaakkoon	100	44,6	5,1	40	46	51	100	40,2	5,7	33	41	49	-4,4	0,6	-7	-5	-2
Nirvankatu luoteeseen	262	47,9	7,1	37	49	56	230	40,4	7,0	32	40	50	-7,4	-0,1	-5	-9	-6

Edellä olleita taulukkoja ja kuvia tulkitaan tarkemmin luvussa 4.4. Samassa luvussa analysoidaan myös tietojen luotettavuutta.

#### 4.4 Koivistonkylän mittausten analysointi

Nopeusjakaumissa havaittiin olevan suuria eroja mittauspisteiden välillä. Viinikankadulla etelään, eli alueen sisälle, ajavat ajoivat 40 km/h rajoituksen vallitessa yli puolessa tapauksia 0–10 km/h ylinopeutta. 10–15 km/h ylinopeutta ajaneita oli viidennes. Suurempiakin ylinopeuksia havaittiin. Vähemmän kuin joka kymmenes ajoi nopeusrajoituksen mukaan. Nopeusrajoitusmuutos laski joidenkin kuljettajien ajonopeuksia. 30 km/h rajoituksella yleisin nopeusväli oli edelleen 45–50 km/h, mutta yli 10 km/h ylinopeuksien määrä oli laskenut noin 15 prosenttiyksiköllä. Alle 40 km/h ajaneiden osuus oli noussut huomattavasti osuuden ollessa noin 30 %. Keskinopeudessa saavutettiin merkittävä 4,9 km/h lasku. V15-nopeus laski yli kaksi kertaa niin paljon kuin V50- ja V85-nopeudet. Hitain 15 % ajoi siis nopeusrajoitusmuutoksen jälkeen suhteessa hiljaisemmalla nopeudella muihin autoilijoihin verrattuna kuin ennen nopeusrajoitusmuutosta.

Pohjoisen suuntaan nopeusjakauma oli jo ennen muutosta painottunut alhaisempiin nopeuksiin. Nopeusrajoituksen mukaisesti ajoi 20 % kuljettajista ja yli 10 km/h ylinopeuksia oli vain n. 10 %. Nopeusrajoituksen laskettua 30–40 km/h ajaneiden määrä nousi noin 30 prosenttiyksiköllä ja 45–50 km/h ajaneiden määrä laski liki 20 prosenttiyksiköllä. Koska jarruttelua oli selkeästi havaittavissa nopeusrajoitusmuutoksen jälkeen suoriteuissa mittauksissa ja tutkija oli kohtuullisen helposti havaittavissa, voidaan olettaa nopeuslaskun johtuneen suurelta osin mittajaan läsnäolosta. Mittaajan havaittavuudessa ei ole tapahtunut merkittävää eroa ennen- ja jälkeen-mittausten välillä, mutta kuljettajien jarrutuskäyttäytyminen voi riippua siitä, kuinka suurta ylinopeutta he ajavat. Nopeusrajoitusmuutos on ollut esillä myös mediassa, joten kuljettajat saattavat olettaa poliisin suorittavan tehostettua nopeusvalvontaa alueella. Merkittävästä jarruttamisesta johtuen tuloksia ei voida täten pitää merkittävänä.

Koivistontiellä ajonopeudet olivat Viinikankatua alhaisempia. 70–80 % nopeushavainnoista oli välillä 35–50 km/h ennen nopeusrajoitusmuutosta. Nopeusrajoituksen alitti 10–20 % kuljettajista ajosuunnasta riippuen. Yli 10 km/h ylinopeuksia oli alle 10 %. Nopeusrajoitusmuutoksen jälkeen yli 40 km/h nopeuksilla ajettiin merkittävästi vähemmän kuin aiemmin. 30–40 km/h välillä frekvenssit vastaavasti kasvoivat. Keskinopeusmuutokset olivat huomattavasti Viinikankatua alhaisemmat, joka johtuneen valmiiksi alhaisista ajonopeuksista. V15-, V50- V85 nopeuksissa ei ole suuria eroja, joten nopeudet laskivat melko tasaisesti kaikissa nopeusryhmissä.

