

Kiinteän automaattivalvonnan vaikutukset ja kohdentaminen

**Vuosina 2007–2014 käyttöön otettujen jaksojen
arviointi ja uusien valvontakohteiden sijoittaminen**

Petra Reimi

Julkaisun nimi Kiinteän automaattivalvonnan vaikutukset ja kohdentaminen – Vuosina 2007–2014 käyttöön otettujen jaksojen arviointi ja uusien valvontakohteiden sijoittaminen	
Tekijät Petra Remi	
Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä Trafi, Uudenmaan ELY-keskus ja Varsinais-Suomen ELY-keskus, 26.6.2017	
Julkaisusarjan nimi ja numero Trafin tutkimuksia 6 / 2018	ISSN (verkkojulkaisu) 2342-0294 ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-311-256-8
Asiasanat Liikenneturvallisuus, automaattivalvonta, liikennevalvonta, nopeusvalvonta, ajonopeudet, liikenneonnettomuudet, maantiet, henkilöliikenne, risteykset	
Yhteyshenkilö Inkeri Parkkari	Raportin kieli suomi
Valtakunnallista liikenneturvallisuustyötä ohjaa nollavisio, jonka mukaan liikennejärjestelmä on suunniteltava siten, ettei kenenkään tarvitse kuolla tai loukkaantua vakavasti liikenteessä. Yhtenä konkreettisenä tavoitteena on saada ajonopeudet vastaamaan paremmin säädettyjä nopeusrajoituksia. Maanteillä tehokkaaksi nopeudenhallintamenetelmäksi on osoittautunut kiinteä automaattinen nopeusvalvonta, joka on parantanut tieliikenteen turvallisuutta niin Suomessa kuin muissa maissa. Automaattista nopeusvalvontaa voidaankin pitää yhtenä 2000-luvun alun tehokkaimmista liikenneturvallisuustoimenpiteistä. Vaikka liikenneturvallisuustilanne on Suomessa parantunut, on myönteinen kehitys kuitenkin hidastunut, eikä valtakunnallisia tavoitteita ole aivan saavutettu. Liikenneturvallisuuden parantaminen edellyttääkin pitkäjänteistä työtä, ja myös automaattivalvontajärjestelmä on uudenlaisten haasteiden edessä. Suomen maanteillä on viimeisen reilun kymmenen vuoden aikana otettu käyttöön toista kymmentä automaattista nopeusvalvontajaksoa. Tässä työssä tarkastellaan uusimpien, vuosina 2007–2014 käyttöön otettujen automaattivalvontajaksojen nopeus- ja liikenneturvallisuusvaikutuksia sekä selvitetään valvonnan tehokkuutta ja kohdentamista erityyppisillä teillä. Lisäksi tarkastellaan sitä, millaisilla teillä ja millaisissa tienkohdissa valvontapisteiden tulisi sijaita, jotta valvonnasta saatavat hyödyt olisivat mahdollisimman suuret. Tutkimuskirjallisuuden ja uusien valvontajaksojen vaikutusten perusteella kartoitetaan myös uusia valvontakohteita Uudenmaan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten alueilla tienkäyttäjien turvallisuuden edistämiseksi. Automaattivalvonnan vaikutuksia on tarkasteltu vertailemalla ajonopeuksia ja onnettomuusmääriä ennen ja jälkeen valvonnan käyttöönottoa. Yleisessä kehityksessä tapahtuneet muutokset on tunnistettu tutkimalla vastaavia muutoksia vertailuteillä, joilla ei ole ollut käytössä automaattivalvontaa. Tutkimuksen aineistona on käytetty liikenteen automaattisten mittausasemien (LAM) tallentamia nopeustietoja, onnettomuusaineistoja sekä erilaisia tiestötietoja. Tutkimuksessa on hyödynnetty tilastollisia ja paikkatietomenetelmiä. Ajonopeudet laskivat automaattivalvontajaksoilla keskimäärin 2 km/h, kun vastaava vähenemä vertailuteillä oli 1,2 km/h. Tutkimuksen perusteella näyttää kuitenkin siltä, että ajonopeudet ovat laskeneet ainakin osittain automaattivalvonnan ansiosta myös valvonnan ulkopuolisella päätieverkolla. Valvonnan vaikutukset eivät myöskään ole heikentyneet ajan myötä, sillä ajonopeudet olivat laskeneet 2 km/h myös pitkän aikavälin tarkastelussa. Ajonopeudet laskivat enemmän talvella (-2,4 km/h) kuin kesällä (-1,8 km/h). Myös liikenneturvallisuuskehitys oli valvontajaksoilla yleistä kehitystä myönteisempää, joskaan onnettomuustarkastelun tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Henkilövahinkoonnettomuuksien määrä väheni valvontajaksoilla 25 % ja vertailuteillä 18 %. Omaisuusvahinkoonnettomuuksien osalta vähenemä puolestaan oli valvontajaksoilla 26 % ja vertailuteillä 15 %. Tutkimuksen tulosten sekä aiemman tutkimuskirjallisuuden pohjalta laadittiin kriteerit uusien valvontajaksojen kartoittamiseksi, ja niiden perusteella tunnistettiin neljä mahdollista valvontajaksoa Uudenmaan ELY-keskuksen alueella sekä kolme jaksoa Varsinais-Suomen ELY-keskuksen alueella. Valvontajaksojen arvioinnin ja uusien kohteiden kartoittamisen lisäksi tutkimuksessa luodaan katsaus Suomen liikenneturvallisuuden ja automaattivalvonnan nykytilaan sekä muiden maiden valvontakäytäntöihin. Kirjallisuuskatsauksessa syvennytään myös automaattivalvonnan vaikutuksia käsittelevien aiempien tutkimuksien tuloksiin sekä liikennevirran ominaisuuksien ja liikenneturvallisuuden välisiin lainalaisuuksiin.	

Publikation Effekter och inriktning av den fasta automatiska övervakningen – Bedömning av vägavsnitt med övervakning som införts åren 2007–2014 och placering av nya övervakningspunkter	
Författare Petra Reimi	
Tillsatt av och datum Trafiksäkerhetsverket Trafi, Nylands NTM-central och Egentliga Finlands NTM-central, 26.6.2017	
Publikationsseriens namn och nummer Trafis undersökningsrapporter 6 / 2018	ISSN (webbpublikation) 2342-0294 ISBN (webbpublikation) 978-952-311-256-8
Ämnesord Trafiksäkerhet, automatisk övervakning, trafikövervakning, hastighetsövervakning, körhastigheter, trafikolyckor, landsvägar, persontrafik, korsningar	
Kontaktperson Inkeri Parkkari	Rapportens språk finska
Sammandrag Det riksomfattande trafiksäkerhetsarbetet styrs av en nollvision där trafiksystemet ska planeras så att ingen ska behöva dö eller skadas allvarligt i trafiken. Ett konkret mål är att få körhastigheterna att bättre stämma överens med de föreskrivna hastighetsbegränsningarna. Den fasta automatiska hastighetsövervakningen har visat sig vara ett effektivt sätt att få hastigheterna under kontroll på landsvägarna, vilket har förbättrat trafiksäkerheten såväl i Finland som i andra länder. Den automatiska hastighetsövervakningen kan även anses som en av de mest effektiva trafiksäkerhetsåtgärderna på 2000-talet. Även om trafiksäkerhetssituationen i Finland har förbättrats, har den positiva utvecklingen emellertid mattats av och de riksomfattande målen har inte uppnåtts helt och hållet. För ökad trafiksäkerhet krävs också långsiktigt arbete, och även det automatiska övervakningssystem står inför nya utmaningar. Under de drygt tio senaste åren har automatisk hastighetsövervakning införts på över tio vägavsnitt på landsvägar i Finland. I detta arbete granskas hastighets- och trafiksäkerhetseffekter av nyare vägavsnitt där automatisk övervakning införts under åren 2007–2014. Därtill utreds övervakningens effektivitet och inriktning på olika slags vägar. Dessutom granskas på vilka slags vägar och vid vilka ställen på vägen övervakningspunkterna bör placeras få att övervakningen ska ge så stor nytta som möjligt. På basis av forskningslitteraturen och effekterna av nya övervakade vägavsnitt kartläggs även nya övervakningspunkter inom Nylands och Egentliga Finlands NTM-centralers områden för att främja trafikanternas säkerhet. Den automatiska övervakningens effekter har granskats genom att jämföra körhastigheterna och antalet olyckor före och efter det att övervakningen infördes. Förändringar i den allmänna utvecklingen har identifierats genom att undersöka motsvarande förändringar på jämförelsevägar utan automatisk övervakning. Som undersökningsmaterial har man använt uppgifter om hastigheter som sparats av automatiska mätstationer (LAM) i trafiken, material om olyckor samt olika uppgifter om vägnätet. I undersökningen har man använt statistik och geografisk information. På vägavsnitten med automatisk övervakning sjönk körhastigheterna med i genomsnitt 2 km/h medan motsvarande minskning på jämförelsevägarna var 1,2 km/h. På basis av undersökningen verkar det emellertid som om övervakningen även har påverkat körhastigheterna på den del av huvudvägnätet som inte övervakades. Effekterna av övervakningen har inte heller avtagit med tiden eftersom körhastigheterna även hade sjunkit 2 km/h på lång sikt. Körhastigheterna sjönk mer på vintern (-2,5 km/h) än på sommaren (-1,8 km/h). Även trafiksäkerhetsutvecklingen på de övervakade vägavsnitten var mer positiv än den allmänna utvecklingen, även om resultaten av olycksgranskningen inte var statistiskt signifikanta. Antalet olyckor med personskador minskade med 25 procent på de övervakade vägavsnitten och med 18 procent på jämförelsevägarna. Vad gäller olyckor med egendomsskador minskade dessa med 26 procent på de övervakade vägavsnitten och med 15 procent på jämförelsevägarna. Utifrån undersökningens resultat och den tidigare forskningslitteraturen utarbetades kriterier för att kartlägga nya övervakade vägavsnitt, och med hjälp av dessa identifierades fyra möjliga vägavsnitt inom Nylands NTM-centrals område samt tre vägavsnitt inom Egentliga Finlands NTM-centrals område. Utöver en bedömning av de övervakade vägavsnitten och en kartläggning av nya vägavsnitt utgjorde undersökningen en översikt för den aktuella trafiksäkerhetssituationen och den automatiska övervakningen i Finland samt för övervakningspraxisen i andra länder. I litteraturgenomgången fördjupar man sig även i resultaten av tidigare undersökningar om effekterna av den automatiska övervakningen samt lagbundenheten mellan trafikströmmens egenskaper och trafiksäkerheten.	

Title of publication Impacts and prioritization of fixed automatic speed enforcement - assessing the impacts on road sections where speed cameras were introduced between 2007 and 2014 and sections where they should be introduced in the future	
Author Petra Reimi	
Commissioned by, date Finnish Transport Safety Agency (Trafafi), ELY Centre for Uusimaa and ELY Centre for Southwest Finland, 26.6.2017	
Publication series and number Trafafi Research Reports 6 / 2018	ISSN (online) 2342-0294 ISBN (online) 978-952-311-256-8
Keywords Traffic safety, automatic speed enforcement, traffic surveillance, speed enforcement, driving speeds, traffic accidents, roads, passenger traffic, intersections	
Contact person Inkeri Parkkari	Language of the report Finnish
Abstract Under the vision zero, which guides national traffic safety work, the traffic system should be designed so that nobody needs to die or suffer serious injuries in road traffic. One concrete goal is to ensure better observance of speed limits. In road traffic, automatic speed enforcement with fixed cameras has proved to be an efficient method for ensuring this and it has helped to improve road safety in Finland and in other countries. In fact, automatic speed enforcement can be seen as one of the most effective traffic safety measures of the past 15 years. Even though traffic safety in Finland has improved, the positive trend has slowed down and national targets have not been fully met. Achieving improvements in traffic safety is a long-term effort and there are also new challenges facing automatic speed enforcement. Over the past decade, about a dozen road sections in Finland have been equipped with speed cameras. This report discusses the speed and traffic safety impacts of the speed cameras installed between 2007 and 2014 as well as the effectiveness and prioritizing of the automatic speed enforcement on different types of roads. The report also examines on which roads and on which road sections the cameras should be located so that the benefits of the surveillance can be maximised. Using research literature and the impacts of the existing speed cameras as a basis, the report also discusses on which road sections located in the areas of the ELY Centres for Uusimaa and Southwest Finland additional speed cameras could be installed so that the traffic safety can be improved. The impacts of automatic speed enforcement are discussed by comparing driving speeds and the number of accidents before and after the introduction of the camera surveillance. Overall trends have been identified by examining similar changes on reference roads with no automatic speed enforcement. Speed data stored by automatic traffic measurement stations, as well as accident data and a broad range of different road-related data have been used as material for the research. Statistical and geographic information methods have also been used in the research. On average, driving speeds decreased by 2 km/h on the sections with speed cameras, whereas on the reference roads, the reduction was 1.2 km/h. However, the results suggest that automatic speed enforcement has also had influence on speed reduction on the main roads with no speed cameras. Furthermore, the impacts of the speed enforcement have not weakened over the years, as the driving speeds had also decreased by 2 km/h in the long term. The reductions in driving speeds were more substantial in winter (-2.5 km/h) than in the summer months (-1.8 km/h). The improvements in traffic safety were also more substantial on the sections with speed cameras even though the results of accident surveys were not statistically significant. The number of accidents resulting in deaths or injuries decreased by 25% on the sections with speed cameras, while the reduction on reference roads was 18%. At the same time, the reduction in accidents with material damage was 26% and 15%, respectively. Based on the research results and existing research literature, criteria were prepared for new road sections with speed cameras. On the basis of the criteria, four potential road sections were identified in the area of the ELY Centre for Uusimaa and three sections in the area of the ELY Centre for Southwest Finland. In addition to the assessment of the existing road sections with speed cameras and the consideration of additional sections, the research also provides an overview of the current state of traffic safety and automatic speed enforcement in Finland and enforcement practices in other countries. The results of previous studies of the impacts of automatic speed enforcement and the rules governing the relationship between the characteristics of the traffic flow and traffic safety are also discussed in the literature review.	

ALKUSANAT

Valtioneuvosto on tehnyt vuonna 2006 periaatepäätöksen tieliikenteen turvallisuuden parantamisesta. Periaatepäätöksen yhdeksi tavoitteeksi asetettiin ajonopeuksien saaminen tasolle, joka vastaa paremmin säädettyjä nopeusrajoituksia. Kiinteä automaattivalvonta on osoittautunut tehokkaaksi keinoksi hallita maanteiden ajonopeuksia, ja sen myönteiset vaikutukset liikenneturvallisuudelle ovat kiistattomia. Liikenneturvallisuustilanteen kehittäminen vaatii kuitenkin jatkuvaa työtä, ja myös automaattivalvonnan täytyy vastata tieliikenteen nykypäivän vaatimuksiin.

Automaattivalvontajaksojen vaikutuksia on tutkittu Suomessa laajemmin viimeksi vuonna 2009. Tämä tutkimus jatkaa automaattivalvonnan vaikuttavuuden tarkastelemista uusimpien, vuosina 2007-2014 rakennettujen kiinteiden automaattivalvontajaksojen osalta. Työn tavoitteena on edesauttaa kansallisten liikenneturvallisuustavoitteiden saavuttamista.

Tutkimus tehtiin Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulun opinnäytetyönä, ja työn toteuttamisesta vastasi Petra Reimi Ramboll Finland Oy:stä. Diplomityön valvojana toimi liikennetekniikan professori Tapio Luttinen Aalto-yliopistosta, ja työtä ohjasi DI Hanna Reihe Ramboll Finland Oy:stä. Työn teettämisestä vastasivat Trafi, Uudenmaan ELY-keskus ja Varsinais-Suomen ELY-keskus. Tutkimuksen ohjausryhmään ovat lisäksi kuuluneet:

Inkeri Parkkari	Trafi
Riikka Rajamäki	Trafi
Marko Kelkka	Uudenmaan ELY-keskus
Jaakko Klang	Varsinais-Suomen ELY-keskus
Auli Forsberg	Liikennevirasto
Leif Beilinson	Liikenne- ja viestintäministeriö
Heikki Ihalainen	Poliisihallitus
Dennis Pasterstein	Poliisi, liikenneturvallisuuskeskus
Jaana Martikainen	Poliisi, liikenneturvallisuuskeskus
Erica Roselius	Ramboll Finland Oy

Helsingissä, 28. helmikuuta 2018

Inkeri Parkkari
johtava asiantuntija
Liikenteen turvallisuusvirasto (Trafi)

FÖRORD

År 2006 fattade statsrådet ett principbeslut om att förbättra säkerheten i vägtrafiken. En av målsättningarna i principbeslutet var att bringa körhastigheterna till en nivå som bättre motsvarar de föreskrivna hastighetsbegränsningarna. Den fasta automatiska övervakningen har visat sig vara ett effektivt sätt att få kontroll över körhastigheterna på landsvägarna och dess positiva konsekvenser på trafiksäkerheten är obestridliga. Dock krävs det kontinuerligt arbete för att utveckla trafiksäkerhetssituationen och även den automatiska övervakningen måste svara mot vägtrafikens nuvarande krav.

Senast som effekterna av vägavsnitt med automatisk övervakning undersöktes närmare i Finland var år 2009. Denna undersökning fortsätter att granska den automatiska övervakningens effekter i fråga om nyare vägavsnitt med fast automatisk övervakning som byggts åren 2007–2014. Arbetet syftar till att främja uppnåendet av de nationella trafiksäkerhetsmålen.

Undersökningen gjordes som ett slutarbete vid högskolan för ingenjörsvetenskap vid Aalto-universitetet. Petra Reimi från Ramboll Finland Oy ansvarade för genomförandet av arbetet. Diplomarbetet övervakades av Tapio Luttinen professor i trafikteknik vid Aalto-universitetet och handledare var DI Hanna Reihe vid Ramboll Finland Oy. Trafi, Nylands NTM-central och Egentliga Finlands NTM-central ansvarade för att låta utföra arbetet. Styrgruppen för undersökningen har dessutom omfattat:

Inkeri Parkkari	Trafi
Riikka Rajamäki	Trafi
Marko Kelkka	Nylands NTM-central
Jaakko Klang	Egentliga Finlands NTM-central
Auli Forsberg	Trafikverket
Leif Beilinson	Kommunikationsministeriet
Heikki Ihalainen	Polisstyrelsen
Dennis Pasterstein	Polisen, trafiksäkerhetscentralen
Jaana Martikainen	Polisen, trafiksäkerhetscentralen
Erica Roselius	Ramboll Finland Oy

Helsingfors, den 28 februari 2018

Inkeri Parkkari
ledande sakkunnig
Trafiksäkerhetsverket (Trafi)

FOREWORD

In 2006, the Finnish Government adopted a resolution on improving road safety. Ensuring better observance of speed limits was one of the aims laid out in the resolution. Fixed speed cameras have proved an effective way of controlling road speeds and they have led to undeniable improvements in traffic safety. However, further improvements in traffic safety require continuous efforts and automatic speed enforcement must also meet the demands of today's road traffic.

The last time the impacts of automatic speed enforcement were extensively studied in Finland was in 2009. This report presents new information on the subject by examining the impacts of the fixed speed cameras installed between 2007 and 2014. The purpose of the work is to facilitate the achievement of the national traffic safety targets.

The research project was carried out as a master's thesis at the Aalto University School of Engineering and the practical implementation was the responsibility of Petra Reimi from Ramboll Finland Oy. Tapio Luttinen, Professor of Transportation Engineering at Aalto University acted as the thesis supervisor and the project was steered by Hanna Reihe, M.Sc. (Tech.), from Ramboll Finland Oy. The work was commissioned by the Finnish Transport Safety Agency (Trafi), ELY Centre for Uusimaa and the ELY Centre for Southwest Finland. The research project steering group also comprised the following members:

Inkeri Parkkari	Trafi
Riikka Rajamäki	Trafi
Marko Kelkka	ELY Centre for Uusimaa
Jaakko Klang	ELY Centre for Southwest Finland
Auli Forsberg	Finnish Transport Agency
Leif Beilinson	Ministry of Transport and Communications
Heikki Ihalainen	National Police Board
Dennis Pasterstein	Police of Finland, Traffic Safety Centre
Jaana Martikainen	Police of Finland, Traffic Safety Centre
Erica Roselius	Ramboll Finland Oy

Helsinki 28 February 2018

Inkeri Parkkari
Chief Adviser
Finnish Transport Safety Agency (Trafi)

Sisällysluettelo

Keskeiset käsitteet	9
1 Johdanto.....	11
1.1 Työn tausta.....	11
1.2 Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset	12
2 Liikenneturvallisuuden nykytila ja tavoitteet Suomessa	14
2.1 Liikenneturvallisuustavoitteet	14
2.2 Liikenneturvallisuuden kehitys 2000-luvulla	15
2.3 Liikenneturvallisuuden alueelliset erot.....	18
2.4 Onnettomuudet onnettomuusluokan, käyttäjäryhmän ja nopeusrajoituksen mukaan	22
3 Liikennevirran ominaisuuksien vaikutus liikenneturvallisuuteen.....	25
3.1 Ajonopeuden vaikutus liikenneturvallisuuteen	25
3.2 Nopeusrajoituksen nopeus- ja liikenneturvallisuusvaikutukset	28
3.3 Ajo- ja törmäysnopeuden turvallisuusvaikutukset yksilölle	31
3.4 Ajonopeuksien hajonnan, liikennemäärän ja ruuhkautumisen vaikutukset liikenneturvallisuuteen	33
4 Automaattisen nopeusvalvonnan nopeus- ja liikenneturvallisuusvaikutukset	36
4.1 Pistemäisen automaattivalvonnan vaikutukset.....	36
4.1.1 Valvonnan vaikuttavuus eri etäisyyksillä valvontapisteestä	38
4.1.2 Tien ja liikennevirran ominaisuuksien vaikutus valvonnan tehokkuuteen	41
4.1.3 Liikenneturvallisuuden vaikuttavuuserot	42
4.1.4 Vaikuttavuus pitkällä aikavälillä	44
4.2 Keskinopeusvalvonnan vaikutukset.....	45
4.3 Erot pistemäisen ja keskinopeusvalvonnan vaikuttavuudessa	50
4.4 Automaattivalvonnan tuomat yhteiskunnalliset onnettomuussäästöt.....	51
5 Automaattinen nopeusvalvonta Suomessa	53
5.1 Nopeusvalvonnan tavoitteet ja vaikuttavuus	53
5.2 Lainsäädäntö.....	55
5.3 Automaattisen nopeusvalvonnan kehittyminen ja laajuus.....	56
5.3.1 Automaattivalvonnan infran laajuus	56
5.3.2 Poliisin suorittaman automaattivalvonnan laajuus	58
5.4 Automaattivalvontajaksojen kohdentaminen ja valvontapisteiden sijainti ja kohdentaminen tieverkolla	61
5.4.1 Valvontajaksojen määrittäminen Suomessa	61
5.4.2 Kamerateleppien sijainnin määrittäminen	64
5.5 Automaattisen nopeusvalvonnan hyväksyttävyys.....	65
5.6 Automaattisen nopeusvalvonnan tulevaisuus	67
6 Automaattinen nopeusvalvonta muualla maailmassa	70
6.1 Automaattivalvonnan järjestelmät ja käytännöt.....	70
6.2 Automaattivalvonnan kohdentaminen ja valvontapisteiden sijoittaminen ...	73
7 Vuosina 2007–2014 käyttöön otettujen automaattivalvontajaksojen vaikutukset.....	77
7.1 Tutkittavat automaattivalvontajaksot ja vertailutiet	77
7.2 Aineisto ja menetelmät	80
7.3 Automaattivalvonnan nopeusvaikutukset.....	83
7.3.1 Vaikutukset keskinopeuksiin, v85-nopeuksiin ja ylinopeuksiin	83
7.3.2 Vaikutukset eri etäisyyksillä automaattivalvontapisteestä	89
7.3.3 Vaikutukset erityyppisillä teillä ja valvontajaksoilla	91
7.3.4 Muut nopeusvaikutukset.....	94
7.4 Automaattivalvonnan liikenneturvallisuusvaikutukset	96

7.4.1	Laskennalliset liikenneturvallisuusvaikutukset.....	96
7.4.2	Onnettomuustarkastelu	97
8	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	103
8.1	Ajonopeudet.....	103
8.2	Liikenneturvallisuus.....	106
8.3	Automaattivalvonnan kohdentaminen	108
8.4	Valvontapisteiden sijoittaminen.....	109
8.5	Uudenmaan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten uudet automaattivalvontakohteet.....	112
8.6	Tutkimuksen virhelähteitä	115
9	Lopuksi.....	117
	Lähdeluettelo	118
	Liitteet	

Keskeiset käsitteet

Automaattinen nopeusvalvonta Poliisin suorittamaa ajonopeuksien valvontaa automaattisilla nopeusvalvontalaitteilla, jotka voivat olla kiinteitä tai siirrettäviä. Myös: automaattivalvonta, kameravalvonta.

Automaattivalvontapiste Kaikki samassa tienkohdassa sijaitsevat kameratolpat samaan suuntaan. Yhdessä automaattivalvontapisteessä voi olla yksi tai useampi kamera eri kaistojen valvomiseksi.

Henkilövahinkoihin johtanut onnettomuus eli henkilövahinko-onnettomuus Onnettomuus, jossa vähintään yksi henkilö on kuollut tai loukkaantunut.

Kameratolppa Pylväs, johon on sijoitettu laitekotelo kameraa varten sekä mahdollinen kameralaitteisto. Laitekotelo toimii kameralaitteiston suojana ja se sijoitetaan laitepylvääseen 2,5 metrin korkeuteen tien pinnasta.

Katu Asemakaava-alueella oleva tie, jonka rakentaminen ja kunnossapito kuuluvat kunnalle tai kadun varressa sijaitsevan kiinteistön omistajalle.

Kenguruefekti Ilmiö, jossa autoilijat hiljentävät nopeuttaan vain kiinteiden kameravalvontapisteiden kohdalla, ja kiihdyttävät ohitettuaan kameratolpan.

Keskinopeus Liikennevirran eli kaikkien ajoneuvojen keskimääräinen nopeus jossakin tien kohdassa.

Keskinopeusvalvonta Automaattista nopeusvalvontaa, jossa mitataan yksittäisen ajoneuvon käyttämä aika tietynpituisella tiejaksolla kahden mittauspisteen välillä. Ylinopeuksien tunnistamiseksi matka-aikaa verrataan tien nopeusrajoituksen perusteella määritettyyn vähimmäismatka-aikaan valvontajaksolla.

Kiinteä automaattinen nopeusvalvonta Poliisin suorittamaa ajonopeuksien valvontaa kiinteillä automaattisilla nopeusvalvontalaitteilla. Valvontaa suoritetaan kiinteiden kameratolppien ja siirrettävien tai pysyvien kameralaitteistojen avulla.

Kuolemaan johtanut onnettomuus Onnettomuus, johon osallinen henkilö on kuollut onnettomuuden seurauksena 30 vuorokauden kuluessa onnettomuudesta (pl. sairaskohtauksiin kuolleet).

Loukkaantumiseen johtanut onnettomuus Onnettomuus, jonka seurauksena vähintään yksi henkilö on loukkaantunut, mutta jossa kukaan ei ole kuollut.

Maantie Tie, joka on luovutettu yleiseen liikenteeseen ja jonka ylläpitämisestä valtio huolehtii. Liikenteellisen merkityksensä mukaan maantiet ovat valtateitä, kantateitä, seututeitä tai yhdysteitä (Maantielaki 503/2005).

Matkanopeus Ajoneuvon keskinopeus jollakin tiejaksolla (matka/aika).

Nopeusvalvonta Poliisin suorittamaa ajonopeuksien valvontaa esimerkiksi tutkalla, laser-mittauslaitteilla, keskinopeusmittarilla tai automaattisilla liikennevalvontalaitteilla.

Omaisuusvahinkoihin johtanut onnettomuus eli omaisuusvahinko-onnettomuus Onnettomuus, jonka seurauksena kukaan ei ole kuollut tai loukkaantunut, mutta joka on aiheuttanut vahinkoa omaisuudelle (esim. ajoneuvot).

Onnettomuudessa kuollut Henkilö, joka on kuollut onnettomuuden seurauksena 30 vuorokauden kuluessa onnettomuudesta, pois lukien sairaskohtauksiin kuolleet.

Onnettomuudessa loukkaantunut Henkilö, joka ei ole kuollut (30 vuorokauden kuluessa onnettomuudesta), mutta on saanut onnettomuudessa vammoja, jotka vaativat hoitoa tai tarkkailua sairaalassa, hoitoa kotona (sairauslomaa) tai operatiivista hoitoa, esimerkiksi tikkejä. Jos henkilö on saanut mustelmia, naarmuja tai muuta sellaista, joista ei aiheudu edellä mainittua hoitoa, häntä ei katsota loukkaantuneeksi.

Onnettomuudessa vakavasti loukkaantunut Henkilö, joka ei ole kuollut (30 vuorokauden kuluessa onnettomuudesta), mutta on saanut onnettomuudessa vammoja, jotka vaativat hoitoa tai tarkkailua hoitolaitoksessa ja on hakeutunut hoidettavaksi kuuden vuorokauden sisällä onnettomuudesta. Kansainvälisen luokituksen (MAIS3+) mukaan vammat ovat vakavuudeltaan vähintään 3-tasoa.

Onnettomuusaste Onnettomuuksien lukumäärä tieosuuden liikennesuoritetta kohden (esim. onnettomuutta vuodessa / 100 milj. ajoneuvokilometriä).

Onnettomuusriski Odotettavissa oleva onnettomuuksien todennäköisyys suhteessa altistukseen (esim. väkiluku, ajanjakso, ajoneuvojen määrä, ajosuorite, matkaan käytetty aika, matkojen määrä) (Nilsson 2004). Riski voi viitata onnettomuuksien määrään tai niiden vakavuuteen.

Onnettomuustiheys Onnettomuuksien lukumäärä tiejakson pituutta kohden (esim. onnettomuutta vuodessa / 100 tiekilometriä).

Pistemäinen automaattivalvonta Poliisin suorittamaa ajonopeuksien (tai muiden rikkeiden) valvontaa automaattisilla nopeusvalvontalaitteilla, jotka mittaavat ajoneuvon pistenopeuden tiejakson yhdessä valvontapisteessä.

Pistenopeus Tiettyssä pisteessä mitattu ajoneuvon hetkellinen nopeus.

Siirrettävä automaattinen nopeusvalvonta Poliisin suorittamaa ajonopeuksien valvontaa siirrettävillä automaattisilla nopeusvalvontalaitteilla.

Vapaa ajoneuvo Ajoneuvo, jonka etäisyys edellä ajavaan ajoneuvoon on niin pitkä, että kuljettaja voi valita nopeutensa vapaasti (esim. yli 5 sekuntia). Mitä vähemmän liikennettä on, sitä enemmän liikennevirrassa on vapaita ajoneuvoja ja sitä suurempia ovat ajoneuvojen aikavälit.

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Suomen valtakunnallista liikenneturvallisuustyötä on ohjannut vuodesta 2001 alkaen tieliikenneturvallisuuden nollavisio, jonka mukaan ”Liikennejärjestelmä on suunniteltava siten, ettei kenenkään tarvitse kuolla tai loukkaantua vakavasti liikenteessä” (Valtioneuvosto 2006). Vaikka liikenneturvallisuustilanne on Suomessa parantunut tällä vuosituhanella, on valtakunnallisista tavoitteista kuitenkin jääty, ja myönteinen onnettomuuskehitys on hidastunut turvallisuustason parantuessa. Vuonna 2016 liikenneonnettomuuksissa menehtyi yhteensä 258 ihmistä, kun vastaava luku kymmenen vuotta sitten oli vielä 380 (Tilastokeskus 2018a). Liikenneturvallisuuden parantaminen edellyttääkin pitkäjänteistä työtä sekä jatkuvasti tehokkaampia keinoja erityisesti henkilövahinko-onnettomuuksien vähentämiseksi.