Raskaan liikenteen ajonopeudet Koivistontiellä olivat jo lähtötilanteessa huomattavasti alhaisemmat. Yli 45 km/h nopeuksia ei havaittu kuin muutamia. Eniten väheni 40–45 km/h ajaneiden osuus, joten korkeimmat ylinopeudet vähenivät eniten. V85-nopeus ei kuitenkaan itään kulkevilla laskenut lainkaan. Muutenkin nopeusmuutos oli pienempi kuin henkilöautoilla, joka selittyy raskaiden ajoneuvojen jo lähtökohtaisesti alhaisemmillä nopeuksilla.

Nirvankadulla ajonopeudet olivat suurimmat ennen nopeusrajoitusmuutosta. Ajonopeudet olivat luoteeseen (alueen sisälle) ajettaessa suurempia kuin kaakkoon. Luoteeseen ajavien nopeuksien hajonta oli myös huomattavasti suurempi kuin kaakkoon. Kyse voi olla siitä, että Nirvankatua Koivistonkylään saapuvat ovat ajaneet ennen alueelle tuloa joko teollisuusalueella tai moottoritiellä ja suurempi ajonopeus on jäänyt, vaikka nopeusrajoitus ja kadun tyyppi ovat muuttuneet. Alueelta poistuvat puolestaan ovat joko lähteneet liikkeelle tai ainakin ajaneet pidemmän matkan Koivistonkylän alueella.

Kumpaankin ajosuuntaan oli havaittavissa selkeää laskua korkeimmissa nopeuksissa. Yli 50 km/h ajaneiden osuus laski kaakkoon ajavilla noin 10 prosenttiyksikköä ja luoteeseen ajavilla noin 25 prosenttiyksikköä. Vertailtaessa V15-, V50- ja V85-nopeuksia on havaittavissa muutoksen olevan suunnilleen samassa suuruusluokassa. V15-nopeudet laskivat kuitenkin eniten. Tästä voi päätellä, että kaikki autoilijat olisivat alentaneet nopeuksiaan samassa suuruusluokassa.

Raskaan liikenteen osalta ajosuunnassa luoteeseen (alueen sisälle) saavutettiin erittäin suuri ajonopeusalenema. Keskinopeus laski 7,4 km/h. Nopeusjakauman huippu keskittyi 40 km/h tuntumaan, kun aiemmin se oli ollut 50 km/h tuntumassa. Yli 50 km/h ajaneiden osuus väheni noin 30 prosenttiyksiköllä. Kaakon suuntaan ajonopeudet olivat alhaisemmat ennen nopeusrajoitusmuutosta ja nopeudet myös laskivat vähemmän. Lasketuista persenttileistä eniten laski V15-nopeus, joka tarkoittaa että ajonopeudet laskivat eniten jo ennestään suhteessa alhaisilla nopeuksilla ajaneilla. Havaintoa tukee myös histogrammitilasto, josta voidaan havaita ajonopeuksien sijoittuneen ennen nopeusrajoitusmuutosta lähes yksinomaan 40–55 km/h nopeusvälille, kun jälkeen-tilanteessa jakauma oli huomattavasti hajautuneempi.

Koivistontien liikennemäärä on kasvanut hieman ja Nirvankadun laskenut selvästi. Koivistontien noin yhden prosentin kasvu selittyy pelkästään satunnaisvaihtelulla. Nirvankadun liikennemäärien havaittu 20 % lasku voi kertoa siitä, että liikennettä on siirtynyt muille väylille nopeusrajoitusmuutoksen takia.

Raskaan liikenteen huipputunnin liikennemäärä oli Koivistontiellä noin 35 ajoneuvoa. Näin pienillä liikennemäärillä huipputunnin liikennemäärän muutoksen tarkastelu ei ole tilastollisesti merkittävää, sillä satunnaisvaihtelut ovat suuret suhteessa liikennemäärään. Siksi tarkempia liikennemääriä ei ole laskettu tai esitetty. Kuitenkin raskaan liikenteen havaintoaineiston määrä on vähentynyt runsaasti.

## 5. PÄÄTELMÄT

Kolmen mittauspisteen mittaustulosten perusteella on havaittu, että alennettaessa 40 km/h aluenoepusrajoitus 30 km/h nopeusrajoitukseksi Tampereen Koivistonkylän asuinalueella, on keskinopeus laskenut henkilöautojen osalta yhdessä mittauspisteessä 2,3...2,9 km/h ja kahdessa muussa 4,6...4,9 km/h. Vastaavat alenemat mediaaninopeuksissa olivat 3 km/h ja 3...5 km/h. Koivistontien mittauspisteessä, jossa ajonopeudet ennen nopeusrajoitusmuutosta olivat pienimmät, nopeuksien lasku oli pienin.

Tämän perusteella nopeusrajoitusmuutoksen vaikutus ajonopeuksiin on suurin kaduilla, joilla ajonopeudet ovat korkeat suhteessa vallitsevaan nopeusrajoitukseen. Päätelmää tukee poliisin mediassa kertomat sakotuskynnykset, joiden mukaan mitatusta ajonopeudesta tehdään 3 km/h varmuusvähennys. Sakon saa, jos varmuusvähennyksen jälkeen ajonopeus on 7 km/h tai yli nopeusrajoituksen. [25] Raja on ollut myös esillä mediassa [26] ja on oletettavaa, että suuri osa autoilijoista tuntee sen.

Kahdessa mittauspisteestä kolmesta ajonopeuksien lasku oli suurempi, kuin mitä kirjallisuustutkimuksen perusteella on tapahtunut siirryttäessä 50 km/h nopeusrajoituksesta 40 km/h aluenoepusrajoitukseen. On tärkeää huomata, että jälkeenmittauksien mittausajankohtana vallitsi talvikeli, joka on voinut osaltaan vaikuttaa ajonopeuksiin. Tutkimuskirjallisuutta, jossa olisi tutkittu muutosta 40 km/h aluenoepusrajoituksesta 30 km/h rajoitukseksi, ei löydetty Tampereen kaupungin tutkimusraporttia [7] lukuun ottamatta, joten lähin vertailukohta on 50 km/h nopeusrajoituksen alentamisesta tehdyt tutkimukset. Tampereen kaupungin [7] tutkimuksessa kaikilla kaduilla oli alle 40 km/h keskinopeus jo 40 km/h nopeusrajoituksen ollessa voimassa, joten lähtötilanne oli jonkin verran erilainen kuin tässä tutkimuksessa. Vertailu Tampereen kaupungin tutkimukseen [7] vahvistaa myös päätelmää siitä, että nopeusrajoitusmuutoksen alentamisen vaikutus on suurin teillä, joiden ajonopeudet ovat suurimmat suhteessa nopeusrajoitukseen, sillä sekä Viinikankadulla että Nirvankadulla nopeudet laskivat huomattavasti enemmän, kuin mitä havaittiin Tampereen kaupungin tutkimuksessa.

Yleisesti voidaan todeta, että nopeusrajoituksen laskeminen 30 km/h aluenoepusrajoitukseksi on alentanut ajonopeuksia merkittävästi. 30 km/h aluenoepusrajoitus on siis toimiva liikenteenrauhottamistoimenpide, vaikka nopeudet jäävätkin yhä kauaksi 30 km/h nopeuksista.

Nopeuksien keskihajonta nousi yhden mittauspisteen toista ajosuuntaa lukuun ottamatta. Ajonopeuksien hajontaa pidetään yleisesti liikenneturvallisuuden kannalta huonoina [11][16]. Tutkimuksissa, joissa tutkittiin 50 km/h nopeusrajoituksen alentamista 40 km/h

rajoitukseksi, havaittiin keskihajonnan laskevan. Keskihajonnan merkitystä liikenneturvallisuudelle voisi selvittää myöhemmissä tutkimuksissa ja verrata sitä ajonopeuden merkitykseen.