Automaattista nopeusvalvontaa voidaan pitää yhtenä 2000-luvun alun tehokkaimmista liikenneturvallisuustoimenpiteistä. Automaattivalvonnalla pyritään edistämään nopeusrajoitusten noudattamista ja ajonopeuksien laskun kautta vähentämään liikenneonnettomuuksien määrää sekä lieventämään niiden seurauksia. Ajonopeudella on huomattava vaikutus liikenneturvallisuuteen, ja jo pienellä keskinopeuden laskulla on todettu olevan merkittäviä myönteisiä vaikutuksia liikenneturvallisuuteen (esim. Nilsen 2004; Elvik 2009). Automaattisesta nopeusvalvonnasta on saatu hyviä kokemuksia useissa maissa (esim. Vägverket 2009; Allsop 2010; Ragnøy 2013), ja sen on todettu vähentävän varsinkin suuria ylinopeuksia sekä vakavia loukkaantumisia ja kuolonkolareita. Vuonna 2016 Suomen automaattinen nopeusvalvontajärjestelmä kattoi noin 3 300 tiekilometriä ja yli 900 kameratolppaa. Järjestelmän arvioidaan estävän vuosittain lähes 100 henkilövahinko-onnettomuutta ja noin 30 liikennekuolemaa (Peltola ja Rajamäki 2009; Kallberg & Törnqvist 2011).

Suomen maanteillä on otettu viimeisen reilun kymmenen vuoden aikana käyttöön toista kymmentä automaattista nopeusvalvontajaksoa. Tässä työssä tarkastellaan uusimpien, 2007–2014 käyttöön otettujen automaattivalvontajaksojen nopeus- ja liikenneturvallisuusvaikutuksia sekä selvitetään valvonnan tehokkuutta ja kohdentamista erityyppisillä teillä. Suomessa on tehty aiemmin useita tutkimuksia automaattisen nopeusvalvonnan vaikutuksista (esim. Peltola & Rajamäki 2009; Airaksinen et al. 2008; Rajamäki 2010), mutta vuodesta 2007 alkaen käyttöön otettujen valvontajaksojen liikenneturvallisuusvaikutuksia ei ole aiemmin arvioitu kokonaisvaltaisesti. Lisäksi automaattivalvonnan kohdentamisesta erityyppisille teille ja erilaisiin tieverkon osiin on vain vähän tietoa, ja nykyiset automaattivalvontajaksot on sijoitettu lähinnä pääteiden linjaosuuksille pitkälti onnettomuushistorian ja ajonopeuksien perusteella.

Automaattista nopeusvalvontaa on toteutettu laajemmin jo lähes kaksikymmentä vuotta, ja sen kehittäminen on uudenlaisten haasteiden edessä. Viime vuosina esillä on ollut lisääntynyt tarve kuntien omaan automaattivalvontaan taajamien ajonopeuksien hillitsemiseksi ja liikenneturvallisuuden parantamiseksi (esim. Pohjois-Savon ELY-keskus 2017). Yhtenä haasteena esiin on myös noussut pistemäisen automaattivalvonnan vaikutusten heikkeneminen toisaalta yleisen nopeustason laskun ja turvallisuustason parantumisen vuoksi, mutta myös pistemäiseen valvontaan mukautuneen ajokäyttäytymisen vuoksi. Lisäksi automaattisen nopeusvalvonnan tehostamiseksi ja maanteiden liikenneturvallisuustilanteen parantamiseksi on kaavailtu muun muassa

keskinopeusvalvonnan käyttöönottoa, kameralaitteistojen lisäämistä, valvonnan laajentamista päätieverkolla, käsittelyprosessin tehostamista sekä lainsäädännön uudistuksia.

1.2 Työn tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Työn tavoitteena on selvittää 2007–2014 käyttöön otettujen automaattivalvontajaksojen nopeus- ja liikenneturvallisuusvaikutuksia, jotta automaattivalvontaa osattaisiin jatkossa kohdentaa tieverkolle aiempaa tehokkaammin. Laajemmin tarkasteltuna tutkimuksen tavoitteet liittyvät tieliikenteen turvallisuuden parantamiseen. Työn tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Miten automaattivalvonta on vaikuttanut ajonopeuksiin ja liikenneturvallisuuteen 2007–2014 käyttöön otetuilla kiinteillä automaattivalvontajaksoilla?
2. Vaihtelee ko automaattivalvonnan vaikuttavuus erityyppisillä teillä?
3. Millaisilla tiejaksoilla ja millaisissa kohteissa nopeus- ja turvallisuusvaikutukset ovat voimakkaimmat?
4. Mitkä kohteet soveltuvat parhaiten automaattivalvonnalle Uudenmaan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten alueilla (Uusimaa, Kanta-Häme ja Päijät-Häme, Varsinais-Suomi, Satakunta)?

Vuosina 2007–2014 käyttöön otettujen automaattivalvontajaksojen osalta tarkastellaan sitä, miten toimenpiteet ovat vaikuttaneet ajoneuvojen pistenopeuksiin sekä onnettomuusmääriin. Automaattivalvonnan vaikutuksia tutkitaan suhteessa yleiseen nopeus- ja onnettomuuskehitykseen tarkastelemalla sellaisia vertailujaksoja, joilla ei ole ollut automaattivalvontaa tai toteutettu muita mahdollisia nopeustasoon ja liikenneturvallisuuteen vaikuttavia toimenpiteitä. Yhdistämällä vaikutusten voimakkuutta sekä tien ominaisuuksia voidaan selvittää, minkä tyyppisillä teillä automaattivalvonnan vaikutukset ovat suurimmat, ja vaikuttavatko esimerkiksi tien nopeusrajoitus, liikennemäärä, kaistojen määrä tai kameratolppien sijoittelu valvonnan tehokkuuteen. Havaittujen vaikutusten perusteella analysoidaan sitä, miten automaattivalvontaa voitaisiin jatkossa kohdentaa paremmin, ja millaisilla teillä tai millaisissa kohteissa automaattivalvonnan pitäisi sijaita, jotta valvonnasta saatavat hyödyt olisivat mahdollisimman suuret. Erilaisten tietyyppien lisäksi tarkastelun kohteena on valvontapisteidien tarkemman sijoittelun vaikutukset valvonnan tehokkuuteen. Tien ominaisuuksiin sekä valvontapisteidien sijoittamiseen liittyvien tietojen pohjalta työssä pohditaan myös sitä, miten valvonnasta voitaisiin saada entistä enemmän hyötyjä nykyisillä valvontajaksoilla.

Suomessa kiinteiden automaattivalvontajaksojen sijoittamisen periaatteet ovat säilyneet hyvin samanlaisina valvontajärjestelmän käyttöönotosta lähtien, mutta esimerkiksi valvonnan laajentaminen taajamiin tuo uudenlaisia haasteita valvonnan kohdentamiseen. Valvontaan soveltuvien tiejaksojen tunnistamista on tutkittu runsaasti, mutta pistemäisten valvontakohteiden optimaalisesta sijoittelusta tiejaksolla tiedetään vähemmän. Sen vuoksi työssä pyritään löytämään myös vastauksia siihen, miten automaattivalvontapisteen kannattaa sijoittaa esimerkiksi suhteessa sisään tuloväyliin, liittymiin tai nopeusrajoitusten muutoskohtiin, jotta valvonnasta saataisiin aiempaa enemmän liikenneturvallisuushyötyjä. Yksi kysymys on myös se, ovatko valvonnan vaikutukset ulottuneet varsinaisten automaattivalvontajaksojen ulkopuolelle.

Automaattivalvonnan vaikutusten arvioinnin lisäksi tutkimuksessa selvitetään järjestelmän laajennusmahdollisuuksia sekä pohditaan mahdollisia muutostarpeita nykyisillä automaattivalvontajaksoilla. Tutkimuskirjallisuuden sekä tutkimuksen tulosten avulla kartoitetaan uusia automaattivalvontakohteita Uudenmaan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten Liikenne ja infrastruktuuri -vastuualueiden toiminta-alueilla (Uusimaa, Kanta-Häme ja Päijät-Häme, Varsinais-Suomi, Satakunta). ELY-keskusten alueiden uusien valvontakohteiden sijoittamisen lisäksi tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää yleisemmin kuntien nopeusvalvonnan käyttöönotossa sekä jo olemassa olevien jaksojen parantamisessa tai uudelleensijoittamisessa. Automaattivalvonnan kehittämisen ohella tutkimus palvelee kansallista liikenneturvallisuustyötä sekä edistää tieliikenteen turvallisuustavoitteiden saavuttamista.

Tässä työssä keskitytään kiinteillä automaattisilla nopeusvalvontalaitteilla suoritettavaan nopeusvalvontaan, eikä muiden nopeudenhallintakeinojen vaikutuksia arvioida tässä työssä. Tutkimuksessa ei myöskään käsitellä muiden tieliikenneerikkeiden, kuten punaista päin ajamisen valvontaa, jota voidaan suorittaa niin ikään automaattisilla liikennevalvontalaitteilla. Tutkimuksen ensisijaisena tarkastelukohteena on maanteiden kiinteä automaattivalvonta, mutta tutkimuskirjallisuuden ja johtopäätösten osalta sivutaan myös taajama-alueiden automaattivalvontaa. Lisäksi tarkastelun kohteena on pääasiassa pistemäinen kiinteä automaattivalvonta, mutta tutkimuskirjallisuuden näkökulmasta valvonnan vaikutuksia tarkastellaan myös kiinteillä keskinopeusvalvontajaksoilla. Työssä keskitytään automaattivalvonnan tekniseen puoleen, eikä aihepiiriä tarkastella laajasti esimerkiksi liikennepsykologian näkökulmasta. Psykologisia mekanismeja on kuitenkin sivuttu automaattivalvonnan hyväksyttävyyttä käsittelevässä osassa.

2 Liikenneturvallisuuden nykytila ja tavoitteet Suomessa

2.1 Liikenneturvallisuustavoitteet

Valtioneuvosto on toteuttanut suunnitelmallista liikenneturvallisuustyötä vuodesta 1993 alkaen periaatepäätöksillään. Vuodesta 2001 alkaen valtakunnallista liikenneturvallisuustyötä on ohjannut liikenneturvallisuuden nollavisio, jonka mukaan ”liikennejärjestelmä on suunniteltava siten, ettei kenenkään tarvitse kuolla tai loukkaantua vakavasti liikenteessä” (Valtioneuvosto 2006; LVM 2012). Pitkän aikavälin tavoitteena on liikenneturvallisuuden jatkuva parantuminen siten, että liikennekuolemien määrä on enintään 100 kappaletta vuonna 2025. Vuoteen 2020 mennessä tavoitteena on puolittaa liikennekuolemien määrä sekä vähentää loukkaantumisten määrää neljänneksellä vuoden 2010 tasosta. Tällöin vuonna 2020 liikenteessä menehtyisi enintään 136 ja loukkaantuisi 5 750 henkilöä (Valtioneuvosto 2006; LVM 2012).

Tieliikenneturvallisuuteen vaikuttavat lukuisat eri tekijät, kuten liikenneympäristö, ajoneuvot, olosuhteet, lainsäädäntö sekä tiellä liikkujat. Liikenneturvallisuuden parantaminen edellyttääkin sen huomioon ottamista lukuisilla hallinnon sektoreilla (LVM 2012). Liikennejärjestelmän näkökulmasta liikenneturvallisuus liittyy keskeisesti esimerkiksi älyliikenteen strategiaan, joukkoliikenteen käytön edistämiseen, liikenteen ilmastopoliittiseen ohjelmaan sekä esteettömyysohjelmaan. Esimerkiksi kulkumoodot, liikennemäärä sekä liikkumisen sujuvuus ja helppous ovat tärkeitä asioita myös liikenneturvallisuuden näkökulmasta.

Liikenneturvallisuuden parantaminen on myös kansainvälisesti tärkeä tavoite. Euroopan komission liikenneturvallisuusohjelma 2011–2012 luo pohjan Suomen liikenneturvallisuustavoitteille (LVM 2012). Suomen yhtenä tavoitteena on olla Euroopan kärkimaiden joukossa tieliikenneturvallisuudessa, ja vuonna 2015 Suomi sijoittui yhdeksänneksi EU-maiden välisessä liikenneturvallisuusvertailussa. Suomen sijoitus on vaihdellut viime vuosina 10. sijan molemmin puolin. Malta, Ruotsi, Iso-Britannia, Alankomaat, Tanska, Irlanti, Espanja sekä Saksa olivat Suomen edellä asukaslukuun suhteutetussa vertailussa vuonna 2015, ja Suomi oli lähellä kaikkien EU-maiden keskiarvoa (European Commission 2015; European Commission 2016). Vertailua eri maiden välillä vaikeuttavat kuitenkin erot liikenneonnettomuuksien tilastoinnissa, ja esimerkiksi liikenteessä tehtyjä itsemurhia ei lasketa liikennekuolemiksi osassa maita toisin kuin Suomessa (Liikennevirasto 2017a).

Yhteiskunnallisesta näkökulmasta liikenneonnettomuudet aiheuttavat merkittävän kansanterveysongelman sekä reaalityaloudellisia ja hyvinvoinnin menetyksiä. Tieliikenneonnettomuuksista yhteiskunnalle aiheutuvat onnettomuuskustannukset ovat vuosittain noin 2-3 miljardia euroa (LVM 2012). Esimerkiksi vuonna 2016 pelkästään maanteillä sattuneiden henkilövahinko-onnettomuuksien kustannukset olivat yhteensä 1,5 miljardia euroa, joista kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osuus oli noin kolmannes (Liikennevirasto 2017a). Yhden liikennekuoleman laskennallinen kustannus on keskimäärin 2,77 miljoonaa euroa, vakavan loukkaantumisen noin 790 000 euroa ja lievän loukkaantumisen noin 34 000 euroa vuoden 2015 hinnoissa laskettuna (Tervonen 2016). Vähäisiin ajoneuvovaurioihin johtaneista omaisuusvahinko-onnettomuuksista puolestaan aiheutuu keskimäärin arviolta 3 200 euron suuruiset taloudelliset vahingot (Liikennevirasto 2017a). Laskelmiin sisältyvät muun mu-

assa pelastustoimen, sairaanhoidon, kuntoutuksen ja uudelleen koulutuksen kustannukset, kustannukset menetetystä työpanoksesta ja hyvinvoinnista sekä muut kustannukset, kuten materiaali- ja viranomaiskustannukset (Tervonen 2016).

Tieliikenteen turvallisuustilannetta voidaan seurata ja arvioida erilaisten onnettomuustilastojen avulla. Tilastokeskus ylläpitää virallista onnettomuustilastoa, joka perustuu poliisin kirjaamiin onnettomuustietoihin (Tilastokeskus 2017a). Tilastokeskus laatii myös Liikenneviraston hallinnoiman tieliikenneonnettomuustilaston, joka pohjautuu niin ikään poliisin tietoon tulleiden onnettomuuksien kirjaamiseen. Näitä tietoja täydennetään erilaisilla tapahtumapaikan tie- ja liikenneoloja kuvaavilla tiedoilla (Kallberg 2011; Liikennevirasto 2017a). Liikenneviraston tilasto kattaa ainoastaan maanteiden liikenneonnettomuudet, ja tiedot ovat saatavilla viraston Tiira-tietojärjestelmästä (Kallberg 2011; Koskinen et al. 2014). Virallinen onnettomuustilasto ja Liikenneviraston onnettomuustilasto kattavat kaikki kuolemaan johtaneet onnettomuudet, mutta vain noin viidenneksen loukkaantumiseen johtaneista onnettomuuksista (Kallberg 2011). Suuri osa seurauksiltaan lievemmistä tieliikenteen henkilövahinkoonnettomuuksista jää siis virallisten tilastojen ulkopuolelle, ja myös tieliikennelain (1981/267, 59 §) mukaan onnettomuudesta tulee ilmoittaa poliisille vain, jos joku on loukkaantunut onnettomuudessa vakavasti. Alitilastoituja ovat erityisesti sellaiset pyöräilijöiden onnettomuudet, joissa ei ole ollut osallisena muuta ajoneuvoa, ja jotka ovat seurauksiltaan lieviä (Kallberg 2011).

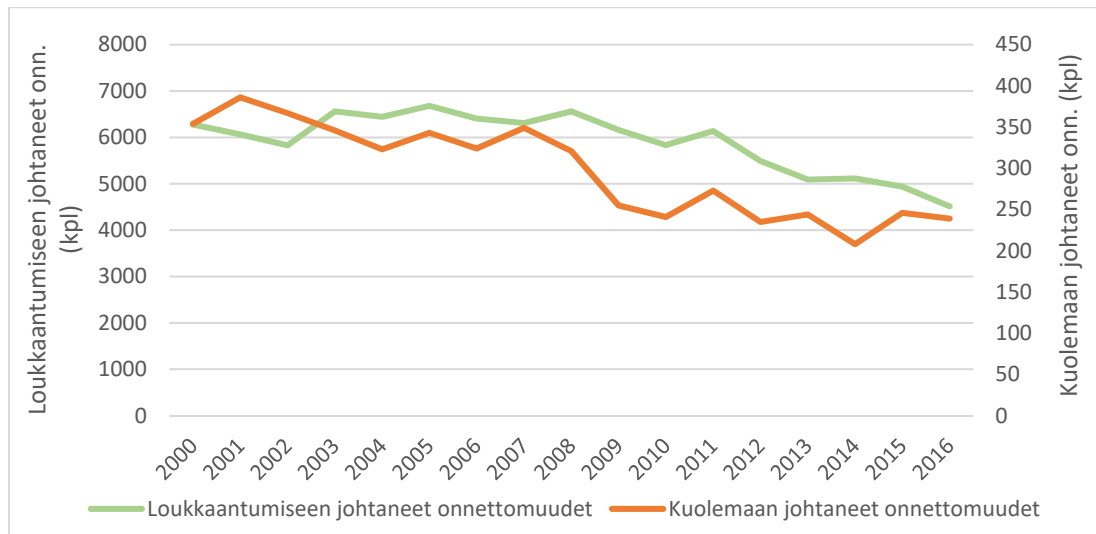
Tilastokeskuksen ja Liikenneviraston tilastojen lisäksi tieliikenneonnettomuuksia tilastoidaan esimerkiksi vakuutusyhtiöiden liikennevahinkotilastoon, sairaaloiden hoitoilmoitusrekisteriin (HILMO) sekä suurten kaupunkien omiin rekistereihin (Liikennevirasto 2017a). Liikennevakuutuskeskuksen onnettomuustietoinstituutti (OTI) ylläpitää vakuutusyhtiöiden liikennevahinkotilastoa, joka sisältää vakuutusyhtiöiltä saadut tiedot sellaisista liikennevahingoista, joista on maksettu korvausta pakollisesta liikennevakuutuksesta. Liikennevahinkotilasto on onnettomuusmäärissä tarkasteltuna ylivoimaisesti kattavin liikenneonnettomuustilasto, ja tilaston mukaan Suomessa sattuu vuosittain noin 100 000 liikenneonnettomuutta mukaan lukien pysäköintialueiden onnettomuudet (Tilastokeskus 2018b). Loukkaantumiseen johtaneiden onnettomuuksien lukumäärä on liikennevahinkotilaston perusteella siis noin 2,5-kertainen verrattuna Tilastokeskuksen viralliseen onnettomuustilastoon. Liikennekuolemien määrä on Liikennevakuutuskeskuksen tilastossa kuitenkin pienempi muun muassa siksi, ettei rattijuoppojen liikennekuolemista makseta korvausta vakuutuksesta (Kallberg 2011). Onnettomuustietoinstituutti julkaisee myös tutkijalautakuntien tutkimien kuolemaan johtaneiden tie- ja maastoliikenneonnettomuuksien tilastoa, joka sisältää myös sairauskohtauksiin kuolleet (OTI 2017).

2.2 Liikenneturvallisuuden kehitys 2000-luvulla

Suomen tieliikenteen turvallisuustilanne on parantunut 2000-luvun aikana. Vuonna 2000 poliisin tietoon tuli yhteensä reilut 35 000 tieliikenneonnettomuutta, joista hie-
man alle viidennes (6633 kpl) johti henkilövahinkoihin (Tilastokeskus 2018b). Onnettomuuksien kokonaismäärä on laskenut vuosituhanen alusta jopa 42 %, ja vuonna 2016 raportoitii yhteensä noin 20 300 liikenneonnettomuutta. Osa virallisen tilaston mukaisesta onnettomuusmäärän laskusta johtuu kuitenkin siitä, että esimerkiksi peura-
kolareiden ilmoittaminen poliisille on vähentynyt. Liikennevakuutuksesta korvattu-
jen onnettomuuksien määrä on puolestaan noussut 27 % vuodesta 2000 vuoteen 2016, eli todellisuudessa onnettomuuksien määrä ei ole ainakaan merkittävästi vähentynyt. Vuonna 2000 liikennevakuutuksesta korvattiin yhteensä 84 600 onnettomuutta, kun

vuonna 2016 liikennevakuutuksen perusteella maksettiin korvausta 107 500 onnettomuudesta (Tilastokeskus 2018b). Kaikista liikenneonnettomuuksista siis alle viidenes tulee nykyisin poliisin tietoon. Suurin osa poliisille ilmoittamatta jätetyistä onnettomuuksista on kuitenkin vakavuudeltaan lieviä, eikä liikennevakuutuksesta korvattujen onnettomuuksien tarkastelu anna luotettavaa kokonaiskuvaa liikenneturvallisuustilanteesta.

Henkilövahinko-onnettomuuksien osalta myönteinen kehitys on ollut hitaampaa, sillä niiden määrä on vähentynyt 28 % vuosina 2000–2016. Vuonna 2016 kuolemaan tai loukkaantumiseen johti yhteensä noin 4 750 onnettomuutta, kun vuosituhanen alussa henkilövahinko-onnettomuuksien määrä oli reilut 6 600 (kuva 1; Tilastokeskus 2018b). Onnettomuuksissa loukkaantuneiden määrä on laskenut 2000-luvun aikana noin 30 %, ja vuonna 2016 liikenneonnettomuuksissa loukkaantui lähes 5 900 henkilöä (Tilastokeskus 2018a). Myös liikennekuolemien määrässä on tapahtunut pitkällä aikavälillä myönteistä kehitystä, vaikkakin viime vuosina onnettomuuksissa kuolleiden määrän kehitys on ollut aaltoilevaa. Vuosien 2000–2016 välillä liikennekuolemat vähenivät 35 %. Vuonna 2016 liikenneonnettomuuksissa menehtyi 258 henkilöä yhteensä 239 onnettomuudessa (Tilastokeskus 2018a, 2018b). Viime vuosina hieman yli puolet kaikista poliisiin tietoon tulleista henkilövahinko-onnettomuuksista on sijoittunut maanteille (Liikennevirasto 2017b). Maanteiden onnettomuudet ovat suurempien ajonopeuksien ja tien ominaisuuksien vuoksi seurauksiltaan vakavampia kuin muulla tieverkolla sattuneet henkilövahinko-onnettomuudet, ja nykyisin noin kolme neljästä kuolemaan johtaneesta liikenneonnettomuudesta sattuu maantieverkolla (Liikennevirasto 2017b).



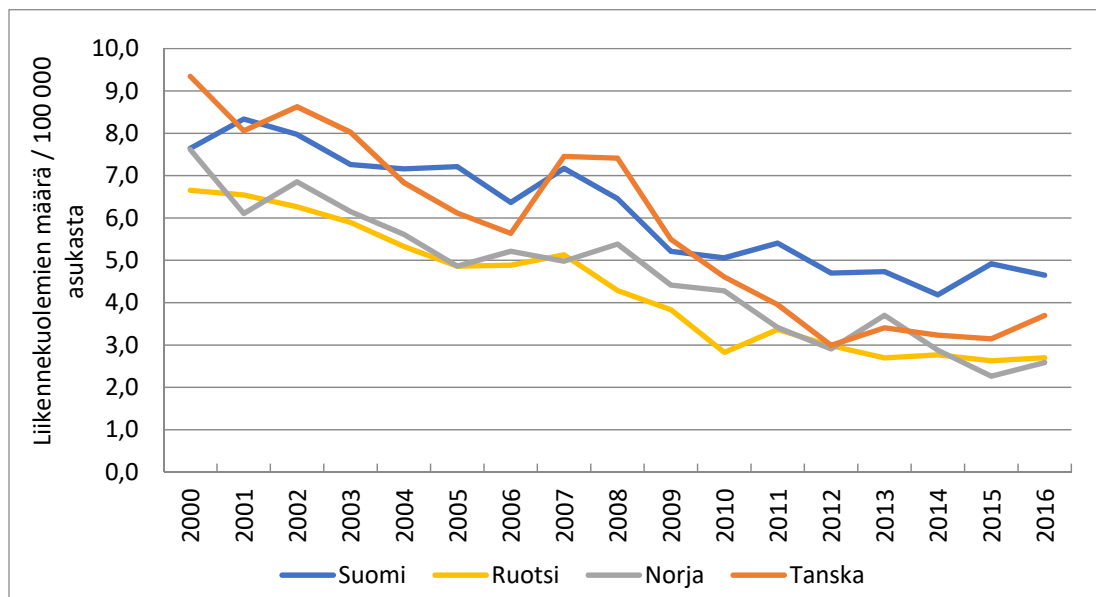
Kuva 1. Poliisin tietoon tulleet loukkaantumiseen ja kuolemaan johtaneet onnettomuudet Suomessa 2000–2016.

Suomen vuoden 2001 liikenneturvallisuuden periaatepäätöksessä tarkistettiin vuonna 1997 asetettuja tavoitteita, ja liikennekuolemien tavoitemääräksi päivitettiin alle 250 tapausta vuonna 2010 (Valtioneuvosto 2006). Tavoite ei kuitenkaan täyttynyt, sillä vuonna 2010 tieliikenteessä menehtyi 272 henkilöä. Lisäksi liikenteessä on menehtynyt alle 250 henkeä vuodessa vain vuonna 2014, jolloin liikennekuolemia kirjattiin 229 (Tilastokeskus 2018a). Vuodelle 2014 asetettu välitavoite oli kuitenkin tuolloin enintään 218 tieliikenteessä menehtynyttä. Vuodesta 2010 alkaen tieliikenteessä kuolleiden määrä on vaihdellut 250:n molemmin puolin. Valtioneuvoston asettamista ta-

voitteista ollaan siis hieman jäljessä, ja vuoden 2020 tavoite, enintään 136 liikennekuolemaa, näyttää haastavalta saavuttaa. Pitkän aikavälin positiivinen trendi näyttää kuitenkin jatkuvan, vaikka myönteinen kehitys on hidastunut onnettomuuksien ja liikennekuolemien määrän vähentyessä.

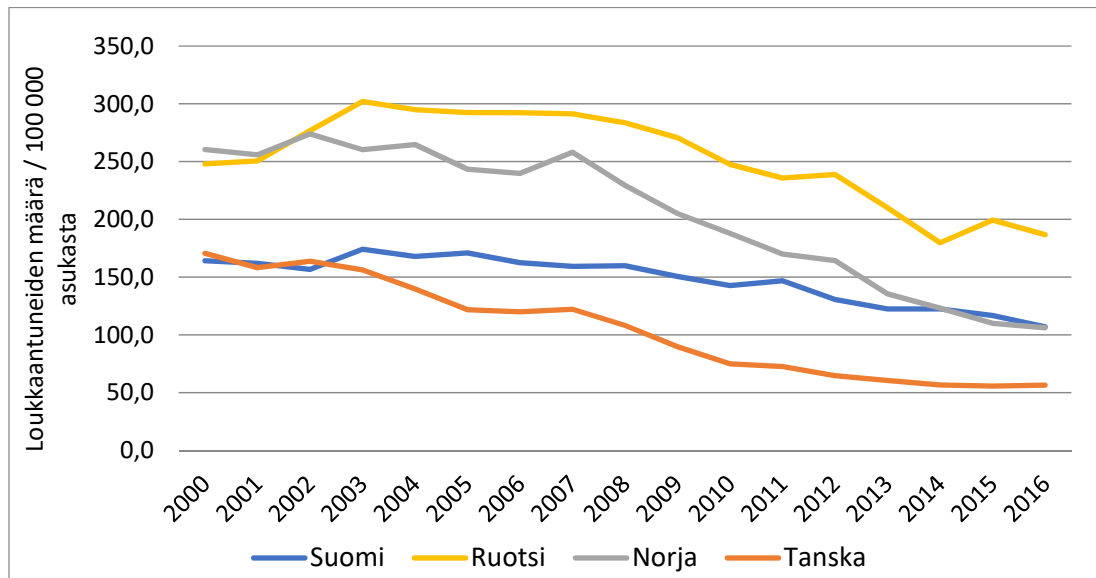
Liikenneturvallisuuden yleisestä paranemisesta huolimatta Suomi on jäänyt kehityksessä jälkeen muista suurista Pohjoismaista erityisesti vakavimpien onnettomuuksien osalta. Kun vuosina 2000–2016 liikennekuolemat vähenivät Suomessa 35 %, Ruotsissa laskua oli 54 %, Norjassa 60 % ja Tanskassa 58 % (Tilastokeskus 2018a, Trafik Analys 2017; Statistisk sentralbyrå 2017a; Statistics Denmark 2017a). Vuonna 2016 Ruotsin tieliikenteessä menehtyi 270 henkilöä, Norjassa 135 ja Tanskassa 211, kun Suomessa vastaava luku oli 258. Liikenteessä tehdyt itsemurhat kuitenkin tilastoidaan Suomessa liikennekuolemiksi muista Pohjoismaista poiketen. Esimerkiksi vuonna 2015 itsemurhia tilastoitiin Suomen tieliikenteessä 22 kappaletta ja vuonna 2016 28 kappaletta, eli itsemurhien osuus kaikista liikennekuolemista on ollut viime vuosina noin kymmenys (Tilastokeskus 2017b, Tilastokeskus 2018c). Vaikka itsemurhat huomioitaisiin maiden välisessä vertailussa, on Suomen kehitys ollut silti muita suuria Pohjoismaita heikompaa, sillä itsemurhat poistettuna liikennekuolemat vähenivät Suomessa 42 % vuosina 2000–2016.

Suomen tieliikenteen onnettomuuskehitys on ollut muita suuria Pohjoismaita heikompaa myös asukaslukuun suhteutettuna (kuva 2). Suomessa asukaslukuun suhteutettu liikennekuolemien määrä on laskenut 7,6:sta 4,7:ään liikennekuolemaan 100 000 asukasta kohden 2000-luvun aikana (Tilastokeskus 2017c, 2018a). Tilanne on ollut koko vuosituhannen ajan myönteisin Ruotsissa ja Norjassa, ja myös Tanska on viime vuosina päässyt liikennekuolemien määrässä näiden maiden tasolle. Ruotsissa väestömäärään suhteutettu liikennekuolemien määrä on laskenut suhteellisen tasaisesti 6,7:sta 2,7:ään, ja Norjassa 7,6:sta 2,6 liikennekuolemaan 100 000 asukasta kohden (Trafik Analys 2017; Statistiska centralbyrån 2017; Statistisk sentralbyrå 2017a, 2017b). Tanskassa vastaava luku on puolestaan laskenut 9,3:sta 3,7:ään 2000-luvun aikana (Statistics Denmark 2017a, 2017b).



Kuva 2. Liikennekuolemien määrän kehitys asukaslukuun suhteutettuna neljässä Pohjoismaassa 2000–2016.