Nopeuksien hajonnan lisääntymistä lukuun ottamatta merkittäviä muutoksia nopeusjakaumassa ei havaittu. Histogrammeja tutkiessa havaittiin, että asteikon yläpäässä olevissa nopeuskategorioissa havaintojen määrät vähenivät merkittävästi ja vastaavasti nopeusjakauman alapäässä olevissa nopeuskategorioissa havaintomäärät kasvoivat. Suurimpia nopeuksia saatiin siis alennettua kohtalaisen tehokkaasti.

Kuten muissakin Suomessa tehdyissä tutkimuksissa, havaittiin tässäkin raskaan liikenteen nopeuksien alentuneet vähemmän kuin kevyiden ajoneuvojen. Toisaalta luvussa 2.2 todettiin, että raskas liikenne reagoi nopeusrajoitusmuutoksiin hitaammin kuin kevyillä ajoneuvoilla ajavat. Tästä syystä olisi hyödyllistä seurata nopeuskehitystä myös tulevaisuudessa. Myöhemmissä tutkimuksissa voisi myös selvittää, miksi raskaan liikenteen kuljettajat reagoivat nopeusrajoitukseen eri tavalla kuin kevyiden ajoneuvojen kuljettajat.

Tarkasteltaessa Koivistonkylässä havaittujen mediaaninopeuksien muutoksien arvioitua vaikutusta liikenneturvallisuuteen potenssimallia hyödyntäen havaitaan kuolemien riskin pienenevän 23...45 % ja vakavien loukkaantumisien riskin 16...33 %. Jalankulkijoiden turvallisuudesta tehdyt tutkimukset osoittavat niin ikään, että alentuneella nopeudella on merkittävä liikenneturvallisuushyöty. Saavutetut liikenneturvallisuushyödyt ovat siis suuret.

Ympäristövaikutukset sen sijaan jäävät varsin pieniksi. Ajonopeuden vaikutus ympäristöön todettiin kyseenalaiseksi kaupunkinopeuksilla. Mahdollisesti sähköautojen yleistyessä ajonopeuden merkitys meluun voi kuitenkin kasvaa nykyisestä, sillä sähköautojen aiheuttama melu riippuu pääasiassa rengasmelusta, joka taas on suoraan verrannollinen ajonopeuteen.

Vastauksena tutkimuskysymyksiin voidaan todeta, että ajonopeudet ovat laskeneet nopeusrajoituksen muutoksen myötä merkittävästi. Ajonopeuksien havaittu alentuminen on ollut jopa suurempaa kuin kirjallisuuden perusteella on ollut syytä olettaa. Nopeusjakauma on siirtynyt alaspäin ja suurimmat ajonopeudet ovat laskeneet. Nopeuksien laskun myötä liikenneturvallisuus on teoreettisella tasolla parantunut suuresti. Merkittäviä vaikutuksia ympäristöön ei sen sijaan ole. 30 km/h aluenepeusrajoitusta voidaan pitää ajonopeus- ja liikenneturvallisuusnäkökulmasta onnistuneena.

Koska tämän tutkimuksen jälkeen-mittaukset on tehty talvikeleillä, keliolosuhteet aiheuttavat tutkimustuloksiin väistämättä epätarkkuutta. Tutkimuksessa ei ollut myöskään vertailumittauspistettä, jossa nopeusrajoitus ei olisi muuttunut. Kirjallisuuden valossa vertailumittauspisteellä saavutetaan huomattava tarkennus mittaustuloksiin. Lisäksi tämän

tutkimuksen jälkeen-mittaukset tehtiin varsin pian nopeusrajoitusmuutoksen jälkeen. Tampereella [10] todettiin, että raskaan liikenteen osalta nopeudet muuttuivat vielä yli vuoden jälkeen. Edmontonissa [11] todettiin, että nopeudet laskivat vielä 3 kk nopeusrajoitusmuutoksen jälkeen. Tästä syystä olisi hyvä suorittaa jatkotutkimus, jossa tarkasteltaisiin ajonopeuksia uudestaan esimerkiksi kesällä 2018. Silloin myös ajo-olosuhteet vastaisivat paremmin ennen-mittauksia.