Myös tieliikenneonnettomuuksissa loukkaantuneiden määrä on kehittynyt myönteisesti suurissa Pohjoismaissa, mutta Suomessa kehitys on ollut muita maita selvästi hitaampaa (kuva 3). Vuosina 2000–2016 loukkaantuneiden määrä on laskenut suhteellisesti eniten Tanskassa (-64 %) ja Norjassa (-53 %; Statistics Denmark 2017a, Statistisk sentralbyrå 2017a). Absoluuttisesti ja väkilukuun suhteutettuna eniten loukkaantuneita on Ruotsissa, missä loukkaantui vuonna 2016 yhteensä noin 18 700 henkilöä (Trafik Analys 2017). Vaikka loukkaantuneiden määrä on Ruotsissa suhteellisen korkea, on maassa kuitenkin onnistuttu lieventämään onnettomuuksien vakavuutta tehokkaasti liikennekuolemien määrän lasku huomioon ottaen. Norjassa loukkaantuneita oli vuonna 2016 yhteensä 5 500 ja Tanskassa 3 200, kun Suomen vastaava luku oli 5 900 (Statistics Denmark 2017a, Statistisk sentralbyrå 2017a; Tilastokeskus 2018a). Maiden väliset erot selittyvät kuitenkin osittain sillä, että onnettomuuksia tilastoidaan maissa eri tavalla. Varsinkaan lievät onnettomuudet eivät tule aina poliisin tietoon, minkä vuoksi vakavien loukkaantumisten määrän seuraaminen voisi antaa luotettavamman kuvan todellisesta liikenneturvallisuuksilanteesta. Esimerkiksi Suomessa vakavaan loukkaantumiseen johtaneita onnettomuuksia on kuitenkin tilastoitu vasta vuodesta 2014 lähtien, ja niitä on sattunut vuosittain noin 500 kappaletta (Tilastokeskus 2018a).

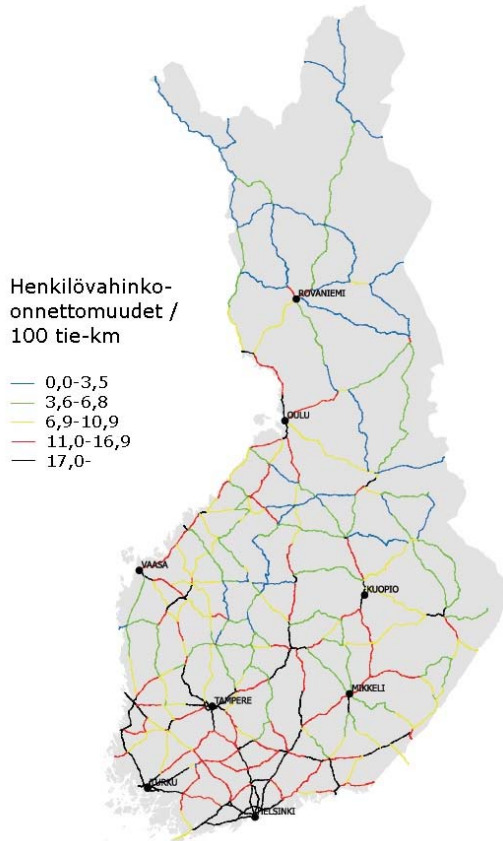


Kuva 3. Tieliikenneonnettomuuksissa loukkaantuneiden määrän kehitys asukaslukuun suhteutettuna neljässä Pohjoismaassa 2000–2016.

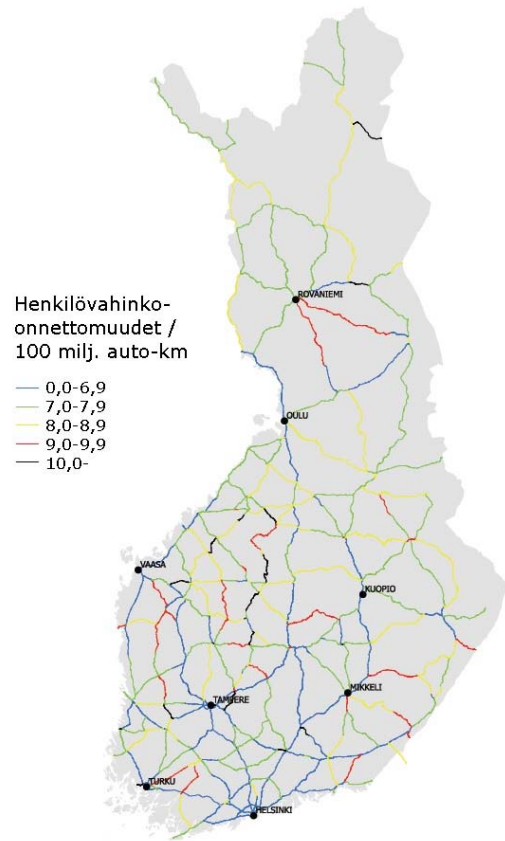
2.3 Liikenneturvallisuuden alueelliset erot

Henkilövahinko-onnettomuuksien tiheys on korkein tieosuuksilla, joilla liikennemäärät ovat suuret, eli teillä sattuu paljon onnettomuuksia tiepituuteen suhteutettuna (kuva 4). Tällaisia vilkkaita tieosuuksia on suurilla kaupunkialueilla ja niiden välisillä pääteillä. Alueellisesti tarkasteltuna eniten henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia sattuu Uudenmaan ELY-keskuksen alueella, missä loukkaantumiseen tai kuolemaan johti noin 1360 onnettomuutta vuonna 2016. Seuraavaksi eniten henkilövahinko-onnettomuuksia sattuu Varsinais-Suomen (782 kappaletta vuonna 2016), Pohjois-Savon (496 kpl) sekä Etelä-Pohjanmaan (467 kpl) ELY-keskusten alueilla. Vähiten henkilövahinko-onnettomuuksia puolestaan tapahtuu vuosittain Keski-Suomen (280 kpl) ja Lapin (157 kappaletta) ELY-keskusten alueilla. Onnettomuusmäärä on kuitenkin hyvin pitkälti riippuvainen alueellisesta ajosuoritteesta, joka vaihtelee Uudenmaan ELY-keskuksen alueen 11 412 miljoonasta ajoneuvokilometristä Lapin 1

824 miljoonaa ajoneuvokilometriin vuodessa (Liikennevirasto 2017c). Ajosuoritteeseen suhteutettu onnettomuusaste on korkein Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla sekä Lapissa Rovaniemen ympäristössä, mutta henkilövahinko-onnettomuuksia sattuu liikennemäärään suhteutettuna paljon myös yksittäisillä tieosuuksilla maan eri osissa (kuva 5).



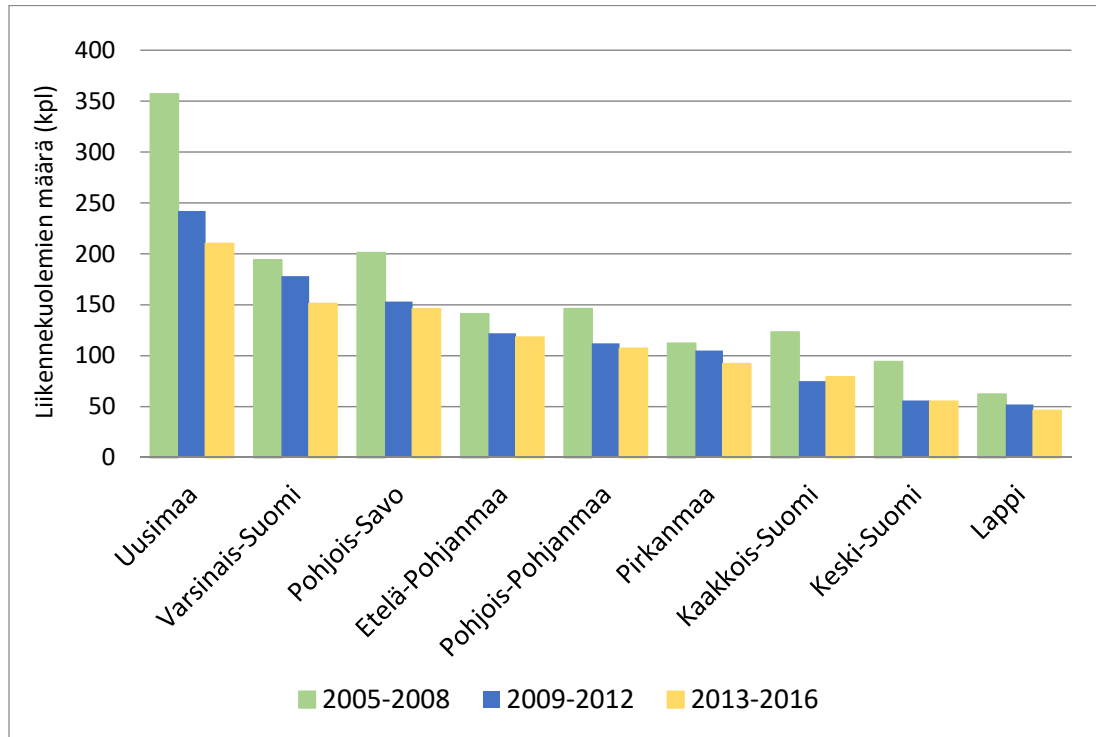
Kuva 4. Henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuustiheys vuonna 2015 (muokattu lähteestä Liikennevirasto 2016).



Kuva 5. Henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuusaste vuonna 2015 (muokattu lähteestä Liikennevirasto 2016).

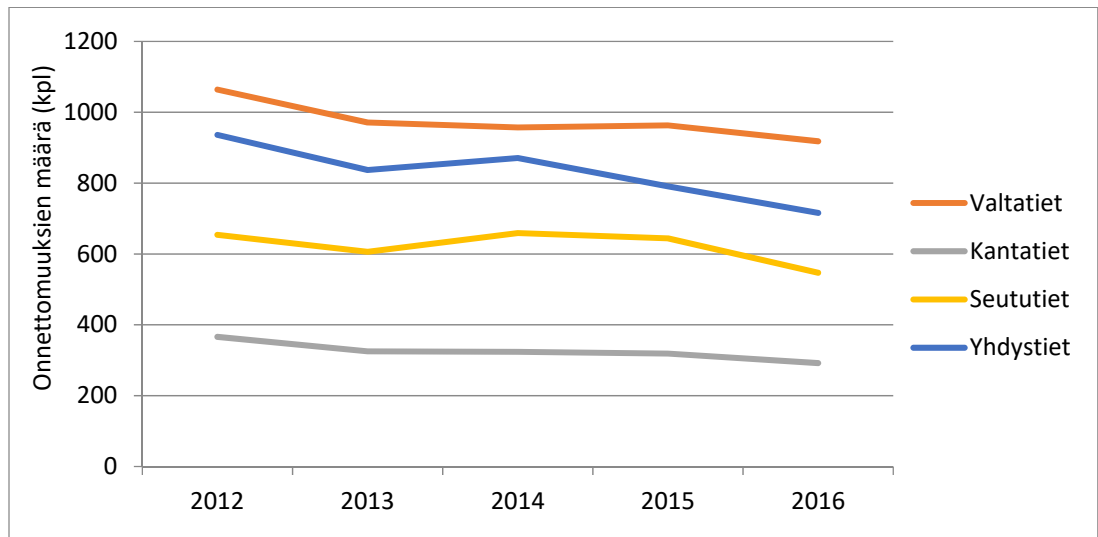
Myös liikennekuolemien osalta onnettomuustiheys on suurin vilkkaasti liikennöidyillä pääteillä suurten kaupunkikeskusten läheisyydessä (kuva 6). Vuosina 2013–2016 tieliikenteessä kuoli eniten ihmisiä Uudenmaan, Varsinais-Suomen ja Pohjois-Savon ELY-keskusten alueilla (Tilastokeskus 2017d). Kaakkois-Suomen, Keski-Suomen ja Lapin ELY-keskusten alueilla tieliikenteessä puolestaan menehtyi vähiten ihmisiä viimeisen neljän vuoden aikana. Liikennekuolemien osalta turvallisuuskehitys on ollut myönteisintä Keski-Suomen (-42 %), Uudenmaan (-41 %) ja Kaakkois-Suomen (-36 %) ELY-keskusten alueilla, sillä vuosina 2013–2016 tieliikenteessä menehtyi kyseisillä alueilla selvästi yli kolmannes vähemmän ihmisiä kuin vuosina 2005–2008. Etelä-Pohjanmaan (-16 %), Pirkanmaan (-18 %) ja Varsinais-Suomen (-22 %) ELY-keskusten alueilla myönteinen kehitys on puolestaan ollut hitaampaa (Tilastokeskus 2017d). Liikennesuoritteeseen suhteutettuna liikennekuolemien määrä oli vuonna 2016 selvästi korkein Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen alueella, 12,5 liikennekuolemaa 100 miljoonaa autokilometriä kohden (Liikennevirasto 2017c). Seuraavaksi suurimpia liikennekuolemien suhteelliset määrät olivat Pohjois-Savon (9,4 liikennekuolemaa/100 miljoonaa autokilometriä) Lapin (8,4), Etelä-Pohjanmaan (8,1)

ja Varsinais-Suomen (7,8) ELY-keskusten alueilla. Liikennemäärään suhteutetut liikennekuolemien määrät olivat puolestaan matalimmat Keski-Suomen (4,3) ja Pirkanmaan (4,4) ELY-keskusten alueilla (Liikennevirasto 2017c).



Kuva 6. Liikennekuolemien kokonaismäärä ELY-keskusten alueilla vuosina 2005–2008, 2009–2012 ja 2013–2016. Tiedot pohjautuvat maakuntien tilastoihin, ja ennen ELY-keskusten perustamista (2009) tilastoidut tiedot vastaavat alueellisesti nykyisiä ELY-keskusten alueita.

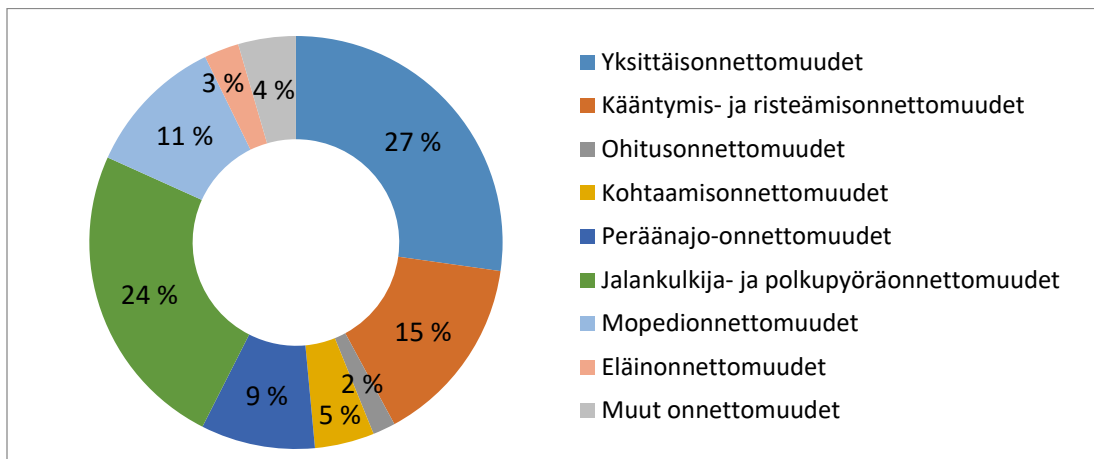
Liikenneturvallisuustilanne on kehittynyt vaihtelevasti myös erityyppisillä maanteilla (kuva 7). Eniten henkilövahinko-onnettomuuksia on sattunut viime vuosina valtateilla (918 kappaletta vuonna 2016) ja yhdysteilla (716 kappaletta vuonna 2016). Seututeilla tapahtui vuonna 2016 yhteensä 547 henkilövahinkoihin johtanutta onnettomuutta, ja kantateilla, joiden onnettomuusmäärä oli matalin, henkilövahinko-onnettomuuksia sattui 292 kappaletta. Vuosina 2012–2016 henkilövahinko-onnettomuuksien määrä on laskenut eniten yhdysteilla (-24 %) ja kantateilla (-20 %), kun vastaava vähenemä seututeilla on ollut 16 % ja valtateilla 14 %. (Liikennevirasto 2017b).



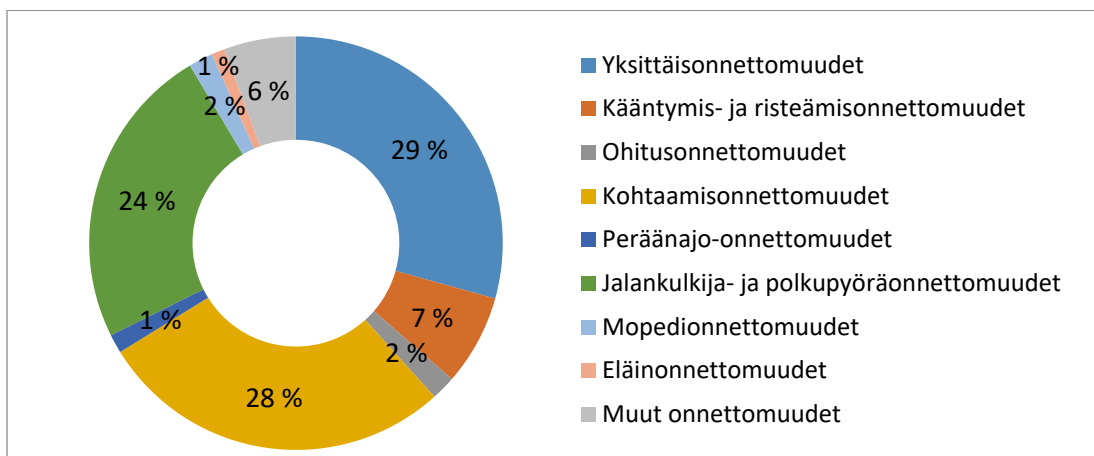
Kuva 7. Henkilövahinko-onnettomuudet maanteillä ELY-keskusten alueilla toiminnallisen luokan mukaan 2012–2016.

2.4 Onnettomuudet onnettomuusluokan, käyttäjäryhmän ja nopeusrajoituksen mukaan

Onnettomuuksien seuraukset ovat erilaisia eri onnettomuusluokissa, ja varsinkin kohtaamisonnettomuudet, yksittäisonnettomuudet sekä jalankulku- ja polkupyöräonnettomuudet ovat usein seurauksiltaan vakavia. Edellisten lisäksi myös kääntymis- ja risteämisonnettomuudet, mopedionnettomuudet sekä peräänajo-onnettomuudet johtavat usein loukkaantumisiin tieliikenteessä. Vuosina 2012–2016 sattuneista loukkaantumiseen johtaneista onnettomuuksista selvästi yleisimpiä olivat yksittäisonnettomuudet sekä jalankulku- ja polkupyöräonnettomuudet, joita oli molempia noin neljännes kaikista onnettomuuksista (kuva 8). Kääntymis- ja risteämisonnettomuuksia oli kaikista loukkaantumiseen johtaneista onnettomuuksista 15 % vuosina 2012–2016, kun taas mopedi- ja peräänajo-onnettomuuksia oli molempia noin kymmenys. Kaikista kuolemaan johtaneista onnettomuuksista 29 % oli yksittäisonnettomuuksia, 28 % peräänajo-onnettomuuksia ja 24 % jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden onnettomuuksia viimeisen viiden vuoden aikana (kuva 9). Kuolonkolareita sattui suhteellisen vähän muissa onnettomuusluokissa (Tiira 2017).



Kuva 8. Loukkaantumiseen johtaneet onnettomuudet onnettomuusluokan mukaan 2012–2016.

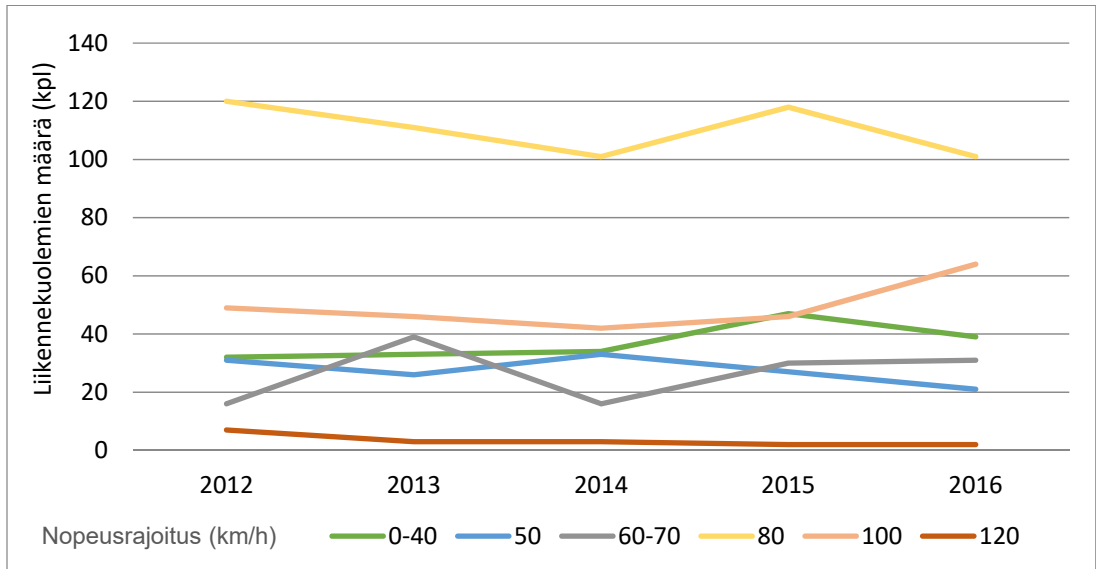


Kuva 9. Kuolemaan johtaneet onnettomuudet onnettomuusluokan mukaan 2012–2016.

Yli puolet tieliikenneonnettomuuksissa loukkaantuneista ja menehtyneistä on henkilöauton kuljettajia tai matkustajia. Vuosina 2012–2016 sattuneissa liikenneonnettomuuksissa menehtyneistä 44 % on henkilöauton kuljettajia, kun taas kaikissa onnettomuuksissa loukkaantuneista henkilöauton kuljettajia on ollut 36 %. Poliisin tietoon

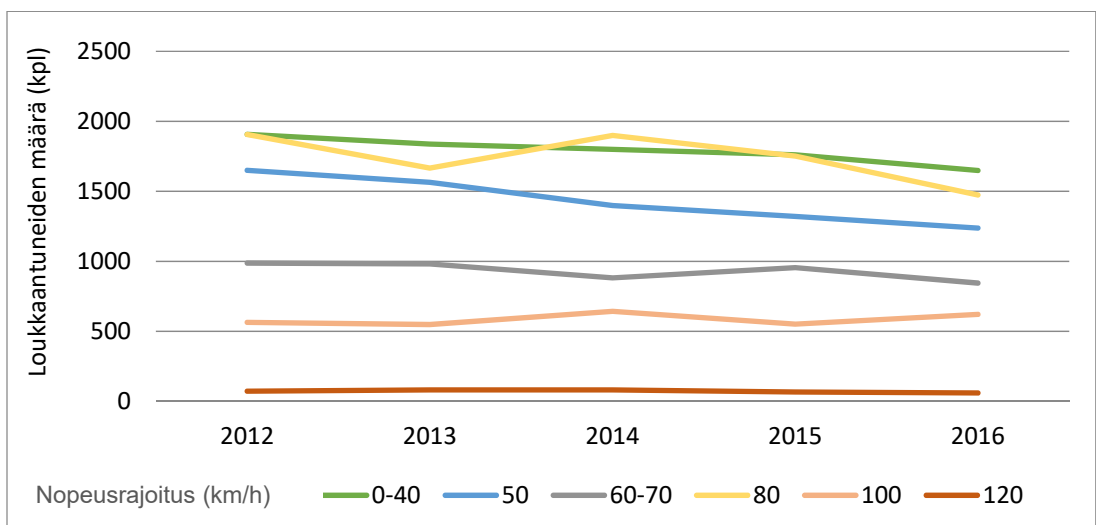
tulleissa onnettomuuksissa loukkaantuneista puolestaan 18 % on ollut henkilöauton matkustajia, kun luku liikennekuolemien osalta on 13 % (Tilastokeskus 2018d). Mopo-onnettomuudet johtavat useammin loukkaantumisiin kuin kuolemantapauksiin, kun taas moottoripyöräilijöitä on suhteellisesti saman verran (7–8 %) loukkaantuneiden ja menehtyneiden joukossa. Noin viidennes tieliikenteessä loukkaantuneista ja kuolleista on jalankulkijoita tai pyöräilijöitä. Jalankulkijaonnettomuuksien seuraukset ovat kuitenkin usein vakavammat kuin polkupyöräonnettomuuksissa, sillä liikennekuolemista suurempi osuus on jalankulkijoita. Loukkaantumiseen johtaneista onnettomuuksista polkupyöräonnettomuudet ovat puolestaan yleisempiä kuin jalankulkijaonnettomuudet. Tulosta saattaa kuitenkin selittää osittain jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden onnettomuuksien alitilastointi, sillä vain noin viidennes loukkaantumisista tulee poliisin tietoon (Kallberg 2011). Loukkaantuneiden määrän tilastointi on kuitenkin puutteellista myös muiden käyttäjäryhmien osalta, ja varsinkin lievät loukkaantumiset jäävät monesti poliisin tilastojen ulkopuolelle.

Ajonopeus vaikuttaa käytännössä kaikkiin tieliikenneonnettomuuksiin, sillä ajonopeuden kasvaessa esimerkiksi havainnointiin ja ohjausliikkeisiin käytettävissä oleva aika vähenee ja onnettomuuksien seuraukset pahanevat. Tavallisesti korkeat nopeusrajoitukset ovat moottoriteiden lisäksi käytössä kaksikaistaisilla maanteilla, joilla tapahtuu noin kolme neljästä kuolemaan johtaneesta liikenneonnettomuudesta (Liikennevirasto 2017b). Noin neljäsosa vuosittain kirjatuista liikennekuolemista puolestaan aiheutuu tyypillisissä taajamanopeuksissa sattuneissa onnettomuuksissa, ja menehtyneistä valtaosa on jalankulkijoita tai pyöräilijöitä (Tilastokeskus 2017e). Selvästi eniten ihmisiä, noin 100 henkilöä vuodessa, menehtyy onnettomuuksissa 80 km/h nopeusrajoituksen alueella (kuva 10). Vuosina 2012–2016 liikennekuolemien määrä on kuitenkin laskenut 16 % 80 km/h nopeusrajoituksen alueella (Tilastokeskus 2017e). Kaikkien liikennekuolemien määrä on noussut vastaavana aikana 1,2 %. Seuraavaksi eniten liikennekuolemia tapahtuu 100 km/h nopeusrajoituksen alueella, ja vuosina 2012–2016 liikennekuolemien määrä kyseisen nopeusrajoituksen alueella nousi 31 %. 120 km/h nopeusrajoituksen alueella puolestaan menehtyy vuosittain alle kymmenen henkeä, ja vuosina 2012–2016 liikennekuolemien määrän trendi on myös ollut laskeva (-71 %). Pieni vakavien onnettomuuksien määrä johtuu kuitenkin pitkälti tietyypistä, sillä 120 km/h nopeusrajoituksen teillä esimerkiksi vastakkaiset ajosuunnat on erotettu rakenteellisesti toisistaan. Liikennekuolemien määrän vuosittaiset vaihtelut ovat olleet suurimpia matalampien, enintään 70 km/h nopeusrajoitusten alueilla. 50 km/h nopeusrajoituksen alueella liikennekuolemien määrä on laskenut 23 % vuosina 2012–2016, mutta menehtyneiden määrä on noussut sekä 0–40 km/h (22 %) että 60–70 km/h (94 %) nopeusrajoitusten alueilla (Tilastokeskus 2017e).



Kuva 10. Tieliikenteessä kuolleiden määrän kehitys nopeusrajoituksen mukaan 2012–2016.

Noin puolet tieliikenteen loukkaantumisista tapahtuu tyypillisissä taajamanopeuksissa (Tilastokeskus 2017e). Reilu neljännes loukkaantumisista aiheutuu kuitenkin onnettomuuksissa, jotka tapahtuivat 80 km/h -nopeusrajoituksen alueella. Tieliikenteessä loukkaantuneiden määrä on laskenut 17 % vuosina 2012–2016, mutta loukkaantuneiden määrän kehitys on ollut vaihtelevaa eri nopeusrajoitusalueilla (kuva 11). Myönteisintä kehitys on ollut 50 km/h (-25 %) sekä 80 km/h (-23 %) nopeusrajoitusten alueilla, mutta erityisesti jälkimmäisen osalta vuosittaiset vaihtelut ovat olleet merkittäviä. Seuraavaksi voimakkaimmin loukkaantuneiden määrä on laskenut 120 km/h (-18 %), 60–70 km/h (-15 %) sekä enintään 40 km/h (-14 %) nopeusrajoitusten alueilla. Tiejaksoilla, joiden nopeusrajoitus on 100 km/h, loukkaantuneiden määrä on sen sijaan noussut melko tasaisesti yhteensä 10 % vuosina 2012–2016. Osa onnettomuusmäärien muutoksista saattaa kuitenkin johtua nopeusrajoitusten muutoksista ja nopeusrajoitusalueiden laajuuksien vaihteluista. (Tilastokeskus 2017e.)



Kuva 11. Tieliikenteessä loukkaantuneiden määrän kehitys nopeusrajoituksen mukaan 2012–2016.

3 Liikennevirran ominaisuuksien vaikutus liikenneturvallisuuteen

3.1 Ajonopeuden vaikutus liikenneturvallisuuteen

Tieliikenneonnettomuuksien taustalla on hyvin monia tekijöitä, jotka liittyvät joko kuljettajaan, muuhun tienkäyttäjään, kulkuneuvoon tai liikenneympäristöön (Nilsson 2004). Nopeus on kuitenkin merkittävin onnettomuuksiin vaikuttava tekijä, ja se vaikuttaa onnettomuusriskin lisäksi myös onnettomuuksien vakavuuteen (Elvik et al. 2004). Vaikka onnettomuuden varsinainen syy olisi siis jokin muu kuin ajonopeus, on se vähintään toissijainen tekijä jokaisessa tieliikenneonnettomuudessa (Mountain et al. 2005). Ajonopeus vaikuttaa muun muassa jarrutusmatkan pituuteen, reaktioaikana ajettuun matkaan, todennäköisyyteen välttää törmäys, törmäysnopeuteen sekä ihmiskehölle törmäyksessä aiheutuvan voiman suuruuteen (Nilsson 2004; Kallberg et al. 2014). Myös esimerkiksi tien nopeusrajoituksen, nopeusvalvonnan puuttumiskynnyksen sekä rikesakkoajan on havaittu vaikuttavan ajonopeuteen, mikä puolestaan heijastuu liikenneturvallisuuden tasoon.

Ajonopeuden vaikutuksia liikenneturvallisuuteen on tutkittu paljon, ja tutkimusten perusteella ajonopeuden vaikutus liikenneturvallisuuteen on kiistaton (esim. Nilsson 2004; Elvik 2014; Kallberg et al. 2014). Karkean nyrkkisäännön mukaan 5 %:n keskinopeuden kasvu (esim. 80 km:sta/h 84 km:iin/h) maantienopeuksilla johtaa 10 %:n kasvuun henkilövahinko-onnettomuuksien määrässä sekä 20 %:n kasvuun kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrässä (Kallberg et al. 2014). Parhaiten liikennevirran keskinopeuden vaikutusta liikenneturvallisuuteen kuvaavat potenssi- ja eksponenttimallit (Aarts & Van Schagen 2006; Elvik 2014; Kallberg et al. 2014), joita käytetään myös suomalaisen Tarva-arviointityökalun pohjana. Tarva-ohjelman turvallisuusvaikutusten arvioinnin vaikutuskertoimia on kuvattu tarkemmin Tiehallinnon julkaisussa 1/2004 (Malmivuo & Peltola 2004).