Myös nopeusrajoitusmuutoksen vaikutusta eri tyyppisillä kaduilla olisi hyvä tutkia suuremmalla mittauspisteiden määrällä, kuin mitä tämän tutkimuksen puitteissa on ollut mahdollista käyttää. Liikenteen siirtymistä väylältä toiselle olisi hyvä tarkastella liikennelaskennoin nopeusrajoitusmuutosalueilla ja niiden lähiympäristössä. Myös muutoksen vaikutusta jalankulun ja pyöräilyn määriin sekä joukkoliikenteen käyttöön olisi hyvä seurata. Ajoratapyöräilyn edellytysten mahdollinen parantuminen olisi myös yksi mahdollinen jatkotutkimuskohde. Tampereen tulevat nopeusrajoitusmuutokset muilla asuinalueilla luovat hyviä puitteita mahdollisille jatkotutkimuksille.



## LÄHTEET

- [1] E. Pasanen. Ajonopeudet ja jalankulkijan turvallisuus. Teknillinen korkeakoulu, Liikennetekniikka, Julkaisu 72. 1991. Väitöskirja.
- [2] M.H. Cameron, R. Elvik. Nilsson's Power Model connecting speed and road trauma: Applicability by road type and alternative models for urban roads. *Accident Analysis and Prevention* 42. 2010. pp. 1908–1915.
- [3] Euroopan parlamentti. Euroopan liikenneturvallisuus. Euroopan parlamentin päätöslauselma 27. syyskuuta 2011 Euroopan tieliikenneturvallisuudesta 2011–2020. (2010/2235 (INI)). 2011. Saatavilla: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+REPORT+A7-2011-0264+0+DOC+XML+V0//FI> (viitattu 7.11.2017)
- [4] Nopeusrajoitukset Tampereella 15.6.2017. Infotripla. 2017. Saatavilla: <http://www.infotripla.fi/tampere/materiaalipankki/lib/exe/fetch.php?media=kartat:nopeusrajoituskartta.pdf> (viitattu 20.10.2017)
- [5] Tampereen kaupunki. § 157 Nopeusrajoitusjärjestelmän päivittäminen. Tampereen kaupungin yhdyskuntalautakunta 13/2016. s. 9-14. Pöytäkirja 29.12.2016.
- [6] Tampereen kaupunki. Päivitetty nopeusrajoitusehdotus 25112016. Tampereen kaupungin yhdyskuntalautakunta 13/2016. Pöytäkirjan liite 29.12.2016.
- [7] Tampereen kaupunki. Tampereen nopeusrajoituspolitiikka. 2016. Luonnos 11.5.2016.
- [8] Tampereen kaupunki. § 126 Nopeusrajoitusjärjestelmän päivittäminen. Tampereen kaupungin Yhdyskuntalautakunta 11/2016 [sic]. s. 78–90. Pöytäkirja 13.12.2016.
- [9] O. Kärki. Nopeusrajoituksen alentaminen Tampereen keskustassa. Pitkäaikaisvaikutukset ajonopeuksiin. Liikenneministeriö, Liikenneministeriön mietintöjä ja muistioita B, 16/2000. 2000.
- [10] O. Kärki. Nopeusrajoitusten alentaminen Tampereen keskustassa. Pitkäaikaisvaikutukset ajonopeuksiin. Liikenneministeriön mietintöjä ja muistioita B 16/2000. Liikenneministeriö. 2000.
- [11] Md. Tazul Islam, K. El-Basyouny, S.E. Ibrahim. The impact of lowered residential speed limits on vehicle speed behavior. *Safety Science* 62. 2014. pp. 483–494.

- [12] Tampereen kaupunki. 163 § Liikenteen rauhoituspolitiikan päivittäminen ja nopeusrajoitusjärjestelmän tarkistaminen. Tampereen kaupungin Yhdyskuntalautakunta 11/2016 [sic]. s. 49–51. Pöytäkirja 31.5.2016.
- [13] G. Nilsson. The effects of speed limits on traffic accidents in Sweden. OECD. 1981. International symposium on the effects of speed limits on traffic crashes and fuel consumption, Dublin.
- [14] R. Elvik. A re-parameterisation of the Power Model of the relationships between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims. *Accident Analysis and Prevention* 50. 2013. pp. 854–860.
- [15] E. Rosén, U. Sander. Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. *Accident Analysis and Prevention* 41. 2009. pp. 536–542.
- [16] V. Kallberg, J. Luoma, K. Mäkelä, H. Peltola, R. Rajamäki. Ajonopeuden liiketurvallisuus- ja ympäristövaikutukset. *VTT Technology* 197. VTT. 2014.
- [17] M. Andre, P. Boulter, S. Geivanidis, N. Gorissen, D. Hassel, S. Hausberger, J. Hickman, R. Jourard, P. Katsis, M. Keller, C. Kouridis, I. McCrae, G. Mellios, L. Ntziachristos, N. Pastramas, M. Rexeis, R. Rijkeboer, Z. Samaras, C. Samaras, M. Winther, K. Zierock. Exhaust emissions from road transport. *EMEP/EEA emission inventory guidebook 2013*. 2013.
- [18] L. Int Panis, C. Beckx, S. Broekx, I. De Vlieger, L. Schrooten, B. Degraeuwe, L. Pelkmans. PM, NO<sub>x</sub> and CO<sub>2</sub> emission reductions from speed management policies in Europe. *Transport Policy* 18. 2011. pp. 32–37
- [19] B. Owen. Air quality impacts of speed-restriction zones for road traffic. *Science of the Total Environment* 340. 2015. pp. 13–22.
- [20] The effect of speed on noise, vibration and emissions from vehicles. *MASTER Working Paper R 1.2.1*. 1998.
- [21] S. Ranta, O. Kärki. Nopeusrajoituksen alentaminen Tampereen keskustassa – vaikutukset ajonopeuksiin ja mielipiteisiin. Liikenneministeriön mietintöjä ja muistioita B 26/99. Liikenneministeriö. 1996.
- [22] S. Ranta, O. Kärki. Ajonopeuksien alentaminen Leppävirralla. Vaikutukset ajonopeuksiin ja mielipiteisiin. Liikenneministeriön mietintöjä ja muistioita B 21/99. Liikenneministeriö. 1999.
- [23] Tampereen kaupunki. § 84 Koivistonkylän, Veisun, Nirvan ja Taatalan aluonopeusrajoituksen muutos 30 km/h. Suunnittelupäällikkö, Kaupunkiympäristön palvelualue. 09.10.2017. Ote viranhaltijapäätöksestä.

- [24] Tampereen kaupunki. Karttapalvelu. Saatavilla: <http://karttapalvelu.tampere.fi>.
- [25] Yleisiä kysymyksiä automaattivalvonnalle. Poliisi. Saatavilla: [https://www.poliisi.fi/turvallisuus\\_ja\\_valvonta/liikenneturvallisuus/poliisin\\_liikenneturvallisuuskeskus/usein\\_kysyttya](https://www.poliisi.fi/turvallisuus_ja_valvonta/liikenneturvallisuus/poliisin_liikenneturvallisuuskeskus/usein_kysyttya) (Viitattu 22.1.2018)
- [26] Poliisi kertoo: Milloin ylinopeudesta tulee sakko, milloin selviää muistutuksella. Aamulehti 25.7.2017. Saatavilla: <https://www.aamulehti.fi/kotimaa/poliisi-kertoo-milloin-ylinopeudesta-tulee-sakko-milloin-selviaa-muistutuksella-200282308/> (viitattu 22.1.2018)