Ajonopeuden muutosten vaikutuksia onnettomuuksien määrään ja niiden vakavuuteen on kuvattu 1980-luvun alusta lähtien Ruotsissa kehitetyillä potenssimalleilla tai ”Nilssonin malleilla” (Nilsson 2004; Kallberg et al. 2014). Potenssimalli perustuu nopeusmuutoksia ja liikenneturvallisuutta käsittelevien empiiristen tutkimuksien tuloksiin, ja se on suoraan yhteydessä ajoneuvojen kineettisen energian määrään (Nilsson 2004; Mountain et al. 2005; Aarts & Van Schagen 2006). Ajonopeuden kasvaessa liike-energia lisääntyy, mikä kasvattaa onnettomuuksien todennäköisyyttä ja pahentaa mahdollisten onnettomuuksien seurauksia. Törmäyksessä ajoneuvon kineettinen energia purkautuu ajoneuvoon, passiivisiin turvalaitteisiin sekä onnettomuudessa osallisiin henkilöihin (Nilsson 2004). Ajonopeuden muutoksilla voidaan siten vaikuttaa onnettomuuksien määrään ja vakavuuteen potenssimallin perusyhtälön mukaisesti:

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

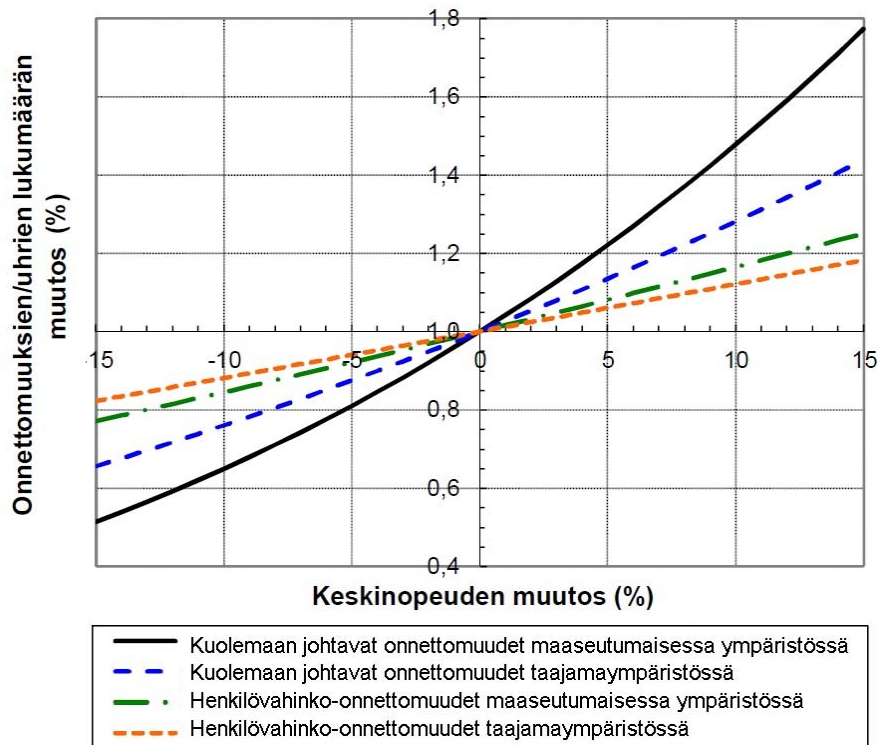
jossa eksponentti a riippuu onnettomuuden vakavuudesta seuraavasti:

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

(Nilsson 1981; Nilsson 2004; Elvik 2004; Kallberg et al. 2014.)

Mallissa esimerkiksi loukkaantumiseen johtaneiden onnettomuuksien määrän muutos on siis verrannollinen keskinopeudenmuutoksen neliöön, kun taas kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osalta turvallisuuden muutos on verrannollinen nopeudenmuutoksen neljänteen potenssiin. Potenssimallin mukaan suhteellisesti saman suuruudesta nopeusmuutoksesta aiheutuu saman suuruinen muutos liikenneturvallisuudelle riippumatta lähtötilanteen nopeudesta. Esimerkiksi 10 %:n keskinopeuden kasvusta 30 km:stä/h 33 km:iin/h seuraa suhteellisesti yhtä suuri turvallisuustason muutos kuin keskinopeuden kasvusta 60 km:stä/h 66 km:iin/h (Nilsson 1981; Kallberg et al. 2014). Potenssimalli on kuitenkin saanut kritiikkiä siitä, ettei se huomioi alkutilanteen nopeuden suuruutta (esim. Elvik 2009; Elvik 2013; Kallberg et al. 2014).

Potenssimalleja ajonopeuden vaikutuksista turvallisuuteen on tarkennettu myöhemmin (Nilsson 2004; Elvik et al. 2004; Elvik 2009; Elvik 2013), mutta erot aiempiin malleihin ovat käytännön kannalta pieniä (Kallberg et al. 2014). Tutkimuksissa on esimerkiksi tarkennettu seurauksiltaan erilaisten onnettomuuksien eksponenttien arvoja (esim. Elvik et al. 2004) sekä selvitetty, miten lähtötilanteen nopeustaso vaikuttaa liikenneturvallisuuteen ajonopeuksien muuttuessa (esim. Elvik 2009; Cameron & Elvik 2008). Elvik (2009) on lisäksi laatinut erilliset mallit taajama- ja maaseutuolosuhteisiin (kuva 12). Alueellisten mallien perusteella keskinopeuden muutoksen vaikutus turvallisuuteen on suurempi maaseutumaisilla teillä kuin taajamille tyypillisissä nopeuksissa, jolloin myös eksponentit ovat matalampia urbaaneilla alueilla kuin maatieverkolla (Elvik 2009; Cameron & Elvik 2010). Tulosta selittävät taajamien alhaisemmat ajonopeudet, jolloin liike-energia törmäyksessä on pienempi. Lisäksi taajamien liikenneympäristö on maaseutua kompleksisempi: taajamissa on esimerkiksi enemmän risteyksiä, suurempi liikennemäärä sekä enemmän jalankulkijoita ja pyöräilijöitä. Myös monet liikenteenhallintajärjestelmät, kuten liikennevalot, suojatiet sekä liikennepyörät hillitsevät ajonopeuksia taajamaympäristössä ja siten heikentävät nopeudenmuutosten vaikutuksia turvallisuuteen (Elvik 2009).



Kuva 12. Keskinopeuden muutoksen kuolemaan johtaviin ja kaikkiin henkilövahinko-onnettomuuksiin maaseutumaisessa ja taajamaympäristössä (muokattu lähteestä Kallberg et al. 2014).

Potenssimallien kritiikkiin on pyritty vastaamaan Elvikin (2013) kehittämällä eksponenttimallilla, joissa tietystä nopeusmuutoksesta aiheutuva turvallisuustason muutos on riippuvainen lähtötilanteen nopeudesta (Kallberg et al. 2014). Muun muassa Elvik (2009) on todennut, että turvallisuusvaikutukset ovat suurimmat korkeammilla nopeustasoilla, eivätkä ne riipu ainoastaan suhteellisesta nopeusmuutoksesta. Eksponenttimallissa liikennevirran keskinopeuden ja onnettomuuksien lukumäärän välistä riippuvuutta kuvataan yhtälöllä:

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

jossa x on liikenteen keskinopeus, e on Neperin luku 2,71828 ja α sekä β ovat estimoitavia kertoimia (ks. taulukko 1).

Sekä potenssi- että eksponenttimallit esittävät varsin tarkasti nopeudenmuutosten vaikutuksia liikenneturvallisuuteen, eikä niiden paremmuutta ole pystytty yksiselitteisesti osoittamaan (Elvik 2014; Kallberg et al. 2014). Molempien mallien selitysasteet ovat erinomaisia ja eroavaisuudet pieniä. Potenssimalli näyttää kuitenkin tutkimusten perusteella soveltuvan paremmin kuolemaan johtavien onnettomuuksien tarkasteluun, kun taas eksponenttimalli on tarkempi muiden henkilövahinko-onnettomuuksien sekä omaisuusvahinko-onnettomuuksien osalta. Mallien merkittävin ero on kuitenkin se, että eksponenttimallilla voidaan arvioida potenssimallia paremmin nopeusmuutosten turvallisuusvaikutusten eroja silloin, kun lähtötilanteen nopeustasot ovat erilaisia (Kallberg et al. 2014).

Taajamanopeuksissa eksponenttimallilla lasketut nopeusmuutoksen vaikutukset ovat potenssimallia pienempiä seuraavan esimerkin mukaisesti. Eksponenttimallia soveltamalla kuolemaan johtavat onnettomuudet vähenisivät 24 %, mikäli keskinopeus laskee 80 km:sta/ha 76 km:iin/h. Potenssimallin mukaan kuolemaan johtavat onnettomuudet puolestaan vähenisivät 19 % vastaavalla nopeudenmuutoksella. Samalla 5 %:n nopeuden laskulla matalammissa nopeuksissa (50 km:sta/h 47,5 km:iin/h) kuolemaan johtavat onnettomuudet vähenisivät potenssimallissa niin ikään 19 %, mutta eksponenttimallin mukaan ainoastaan 11 % (Elvik 2013; Elvik 2014; Kallberg et al. 2014). Potenssi- ja eksponenttimallien parametreja on vertailtu taulukossa 1.

Taulukko 1. Potenssimallien ja eksponenttimallien vertailu (Elvik 2014).

Selittävä muuttuja	Potenssimalli			Eksponenttimalli		
	Vakio- termi	Ekspo- nenti (a)	Selitys- aste (R ²)	Vakio- termi (a)	Kerroin (β)	Selitys- aste (R ²)
Kuolemaan johtavien onnettomuuksien määrä	2,192 ⁻⁷ (0,000)	4,234 (0,587)	0,987	0,065 (0,021)	0,069 (0,004)	0,985
Henkilövahinko-onnettomuuksien määrä	0,003 (0,001)	2,124 (0,062)	0,986	1,916 (0,165)	0,034 (0,001)	0,996
Omaisuuksien vahinko-onnettomuuksien määrä	0,012 (0,005)	1,856 (0,097)	0,989	2,982 (0,162)	0,032 (0,001)	0,992
Onnettomuuksissa kuolleiden määrä	4,439 ⁻⁸ (0,000)	4,446 (0,403)	0,932	0,064 (0,027)	0,060 (0,005)	0,934
Onnettomuuksissa vakavasti loukkaantuneiden määrä	1,224 ⁻⁶ (0,000)	3,795 (0,218)	0,960	0,089 (0,048)	0,065 (0,008)	0,971
Onnettomuuksissa loukkaantuneiden määrä	0,003 (0,000)	2,320 (0,018)	0,994	2,617 (0,058)	0,039 (0,000)	0,988

3.2 Nopeusrajoituksen nopeus- ja liikenneturvallisuusvaikutukset

Ajonopeutta pyritään säätämään ensisijaisesti nopeusrajoituksilla. Ihanteellisessa tilanteessa ajoneuvonkuljettajat säätäisivät ajonopeutensa kuitenkin itsenäisesti liikennenympäristöön sopivaksi siten, että yhteiskunnalliset kokonaishyödyt olisivat mahdollisimman suuret. Ajonopeuden valinta ei kuitenkaan ole aina objektiivisesti rationaalista, minkä vuoksi ajonopeuksia pyritään tuomaan lähemmäs optimaalista ajonopeutta asettamalla nopeusrajoituksia (Elvik et al. 2004; Elvik 2010). Myös käsitykset sopivasta ajonopeudesta vaihtelevat paljon (Mountain et al. 2005; Elvik 2010). Liikenteen taloudellisuuden kannalta on oleellista löytää tasapaino sopivan liikkuvuuden ja liikenneturvallisuuden kannalta erilaisissa liikenneolosuhteissa (Mountain et al. 2005). Liikenteen kustannustekijät, kuten aika-, ajoneuvo-, päästö-, melu-, kunnossapito- sekä onnettomuuskustannukset vaihtelevat eri tavalla suhteessa ajonopeuteen, ja optimaalisella ajonopeudella tarkoitetaan nopeutta, joka minimoi eri tekijöiden kokonaiskustannukset (esim. Hosseinlou et al. 2014). Optiminopeus on yksi tekijä nopeusrajoitusten tason arvioinnissa, ja Suomessa tieliikenteen optiminopeus on arviolta 80–95 km/h seututeillä ja valtateillä ja 100–110 km/h moottoriteillä (Tielaitos 1995; Blomqvist & Särkkä 2005). Ajoneuvo- ja ympäristökustannusten näkökulmasta optimaalinen ajonopeus on kuitenkin matalampi, noin 70–80 km/h (Blomqvist & Särkkä 2005).

Suomessa nopeusrajoitukset osoitetaan pääasiassa kiinteillä ja muuttuvilla nopeusrajoitusmerkeillä. Mikäli rajoitusmerkkiä ei ole, voimassa on yleisrajoitus, jonka suuruus on taajama-alueella 50 km/h ja taajamien ulkopuolisilla tieosuuksilla 80 km/h.

Tienpitäjä asettaa nopeusrajoitukset maanteilla Liikenneviraston nopeusrajoitusohjeen mukaisesti. Haja-asutusalueella nopeusrajoituksen enimmäisarvon määrittämiseen vaikuttavat tietyyppi, tien leveys, liikennemäärä, näkemäolosuhteet, tienvarren asutus, jalankulun ja pyöräilyn järjestelyt sekä muut olosuhteet, kuten liittymät ja tasoristeykset, tien kunto ja aiemmat liikenneonnettomuudet. Taajama-alueilla nopeusrajoitukset perustuvat tien liikenteelliseen tehtävään sekä sijaintiin suhteessa ympäröivään maankäyttöön. Myös liikennejärjestelyt, tien liikenneturvallisuustilanne sekä erityiskohteet (esim. liittymät, valo-ohjaus, suojatiet, koulut, palvelut, tärinälle ja melulle alttiit alueet) otetaan huomioon nopeusrajoitusten enimmäisarvojen määrittelyssä. Nopeusrajoitusten asettamisessa pyritään selkeään ja johdonmukaiseen lopputulokseen, ja lopullisten nopeusrajoitusten määrittämisessä huomioidaankin enimmäisrajoitusten lisäksi myös nopeusrajoitusten jatkuvuus ja yhdenmukaisuus (Tiehallinto 2009).

Koko maan kattava nopeusrajoitusjärjestelmä otettiin Suomessa käyttöön vuonna 1973 (Liikennevirasto 2017d). Maanteiden ajonopeuksia on seurattu 1960-luvun alusta lähtien, ja tutkimittausten perusteella ajonopeudet nousivat pääteillä jyrkästi 67 km:sta/h yli 90 km:iin/h tiekohtaisten nopeusrajoitusten käyttöönottoon saakka. Nopeusrajoitusjärjestelmän käyttöönotto laski koko liikennevirran keskinopeuksia tehokkaasti (n. 5 km/h), minkä jälkeen nopeudet lähtivät kuitenkin uudelleen nousuun. Keskinopeuksien kasvu kuitenkin taittui 2000-luvun alussa, eikä pääteiden nopeustasossa ole tapahtunut tämän jälkeen huomattavia muutoksia. Vuoden 2016 kesällä kaikkien autojen keskinopeus oli Suomen maanteilla 93 km/h ja talvella 2016–2017 87 km/h (Liikennevirasto 2017d). Henkilö- ja pakettiautojen vastaavat ajonopeudet olivat 94 km/h ja 88 km/h ja raskaan liikenteen 83 km/h ja 81 km/h. Ylinopeudet ovat pääteillä yleisempiä talviaikaan. Vuoden 2016 kesällä 46 % autoista ajoi ylinopeutta, kun talvella 2016–2017 nopeusrajoituksen ylitti 54 % autoista. Huomattavaa, yli 10 km/h ylinopeutta ajoi kesällä 10 % ja talvella 12 % kaikista autoista. Ylinopeudet ovat kesäaikaan yleisimpiä yksiajorataisilla maanteilla, joiden nopeusrajoitus on 60–80 km/h sekä kaksiajorataisilla moottoriteillä 80 km/h nopeusrajoituksen alueella. Talvella ylinopeutta puolestaan ajetaan yleisimmin niillä teillä, joilla nopeusrajoitus laskeaan talveksi 80–100 km:iin/h (Liikennevirasto 2017d). Näillä teillä ylinopeuksia ajetaan kuitenkin kaikkein vähiten kesäaikaan. Nykyiset nopeustasot sekä ylinopeutta ajavien osuudet erityyppisillä pääteillä on esitetty tarkemmin liitteessä 1.

Nopeusrajoituksen lisäksi ajonopeuden valintaan vaikuttavat esimerkiksi käytetty ajoneuvo, tie- ja liikenneympäristön olosuhteet, kuljettajan sekä muilla tielläliikkujien käyttäytyminen ja asenteet sekä nopeusvalvonta (Beilinson ym. 2004; Kallberg et al. 2014). Nopeusrajoituksen liikenneturvallisuusvaikutukset riippuvat viime kädessä siitä, millä tavalla tien nopeusrajoitus vaikuttaa todellisiin ajonopeuksiin. Nopeusrajoitusten vaikutuksia todelliseen ajonopeuteen ja sitä kautta liikenneturvallisuuteen on tutkittu useissa kansainvälisissä tutkimuksissa (esim. Nilsson 2004; Elvik 2009; Vadeby & Forsman 2013), joiden mukaan liikenteen keskinopeus muuttuu vähemmän kuin mitä tien nopeusrajoituksen muutos on ollut. Arvioiden mukaan nopeus muuttuu vain noin 2,5–4 km/h, kun nopeusrajoitusta muutetaan 10 km/h (Elvik et al. 2004; Nilsson 2004). Jo pienikin nopeuden lasku on kuitenkin liikenneturvallisuuden kannalta oleellinen (esim. Nilsson 2004). Suomalaisessa tutkimuksessa on arvioitu, että nopeusrajoituksen laskeminen esimerkiksi 100 km:sta/h 80 km:iin/h vähentää henkilövahinko-onnettomuuksien määrää 14,3 % (Peltola et al. 2013, teoksessa Kallberg et al. 2014). Nopeusrajoituksen muuttamisen vaikutukset henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien määrään on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Nopeusrajoituksen muuttamisen vaikutukset henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien määrään vuodessa (Peltola et al. 2013; muokattu lähteestä Kallberg et al. 2014).

Nopeusrajoitus (km / h)		Vaikutus henkilövahinko-onnettomuuksien määrään (%)
Ennen	Jälkeen	
30	40	+9,8
40	30	-8,9
40	50	+9,8
50	40	-8,9
50	60	+9,8
60	50	-8,9
60	70	+9,8
70	60	-8,9
70	80	+9,8
80	70	-8,9
80	100	+16,8
100	80	-14,3
50	30	-17,0
80	60	-17,0
Muutos vain kesäkuukausina		
100	120	+11,2
120	100	-10,01
80	100	+11,2
100	80	-10,01
Muutos vain talvikuukausina		
80	100	+5,6
100	80	-5,3

Suomessa käytössä olevan talvikauden nopeusrajoituksen on myös havaittu laskevan todellisia ajonopeuksia nopeusrajoituksen muutosta vähemmän. Talvi- ja pimeän ajan nopeusrajoituksen tavoitteena on säilyttää tien liikenneturvallisuustaso ennallaan vuodenaikojen vaihdellessa. Moottoriteiden 120 km/h -rajoitukset alennetaan talvikaudeksi 100 km/h, ja pääosa muiden maanteiden 100 km/h -rajoituksista alennetaan 80 km:iin/h (Tiehallinto 2009). Teillä, joilla nopeusrajoitusta lasketaan talvikaudeksi, keskinopeudet laskevat vain noin 4–8 km/h enemmän kuin teillä, joilla rajoitus pidetään saman ympäri vuoden (Peltola 2015). Talviolosuhteet itsessään alantavat ajonopeuksia noin 4 km/h, ja talvinopeusrajoituksen alueella ajetaan siis noin 8 km/h hitaammin kuin teillä, joilla talvi- ja pimeänajan nopeusrajoitukset eivät ole käytössä (Peltola 2015). Talvinopeusrajoituksen vaikutukset ovat kuitenkin voimistuneet verrattuna 1980-luvun lopun tilanteeseen, jolloin keskinopeuden havaittiin laskevan alle 4 km/h talvinopeusrajoituksen seurauksena (Peltola 2002).

Nopeusrajoitusten noudattamisen kannalta on oleellista, pitävätkö kuljettajat rajoitusta tarkoituksenmukaisena. Jotta kuljettajat osaavat sopeuttaa ajonopeutensa oikein, tulee myös liikenneympäristön viestiä sopivasta ajonopeudesta. Tällöin tien luonne, tietyyppi ja muu tieympäristö tukevat tien nopeusrajoitusta. Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että nopeusrajoituksen nosto 70 km:sta/h 80 km:iin/h ei nostanut merkittävästi keskinopeutta, joka oli jo lähtötilanteessa noin 85 km/h (Vadeby & Forsman 2013). Kuljettajat eivät siis osanneet sopeuttaa ajonopeuttaan tiejaksolle sopivaksi, jolloin nopeusrajoitus ei ollut tehokas. Taustalla voi olla juuri liikenneympäristön viestimän sopivan ajonopeuden sekä nopeusrajoituksen välinen ristiriita. Tutkimuksen mukaan keskimääräiset ajonopeudet olivat kuitenkin vielä selvästi uuttakin nopeusrajoitusta korkeammat. Sen jälkeen, kun nopeusrajoitukset on asetettu liikenneympäristöön sopiviksi ja nopeustaso on yhä korkea, liikenneturvallisuutta voidaan

pyrkii edistämään valvomalla nopeusrajoituksen noudattamista. OECD:n (2006) mukaan keskimäärin 40–50 % kuljettajista ylittää nopeusrajoituksen, mutta esimerkiksi automaattisen nopeusvalvonnan avulla ajonopeuksia voidaan tuoda lähemmäs optimaalista ajonopeutta.

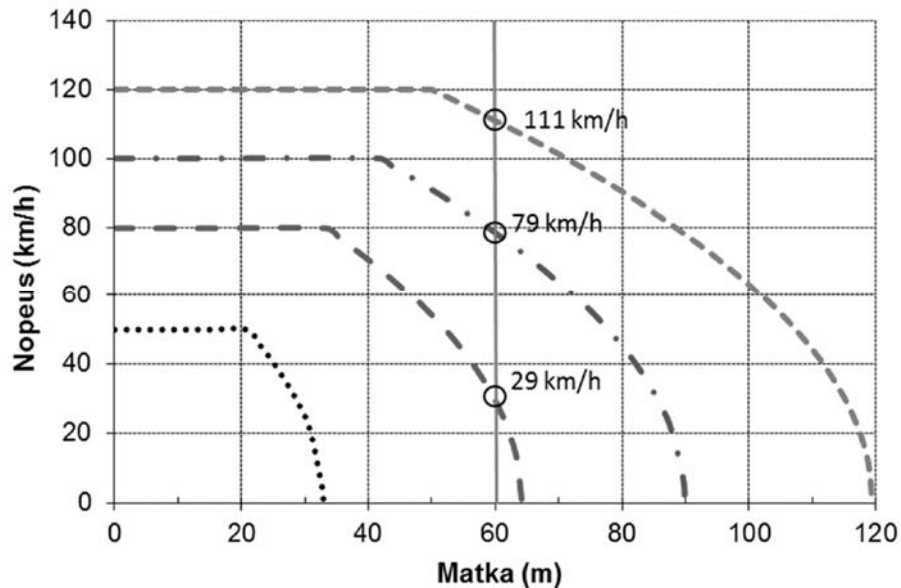
3.3 Ajo- ja törmäysnopeuden turvallisuusvaikutukset yksilölle

Lukuisat eri tekijät vaikuttavat liikenneonnettomuuksien vakavuuteen. Yksittäisen kuljettajan näkökulmasta tarkasteltuna liikenneturvallisuusriskejä aiheuttavat erityisesti ajonopeus sekä törmäyksenäikainen nopeus ja nopeusmuutos (Kallberg et al. 2014). Jalankulkijan näkökulmasta oleellisin tekijä on törmäävän ajoneuvon nopeus kontaktin hetkellä (Richards 2010). Ajonopeuden lisäksi seurauksiin vaikuttavat esimerkiksi onnettomuuteen joutuneeseen henkilöön liittyvät ominaisuudet, kuten ikä, sukupuoli, biomekaaninen sietokyky ja turvavyön käyttö sekä ajoneuvon ominaisuudet, kuten koko, muoto, nopeus ja turvallisuuteen vaikuttavat tekniset ominaisuudet. Lisäksi muut ympäristön ominaisuudet, kuten törmäävän ajoneuvon ominaisuudet tai terveydenhoidon tehokkuus, vaikuttavat onnettomuuksien seurauksiin (Richards 2010).

Ajonopeuden kasvu lisää kuljettajan ajamistehtävän vaativuutta (esim. Kallberg et al. 2014). Suuret nopeudet mahdollistava teknologia on kehittynyt paljon suhteessa ihmisen ominaisuuksiin, jotka soveltuvat yhä paremmin kävelynopeuksiin (Rumar 1990, teoksessa Kallberg et al. 2014). Käveltäessä inhimilliset virheet ovat helpommin vältettävissä ja korjattavissa kuin nykyisessä ajoneuvoliikenteessä, eikä ihmisen keho altistu suurille voimille törmäyksen sattuessa. Ajonopeuden kasvaessa myös vaaratilanteiden havaitsemiseen ja tunnistamiseen käytettävissä oleva aika lyhenee (Kallberg et al. 2014). Kuljettajan katse on suuntautunut enimmäkseen tielle, mutta ääreisnäkö vaikuttaa tien laidalle sijoittuvien kohteiden havaitsemiseen. Tieolosuhteiden muutokset, mahdolliset esteet sekä toiset tienkäyttäjät on havaittava riittävän ajoissa onnettomuuksien välttämiseksi. Samalla kun havainnointiin käytettävä aika vähenee, myös välimatkojen ja nopeuksien arviointivirheet kasvavat (Kallberg et al. 2014). Etäisyyden ja nopeuden arviointi on keskeistä varsinkin ohitustilanteissa, mutta edes ajokokemuksen ei ole havaittu parantavan arvioinnin luotettavuutta (Häkkinen 1963). Lähestyvän auton nopeus arvioidaan todellista pienemmäksi varsinkin taajamanopeuksia suuremmissa nopeuksissa, kun taas etäisyys arvioidaan systemaattisesti todellista suuremmaksi (Häkkinen 1963; Sun et al. 2015).

Ajonopeuksien kasvaessa myös päätöksentekoon ja väistötoimenpiteiden toteuttamiseen käytettävissä oleva aika ja matka lyhenevät, mikä lisää ajotehtävän vaativuutta (Kallberg et al. 2014). Vaaratilanteen uhatessa kuljettajan on päätettävä toimenpiteistä sekä toteutettava ne, jotta onnettomuus voitaisiin välttää. Reaktioajan aikana kuljettu matka pitenee ajonopeuden kasvaessa, jolloin myös kulkuneuvon hallintaan käytettävissä oleva aika lyhenee. Samalla mahdollisuudet törmäyksen välttämiseen ohjaamalla tai jarruttamalla heikkenevät. Jarrutusmatkat pitenevät suhteessa nopeuden neliöön, ja esimerkiksi 100 km/h -nopeudessa jarrutusmatka on noin kaksinkertainen 70 km/h -nopeuteen verrattuna (kuva 13). Jarrutusmatka pitenee myös liukkaalla kelillä, ja ajonopeuden vaikutus korostuu entisestään, mikäli reaktioaika huomioidaan jarrutusmatkassa. Ohjaamalla suoritettavissa väistöliikkeissä pienin mahdollinen kaarsäde kasvaa niin ikään suhteessa nopeuden neliöön. 100 km/h -nopeudella säde on 98 m, 80 km/h -nopeudella 63 m ja 50 km/h -nopeudella 25 m kitkakertoimella 0,8 (hyvin pitävä kesäkeli). Myös ajoneuvon hallinnan menettämisen riski kasvaa nopeuden kasvaessa. Kuljettaja menettää ajoneuvonsa hallinnan suuressa osassa onnettomuuksia,

jolloin ajoneuvo ei käyttäydy toivotulla tavalla. Nopeus ei esimerkiksi laske tai ajoneuvo ei käännä toivottuun suuntaan ja riittävän nopeasti. Tilanne voi syntyä erityisesti liian nopeissa käännöksissä tai liukkaalla kelillä, jolloin tienpinnan ja renkaiden välinen kitka on heikko (Kallberg et al. 2014).

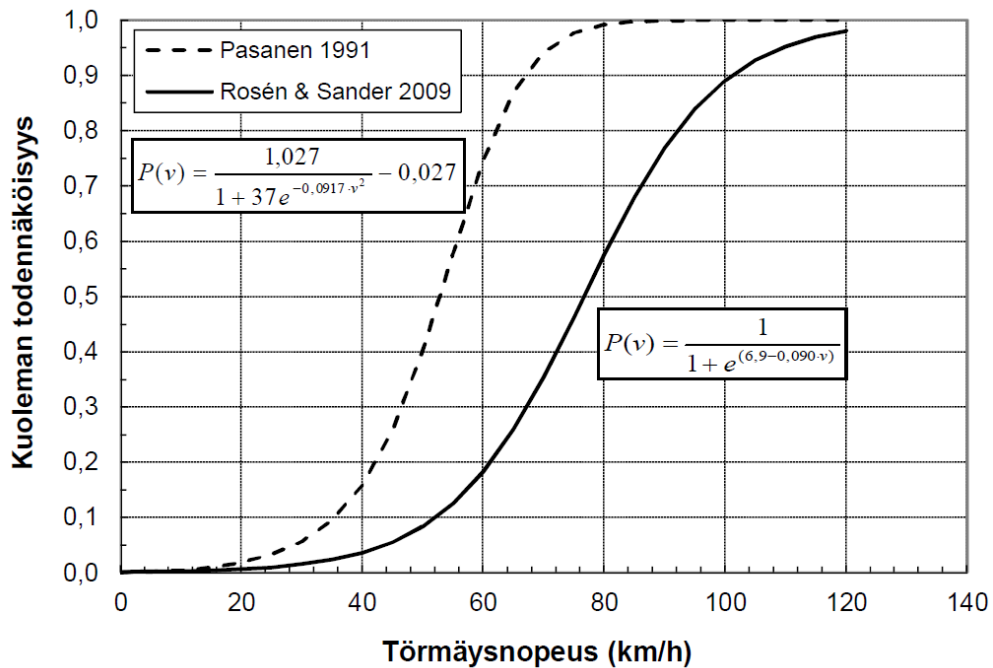


Kuva 13. Auton nopeus ja pysähtymismatka eri lähtönopeuden tasoilla, kun reaktioaika on 1,5 sekuntia ja hidastuvuus 8 m/s^2 . Kuvassa on esitetty myös lähtönopeudesta riippuvat nopeudet 60 metrin päässä kohdasta, jossa kuljettaja päätti aloittaa jarrutuksen. (Kuva: Kallberg et al. 2014.)

Onnettomuuden sattuessa liikenneonnettomuuden seurauksiin vaikuttaa ajoneuvon lisäksi erityisesti törmäyksenaikainen nopeusmuutos. Mitä suurempi ajoneuvon nopeudenmuutos on törmäyshetkellä, sitä vakavammalla tavalla aiheutuvat henkilövahingot (esim. Nilsson 2004; Richards 2010). Esimerkiksi kuoleman riski on alle 5 % nopeusmuutoksen ollessa alle 50 km/h, mutta nopeudenmuutoksen kasvaessa kuolemanriski törmäyksessä kasvaa jyrkästi siten, että 80 km/h -nopeusmuutoksella riski on 60 % ja 100 km/h -nopeudenmuutoksella noin 95 % (Richards 2010). Nopeudenmuutos kasvaa yleensä ajoneuvon muuttuessa, mutta myös törmäävien ajoneuvojen massat vaikuttavat merkittävästi nopeudenmuutokseen ja siten onnettomuuden seurauksiin. Nopeudenmuutos on kääntäen verrannollinen törmäävien ajoneuvojen massaan, jolloin esimerkiksi nokkakolarissa massaltaan pienemmän auton nopeudenmuutos voi olla hyvinkin suuri. Esimerkiksi 80 km/h ajavan rekan (massa 40 t) nopeus hidastuu vain noin 6 km/h, kun taas samalla nopeudella kulkevan henkilöauton (massa 1 500 kg) nopeusmuutos on 154 km/h yhteentörmäyksessä, sillä henkilöauto alkaa kulkea tulosuuntaan rekan nopeudella (Kallberg et al. 2014).

Ajoneuvon törmäysnopeus vaikuttaa merkittävästi myös jalankulkijan tai pyöräilijän kuolemariskiin ja onnettomuuden seurausten vakavuuteen. Pasasen (1991) tutkimuksen mukaan kuoleman todennäköisyys on lähes 20 % törmäysnopeuden ollessa 40 km/h. 60 km/h -nopeudella todennäköisyys on jo 70 %, eikä jalankulkijalla ole juurikaan mahdollisuuksia selviä hengissä 80 km/h -nopeudella tapahtuvassa törmäyksessä. Tutkimusta on kuitenkin kritisoitu puutteellisista lähtöaineistoista ja kuolemanriskin yliarvioimisesta, ja jalankulkijan kuolemanriskin on havaittu olevan aiemmin arvioitua pienempi (kuva 14; esim. Rosén & Sander 2009; Richards 2010). Richardsin (2010) mukaan jalankulkijan kuolemanriski nousee hitaasti noin 50 km/h (30 mph)

nopeuteen saakka, minkä jälkeen kuolemanriski alkaa nousta nopeasti. Rosén ja Sander (2009) ovat myös havainneet riskin olevan matalampi siten, että 75 km/h nopeudessa kuoleman riski on noin 50 % (vaihteluväli 26–68 %). Kuolemanriski on 50 km/h -nopeudessa kuitenkin yli kaksinkertainen verrattuna riskiin nopeudessa 40 km/h ja yli viisinkertainen riskiin 30 km/h -nopeudessa (Rosén ja Sander 2009). Kröyer ym. (2014) ovat myös osoittaneet, että törmäysnopeuden kasvu lisää kuoleman todennäköisyyttä merkittävästi jo pienilläkin törmäysnopeuksilla. Vaikka kuoleman riski on siis suhteellisen matala vielä alle 50 km/h nopeuksilla, kuitenkin noin puolet jalankulkijoiden liikennekuolemista tapahtuu taajamanopeuksissa liikennemääristä johtuen (Richards 2010).



Kuva 14. Jalankulkijan kuolemanriskin ja törmäysnopeuden välinen yhteys. (Kuva: Kallberg et al. 2014.)

Richards (2010) on tutkinut ajonopeuden ja nopeudenmuutoksen vaikutusta törmäyksen seurauksiin myös törmäyssuunnan mukaan. Tutkimuksen mukaan sivusta tulevat ajoneuvojen törmäykset ovat huomattavasti vakavampia kuin edestä suuntautuvat törmäykset, ja vaikutus korostuu nopeuden kasvaessa. Turvavyötä käyttävän ajoneuvonkuljettajan kuolemanriski on suoraan edessä tulevassa törmäyksessä 3 % ja sivusta tulevassa törmäyksessä 25 %, kun nopeudenmuutos on alle 50 km/h. Vastaavat riskit ovat 17 % ja 85 % noin 65 km/h nopeudenmuutoksessa (Richards 2010). Ero selittyy lähinnä ajoneuvon turvavarusteilla (ilmatyynyt, turvavyö) sekä ajoneuvon matkustajien edessä olevalla ajoneuvon osalla, joka ottaa vastaan osan törmäysenergiasta.

3.4 Ajonopeuksien hajonnan, liikennemäärän ja ruuhkautumisen vaikutukset liikenneturvallisuuteen

Ajonopeuden lisäksi esimerkiksi liikennemäärä, tien ruuhkautuminen ja ajonopeuksien hajonta vaikuttavat onnettomuusriskiin. Ajonopeuksien hajonnan mittarina käytetään tavallisimmin nopeuksien keskihajontaa, ja suuri hajonta viittaa yleensä epävakaisiin liikenneolosuhteisiin. Ajonopeuksien hajonnan ja onnettomuusriskin yhteyttä koskevien tutkimusten mukaan onnettomuusriski kasvaa ajonopeuksien keskihajonnan kasvaessa (esim. Aarts & Van Schagen 2006; Marchesini & Weijermars 2010;

Elvik 2014; Innamaa et al. 2014). Marchesini ja Weijermars (2010) ovat havainneet, että onnettomuusriski kasvaa liikennevirran nopeushajonnan lisääntyessä sekä silloin, kun ajoneuvojen nopeuserot eri kaistojen välillä ovat suuria. Innamaa ym. (2014) ovat puolestaan havainneet onnettomuusriskin kasvavan, kun ajoneuvojen nopeuksien keskihajonta on yli 15 km/h. Tutkimuksessa todettiin onnettomuusriskin myös laskevan silloin, kun ajonopeus oli hieman yli sallitun nopeusrajoituksen (80 km/h). Mikäli ajonopeus oli selvästi alle sallitun ajonopeuden (alle 70 km/h), oli onnettomuusriski suurempi (Innamaa et al. 2014). Tulosta saattaa selittää se, että liikenneolot ovat vakaat ajonopeuksien ollessa nopeusrajoituksen sallimalla tasolla tai tässä tapauksessa hieman sen yläpuolella, kun taas hitaammilla nopeustasoilla liikennevirta on myös epätasaisempaa ja arvaamattomampaa, mikä hankaloittaa ajamista ja lisää onnettomuuksia (Innamaa et al. 2014). Myös Elvikin (2014) mukaan nopeuksien hajonnan kasvu kasvattaa onnettomuusriskiä, mutta epävakaassa liikennevirrassa onnettomuudet ovat kuitenkin usein seurauksiltaan lieviä omaisuusvahinko-onnettomuuksia. Hollantilais-tutkimuksen mukaan muuta liikennettä nopeammin kulkevan ajoneuvon onnettomuusriski on kohonnut, mutta tutkimus ei kuitenkaan antanut näyttöä siitä, että myös muuta liikennevirtaa hitaammin ajavan ajoneuvon onnettomuusriski olisi keskimääräistä korkeampi (Aarts & Van Schagen 2006).

Vaikka ajonopeuksien hajonnan kasvua pidetään yleisesti liikenneturvallisuuksi heikentävänä tekijänä, on tutkimuksissa kuitenkin saatu vaihtelevia ja osin ristiriitaisia tutkimustuloksia esimerkiksi poikkeavista tutkimuskohteista ja tutkimusasetelmista, tulosten tulkinnasta sekä satunnaisesta vaihtelusta johtuen (Elvik 2014). Toisaalta liikenteen keskinopeuden ja nopeuksien hajonnan välillä on tyypillisesti vahva positiivinen korrelaatio, minkä vuoksi niiden vaikutuksia voi olla vaikea erottaa toisistaan (Kallberg et al. 2014). Sen vuoksi ei ole selvää, johtuuko kohonnut onnettomuusriski nimenomaan ajonopeuksien hajonnan kasvusta. Vaikka ajonopeuksien hajonnan liikenneturvallisuusvaikutuksia ei ole pystytty mallintamaan yhtä luotettavasti kuin keskinopeuden vaikutuksia, voidaan hajonnan kasvun olettaa heikentävän liikenneturvallisuuksi ainakin jonkin verran (Kallberg et al. 2014). Tämä johtuu esimerkiksi siitä, että nopeuksien hajonta lisää ohitustilanteita kasvattaen muun muassa peräänajo- ja kohtaamisonnettomuuksien riskiä. Liikenneturvallisuuden kokonaiskuvan kannalta keskeisempää on kuitenkin liikennevirran absoluuttinen nopeustaso kuin ajonopeuksien hajonta (Kallberg et al. 2014).

Yleisen käsityksen sekä joidenkin tutkimusten mukaan onnettomuusriski kasvaa liikennemäärän ja ruuhkaisuuden lisääntyessä tutkimuksissa (esim. Aarts & Van Schagen 2006). Marchesinin ja Weijermarsin (2010) kirjallisuuskatsauksen perusteella tulokset ovat kuitenkin ristiriitaisia, sillä joidenkin tutkimusten mukaan ruuhkautuminen lisää onnettomuuksia, jotka ovat kuitenkin seurauksiltaan lievempiä. Toisten tutkimusten mukaan onnettomuusriski taas laskee ruuhkaisuuden lisääntyessä, ja joissain tutkimuksissa onnettomuusriskin ja ruuhkaisuuden välillä ei ole havaittu yhteyttä. Tutkimusten mukaan kaistojen väliset erot liikennevirran tiheyksissä kuitenkin lisäävät onnettomuusriskiä, ja peräänajo-onnettomuudet lisääntyvät ruuhkaisuuden ja liikennevirran epätasaisuuden lisääntyessä (Marchesini ja Weijermars 2010). Innamaa ym. (2014) ovat puolestaan tarkastelleet liikennemäärän vaikutusta onnettomuusriskiin Kehä I:llä. Yksittäisen kuljettajan onnettomuusriskin havaittiin nousevan noin 50 % arki-iltaapäivän huipputuntien aikana (klo 15–17), mutta muutoin selkeää korrelaatiota liikennemäärän kasvun ja onnettomuusriskin välillä ei havaittu. Poikkeuksena olivat kuitenkin hyvin pienet liikennemäärät (5–15 ajoneuvoa/5 min) sekä liikennemäärä 135 ajoneuvoa viidessä minuutissa, joka saattaa johtua sattumasta. Onnettomuuden todennäköisyys on tutkimuksen mukaan suurin sekä yöaikaan (klo 02–05), ja

kohonnut onnettomuusriski hyvin pienellä liikennemäärällä taas korreloi yö- ja pimeän ajan korkeamman onnettomuusriskin kanssa (Innamaa et al. 2014). Pajunen ja Kulmala (1995) puolestaan havaitsivat 1990-luvun alussa onnettomuusmäärän vaihtelevan eri liikennemäärillä tietyypin ja kaistojen lukumäärän mukaan. Tutkimuksen perusteella onnettomuusriski laskee kaksikaistaisilla teillä ja maanteillä, kun tunnin kokonaisliikennemäärä kasvaa. Nelikaistaisilla teillä onnettomuuksia tapahtuu valois-
 san aikaan eniten liikennemäärän ollessa 3600–4800 ajoneuvoa tunnissa. Pimeän aikaan liikennemäärään suhteutettujen henkilövahinko-onnettomuuksien määrän (onnettomuusaste) havaittiin kuitenkin laskevan tuntiliikennemäärän kasvaessa. Mootto-
 riteillä onnettomuuksien määrän havaittiin pääsääntöisesti kasvavan liikennemäärän lisääntyessä, mutta onnettomuusriski oli kuitenkin pienin kaikkein matalimmilla lii-
 kennemäärillä (Pajunen & Kulmala 1995).

4 Automaattisen nopeusvalvonnan nopeus- ja liikenneturvallisuusvaikutukset

4.1 Pistemäisen automaattivalvonnan vaikutukset

Pistemäistä automaattivalvontaa voidaan pitää yhtenä 2000-luvun tehokkaimmista liikenneturvallisuustoimenpiteistä (Peltola & Rajamäki 2009). Aiemmissa Suomessa ja muissa maissa tehdyissä tutkimuksissa automaattisen nopeusvalvonnan käyttöönoton on arvioitu vähentävän henkilövahinko-onnettomuuksia noin viidenneksellä, ja kuolonkolareita vieläkin enemmän (taulukko 3; esim. Elvik et al. 2009; Peltola & Rajamäki 2009). Myös uudemmat tutkimukset tukevat tätä arviota, sillä tässä työssä tarkasteltujen suomalaisten tutkimusten mukaan pistemäinen automaattivalvonta vähentää henkilövahinko-onnettomuuksia keskimäärin noin 15–20 % ja vakavimpia onnettomuuksia jopa 30–40 % (ks. taulukko 4). Vastaavat luvut muissa maissa tehtyjen tutkimusten osalta ovat noin 25 % ja 30–40 % (ks. taulukko 5). Keskinopeudet puolestaan ovat laskeneet Suomessa automaattivalvonnan avulla n. 2–3 km/h, ja muissa maissa 4–8 km/h. Suuret ylinopeudet taas ovat laskeneet automaattivalvonnan myötä noin puolella sekä Suomessa että ulkomailla. Tutkimusten perusteella vaikutukset ovat siis hieman heikommät Suomessa kuin muissa maissa, mutta eroja selittävät esimerkiksi erilaiset lähtötilanteet ja yleinen turvallisuustaso, tutkimusasetelmat, aineistot ja menetelmät sekä esimerkiksi eri maiden liikennekulttuuri ja yleinen turvallisuustaso.

Taulukko 3. Pistemäisen automaattisen nopeusvalvonnan onnettomuusvaikutukset kokonaisarviointien mukaan (¹Elvik et al. 2009; ²Wilson et al. 2010).

Valvontatyyppi	Onnettomuuksien vakavuus	Onnettomuuksien määrän lasku (%)	95 %:n luottamusväli
Pistemäinen valvonta	Kaikki onnettomuudet; vakavuutta ei määritetty	-16 ¹	-23...-8 ¹ ja -25...-14 ²
	Loukkaantumiseen johtaneet onnettomuudet		-50...-8 ²
	Kuolemaan johtaneet onnettomuudet	-39 ¹	-60...-7 ¹ -44...-11 ^{2*}
Pistemäinen valvonta, uusi valvontatyyppi	Vakavuutta ei määritetty	-24 ¹	-29...-19 ¹
Keskinopeusvalvonta	Loukkaantumiseen johtaneet onnettomuudet	-30 ¹	-61...+25 ¹

*Sis. vakavaan loukkaantumiseen johtaneet onnettomuudet

Suomessa on selvitetty kattavasti vuosina 1998–2007 käyttöön otettujen automaattisten nopeusvalvontajaksojen vaikutuksia ajonopeuksiin sekä liikenneturvallisuuteen (Peltola & Rajamäki 2009). Tätä ennen automaattivalvonnan vaikutuksia on käsitelty laajemmin valvonnan kohdentamiseen keskittyneessä tutkimuksessa vuosituhaten alussa, jolloin tarkasteltiin myös onnettomuuskehitystä kuudella 1993–2000 käyttöön otetulla valvontajaksolla (Räsänen & Peltola 2001). Rajamäki ja Beilinson (2005) ovat myös tarkastelleet vaikutuksia erikseen vuosina 2000–2002 käyttöön otettujen automaattivalvontakohteiden osalta. Nopeus- ja liikenneturvallisuusvaikutuksia on tutkittu kohdennetusti myös valtateillä 5, 6 ja 9 (Airaksinen et al. 2008) ja nopeusvaikutuksia kantatiellä 51 (Räsänen & Kallberg 2003; Räsänen et al. 2004). Viimeksi

Suomessa on tutkittu automaattisen nopeusvalvonnan vaikutuksia ajonopeuksiin, onnettomuuksiin ja liikennevirtaan Kehä I:llä (Peltola ym. 2017).

Taulukossa 4 on esitetty pistemäisen automaattisen nopeusvalvonnan vaikutuksia ajonopeuksiin, ylinopeuksiin ja onnettomuusmääriin Suomessa. Tutkimuksissa on havaittu laskevan automaattisen nopeusvalvonnan seurauksena yleisimmin noin 2–3 km/h, vaihdellen kuitenkin välillä 0,5–5,2 km/h. Tutkimustulosten perusteella näyttää siltä, että automaattivalvonta vähentää ylinopeutta ajavien osuutta keskimäärin noin neljänneksellä (0–56 %), ja yli 20 km/h ylinopeutta ajavien osuutta noin puolella (25–90 %). Tuloksissa on kuitenkin suuria vaihteluita eri tutkimusten välillä mittauskohdasta (kameroiden kohdalla/välillä) ja ajankohdasta (kesä/talvi) johtuen. Henkilövahinko-onnettomuuksien määrä laskee pistemäisen automaattivalvonnan myötä keskimäärin 15–20 % (4–30 %), kun taas liikennekuolemien määrä laskee keskimäärin jopa 30–40 % (18–56 %). Potenssi- ja eksponenttimalleilla arvioidut laskennalliset vaikutukset liikennekuolemiin ovat havaittuja vaikutuksia pienempiä, 12–25 %.

Taulukko 4. Pistemäisen automaattivalvonnan vaikutuksia käsittelevien suomalaisten tutkimusten tuloksia.

Tekijä	Tutkimuskohde	Ajonopeuksien muutos	Ylinopeutta ajavien osuuden muutos	Onnettomuusmäärien muutos
Peltola et al. 2017	Kehä I, 2/2016 käyttöön otettu valvontajakso	-1,8...-5,2 km/h	Kaikki ylinopeudet: -40...-56 %	Omaisuus: -6...-14 %* Henkilövahinko: -9...-15 %* Liikennekuolemat: -23...-25 %*
Peltola & Rajamäki 2009	1998–2007 käyttöön otetut valvontajaksot	-1...-3 km/h	Yli 10 km/h ylinopeudet: -30...-50 %	Henkilövahinko: -4...-14 % Liikennekuolemat: -18...-32 %
Airaksinen et al. 2008	1997–2005 käyttöön otetut valvontajaksot	-1,7...-2,5 km/h	Kaikki ylinopeudet: -7,9...-8,3 %	Kaikki: -12 % Henkilövahinko: -22 %** Kuolemaan joht.: -43 %** Liikennekuolemat: -42 %**
Rajamäki & Beilinson 2005	2000–2002 käyttöön otetut valvontajaksot	-0,5...-5,0 km/h	Kaikki ylinopeudet: 0...-50 %	Henkilövahinko: -30 % Liikennekuolemat: -56 %
Räsänen et al. 2004; Räsänen & Kallberg 2003	2003 käyttöön otettu valvontajakso kantatiellä 51	-1,1...-4,9 km/h	Yli 10 km/h ylinopeudet: -25...-50 %	Liikennekuolemat: -6...-30 %*
Räsänen & Peltola 2001	1993–2000 käyttöön otetut valvontajaksot	Ei tutkittu	Ei tutkittu	Henkilövahinko: -21,2% Liikennekuolemat: -51,9%

* Laskennallinen vaikutus (potenssi- ja eksponenttimallit)

**Tulos ei tilastollisesti merkitsevä

Pistemäisellä automaattivalvonnalla on myös kansainvälisten tutkimusten mukaan myönteisiä vaikutuksia ajonopeuksiin, ylinopeuksiin ja onnettomuusmääriin. Näitä vaikutuksia on esitetty taulukossa 5 niiden maiden osalta, joissa automaattivalvonta on yleistä ja joissa järjestelmän vaikutuksia on arvioitu. Tutkimusten mukaan ajonopeudet laskevat pistemäisen automaattivalvonnan seurauksena keskimäärin 4–8 km/h, mutta tulokset vaihtelevat -12,1 km/h ja -0,1 km/h. Ajonopeudet näyttävät laskevan eniten siellä, missä lähtötilanteen nopeustaso on ollut korkea (esim. Vägverket 2009). Ylinopeutta ajavien osuuden muutoksissa on niin ikään suuria eroja tutkimusten välillä. Karkean arvion mukaan osuus laskee automaattivalvonnan seurauksena kaikkien

ylinopeuksien osalta noin 30–40 % (vaihteluväli 10–70 %), kun suurta (6–24 km/h) ylinopeutta ajavien osuus laskee usein yli puolella. Suomen ulkopuolella tehtyjen tutkimusten perusteella henkilövahinko-onnettomuudet vähenevät automaattivalvonnan myötä noin neljänneksen, ja vakavat loukkaantumiset sekä liikennekuolemat arviolta 30–40 %.

Taulukko 5. Pistemäisen automaattivalvonnan vaikutuksia käsittelevien kansainvälisten tutkimusten tuloksia.

Maa ja tekijä	Tutkimuskohde	Ajono- peuksien muutos	Ylinopeutta ajavien osuu- den muutos	Onnettomuusmäärien muutos
Ruotsi; Vägarverket 2009	2006 käyttöön otetut valvonta- jaksot	-0,1...-9,2 km/h	Kaikki ylino- peudet: -34,5 %	Liikennekuolemat: -20-30 %
Norja; Ragnøy 2002	1999–2000 käyt- töön otetut val- vontajaksot	-1,4...-7,1 km/h	Ei tutkittu	Ei tutkittu
Norja; Høye 2015	2000–2010 käyttöön otetut valvontajaksot	Ei tutkittu	Ei tutkittu	Henkilövahinko: -9...-32 % Va- kavat louk./ liikenne-kuole- mat: -39...-49 %
Tanska; Sørensen 2010	2009–2010 tehty valvontakokeilu, maantiet ja ka- dut	-5,1...- 12,1 km/h	Ei tutkittu	Ei tutkittu
Iso-Britannia; Gains et al. 2004, Gains et al. 2005, Allsop 2010	2000–2004 käyt- töön otetut val- vontajaksot	-8,5 km/h	Kaikki ylino- peudet: -51...-72 %	Henkilövahinko: -15...-29 %* Kuolemaan joht.: -22...-41 %* Liikennekuolemat: -32 % Vakavat louk./ liikenne-kuole- mat: -50 %
Ranska; Carnis & Blais 2013	2003–2010 käyt- töön otetut val- vontajaksot (osa vaikutuksista voi selittyä muulla kuin valvonnalla)	-8,9 km/h	Yli 10 km/h ylinopeudet: -56 %	Liikennekuolemat: -21 %
Belgia; De Pauw et al. 2012	2002–2007 käyt- töön otetut val- vontajaksot	Ei tutkittu	Ei tutkittu	Loukkaant. joht.: -8 %** Vakavaan louk./kuolemaan joht.: -29 %
Australia (NSW); NSW Centre for Road Safety 2017	Onnettomuus- tarkastelu	Ei tutkittu	Ei tutkittu	Henkilövahinko: -31 % Liikennekuolemat: -92 %

* Laskennallinen vaikutus (potenssi- ja eksponenttimallit)

**Tulos ei tilastollisesti merkitsevä

4.1.1 Valvonnan vaikuttavuus eri etäisyyksillä valvontapisteestä

Pistemäisen valvonnan liikenneturvallisuutta edistävä vaikutus perustuu pitkälti siihen, että kuljettajat säilyttävät alemman, nopeusrajoituksen mukaisen ajonopeuden myös kamerapylväiden välisellä tieosuudella sekä vielä jakson viimeisen valvontapisteen jälkeenkin (Ragnøy 2011). Automaattivalvonnan vaikutusten arvioidaan ulottuvan 2–3 kilometrin etäisyydelle pylvään kohdasta (Ragnøy 2011). Tästä on saatu tutkimuksissa viitteitä esimerkiksi Norjassa, missä vuoden 2004 jälkeen asennettujen automaattivalvontalaitteiden on havaittu vähentäneen onnettomuuksia ainakin kolmen

kilometrin etäisyydellä kameran jälkeen (Høye 2015). Tutkimusten mukaan ajonopeudet myös laskevat eniten kamerapylväiden kohdalla, ja valvonnan vaikutukset heikkenevät asteittain etäisyyden kasvaessa kameratolpasta siten, että nopeusvaikutukset ovat suurimmat yhden kilometrin etäisyydellä kamerapylvästä (esim. Ragnøy 2001; Mountain et al. 2004; Høye 2015; Peltola & Rajamäki 2009; Vägverket 2009). Siten myös liikenneturvallisuusvaikutukset ovat voimakkaimmat tolppien läheisyydessä. Mikäli kameroiden välinen etäisyys on liian pitkä, jää kamerapylväiden välille jakso, jolle automaattivalvonnan myönteiset vaikutukset eivät ulotu (Ragnøy 2011).

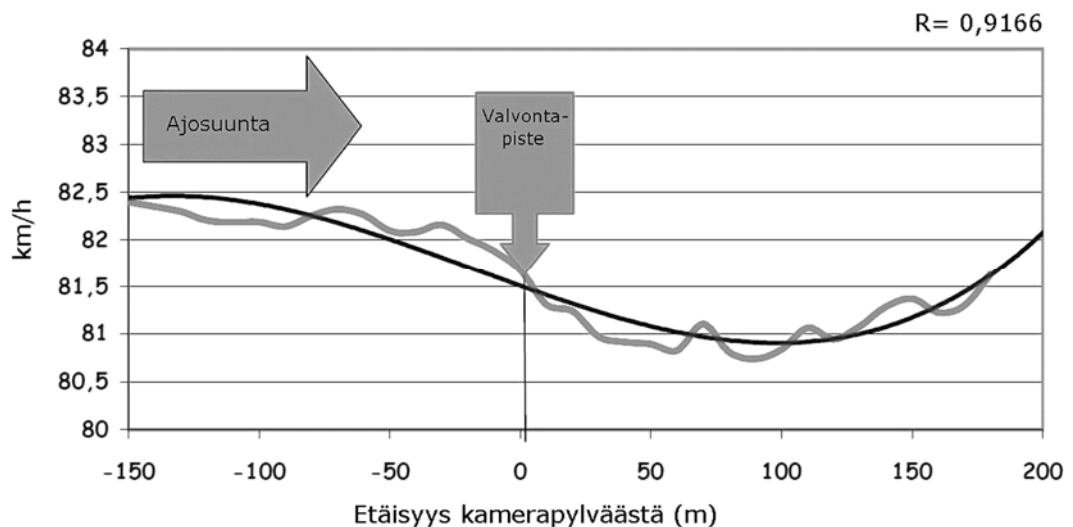
Automaattivalvonnan vaikutuksia ajonopeuksiin kamerapylväiden kohdalla ja niiden välillä on selvitetty monissa pistemäistä valvontaa käsittelevissä tutkimuksissa. Suomessa muun muassa Peltola ja Rajamäki (2009) sekä Peltola ym. (2017) ovat havainneet ajonopeuksien laskevan eniten valvontapisteen läheisyydessä. Esimerkiksi Kehä I:llä tehdyssä tutkimuksessa keskinopeus laski 7 km/h 150 metrin etäisyydellä valvontapistestä, kun alenema noin 500 metrin etäisyydellä oli 5,4 km/h (Peltola ym. 2017). Ylinopeutta ajaneiden osuudet kuitenkin laskivat poliisin autolla tekemissä mittauksissa myös automaattivalvontakohteiden välillä (Peltola et al. 2017). Rajamäen & Beilinsonin (2005) tutkimuksessa ajonopeudet puolestaan laskivat 4–5 km/h pylväiden kohdalla ja 0,5–2 km/h niiden välillä. Vaihtelusta huolimatta ajonopeuksien on todettu laskevan Suomessa automaattivalvonnan myötä koko valvontajaksolla keskimäärin noin 1–3 km/h (Peltola ja Rajamäki 2009), eli valvonnan kokonaisvaikutukset ajonopeuksiin ovat selvästi myönteisiä. Koska valvonnan vaikutukset heikkenevät etäisyyden kasvaessa kameratolpasta, on norjalaisten tutkimustulosten mukaan tärkeää, että automaattivalvotulle tieosuudelle sijoitetaan kameroita vähintään 2–3 kilometrin välein (Ragnøy 2011). Esimerkiksi Kehä I:llä kenguruefektin havaittiin olevan vähäistä, mikä saattaa selittyä valvontapisteen suurella määrällä tiepituutta kohti (kamerapylvää n. 3 km välein).

VTT (2007) on tutkinut tehostetun automaattivalvonnan vaikutuksia piste- ja keskinopeuksiin kantatiellä 51 Kirkkonummen ja Karjaan välillä. Syyskuussa 2007 tehdyssä kokeilussa lisättiin voimakkaasti valvontatuntien määrää, puututtiin mataliinkin ylinopeuksiin sekä tiedotettiin runsaasti valvonnan tehostamisesta. Tutkimuksessa havaittiin, että kaikkien ajoneuvojen pistemäinen keskinopeus laski 3–4 km/h, ja sekä suuret että pienet ylinopeudet laskivat vähintään puoleen aiemmasta (Rajamäki 2007). 6,5 kilometrin pituisella jaksolla mitatut keskimääräiset matkanopeudet laskivat 3,5 km/h, mutta vaikutukset heikkenivät hieman valvonnan jatkuessa. Matkanopeusmittauksen perusteella kantatiellä ajettiin kuitenkin kaksi kertaa niin paljon ylinopeuksia kuin mitä automaattiset nopeusvalvontalaitteet rekisteröivät, mikä viittaa siihen, että ajonopeuksia lasketaan eniten kamerapylväiden kohdalla. Tutkimuksen perusteella nopeudet siis laskivat enemmän kameratolppien kohdalla kuin niiden välillä (Rajamäki 2007).

Myös muissa maissa tehdyt tutkimukset vahvistavat, että automaattivalvonnan vaikutukset ovat voimakkaammat kamerapylväiden läheisyydessä, mutta nopeudet laskevat myös jonkin verran niiden välillä (esim. Ragnøy 2002; Vägverket 2009; Sørensen 2010). Norjassa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin kahden jakson osalta, että keskinopeudet laskivat kamerapylväiden kohdalla 4,3–6,4 km/h, kun laskua pylväiden välillä oli 1,8–2,3 km/h (Ragnøy 2002). Valvontapisteen välillä olevan nopeusmittauspisteen etäisyys lähimpiin kameratolppiin oli 3250–4750 metriä, eli tutkimuksen perusteella automaattivalvonnan vaikutukset ulottuvat kuitenkin parhaimmillaan jopa 5 ki-

lometrin etäisyydelle valvontakohdasta (Ragnøy 2002). Tutkimuksen mukaan nopeuden alentamista valvontapisteen kohdalla ei myöskään kompensoida ajamalla kovempaa niiden välisellä tieosuudella.

Norjalaistutkimuksen mukaan kuljettajat alentavat ajonopeutta noin 100–150 metriä ennen kameratolppaa noin 1–2 km:lla/h, kun taas nopeutta kiihdytetään uudelleen 100 metriä valvontapisteen jälkeen (Ragnøy 2002). Matalimmat ajonopeudet mitattiin automaattivalvontajakson ensimmäisen pylvään osalta 50 metriä kameratolpan jälkeen, ja muiden pylväiden osalta 0–20 metriä ennen kameratolppaa (kuva 15). Tutkimuksen perusteella ei kuitenkaan voida sanoa varmasti, millä etäisyydellä jakson viimeisestä kameratolpasta valvontajakson vaikutus loppuu (Ragnøy 2002). Sen sijaan saatiin viitteitä siitä, että myös vastakkaisessa ajonsuunnassa oleva kamerapylväs saattaa laskea ajonopeuksia tien puolella, jolla ei ole automaattivalvontaa (Ragnøy 2002). Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että tien toisella puolella sijaitseva valvontapiste muistuttaa ja tekee kuljettajia tietoiseksi omasta ajonopeudestaan. Toisaalta kyse taas voi olla siitä, että vastakkaisen ajosuunnan kamerapylväät on sijoitettu usein lähelle, ja vastapuolen kameratolpan näkeminen saa kuljettajan ennakoimaan mahdollisesti omalla puolella olevaa valvontapistettä. Tanskalaisessa tutkimuksessa puolestaan todettiin, että pistemäisen valvonnan vaikutukset ulottuvat 175–200 metrin etäisyydelle ennen kameratolppaa, mutta ainoastaan noin 100–400 etäisyydelle kameratolpan jälkeen (Sørensen 2010). Kyseessä oli kuitenkin pistemäisen valvonnan kokeilu, jossa kamerapylväitä oli sijoitettu yksittäin pidemmän jakson sijaan. Automaattivalvonta ei myöskään ole maassa vakiintunutta, mikä voi vaikuttaa liikennekäyttäytymiseen sekä osaltaan selittää suppeaa vaikutusta kauempana kameratolpasta.



Kuva 15. Nopeusprofiili Norjan Ingedalissa tiellä E6 (Ruotsin suunnasta) sijaitsevan automaattisen nopeusvalvontapisteen läheisyydestä (muokattu lähteestä Ragnøy 2002).

Kuten edellä on todettu, ajonopeudet laskevat pistemäisessä valvonnassa eniten valvontapisteen läheisyydessä. Samaan havaintoon on päädytty liikenneturvallisuusvaikutusten osalta myös Isossa-Britanniassa tehdyssä onnettomuustarkastelussa, jossa henkilövahinko-onnettomuudet vähenivät eniten (25 %) 0–250 metrin etäisyydellä kamerapylvään jälkeen. 250 metrin päässä valvontapistestä henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrät laskivat 250–500 metrin etäisyydellä valvontapistestä 15 % ja 500–1000 metrin etäisyydellä 12 %. Vakavaan loukkaantumiseen tai kuolemaan johtaneet onnettomuudet vähenivät kuitenkin enemmän yhden kilometrin

jaksolla kamerapylvästä (13 %) kuin lyhyemmällä 500 metrin jaksolla kamerapylvään jälkeen (11 %). Samansuuntaisiin tuloksiin on päädytty myös Hessin (2004) tutkimuksessa Isossa-Britanniassa, missä loukkaantumiseen johtaneiden onnettomuuksien määrä laski 46 % 250 metrin etäisyydellä kamerapylvästä ja 21 % kahden kilometrin päässä kamerapylvästä.

Tutkimuksissa on myös saatu viitteitä siitä, että automaattivalvonta alentaa ajonopeuksia ja parantaa liikenneturvallisuutta yleisemminkin päätieverkolla, eli myös varsinaisten automaattivalvontajaksojen ulkopuolella (esim. Peltola & Rajamäki 2009; Allsop 2010). Suomen päätieverkolla on ollut muuta tieverkkoa parempi turvallisuuskehitys varsinkin 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen aikana, jolloin yksi merkittävä muutos tieliikenteessä oli juuri automaattisen nopeusvalvonnan yleistyminen. Myönteinen turvallisuuskehitys näyttää siis ainakin osittain johtuvan automaattivalvonnan käyttöönotosta, ja siitä on saatu näyttöä myös Peltolan ja Rajamäen (2009) tutkimuksessa, jossa automaattivalvonnan havaittiin vaikuttavan oletettua laajemmalla alueella. Tutkimuksessa sekä keskinopeudet että vähintään 10 km/h ylinopeudet näyttivät vähentyneen automaattivalvonnan seurauksena muillakin kuin automaattivalvotuilla teillä (Peltola & Rajamäki 2009). Päätieverkon liikenneturvallisuuskehitys on kuitenkin ollut parempaa automaattivalvotulla päätieverkolla verrattuna keskimääräiseen päätieverkon turvallisuuskehitykseen. Henkilövahinko-onnettomuuksia havaittiin 4 % ja liikennekuolemia 18 % vähemmän automaattivalvotuilla päätteillä verrattuna valvomattomiin päätteihin (Peltola & Rajamäki 2009). Isossa-Britanniassa (2010) taas automaattivalvontaa lisättiin runsaasti 2001–2005, ja kansallisten tilastojen perusteella ajonopeudet ovat laskeneet 33 mailista tunnissa 30 mailiin tunnissa vuosina 1997–2005 teillä, joilla nopeusrajoitus on 30 mph (n. 48 km/h; Allsop 2010). Automaattivalvonnan on katsottu edistäneen merkittävästi ajonopeuksien laskua laajemminkin tieverkolla, joskin myös esimerkiksi turvalaitteiden kehitys, valistus ja liikennekulttuurin muutos ovat edesauttaneet myönteistä turvallisuuskehitystä.

4.1.2 Tien ja liikennevirran ominaisuuksien vaikutus valvonnan tehokkuuteen

Liikennevirran, tieympäristönominaisuuksien ja ajankohdan on havaittu vaikuttavan eri tavoin automaattivalvonnan tehokkuuteen. Automaattivalvonnan on huomattu laskevan ajonopeuksia enemmän 50 km/h ja erityisesti 70 km/h nopeusrajoituksen alueella verrattuna nopeusrajoitukseen 90 km/h (Vägverket 2009; De Pauw et al. 2012). Tämä selittyy pitkälti sillä, että ylinopeudet ovat matalammilla nopeusrajoituksilla yleisempiä ja suhteellisesti suurempia. Automaattivalvonnan on – osittain samasta syystä – myös huomattu vaikuttavan myös tehokkaammin henkilöautojen nopeuksiin kuin raskaaseen liikenteeseen (esim. Airaksinen et al. 2008; Vägverket 2009; Carnis & Blais 2013). Isossa-Britanniassa automaattivalvonnan on todettu ylinopeuksien vähentämisen perusteella olevan tehokkaampaa taajamaympäristössä (nopeusrajoitus enintään 65 km/h, 30–40 mph) kuin maaseutumaisilla teillä (Gains et al. 2005). Kaikki ylinopeudet laskivat kaupunkimaisilla tiejaksoilla 72 % ja korkeamman nopeusrajoituksen alueella maanteilla 51 %. Vaikka vaikutus ajonopeuksiin näyttää olevan suurempi matalammilla, noin 50–70 km/h ajonopeuksilla, onnettomuusvaikutusten suuruus vaihtelee enemmän. Henkilövahinko-onnettomuuksien on havaittu Suomessa vähenevän eniten juuri tiejaksoilla, joilla on paljon korkeita, esimerkiksi 100 km/h suuruisia nopeusrajoituksia, kun taas kuolemaan johtaneet onnettomuudet vähenevät automaattivalvonnan myötä enemmän matalammilla nopeusrajoituksilla (Peltola & Rajamäki 2009). Ilmiötä saattaa selittää se, että ajonopeuksien lasku korkeissa ajono-

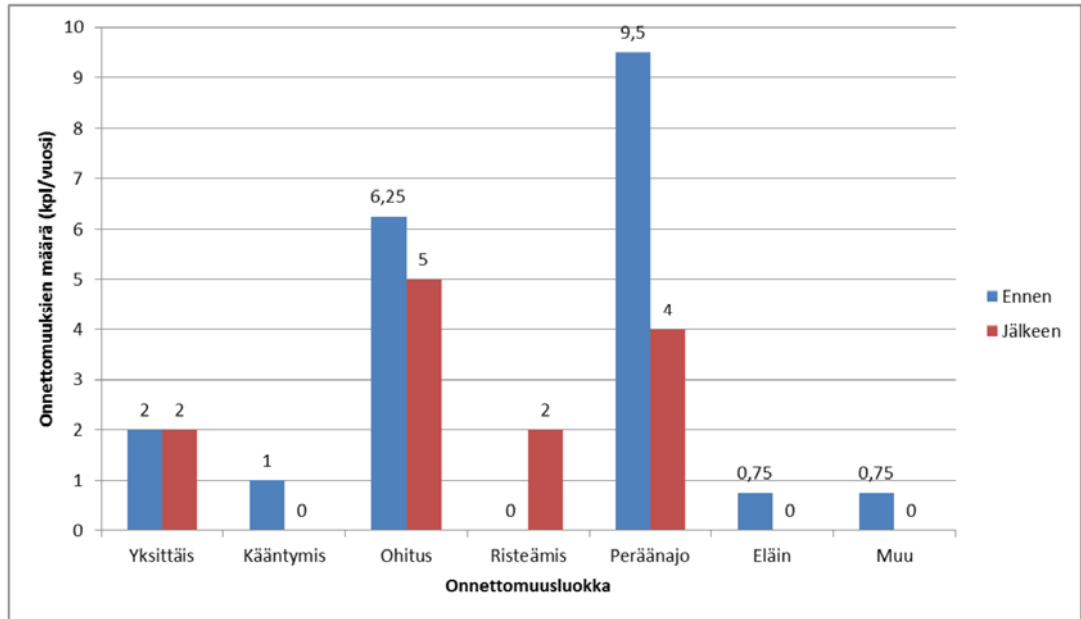
peuksissa ei ole yhtä merkityksellinen kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien kannalta, sillä törmäystilanteessa kuoleman todennäköisyys on joka tapauksessa hyvin korkea. Henkilövahinko-onnettomuudet saattavat puolestaan vähentyä esimerkiksi siksi, että niiden määrä on lähtötilanteessa suuri, ja jo pienikin nopeuden lasku on merkityksellinen onnettomuusrikin kannalta.

Automaattivalvonnan vaikutukset liikenneturvallisuuteen saattavat olla positiivisimpia vilkkaasti liikennöidyillä teillä, joiden keskimääräinen liikennemäärä on 6000 ajoneuvoa vuorokaudessa (Peltola & Rajamäki 2009). Toisaalta vaikuttavuus on myös suurempi viikonloppuna sekä hiljaisen liikenteen tunteina sekä viikonloppuna verrattuna arkipäiviin ja ruuhkatunteihin (Vägverket 2009; Sørensen 2010), sillä liikennemäärä vaikuttaa oman ajonopeuden säätelyn mahdollisuuksiin. Usein vapaiden ajoneuvojen nopeudet ovat korkeammat kuin jonossa ajavien ajoneuvojen nopeudet, jolloin automaattivalvonta laskee korkeampia nopeuksia ja parantaa liikenneturvallisuutta juuri vähäliikenteisinä tunteina.

Kuten luvussa 3.2 on todettu, ylinopeudet ovat usein suurimpia ja yleisimpiä talvinopeusrajoituksen piirissä olevilla teillä. Koska automaattivalvonta laskee tehokkaasti ylinopeuksia, voisi vaikutusten ajatella olevan voimakkaimpia juuri talvikuukausina. Tähän johtopäätökseen on tultu myös Peltolan ja Rajamäen (2009) tutkimuksessa, jonka perusteella automaattivalvonta näyttää vähentävän onnettomuuksien ja etenkin liikennekuolemien määrää enemmän talvi- kuin kesäkuukausina. Toisessa suomalais-tutkimuksessa automaattivalvonnan on kuitenkin havaittu olevan tehokkaampaa kesäkuukausina, sillä keskinopeus laski kamerapylväiden välisellä tieosuudella kesällä 0,5–2,0 km/h ja talvella 0,3–0,7 km/h (Rajamäki ja Beilinson 2005). Molemmissa tutkimuksissa oli kuitenkin tulosten luotettavuutta heikentäviä tekijöitä, eikä automaattivalvonnan vaikuttavuudesta kesä- ja talviaikaan ole saatu täyttä varmuutta.

4.1.3 Liikenneturvallisuuden vaikuttavuuserot

Tutkimuksissa on saatu myös tietoa automaattisen nopeusvalvonnan tarkemmista vaikutuksista liikenneturvallisuuteen. Peltola & Rajamäki (2009) ovat havainneet automaattivalvonnan vaikuttavan tehokkaimmin muihin onnettomuusluokkiin kuin yksittäis-, ohitus- ja kohtaamisonnettomuuksiin, joita tarkasteltiin aineiston pienen määrän vuoksi yhtenä kategoriana. Kehä I:llä tehdyssä tutkimuksessa onnettomuusmäärien havaittiin laskeneen kaikissa onnettomuusluokissa, eli myös peräänajo-onnettomuuksissa, joiden usein uskotaan lisääntyvän automaattivalvonnan myötä kameratolpan läheisyydessä tehtävien jarrutuksien vuoksi (kuva 16; Peltola et al. 2017). Myöskään Isossa-Britanniassa tehdyssä tutkimuksessa ei ole havaittu, että mahdolliset äkilliset jarrutukset ja kiihdytykset kamerapylvään läheisyydessä lisääisivät onnettomuuksia (Mountain et al. 2004).



Kuva 16. Kehä I:n onnettomuusjakauma onnettomuusluokan mukaan ennen (2012–2015 keskiarvo) ja jälkeen (2016) automaattisen nopeusvalvonnan aloittamisen. Onnettomuudet tieosilla 2, 3 ja 7 ajanjaksolla 29.3. –31.8. (Kuva: Peltola et al. 2017.)

Belgiassa on tutkittu automaattisen nopeusvalvonnan vaikutuksia liikenneturvallisuuden eri liikkujaryhmien näkökulmasta, ja valvonnan havaittiin vähentävän kaikkien liikkujaryhmien onnettomuuksia (pl. raskaan liikenteen onnettomuudet, joita oli liian vähän tilastollisesti luotettavien johtopäätösten tekemiseen) (De Pauw et al. 2012). Eniten vähenivät moottoripyöräilijöiden ja jalankulkijoiden henkilövahinko-onnettomuudet (-37 %), kun mopoilijoiden ja pyöräilijöiden onnettomuudet vähenivät 12–16 %. Autoilijoiden onnettomuudet vähenivät vain 9 %, mikä selittyy pitkälti sillä, että Belgiassa nopeusvalvontaa on sijoitettu runsaasti taajamien tieverkolle (De Pauw et al. 2012). Myös Isossa-Britanniassa tehdyissä tutkimuksissa on osoitettu, että kaupunkien kiinteä pistemäinen valvonta on hyvin tehokasta, ja parantaa varsinkin suojattomimpien liikkujaryhmien turvallisuutta liikenteessä (Gains et al. 2005; Mountain et al. 2005; De Pauw et al. 2012). Mountain ym. (2005) ovat kuitenkin todenneet, että muilla nopeudenhallintakeinoilla, kuten vertikaalisilla (esim. töyssyt ja tyynyt) ja horisontaalisilla (esim. shikaanit, ajoradan tai tien kaventaminen) hidasteilla voidaan saada taajamanopeuksissa aikaan vieläkin parempia liikenneturvallisuusvaikutuksia kuin automaattivalvonnalla. Tulos viittaa siihen, että automaattivalvontaa kannattaisi sijoittaa taajamissa sellaisille tiejaksoille, joille ei voida tai ole järkevää sijoittaa vertikaalisia tai horisontaalisia hidasteita.

Joissain tutkimuksissa on todettu, että kaikki tiejaksolla saavutetut liikenneturvallisuushyödyt eivät välttämättä selity täysin automaattivalvonnalla, vaan teillä on saatettu myös tehdä muita liikenneturvallisuustoimenpiteitä. Suurimassa osassa tutkimuksissa on kuitenkin pyritty rajaamaan pois muut tekijät, jotka ovat voineet vaikuttaa liikenneturvallisuuteen myönteisesti tai kielteisesti. Tutkimusasetelmaa kontrolloimalla on siten tavoiteltu tilannetta, jossa ainut muuttuva tekijä on ollut automaattisen nopeusvalvonnan käynnistäminen tiejaksolla. Suuressa osassa tutkimuksia on myös huomioitu yleinen turvallisuustason kehitys vertailuteiden avulla, onnettomuuksien siirtyminen tiejaksolla ja teiden välillä (accident migration) sekä onnettomuusmäärien regressio kohti keskiarvoa. Myös ajoneuvoteknologian kehittyminen on voinut vaikuttaa myönteisesti liikenneturvallisuuteen tutkittavana ajankohtana, jolloin

valvonnan vaikutukset on saatettu yliarvioida. Ranskalaisissa tutkimuksissa on kuitenkin todettu, että arviolta 70 % liikennekuolemien määrän laskusta vuosina 2003–2005 selittyy puhtaasti automaattivalvonnalla, kun ainoastaan 10 % turvallisuustason parantumisesta 2000-luvun alussa johtui ajoneuvojen turvallisuuden parantumisesta (Carnis & Blais 2013). Pistemäisen automaattivalvonnan nopeus- ja onnettomuusvaikutukset ovat siten selvästi myönteisiä myös mahdolliset valvonnan vaikuttavuutta yliarvioivat tekijät huomioon ottaen.

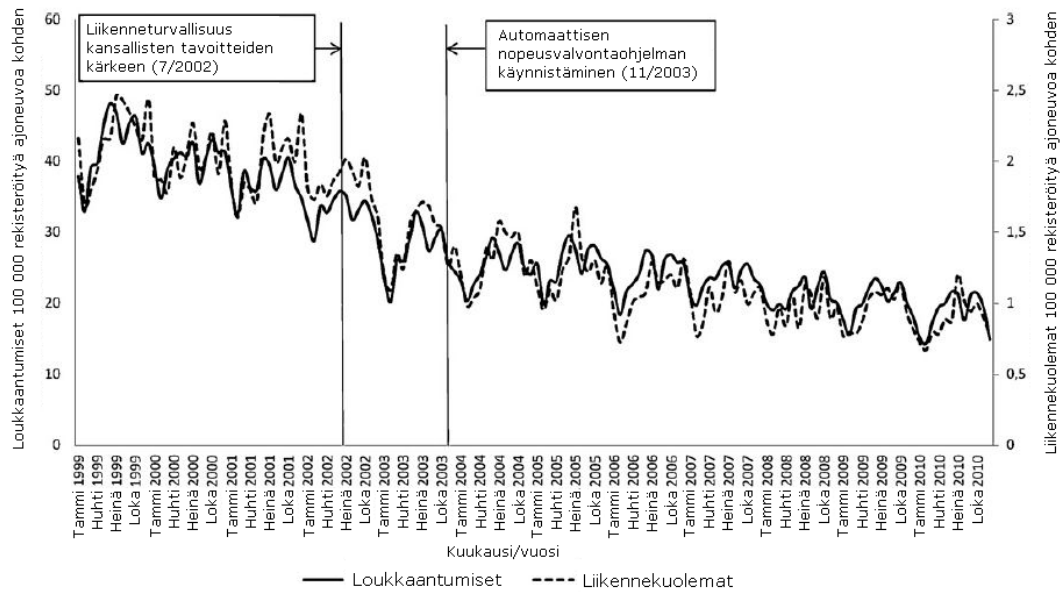
4.1.4 Vaikuttavuus pitkällä aikavälillä

Joissain suomalaisissa tutkimuksissa on havaittu, että ajonopeudet pyrkivät palamaan automaattivalvontaa edeltäneelle tasolle joidenkin vuosien kuluttua automaattivalvonnan aloittamisesta. Rajamäen ja Beilinsonin (2005) tutkimuksessa nopeuksia mitattiin kahdessa pisteessä, joista toisessa automaattivalvonta alensi nopeuksia pysyvästi useiksi vuosiksi. Toisessa mittauspisteessä valvonnan havaittiin vähentävän pysyvästi vain suuria ylinopeuksia, sillä keskinopeus ja pienet ylinopeudet olivat kohonneen useiden vuosien kuluttua valvonnan aloittamisesta uudelleen automaattivalvontaa edeltäneelle tasolle (Rajamäki & Beilinson 2005). Molemmissa kohteissa oli kesällä 100 km/h ja talvella 80 km/h nopeusrajoitus. Räsänen ym. (2004) tutkimuksessa puolestaan havaittiin automaattivalvonnan vaikutusten heikkenen jo vuoden kuluttua valvonnasta. Nopeudet laskivat kantatiellä 51 Helsingin suuntaan ensin 3,2 km/h, mutta tasoittuivat 2,2 km/h alemmalle tasolle verrattuna valvontaa edeltäneisiin ajonopeuksiin. Karjaan suuntaan nopeudet laskivat välittömästi valvonnan jälkeen 2,2 km/h, mutta nopeudet olivat nousseet vuodessa lähes valvontaa edeltäneelle tasolle.

Samansuuntaisiin tuloksiin päädyttiin myös Peltolan ja Rajamäen (2009) tutkimuksessa, jossa sekä keskinopeudet että vähintään 10 km/h ylinopeutta ajavien osuudet lähtivät uudelleen kasvuun etenkin silloin, kun automaattivalvonta ei ollut intensiivistä ja jatkuvaa. Vaikutusten heikennyttyä poliisi alkoi kuitenkin puuttua systemaattisemmin ylinopeuksiin, ja automaattivalvonta oli esillä julkisuudessa. Näiden toimenpiteiden myötä ajonopeudet kääntyivät uudelleen laskuun, mikä viittaa siihen, etteivät automaattivalvonnan positiiviset vaikutukset säily ilman aktiivista valvontaa. Sen perusteella myös automaattivalvonnan vaikuttavuutta voidaan siten tehostaa entisestään ylläpitämällä valvontapisteillä tehokkaampaa valvontaa (Peltola & Rajamäki 2009). Toisaalta tulos viittaa siihen, että osa automaattisen nopeusvalvonnan vaikuttavuudesta selittyy poliisin valvontakampanjoilla ja medianäkyvyydellä.

Automaattivalvonnan vaikutusten heikkenemisestä on saatu muissa maissa jokseenkin ristiriitaista tietoa. Isossa-Britanniassa tehdyssä tutkimuksessa ei havaittu merkittäviä eroja uusien ja vanhempien, eli pidemmän aikaa käytössä olleiden jaksojen välillä, mutta vaikutukset olivat kaikkein voimakkaimpia välittömästi valvonnan käyttöönoton jälkeen (Gains et al. 2005). Norjassa automaattivalvonta laski ajonopeuksia valvonnan käynnistämisen jälkeen 8,3 km/h, kun vaikutus oli 8,1 km/h vielä 1,5 vuotta valvonnan aloittamisen jälkeenkin. Nopeuksien havaittiin kuitenkin laskevan vielä enemmän valvontapisteiden välillä, ja nopeuksien hajonta kasvoi jo kahdessa vuodessa (Ragnøy 2002). Norjassa vuoden 2003 jälkeen käyttöön otettujen valvontajaksojen on myös havaittu olevan aiemmin asennettuja tehokkaampia, mikä saattaa selittyä ainakin osittain sijoittamiskriteerien tarkentumisella (Høye 2015). Tämä viittaa siihen, että automaattivalvonnan tarkemmalla kohdentamisella voidaan saada aikaan parempaa vaikuttavuutta. Ranskassa puolestaan henkilövahinko-onnettomuuksien havaittiin vähenevän merkittävästi automaattivalvonnan myötä, mutta loukkautumisten määrän lasku pysähtyi seitsemän valvontaa seuranneen vuoden aikana (Carnis & Blais 2013). Liikennekuolemien määrä kuitenkin laski tasaisesti (kuva 17), ja

arvion mukaan 70 % liikennekuolemien määrän laskusta vuosina 2003–2005 selittyy tutkimuksen mukaan automaattivalvonnalla.



Kuva 17. Loukkaantumisten ja liikennekuolemien määrän kehitys 100 000 rekisteröityä ajoneuvoa kohden Ranskassa 1999–2010 (muokattu lähteestä Carnis & Blais 2013).

Ragnøy (2011) on todennut, että liikenneturvallisuuden parantaminen on vuosi vuodelta hankalampaa turvallisuustason parantuessa. Sellaiset toimenpiteet, jotka ovat aiemmin edistäneet merkittävästi liikenneturvallisuutta, eivät välttämättä vaikuta yhtä voimakkaasti myöhemmin paremmassa liikenneturvallisuustilanteessa. Valvonnan vaikutusten heikkeneminen pitkällä aikavälillä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että automaattivalvonnasta ei olisi hyötyä, sillä todellisuudessa ajonopeudet voisivat olla vieläkin korkeammat ilman valvontaa. Esimerkiksi Tanskassa ajonopeudet lähtivät uudelleen nousuun sen jälkeen, kun automaattivalvonta poistettiin tiejaksoilta valvontakokeilun päättyttyä (Sørensen 2010). Myös Isossa-Britanniassa ajonopeuksien ja onnettomuuksien määrän on havaittu nousevan uudelleen tiejaksoilla, joilla automaattivalvonta on poistettu käytöstä (Allsop 2010).

4.2 Keskinopeusvalvonnan vaikutukset

Kiinteä automaattivalvonta on ollut perinteisesti pistemäistä valvontaa, jossa hetkelisiä ajonopeuksia mitataan yhdessä tienkohdassa. Vaikka pistemäisen valvonnan on havaittu vähentävän ylinopeuksia ja parantavan liikenneturvallisuutta tehokkaasti, on viime vuosina yleistynyt keskinopeusvalvonta todettu jopa pistemäistä valvontaa tehokkaammaksi (esim. Ragnøy 2011; Lahrmann et al. 2016). Pistemäistä valvontaa on kritisoitu myös siitä, että se johtaa ”kenguruefektiin”, jossa ajonopeudet ovat kameratolpan kohdalla matalampia kuin valvontapisteen välisellä tieosuudella (esim. Wegman & Goldenbeld 2006). Mikäli ajonopeuksia halutaan hillitä pidemmällä yhtenäisellä tieosuudella tasaisemmin, voidaan kaksi pistemäisen valvonnan kameratolppaa yhdistää keskinopeusvalvontajaksoksi.

Keskinopeusvalvonnassa jakson kamerapylväät kommunikoivat keskenään, ja laskevat valvontapisteen A ja B välisellä tieosuudella käytetyn matka-ajan ajoneuvon keskinopeuden selvittämiseksi. Keskinopeusvalvontajakson ensimmäinen kamera ottaa kuvan kaikista A-valvontapisteen ohittavista ajoneuvoista, jolloin järjestelmä tallentaa ajoneuvon yksilöiviä tietoja, kuten rekisterinumeron. B-valvontapiste kuvaa ja

rekisteröi samat tiedot kuin jakson ensimmäinen kamera. Mikäli ajoneuvo tunnistetaan molemmilla kamerapylväillä, laskee järjestelmä ajoneuvon matkanopeuden valvotulla tieosuudella. Jos matkanopeus ylittää nopeakrajoituksen perusteella valvontajaksolle lasketun suurimman sallitun matkanopeuden, on kyseessä ylinopeus. Järjestelmä poistaa jo ennen jatkokäsittelyä kuvat niistä ajoneuvoista, jotka ovat ajaneet sallittua nopeutta tai jotka rekisteröidään vain toisella kamerapylväällä. Koska vain molemmilla kameratolpilla rekisteröityjen ajoneuvojen nopeuksia voidaan valvoa, tulisi keskinopeusvalvontajakson sijaita sellaisella tiejaksolla, jolla ei ole merkittäviä liittymiä. (Ragnøy 2011.)

Suomessa on toteutettu vain yksi keskinopeusvalvonnan kokeilu (Rajamäki 2010). Kansainvälisesti keskinopeusmittaukseen perustuva valvonta on kuitenkin jo melko yleistä, ja keskinopeusvalvonnan vaikutuksista on tehty viime vuosina useita tutkimuksia. Taulukkoon 6 on koottu keskinopeusvalvonnan vaikutuksia käsitteleviä tutkimuksia Suomesta ja ulkomailta, ja eri maiden tutkimusten osalta on esitetty tekijä, tutkimuskohde, ajonopeuksien lasku, ylinopeutta ajavien osuuden muutos sekä eri onnettomuusluokkien määrän muutokset laskennallisen tai havaitun onnettomuuskehityksen osalta. Näiden tutkimusten perusteella keskinopeusvalvonnan käyttöönotto laskee ajonopeuksia keskimäärin noin 2–10 km/h. Ylinopeutta ajavien osuudet usein puolittuvat keskinopeusvalvonnan käyttöönoton seurauksena, mutta tuloksissa on suurta vaihtelua noin neljänneksen laskusta yli 90 %:n laskuun ylinopeutta ajavien osuudessa. Yli 10 km/h ylinopeutta ajavien osuus laskee vielä enemmän, arviolta 60–80 %. Tuloksissa on kuitenkin huomattavia eroja lähtötilanteen ja keskinopeusvalvonnan käyttöönoton jälkeisestä ylinopeuksien määrästä johtuen. Joissain tapauksissa ylinopeutta ajavien osuus laski lähelle nollaa, ja esimerkiksi Norjassa vähintään 90 % autoilijoista noudattaa keskinopeusvalvontajakson nopeakrajoitusta riippumatta nopeustasosta ennen valvontaa (Ragnøy 2013). Myös onnettomuusvähenemien suuruudessa on eroja, mutta tässä työssä tarkasteltujen tutkimusten perusteella voidaan karkeasti arvioida, että keskinopeusvalvonta vähentää kaikkia onnettomuuksia 10–30 % ja vakavia onnettomuuksia 20–60 %.

Taulukko 6. Esimerkkejä keskinopeusvalvonnan vaikutuksia käsittelevien tutkimusten tuloksista.

Maa ja tekijä	Tutkimuskohde	Ajoneu- peuksien muutos	Ylinopeutta ajavien osuu- den muutos	Onnettomuusmäärien muutos
Suomalaiset tutkimukset				
Suomi; Raja- mäki 2010	Keskinopeusvalvon- nan kokeilu Heino- lassa 2010	-1,8 km/h	Kaikki ylino- peudet: -24 %	Ei tutkittu
Muissa maissa tehdyt tutkimukset				
Norja; Ragnøy 2011	Kolme 2009–2010 käyttöön otettua val- vontajaksoa	-2,7...- 10,2 km/h	Kaikki ylino- peudet: -38...-42 %	Ei tutkittu
Norja; Ragnøy 2013	Seitsemän valvonta- jaksoa neljässä tun- nelissa	-2,6...-9,2 km/h	Kaikki ylino- peudet: -53...-93 %	Kaikki: -11,4...-19,5 %*
Belgia; De Pauw et al. 2014	Kaksi moottoritiejak- soa Belgian Flande- rissa	-4,3...-7,4 km/h	Kaikki ylino- peudet: -74 %	Ei tutkittu
Italia; Montella et al. 2012	2007 käynnistetty keskinopeusvalvonta moottoritiellä A1 (Milano-Napoli)	Ei tutkittu	Ei tutkittu	Kaikki: -31,2 % Omaisuuksien/lievään louk- joht.: -26,6 % Vakavaan louk./kuole- maan joht.: -55,6 %
Iso-Britannia; Lahrmann et al. 2016	3 tutkimuskohdetta: 1) Maantie A77, Länsi-Skotlanti 2) Onnettomuustar- kastelu, Nottingham/ Nottinghamshire; 3) Maantie A14, itäi- nen Englanti (aiem- min piste-mäistä val- vontaa)	1) -2,2...- 15,7 km/h	Ei tutkittu	Henkilövahinko-onn.: 1) -11,7 %* 2) -9...-36 % 3) -30 %** (pistevalvonta → keskinopeusvalvonta); Vakavaan louk./kuole- maan joht.: 1) -18,3...-27,4 %*, 3) -63 % (pistevalvonta → keskinopeusvalvonta)
Iso-Britannia; Owen et al. 2016	Onnettomuus-tarkas- telu 25:llä keskino- peusvalvontajaksolla	Ei tutkittu	Ei tutkittu	Henkilövahinko: -9...-22 % Vakavaan louk./kuole- maan joht.: -25...-46 %)

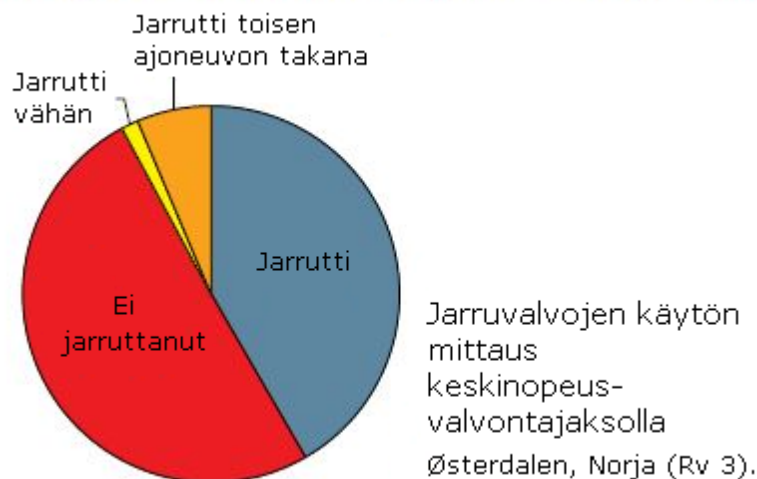
* Laskennallinen vaikutus (potenssi- ja eksponenttimallit)

**Tulos ei tilastollisesti merkitsevä

Suomessa ei ole tällä hetkellä käytössä keskinopeusmittaukseen perustuvaa automaattista nopeusvalvontaa, mutta Heinolassa vuonna 2010 tehdyn keskinopeusvalvontakokeilun tulokset olivat myönteisiä (Rajamäki 2010). Viikon mittainen kokeilu toteutettiin noin kuuden kilometrin tieosuudella valtatiellä 5, jonka nopeusrajoitus oli 100 km/h. Keskinopeusvalvonnan vaikutuksia tutkittiin mittaamalla ajoneuvojen piste- ja matkanopeuksia, aikavälejä sekä ohitusmääriä. Lisäksi haastateltiin noin 200:aa ajoneuvonkuljettajaa. Kuten taulukossa 6 on esitetty, keskinopeusvalvonta laski ajoneuvoja 1,8 km/h, kun ylinopeutta ajavien osuus laski 24 % (Rajamäki 2010). Kokeilun vaikutukset olivat hieman heikommät verrattuna moniin kansainvälisiin tutkimuksiin, mutta runsaasta tiedotuksesta huolimatta kokeilu on saattanut jäädä osalta huomaamatta, jolloin vaikutukset eivät ole optimaaliset. Tästä saattaa kertoa myös se, etteivät vapaiden ajoneuvojen nopeudet laskeneet yhtä paljon kuin letkassa ajavien ajoneuvojen nopeudet, ja keskinopeusvalvonnan vaikutukset olivatkin suurimmat

vilkkaaimman liikenteen tunteina (yli 1000 ajoneuvoa tunnissa). Matkanopeuksien havaittiin alenevan myös valvontajaksoa seuranneella tieosuudella, joskaan tutkimuksen perusteella ei voida sanoa, kuinka pitkälle keskinopeusvalvonnan vaikutukset ulottuivat (Rajamäki 2010).

Muissa maissa toteutettujen tutkimusten mukaan ajonopeudet ovat hieman (n. 2 %) suuremmat keskinopeusvalvontajakson keskellä kuin koko jaksolla keskimäärin. Valvonnan vaikutukset ulottuvat kuitenkin koko valvontajaksolle, sillä ajonopeudet ovat lähes samalla tasolla valvontajakson eri osissa (De Pauw et al. 2014; Lahrmann et al. 2016). Keskinopeudet kuitenkin laskevat hieman jakson loppua kohden, ja lisäksi ne ovat matalimpia kameratolppien kohdalla (Ragnøy 2011; Ragnøy 2013; De Pauw et al. 2014). Nopeudet myös laskevat enemmän B- kuin A-kameratolpalla. Esimerkiksi Langoddenin valvontajaksolla nopeus laski A-pylvään kohdalla 14 km/h ja B-pylväällä 18 km/h, kun taas Hellin tunnelissa vastaavat nopeuden laskut olivat -4,4 km/h ja -5,5 km/h (Ragnøy 2011; Ragnøy 2013). Vuonna 2011 tehdyssä tutkimuksessa (Ragnøy 2011) noin puolet autoilijoista jarrutti ennen kameratolppaa, mutta nopeuden lasku oli vähäistä (kuva 18). Myöhemmin tehdyssä tunnelien keskinopeusvalvonnan tutkimuksessa havaittiin kuitenkin, että ylinopeutta ajavien osuudet ovat suurempia Hellin tunnelin kameratolppien kohdalla (18–23 %) kuin niiden välillä (6 %). Tulos viittaa siihen, että tietämys keskinopeusvalvonnan toimintaperiaatteesta on parantunut, eivätkä jarrutukset ole keskinopeusvalvontajärjestelmän vakiinnuttua kovin yleisiä (Ragnøy 2013).



Kuva 18. Alle puolet kuljettajista jarrutti ennen keskinopeusvalvontajakson ensimmäistä kamerapylvästä Norjassa tehdyssä mittauksessa (muokattu lähteestä Ragnøy 2011).

Norjalaistutkimusten mukaan ajoneuvot, jotka rekisteröidään vain toisella kameratolpalla, eivät aja lainkaan tai merkittävästi kovempaa kuin ajoneuvot, jotka rekisteröidään molemmilla tolilla (Ragnøy 2011; Ragnøy 2013). Tutkimusten mukaan kaikilla ja vain toisella tolilla havaittujen ajoneuvojen erot ajonopeuksissa vaihtelevat ulkoilmajaksoilla -1,5 km/h ja 2,2 km/h välillä, kun tunneleissa vain toisella tolilla rekisteröidyt ajoneuvot ajavat vain 0,2–0,4 km/h kovempaa kuin molemmilla pisteillä rekisteröidyt ajoneuvot (Ragnøy 2011; Ragnøy 2013).

Keskinopeusvalvonnan vaikutusten on havaittu ulottuvan valvontajakson ulkopuoliselle tieosuudelle Suomen lisäksi myös Norjassa ja Belgiassa. Norjassa nopeuksien ajonopeuksien havaittiin lähtevän kasvuun keskinopeusvalvontajakson jälkeen, mutta

vaikutukset ulottuivat silti vähintään kilometrin etäisyydelle B-kameratolpasta. Ajoneuvojen keskinopeus oli 71 km/h jälkimmäisellä kameratolpalla ja 83 km/h 1 500 metrin etäisyydellä B-kameratolpasta, kun nopeus ennen valvontaa oli 89,4 km/h 1 500 metrin päässä valvontajaksosta (Ragnøy 2011). Belgiassa nopeudet laskivat 6 kilometriä keskinopeusvalvontaan perustuvan automaattivalvontajakson molemmin puolin, mutta jakson alku- ja loppupää eivät olleet kuljettajille kovin selkeästi havaittavissa. Nopeudet laskivat varsinaisen valvontajakson ulkopuolella 2,3–6,6 km/h, ja ylinopeutta ajavien osuus laski 40–72 % valvontajaksosta riippuen (De Pauw et al. 2014).

Eri tekijät vaikuttavat keskinopeusvalvonnan tehokkuuteen. Norjassa ajonopeuden laskun suuruuden on havaittu riippuvan ylinopeuksien suuruudesta eli lähtötilanteen korkeasta nopeustasosta (Ragnøy 2011; Ragnøy 2013). Lahrmannin ym. (2016) tutkimustulos ei kuitenkaan ollut yhtä suoraviivainen, sillä nopeudet laskivat paljon sellaisillakin jaksoilla, joilla lähtötilanteen keskinopeus oli selvästi alle jakson nopeusrajoituksen. Eräällä jaksolla keskinopeudet puolestaan ylittivät nopeusrajoituksen selvästi, mutta keskinopeusvalvonta ei laskenut ajonopeuksia nopeusrajoituksen alapuolelle (Lahrmann et al. 2016).

Keskinopeusvalvonta näyttää olevan tehokkaampaa yöaikaan (De Pauw et al. 2014), jolloin myös ajonopeudet ovat yleensä korkeampia ilman valvontaa (Ragnøy 2013; De Pauw et al. 2014). Belgiassa tehdyn tutkimuksen perusteella keskinopeusvalvonta vähentää ajonopeuksien hajontaa, ja valvonnan vaikutukset ovat hieman suuremmat arkipäivinä sekä ruuhkatunteina (De Pauw et al. 2014). Nopeusrajoituksen ja säätilan ei kuitenkaan ole havaittu vaikuttavan keskinopeusvalvonnan tehokkuuteen (De Pauw et al. 2014; Owen et al. 2016). Keskinopeusvalvonnan pitkäaikaisvaikutuksista on puolestaan ristiriitaisia tuloksia: Isossa-Britanniassa eroa vanhojen ja uusien jaksojen vaikutuksissa ei ole havaittu, kun taas Italiassa onnettomuusmäärä laski ensin 39 % taantuen kuitenkin 18 %:iin (Montella et al. 2012; Owen et al. 2016).

Tutkimuksissa on havaittu erilaisia vaikutuksia myös onnettomuuksien osalta. Italian keskinopeusvalvontaa käsittelevän tutkimuksen mukaan valvonta on tehokkainta mutkaisilla tieosuuksilla. Kaarteissa sattuneet onnettomuudet vähenivät keskinopeusvalvonnan myötä 43 %, kun suorilla tieosuuksilla vähenemä oli 28 % (Montella et al. 2012). Belgiassa onnettomuuksien on puolestaan huomattu vähenevän keskinopeusvalvonnan myötä kaikissa muissa onnettomuusluokissa paitsi peräänajoissa pistemäisen valvonnan tapaan (De Pauw et al. 2014). Onnettomuuksien siirtymistä ei myöskään ole havaittu, ja Høye (2015) onkin todennut, että keskinopeusvalvonnassa on todennäköisempää, että onnettomuudet vähenevät myös valvontajakson ulkopuolella sen sijaan, että ne siirtyisivät jakson ulkopuolelle.

Australian New South Walesissa on puolestaan raportoitu raskaan liikenteen keskinopeusvalvontaan liittyviä onnettomuusvaikutuksia. Yhteensä 25 valvontajaksoa (700 tiekilometriä) ovat vähentäneet alustavan arvion mukaan henkilövahinko-onnettomuuksien määrää noin 30 % (NSW Centre for Road Safety 2015; NSW Centre for Road Safety 2017). Raskaiden ajoneuvojen onnettomuuksien määrä on kuitenkin lisääntynyt hieman, mutta toisaalta myös raskaan liikenteen määrä tieosuuksilla on kasvanut.

4.3 Erot pistemäisen ja keskinopeusvalvonnan vaikuttavuudessa

Kiinteää automaattista nopeusvalvontaa on tutkittu 2000-luvun aikana runsaasti ja useissa eri maissa. Tutkimusten perusteella automaattivalvonnan myönteiset vaikutukset ajonopeuksiin ja liikenneturvallisuuteen ovat kiistattomia. Valvonnan on todettu alentavan erityisesti suurimpia ylinopeuksia sekä vähentävän varsinkin vakavien onnettomuuksien määriä lieventäen onnettomuuksien seurauksia. Myös jo pienellä ajonopeuksien laskulla on todettu olevan merkittäviä vaikutuksia liikenneonnettomuuksien kokonaisriskiin (esim. Nilsson 2004; Ragnøy 2013). Sekä pistemäinen että keskinopeusvalvonta on todettu hyvin tehokkaiksi menetelmiksi ajonopeuksien hallinnassa, mutta keskinopeusvalvonnan hyödyt näyttävät olevan pistemäistäkin valvontaa suuremmat. Pistemäinen valvonta laskee keskinopeuksia tutkimusten mukaan arviolta 2–8 km/h, kun keskinopeusvalvonta laskee niitä keskimäärin 2–10 km/h. Ajonopeuksien laskun vaikutukset onnettomuusmääriin ovat kuitenkin molempien osalta merkittäviä, ja samaa suuruusluokkaa (henkilövahinko-onnettomuudet n. -20–25 %, vakavat onnettomuudet n. -30–40 %). Erot valvontatyypin välillä selittyvät lähinnä sillä, että keskinopeusvalvonnan vaikutukset ulottuvat laajemmin koko valvontajaksolle kuin pistemäisessä automaattivalvonnassa.

Monissa keskinopeusvalvontaa käsittelevissä tutkimuksissa on vertailtu pistemittaukseen ja matkanopeusmittaukseen perustuvan valvonnan vaikuttavuutta. Wiman ym. (2008) ovat selvittäneet keskinopeusvalvonnan toteuttamisedellytyksiä Ruotsissa. Selvityksessä todettiin, että keskinopeusvalvonta vähentää liikennekuolemia ja vakavia loukkaantumisia keskimäärin 37 %, kun pistemäinen valvonta vähentää niitä noin 30 %. Tämä johtuu pääosin siitä, että keskinopeusvalvonnassa nopeusvaikutukset ulottuvat voimakkaampina myös kameratolppien väliselle alueelle (esim. Ragnøy 2011). Keskinopeusvalvonta myös tasoittaa myös liikennevirtaa tehokkaammin, mikä puolestaan johtaa lievempiin ympäristövaikutuksiin (Wiman et al. 2008).

Englannissa on tutkittu keskinopeusvalvonnan vaikutuksia sellaisella tiejaksolla (A 14 välillä Huntingdon-Cambridge), jolla on ollut aiemmin pistemäistä valvontaa (Lahrmann et al. 2016). Tutkimuksen mukaan henkilövahinko-onnettomuuksien määrä laski 30 % keskinopeusvalvonnan käyttöönoton jälkeen, joskaan tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Vakavaan loukkaantumiseen tai kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrä laski keskinopeusvalvonnan myötä vielä 63 %, ja tulos oli tilastollisesti merkitsevä (Lahrmann et al. 2016). Selvityksessä ei kuitenkaan huomioitu onnettomuuksien palautumista keskiarvoon (RTM-efekti), joten todelliset vaikutukset ovat hieman lievemmat. Silti keskinopeusvalvonnan myönteiset turvallisuusvaikutukset ovat tutkimuksen perusteella pistemäistä valvontaa suuremmat (Lahrmann et al. 2016).

Norjassa pistemäisen ja keskinopeusvalvonnan vaikutuksia on verrattu sijoittamalla pistemäisen valvonnan kameratolppa 10 kilometrin etäisyydelle ennen keskinopeusvalvontajaksoa (Ragnøy 2011). Keskinopeusvalvonta havaittiin huomattavasti tehokkaammaksi, sillä se laski ajonopeuksia kolminkertaisesti verrattuna pistemäiseen valvontaan. Tunnelien keskinopeusvalvontaa käsittelevässä tutkimuksessa ajonopeudet laskivat vähiten Hellin tunnelissa, jossa oli ollut aiemmin pistemäistä automaattivalvontaa, ja jossa ajonopeudet olivat jo lähtötilanteessa melko matalia (Ragnøy 2013). Keskinopeusvalvontaan siirtymisen jälkeen nopeudet laskivat kuitenkin vielä 2,6 km/h, mikä viittaa keskinopeusvalvonnan suurempaan vaikuttavuuteen.

Vaikka keskinopeus näyttää tutkimustulosten valossa pistemäistä valvontaan tehokkaammalta, ei pistemäiseen valvontaan perustuvien jaksojen muuttaminen keskinopeusvalvontajaksoiksi ole välttämättä kannattavaa. Esimerkiksi Ruotsissa keskinopeusvalvonnan käyttöönottoa ei selvitysten jälkeen suositeltu kustannusten, hyväksyttävyyteen liittyvien riskien sekä pistemäisen valvonnan hyvien tulosten ja kehittämispotentiaalin vuoksi (Wiman et al. 2008). Koska molempien valvontatyyppien myönteiset liikenneturvallisuusvaikutukset ovat huomattavia eivätkä erot vaikuttavuudessa ole suuria, Ruotsissa keskinopeusvalvonnan ei ole nähty tuovan Ruotsissa merkittävää lisäarvoa verrattuna pistemittaukseen valvontaan kokonaistaloudellisesti arvioituna. Myös Suomessa automaattisen nopeusvalvontajärjestelmän kustannustehokkuus sekä valvonnan hyväksyttävyys ovat tärkeitä tekijöitä, jolloin keskinopeusvalvonnan tuomat edut eivät välttämättä ole kokonaistaloudellisesti riittävän suuria kaikilla tiejaksoilla.

4.4 Automaattivalvonnan tuomat yhteiskunnalliset onnettomuussäästöt

Joissain maissa on esitetty arvioita siitä, kuinka paljon automaattisella nopeusvalvonnalla on aikaansaatua onnettomuussäästöjä kansallisella tasolla, ja kuinka monilta henkilövahinko-onnettomuuksilta on vältetty myönteisten liikenneturvallisuusvaikutusten kautta. Suomessa noin 3 000 tiekilometriä kattavan automaattisen nopeusvalvontajärjestelmän on arvioitu estävän arviolta 87–100 henkilövahinkoihin johtavaa onnettomuutta ja säästävän noin 30 liikennekuolemaa vuosittain (Peltola ja Rajamäki 2009; Kallberg & Törnqvist 2011). Ajosuoritteeseen perustuvan arvion mukaan automaattivalvonnalla on vältetty vuoteen 2009 mennessä ainakin 300 henkilövahinko-onnettomuutta ja lähes 100 liikennekuolemaa (Peltola ja Rajamäki 2009). Toisen laskelman mukaan vuoden 2012 loppuun mennessä saavutetut onnettomuussäästöt ovat puolestaan arviolta 550 henkilövahinko-onnettomuutta ja 180 liikennekuolemaa (Beilinson & Kallberg 2012). Koska automaattinen nopeusvalvontajärjestelmä aiheuttaa positiivisia heijastusvaikutuksia myös valvonnan ulkopuolisille tieosuuksille, on todellisten lukujen arvioitu olevan jopa tätäkin suurempia (Peltola ja Rajamäki 2009). Taloudellisesti mitattuna automaattivalvonnan tuottamat onnettomuussäästöt ovat arviolta 80 miljoonaa euroa vuodessa.

Kahdessa suomalaistutkimuksessa on arvioitu myös automaattivalvonnan tehostamisen ja laajentamisen vaikutuksia henkilövahinko-onnettomuuksien ja liikennekuolemien määrään. Vuonna 2004 toteutetussa liikennevalvonnan kehittämistä koskevassa selvityksessä arvioitiin, että automaattista nopeusvalvontaa tehostamalla voitaisiin välttää 37–64 liikennekuolemaa vuosittain riippuen valvonnan laajuudesta sekä siitä, kuinka paljon yli 10 km/h suuruisia ylinopeuksia saadaan vähennettyä (Rathmayer et al. 2004). Tuolloin liikenteessä kuoli kuitenkin lähes 400 henkeä vuodessa. Rajamäki & Peltola ovat puolestaan arvioineet vuonna 2012, että automaattisen nopeusvalvonnan lisääminen 1 000 tiekilometrillä (yhteensä 4 000 km) vähentäisi liikennekuolemia 4,5 kappaletta vuosittain (Rajamäki & Peltola 2012). Kokonaisuudessaan vuoteen 2014 tähtäävän tieliikenteen turvallisuussuunnitelman toimenpiteiden toteuttamisen arvioitiin vähentävän liikennekuolemien määrää vuosittain 32–4:lla, mutta mukana on automaattivalvonnan lisäksi myös esimerkiksi alkolukon ja ajoneuvon turvalaitteiden yleistymisen, tiedotuksen sekä nopeusrajoitusmuutosten turvallisuusvaikutukset (Rajamäki & Peltola 2012). Mikäli suunnitellut liikenneturvallisuustoimenpiteet toteutuisivat, menehtyisi liikenteessä vuonna 2014 arviolta 219–234 henkilöä. Rajamäen & Peltolan (2012) arvio oli osuva, sillä vuonna 2014 liikennekuolemien todellinen määrä oli 229 huolimatta siitä, että automaattivalvontajärjestelmää ei kattanut kuin reilut 3

000 tiekilometriä. On kuitenkin vaikea arvioida, onko automaattisen nopeusvalvonnan positiivisia vaikutuksia aliarvioitu, ja missä määrin myönteinen liikenneturvallisuuskehitys johtuu esimerkiksi muiden tiehankkeiden tai ajoneuvojen turvallisuustason paranemisesta autokannan uusiutuessa.

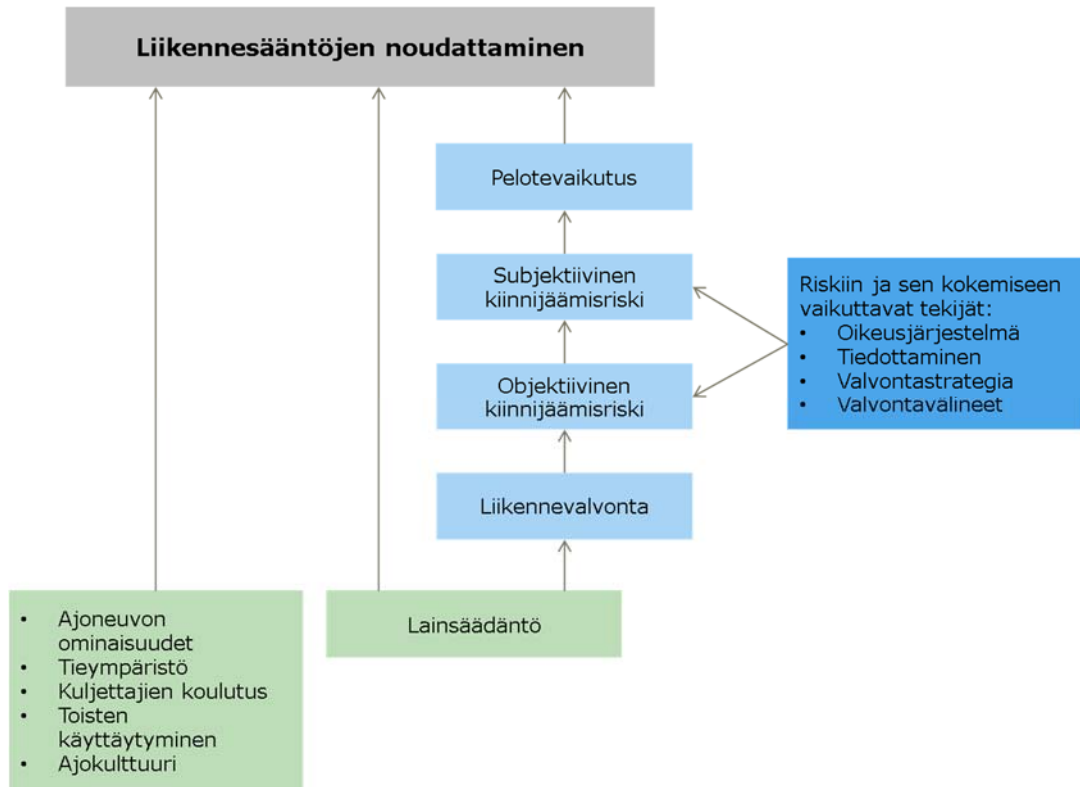
Myös Suomen ulkopuolella on tehty arvioita kiinteän, pistemäisen automaattivalvonnan tuomista onnettomuussäästöistä. Ruotsissa on arvioitu, että vuoden 2008 loppuun mennessä rakennetut valvontajaksot (yhteispituus n. 2 700 km) ovat säästäneet vuosittain arviolta 12–20 liikennekuolemaa tai noin 70 vakavaa loukkaantumista tai liikennekuolemaa vuosittain (Vägverket 2009). Ranskassa on puolestaan arvioitu, että vuosina 2003–2010 rakennetut automaattivalvontajaksot ovat säästäneet yhteensä yli 15 000 liikennekuolemaa ja yli 62 000 loukkaantumista liikenteessä (Carnis & Blais 2013).

5 Automaattinen nopeusvalvonta Suomessa

5.1 Nopeusvalvonnan tavoitteet ja vaikuttavuus

Oikein toteutettuna nopeusvalvonta vähentää tehokkaasti ylinopeuksia, ja sen seurauksena erityisesti vakavien onnettomuuksien määrää. OECD (2006) on määritellyt tehokkaan nopeusvalvonnan periaatteita, joiden mukaan valvontaa tulisi toteuttaa usein, mutta kuitenkin epäsäännöllisin väliajoin, vaihtelevalla intensiteetillä sekä eri paikoissa ja eri aikoina. Selkeästi näkyvää sekä huomaamatonta valvontaa tulisi myös yhdistellä, ja esimerkiksi kiinteää automaattivalvontaa ja tutkavalvontaa olisi hyvä hyödyntää samoissa kohteissa. Lisäksi nopeusvalvontaa tulisi tukea kampanjoilla ja tiedotuksella (OECD 2006). Valvonnan vaikutukset perustuvat liikennesääntöjen noudattamisesta saataviin suhteellisiin hyötyihin ja haittoihin. Myös kuljettajien arvioiman kiinnijäämisriskin on havaittu vaikuttavan oleellisesti ylinopeudella ajamisen todennäköisyyteen, kun taas ylinopeudesta määrättävien sanktioiden suuruus vaikuttaa liikennesääntöjen noudattamiseen vähemmän (Beilinson et al. 2004; Ryeng 2012).

Ajonopeuksien valvontaan voidaan soveltaa liikennevalvonnan vaikutusmekanismia (kuva 19), joka kuvaa liikennevalvonnan eri osien ja osapuolten välisiä vuorovaikutussuhteita. Todellinen liikennevalvonnan määrä sekä puuttumiskynnys asettavat objektiivisen kiinnijäämisriskin, joka puolestaan määrittää pitkälti subjektiivista kokemusta kiinnijäämisriskistä (OECD 2006). Subjektiivista arviota valvonnan yleisyydestä voimistavat erityisesti automaattivalvonnan kampanjat sekä näkyvyys mediassa. Lisäksi koettuun kiinnijäämisriskiin vaikuttaa se, kuinka usein kuljettaja ajaa tiellä, jolla on automaattista nopeusvalvontaa. Usein automaattivalvotulla tiellä ajavat arvioivat puuttumiskynnyksen korkeammaksi kuin automaattivalvotulla tiellä harvemmin ajavat (Beilinson et al. 2004). Subjektiivinen kiinnijäämisriski puolestaan luo pelotevaikutuksen, joka voi olla yleinen (koskee niitä, jotka eivät ole jääneet kiinni rikkeestä) tai erityinen (koskee rikkeestä kiinni jääneitä) (Kallberg & Törnqvist 2011). Mikäli pelotevaikutus on riittävän voimakas ja kiinnijäämisriski koetaan riittävän korkeaksi, tienkäyttäjät ottavat sen huomioon liikenteessä ja toimivat sääntöjen mukaisesti yrittäessään välttää rangaistuksia (OECD 2006). Mitä korkeammaksi kuljettaja siis arvioi esimerkiksi poliisin puuttumiskynnyksen ylinopeuksiin, sitä todennäköisemmin kuljettaja noudattaa nopeusrajoitusta (Beilinson et al. 2004). Pelkkä valvonnan uhka saattaa siten riittää toivottujen tulosten aikaansaamiseksi, kunhan koettu kiinnijäämisriski on riittävän suuri. Muutoin kiinnijäämistä voidaan pitää ”huonona onnena”, mikä ei vaikuta myönteisesti liikennekäyttäytymiseen tulevaisuudessa (OECD 2006).



Kuva 19. Liikennevalvonnan vaikutusmekanismi (Mäkinen ym. 2003; Kallberg & Törnqvist 2011).

Valtioneuvosto teki vuonna 2006 periaatepäätöksen tieliikenteen turvallisuuden parantamisesta (Valtioneuvosto 2006). Periaatepäätöksen yhtenä tavoitteena oli saada ajonopeudet vastaamaan paremmin säädettyjen nopeusrajoitusten tasoa laskemalla nopeusvalvonnan puuttumiskynnystä, eli madaltamalla kiinnijäämisriskiä. Poliisi kiisti ja yhdenmukaisti ylinopeuksien puuttumiskäytäntöjä lokakuussa 2009. Malmivuon (2011) selvitti puuttumiskäytännön muutoksien vaikutuksia liikenteen käyttäytymiseen ja poliisin toimintaan. Puuttumiskynnys laski lähes kaikissa alueellisissa poliisilaitoksissa, ja pienehköistä (8–10 km/h) ylinopeuksista kirjoitettiin nelinkertainen määrä sakkoja kesällä 2010 verrattuna edelliseen kesään. LAM-pisteiden aineiston perusteella liikenteen keskinopeudet laskivat keskimäärin 0,3 km/h, joskin valituilla pidemmällä tieosuuksilla matkanopeudet laskivat jopa 1,6 km/h. Puuttumiskynnyksen madaltaminen vähensi selvästi suurimpia ylinopeuksia, mutta alle 5 km/h -ylinopeudet eivät vähentyneet. Toimenpiteen vaikutukset voisivat Malmivuon (2011) kuitenkin olla suuremmat, mikäli poliisin resurssit mahdollistaisivat laajemman nopeusvalvonnan.

Rikesakkoja korotettiin 1.9.2015 Valtioneuvoston asetuksella rikesakkorikkomuksista (1081/2015), minkä seurauksena rikesakkojen suuruus pääsääntöisesti kaksinkertaistui. Aaltonen ja Virtanen (2017) ovat selvittäneet sakkojen korottamisen vaikutuksia liikennekäyttäytymiseen, erityisesti ylinopeuksiin. Keskinopeudet laskivat rikesakkojen korottamisen jälkeen noin 0,4 km/h ja yli 10 km/h -ylinopeudet vähenivät noin 9 %. Poliisin automaattisen liikennevalvonnan mittareilla muutos on myös ollut suhteellisesti suurempaa. Automaattivalvonnalla otettujen kuvien määrä suhteessa liikennemäärään laski lähes kolmanneksen, vaikka samaan aikaan automaattivalvonnan kesto lisääntyi noin puolella. Yhä harvempi automaattivalvontapisteen ohittanut ajoneuvo siis kuvattiin. Tuloksia saattaa kuitenkin osittain selittää automaat-

tisen liikennevalvonnan lisääntyminen vertailujaksojen aikana, sillä sakkojen korottamisen ja automaattivalvonnan lisäämisen vaikutusten erottaminen toisistaan on haastavaa. Nopeudet kuitenkin laskivat hieman sekä puuttumiskynnyksen muutoksen että rikesakkojen korottamisen seurauksena, mikä edistää liikenneturvallisuutta potenssi- ja eksponenttimallien mukaisesti.

Myös kansainvälisten tutkimusten perusteella sakkojen korottaminen laskee ajonopeuksia ja parantaa liikenneturvallisuutta. Elvik (2016) on koonnut tietoja useista tutkimuksista, joiden tulosten mukaan onnettomuuksien määrä laskee 5–10 %. Kuolemaan johtaneiden liikenneonnettomuuksien on havaittu vähenevän 1–12 % tutkimuksesta riippuen. Vaikutukset eivät kuitenkaan olleet lineaarisia, sillä ylinopeusrikkomukset vähenivät ainoastaan 100 % sakkotason korotukseen saakka. Tätä suuremmat sakkotason korotukset eivät juuri vähentäneet rikkomusten määrää (Elvik 2016).

5.2 Lainsäädäntö

Liikenneturvallisuustyötä tehdään yhteistyössä eri viranomaisten ja järjestöjen kanssa. Tieliikennelain (3.4.1981/267, 7 luku) mukaan poliisi on päävastuussa liikennevalvonnasta, ja toteuttaa työtä valtioneuvoston asettamien tavoitteiden mukaisesti. Liikennevalvonnan tavoitteena on parantaa liikenneturvallisuutta esimerkiksi vähentämällä ylinopeuksia ja päihteiden käyttöä sekä edistämällä turvalaitteiden käyttöä. Ylinopeudesta voidaan määrätä ajoneuvoa kuljettaneelle henkilölle joko rikesakko tai päiväsakko. Ylinopeusrikkomusten käsittely perustuu lakiin sakon ja rikesakon määräämisestä (754/2010), ja se astui voimaan vuonna 2013. Tätä aiemmin automaattista nopeusvalvontaa toteutettiin vuonna 2005 rikesakkolakiin (66/1983) tehdyn lisäyksen perusteella, joka mahdollisti rikesakon määräämisen ajoneuvoa pysäyttämättä, käytännössä automaattisella nopeusvalvontalaitteistolla havaitusta liikenne-rikkomuksesta.

Sakkomenettelylain (754/2010, 14 §) mukaan rikesakko voidaan määrätä, kun suurin sallittu nopeus on ylitetty enintään 20 kilometrillä tunnissa. Sakon suuruuteen vaikuttaa ylinopeuden suuruuden lisäksi myös tien nopeusrajoitus (laki rikesakkorikkomuksista 986/2016 7§). Kun ylinopeutta on 7–15 km/h, rikesakon suuruus on 170 euroa 60 km/h -nopeusrajoituksen alueella ja 140 euroa, mikäli nopeusrajoitus on yli 60 km/h. Mikäli ylinopeus on 16–20 km/h, on sakon suuruus 200 euroa riippumatta tien nopeusrajoituksesta. Sakkomenettelylain (754/2010) mukaan yli 20 km/h ylinopeudesta määrätään kuljettajan tuloihin perustuva päiväsakko. Huomautus voidaan määrätä yli 3 km/h, mutta alle 7 km/h ylinopeuksista, sillä nopeuksien mittaamisessa käytetään 3 km/h suuruista varmuusvähennystä (Peltola et al. 2017). Suomessa erityisesti kiinteähintaisiin sanktioihin johtavien nopeusrajoitusten ylitysten toleranssit ovat suurempia kuin monissa muissa maissa, joissa automaattinen nopeusvalvonta on yleistä (Kallberg & Törnqvist 2011).

Suomessa sovelletaan niin kutsuttua yksinkertaistettua rikesakkomallia, jossa enintään 20 km/h -ylinopeudesta määrätty rikesakko määrätään ensisijaisesti ajoneuvon haltijalle rekisteritunnuksen perusteella. Mikäli ajoneuvon haltija ei reagoi rikesakkomääräykseen, jää rikesakko voimaan. Haltija voi myös vastustaa rikesakkoa ilman erillistä perustelua, jolloin poliisi käynnistää suppean esitutinnan selvittääkseen kuljettajan henkilöllisyyden. Mikäli ylinopeus on enemmän kuin 20 km/h, käynnistää poliisi päiväsakon määräämiseksi aina esitutinnan, jotta ajoneuvoa kuljettaneen henkilön henkilöllisyys voidaan selvittää. Päiväsakkojen osalta menettely riippuu siitä, mihin epäilty suostuu (laki sakon ja rikesakon määräämisestä 754/2010 4 §). Asia

voidaan käsitellä sakkomenettelylain mukaan kirjallisesti, mikäli epäilty tunnustaa teon, hyväksyy siitä määrättävän seuraamuksen sekä luopuu oikeudestaan suulliseen käsittelyyn. Epäillyn suostumusta kevennettyyn menettelyyn ei edellytetä, mikäli ajoneuvoa pysäyttämättä havaitusta liikenneriikkomuksesta määrätään rikesakko.

Sakkojen suuruudessa sekä poliisin puuttumiskynnyksessä on tapahtunut viime vuosina kolme keskeistä muutosta. Poliisi yhdenmukaisti puuttumiskäytäntöjään ylinopeuksiin lokakuussa 2009 (Malmivuo 2011), mutta käytännössä puuttumiskynnykset yhtenäistyivät eri poliisilaitosten alueilla vasta poliisihallituksen marraskuussa 2014 antaman muistutuksen jälkeen. Automaattiseen nopeusvalvontaan ovat vaikuttaneet myös rikesakkojen korotus sekä rikesakon antamisen alarajan muutos (laki rikesakkorikkomuksista 986/2016, 7§). Rikesakkojen suuruus pääasiassa kaksinkertaistui syyskuussa 2015, ja lokakuussa 2016 rikesakon saamisen alaraja laskettiin 7 km:iin/h, kun raja aiemmin oli 8 km/h. Kuten edellä on todettu, mitatusta ajonopeudesta tehdään kuitenkin 3 km/h suuruinen varmuusvähennys mahdollisten mittausvirheiden vuoksi (Peltola et al. 2017).

Automaattisesta nopeusvalvonnasta säädetään myös poliisilaissa (872/2011, 4 luku 1§), jonka mukaan automaattisesta nopeusvalvonnasta tulee ilmoittaa maastossa tienvarsikyltein. Tiedottamiseen käytetään liikenteenohjauksen tiedotustauluja (Liikennevirasto 2010). Automaattisen nopeusvalvonnan tiedotustaulu (8A-981-1a) sijoitetaan valvontajakson alkuun noin 500–1000 metriä ennen ensimmäistä kameratolppaa (Tiehallinto 2005). Lisäksi tiedotustaulu sijoitetaan valvotulle tiejaksolle valta- tai kanta-teiden liittymien jälkeen. Kameravalvonnan toistomerkki (8A-981-7) sijoitetaan maantien liittymän jälkeen noin 150–250 metriä nopeusrajoitusmerkin jälkeen. Automaattivalvonnasta ilmoittavaa merkkiä ei kuitenkaan sijoiteta juuri ennen valvontapistettä (Tiehallinto 2005). Ilmoittaminen kohdistuu mahdollisiin kameravalvontapistisiin eli kameratolppiin, ei varsinaisiin kameralaitteisiin. Tienkäyttäjät eivät siis tiedä tarkemmin, missä kamerapaikassa kamerat kulloinkin ovat. Suomalainen menetelmä onkin osoittautunut kansainvälisessä vertailussa resurssitehokkaaksi, sillä tällaisen järjestelmän kustannukset ovat pienet suhteessa automaattivalvonnan positiivisiin turvallisuusvaikutuksiin (Kallberg & Törnqvist 2011).

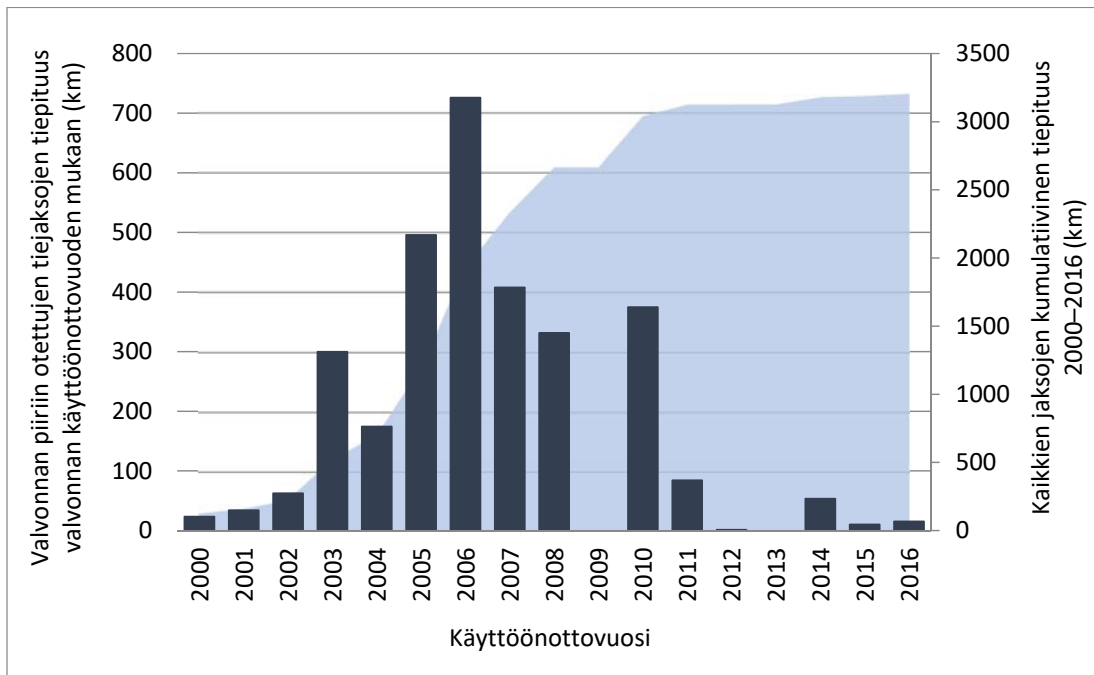
5.3 Automaattisen nopeusvalvonnan kehittyminen ja laajuus

5.3.1 Automaattivalvonnan infran laajuus

Suomessa on otettu tällä vuosituhannella käyttöön sekä lisätty ajonopeuksia hillitseviä toimenpiteitä, kuten poliisin suorittamaa nopeusvalvontaa. Poliisi käyttää nopeusvalvonnassa tutkaa, laser-mittauslaitteita, keskinopeusmittaria sekä automaattisia liikennevalvontalaitteita (Poliisi 2017a). Kiinteä automaattinen nopeusvalvontalaitteisto mittaa ajonopeuksia tienpintaan upotettujen induktiosilmukoiden avulla, ja laitteisto antaa kuvauskäskyn kuljettajan ajaessa riittävää ylinopeutta. Valokuvassa näkyy ajoneuvo, rekisteritunnus, kuljettaja sekä kuvan tunnistetiedot, kuten ylinopeuden suuruus ja tapahtuma-aika. Digitaaliset kuvat siirtyvät valvontapistestä langattomasti Poliisin liikenneturvallisuuskeskukseen käsiteltäväksi. Kameroista, niiden tiedonsiirrostä, laadunvalvonnasta sekä sanktioiden määräämisestä ja kuljettajien informoisesta vastaa poliisi. Kiinteiden kamerapaikkojen rakentaminen ja kunnossapito ovat kuitenkin tienpitäjän, eli kunnan tai ELY-keskuksen vastuulla.

Suomen ensimmäinen automaattinen nopeusvalvontajakso rakennettiin vuonna 1993 valtatielle 1 välille Paimio-Muurla (Beilinson & Kallberg 2012). Automaattivalvonta lisääntyi kuitenkin hitaasti, ja vuoden 2002 lopussa vain reilut 300 kilometriä pääteitä

oli valvonnan piirissä. Tämän jälkeen automaattinen nopeusvalvonta kuitenkin yleisty huomattavasti, ja vuoteen 2010 mennessä valvontaverkko kattoi jo hieman yli 3 000 tiekilometriä (Peltola & Rajamäki 2009). Tuolloin automaattivalvonta kattoi reilun viidenneksen yksiajorataisten pääteiden kokonaispituudesta ja 42 % ajoneuvokilometreistä (Peltola & Rajamäki 2009). Tämän jälkeen kehitys kuitenkin hidastui selvästi, sillä vuoteen 2016 mennessä automaattivalvottujen tieosuuksien yhteispituus oli noussut 3 200 kilometriin (Liikennevirasto 2017e). Eniten automaattivalvontaa on lisätty Suomessa vuosina 2006 (lähes 900 km) sekä 2007 ja 2005 (noin 600 km kumpanakin vuonna). Vuosittain automaattisen nopeusvalvonnan piiriin otettujen tiejaksojen pituus sekä kaikkien valvontajaksojen kumulatiivinen tiepituus on esitetty kuvassa 20. Joitain automaattivalvontajaksoja on myös poistettu lähinnä tien parannustoimenpiteiden vuoksi, mutta kaaviossa on esitetty ne jaksot, jotka ovat olleet käytössä vuoden 2016 lopussa.

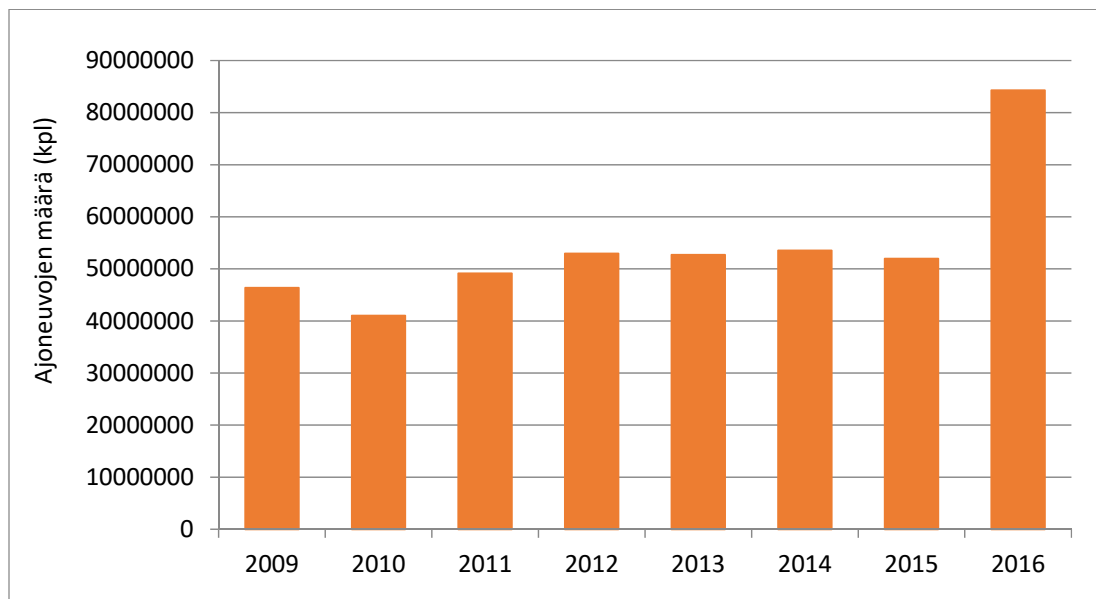


Kuva 20. Vuosittain automaattisen nopeusvalvonnan piiriin otettujen tiejaksojen tiepituus valvonnan käyttöönottovuoden mukaan sekä kaikkien automaattivalvontajaksojen kumulatiivinen tiepituus. Kaaviossa on esitetty ne 2000-luvun aikana käyttöön otetut jaksot, jotka ovat olleet käytössä vuoden 2016 lopussa.

Kiinteitä automaattivalvonnan kameratolppia oli vuonna 2016 yhteensä noin 930 kappaletta, kun niiden määrä oli noin 900 jo vuonna 2011 (PolStat 2017; Pauli-rekisteri 2017). Tällä hetkellä kameratolppia on sijoitettu automaattivalvotulle tieverkolle keskimäärin noin 3,5 kilometrin välein. Vaikka kameratolppia on yli 900, poliisilla on käytettävissään ainoastaan noin 130 automaattista nopeusvalvontakameraa, eli enintäänkin vain noin 7 %:ssa kamerapaikoista on kamera (PolStat 2017; Pauli-rekisteri 2017). Kaikki kamerat eivät myöskään ole samanaikaisestikäytössä, vaan poliisilla on ollut viime vuosina käytössään keskimäärin noin 60 automaattivalvontakameraa päivässä (Aaltonen & Virtanen 2017). Tällä hetkellä automaattivalvonnan kameroita pidetään päällä sen verran, että kaikki kameroiden ottamat kuvat ehditään käsitellä poliisin liikenneturvallisuuskeskuksessa (Pasterstein 2017). Kameralaitteistot voisivat siis olla myös tehokkaammassa käytössä, mutta käytännössä valvontakuvien käsittelyyn vaadittavat resurssit eivät tällä hetkellä mahdollista automaattisen nopeusvalvontajärjestelmän tehokkaampaa hyödyntämistä.

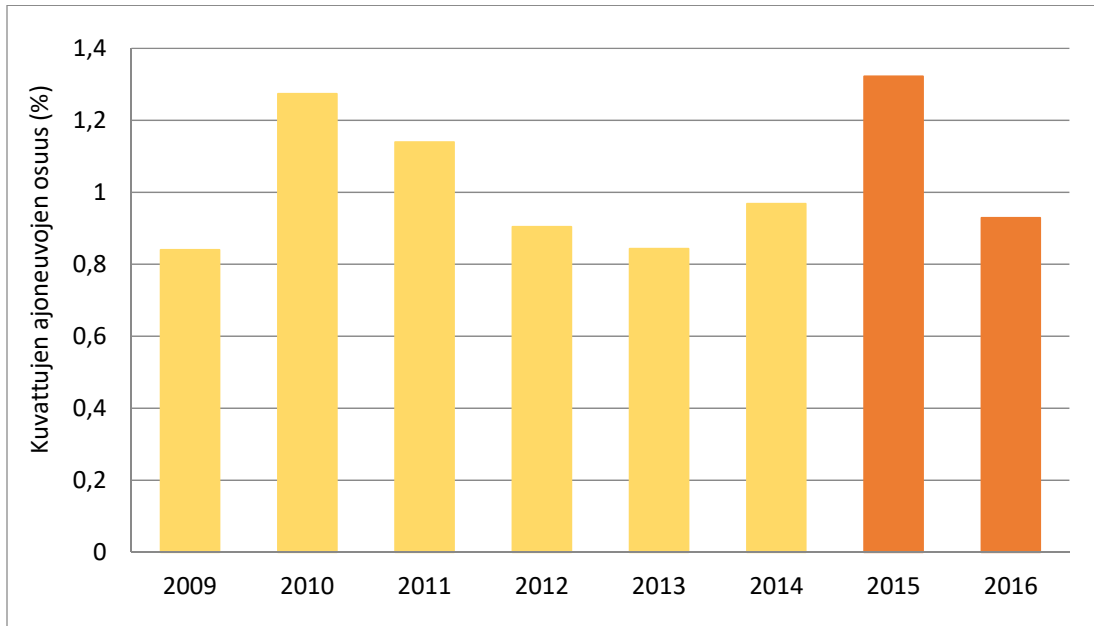
5.3.2 Poliisin suorittaman automaattivalvonnan laajuus

Automaattivalvonnan määrää ja kehittymistä voidaan myös tutkia poliisin suorittamaan valvonnan näkökulmasta tarkastelemalla esimerkiksi kameratolppien ohi ajaneiden ajoneuvojen lukumäärää, valvonnan kestoa, otettujen kuvien määrää sekä kuvattujen ajoneuvojen osuutta tien kokonaisliikennemäärästä. Poliisi tilastoi automaattivalvonnan kattavuutta suhteessa valvonta-aikaan, liikennemäärään ja seuraamukseen, ja tilastot ovat luotettavia vuodesta 2009 lähtien. Tilastojen mukaan automaattivalvontapisteiden ohi ajaa Suomessa vuosittain noin 40–53 miljoonaa ajoneuvoa, mutta vuonna 2016 määrä nousi yli 84 miljoonaan ajoneuvoon (kuva 21). Muutos selittyy pääosin sillä, että liikennemäärältään Suomen vilkkaimmalla tiellä, Kehä I:llä aloitettiin automaattivalvonta helmikuussa 2016. Tuolloin automaattivalvontakohtien ohi ajaneiden ajoneuvojen määrä nousi siis huomattavasti, mikä paransi automaattivalvonnan kattavuutta suhteessa liikennemäärään.



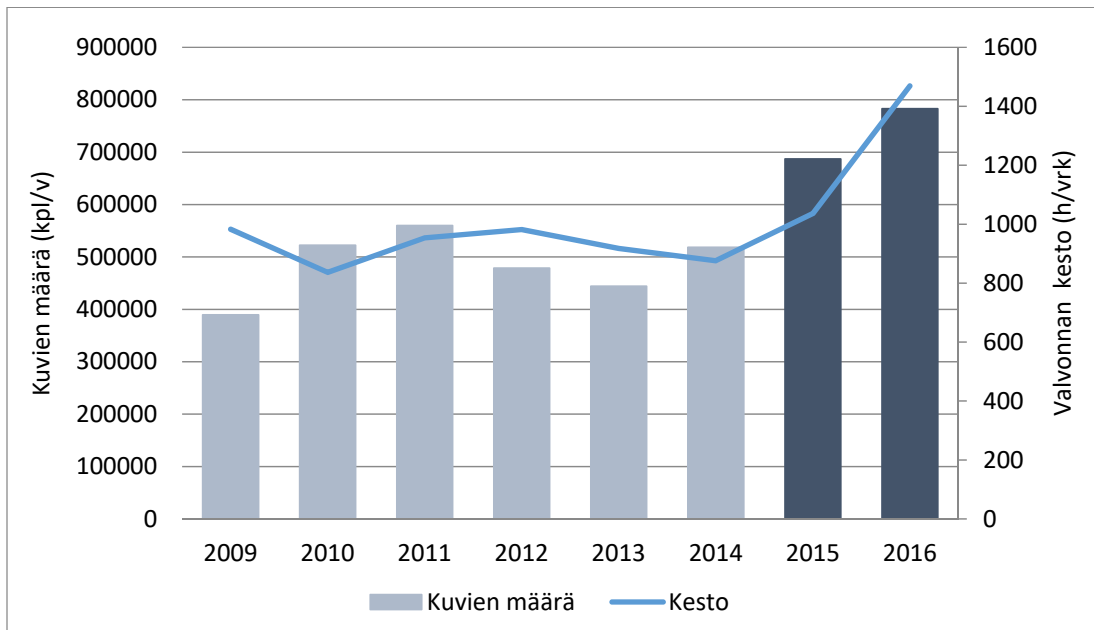
Kuva 21. Automaattivalvontapisteiden ohi ajaneiden ajoneuvojen määrä 2009–2016 (Pauli-rekisteri 2017).

Vuosina 2009–2016 automaattivalvonnalla kuvattujen ajoneuvojen osuus kaikista valvontapisteiden ohittaneista ajoneuvoista on esitetty kuvassa 22. Suhdeluku antaa viitteitä ylinopeuksien yleisyydestä, joskin puuttumiskynnyksen muutokset vaikuttavat siihen, millaisilla ylinopeuksilla ajoneuvo kuvataan. Kuvattujen ajoneuvojen osuus kokonaisliikennemäärästä on ollut suurin vuonna 2015, jolloin noin 1,3 % kameratolpan ohittaneista ajoneuvoista kuvattiin. Ylinopeuksien osuus suhteessa puuttumiskynnykseen oli siis tuolloin suurin. Kuvattujen ajoneuvojen osuus on ylittänyt 1 %:n myös vuosina 2010 ja 2011. Matalimmillaan osuus on ollut reilut 0,8 % vuosina 2009 ja 2013. Kehitys on ollut aaltoilevaa, mikä johtuu esimerkiksi kuljettajien sopeutumisesta poliisin puuttumiskynnyksen muutoksiin, valvonnan näkyvyydestä julkisuudessa, poliisin resursseista (otetaan vain se määrä kuvia, joka pystytään käsittelemään) sekä liikennekäyttäytymisen yleisistä muutoksista. Vaikka poliisi yhdenmukaisti puuttumiskäytäntöjään ylinopeuksiin jo vuonna 2009, ovat käytännöt kuitenkin olleet kirjavia eri poliisilaitosten alueilla varsinkin huomautusten osalta. Sen vuoksi vuosien 2009–2014 tiedot eivät ole vertailukelpoisia keskenään, eivätkä vuosien 2015–2016 kanssa. Vuosittaisten tilastojen voidaan katsoa olevan keskenään vertailukelpoisia vuodesta 2015 lähtien.



Kuva 22. Automaattivalvonnalla kuvattujen ajoneuvojen osuus kokonaisliikennemäärästä 2009–2016 (Pauli-rekisteri 2017; Polstat 2017). Tilastossa on huomioitu valvontapisteen ohi ajaneet ajoneuvot vain siltä ajalta, kun valvonta on ollut tietyllä kamerapisteellä käynnissä. Vuosien 2015–2016 luvut ovat keskenään vertailukelpoisia, mutta puuttumiskynnyksen muutoksista johtuen vuosien 2009–2014 tulokset eivät ole vertailukelpoisia keskenään, eivätkä vuosien 2015–2016 tietojen kanssa.

Kuvassa 23 on esitetty automaattivalvonnalla vuosittain kuvattujen ajoneuvojen lukumäärä sekä kaikkien mittauspisteiden yhteenlaskettu keskimääräinen valvonta-aika päivässä. Vuoden aikana kuvattujen ajoneuvojen määrä on tuplaantunut vuodesta 2009 vuoteen 2016, jolloin kuvia otettiin noin 783 000 kappaletta. Eri vuosien välillä on kuitenkin ollut vaihtelua, ja otettujen kuvien määrä esimerkiksi laski 2012–2013. Vuoden 2016 aikana poliisi on kuvannut keskimäärin noin 60 000–70 000 ajoneuvoa kuukaudessa, mikä vastaa noin 2100 kuvan päivätahtia. Kuvia otetaan kuitenkin hieman enemmän kuin mitä sakkoja määrätään, sillä pienet huomaukset (3–4 km/h ylinopeudet) jätetään valvonnan ulkopuolelle (Pasterstein 2017). Automaattivalvontapisteen ohi ajaneiden ajoneuvojen vuosittaisen määrän kehitys on ollut pitkälti samansuuntaista kuvien määrän kanssa. Automaattivalvonnan kesto on kasvanut asteittain vuodesta 2009 vuoteen 2016, vaikka automaattivalvonnan laajuus tieverkon pituudella mitattuna ei ole merkittävästi noussut tarkastelujakson aikana. Tämä tarkoittaa siis sitä, että käytettävissä olevaa valvontainfraa on pystytty hyödyntämään aiempaa tehokkaammin. Suhteellisesti tehokkainta valvonta on ollut 2010–2011 ja 2014–2015, jolloin valvonta-aika oli matalin suhteessa otettujen kuvien määrään.

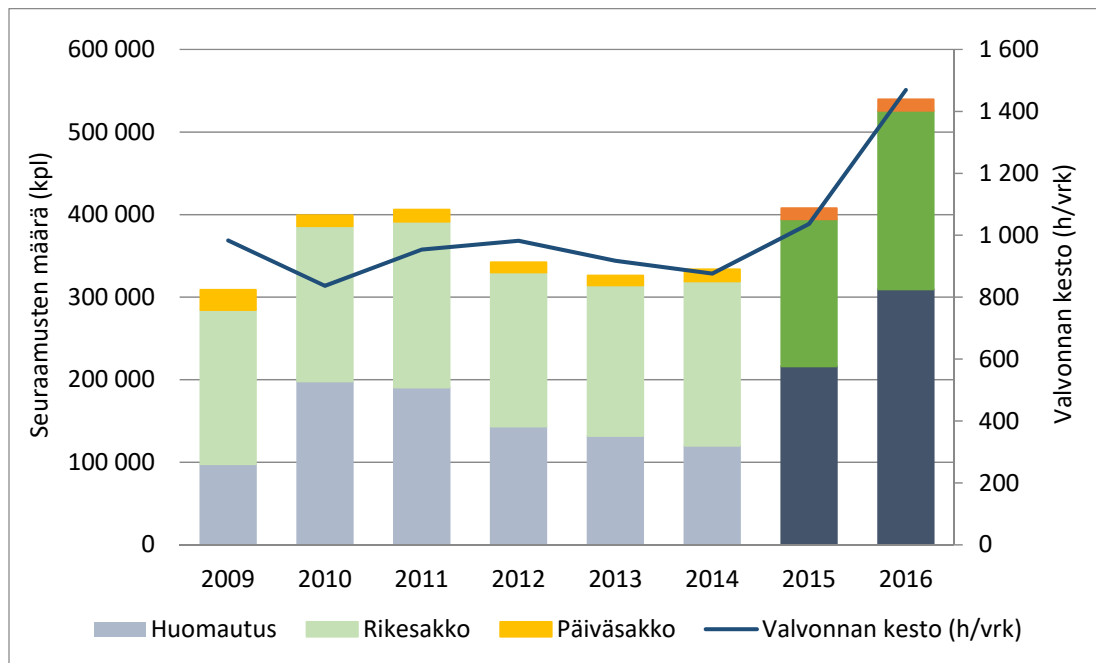


Kuva 23. Automaattisilla nopeusvalvontalaitteilla kuvattujen ajoneuvojen määrä sekä automaattivalvonnan valvonnan kesto 2009–2016 (Pauli-rekisteri 2017; Polstat 2017). Vuosien 2015–2016 luvut ovat keskenään vertailukelpoisia, mutta puuttumiskynnyksen muutoksista johtuen vuosien 2009–2014 tulokset eivät ole vertailukelpoisia keskenään, eivätkä vuosien 2015–2016 tietojen kanssa.

Koska vuosien 2009 ja 2016 välillä ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia automaattivalvottujen jaksojen tai kameralaitteiden määrässä, selittyvät poliisin valvonnan laajuudessa tapahtuneet muutokset suurelta osin muilla tekijöillä. Kehitykseen ovat vaikuttaneet esimerkiksi muutokset poliisin puuttumiskynnyksessä sekä sakkojen suuruudessa. Poliisi yhdenmukaisti puuttumiskäytäntöjään ylinopeuksiin jo loppuvuonna 2009, mutta käytännöt olivat silti kirjavia vuoden 2015 alkuun saakka. Sekä otettujen kuvien määrä, että kuvattujen ajoneuvojen osuus nousivat näiden muutosten jälkeen (2009 vs. 2010 ja 2014 vs. 2015), mikä saattaa selittyä sillä, että puuttumiskynnyksen yhtenäistäminen on tehostanut valvontaa. Syyskuussa 2015 toteutetun rikesakkojen korotuksen jälkeen nopeusrajoitusta on oletettavasti noudatettu ainakin hieman aiempaa paremmin, mistä indikoi myös se, että kuvattujen ajoneuvojen osuus on laskenut vuodesta 2015 vuoteen 2016. Puuttumiskynnystä puolestaan madallettiin loppuvuodesta 2016, minkä perusteella voitaisiin olettaa ylinopeutta ajavien osuuden kasvavan, kunnes autoilijat sopeutuvat uuteen tilanteeseen. Tämän muutoksen vaikutuksia on kuitenkin vaikea tunnistaa vuoden 2016 tilastoista luotettavasti. Eri vuosien välisiä eroja selittävät myös automaattivalvonnasta tiedottaminen ja erilaiset kampanjat, jotka antavat kuljettajille tietoa todellisista muutoksista, mutta myös vaikuttavat koettuun kiinnijäämisriskiin.

Automaattivalvonnan toimivuutta voidaan tarkastella myös poliisin ylinopeudesta määräämien huomautusten ja sakkorangaistusten määrän perusteella, vaikka automaattisen nopeusvalvontajärjestelmän tavoitteena ei olekaan sakkotulojen kerryttäminen. Seuraamusten määrä kuvaa kuitenkin sitä, kuinka hyvin ajoneuvonkuljettajat noudattavat säädettyjä nopeusrajoituksia kulloinkin voimassa olevan puuttumiskynnyksen rajoissa. Kiinteiden automaattivalvontalaitteiden avulla on määrätty viimeisen kahdeksan vuoden aikana keskimäärin noin 192 000 rikesakkoa ja noin 14 500 päiväsakkoa vuosittain (kuva 24). Vuosina 2009–2016 rikesakkojen määrä on vaihdellut vuosittain 178 000–216 000 sakon välillä ollen korkein vuonna 2016. Päiväsakkoja on puolestaan määrätty vuosittain noin 11 500–24 000. Huomautusten määrän osalta

vuosittaiset vaihtelut ovat olleet suurempia, ja niiden määrä on kasvanut noin 98 000:sta noin 310 000:een vuosina 2009–2016. Määrä nousi jyrkästi vuoden 2014 jälkeen, mihin on voinut osittain vaikuttaa se, että huomautus on lähetetty puuttumiskynnyksen alentamisen ja yhtenäistämisen vuoksi aiempaa pienemmistä ylinopeuksista. Toisaalta myös valvontapisteiden ohi ajaneiden ajoneuvojen määrä nousi huomattavasti vuonna 2016, eikä liikennemäärään suhteutettu huomautusten määrä ole kuitenkaan noussut. 2009–2016 huomautusten määrä suhteessa valvontapisteiden ohi ajaneiden ajoneuvojen määrään on laskenut noin 43 %. Liikennemäärään suhteutettu päiväsakkojen määrä on puolestaan yli kaksinkertaistunut, ja myös rikesakkojen määrä on noussut 57 % rikesakkojen korotuksesta huolimatta. Valvonnan kestoon suhteutettuna eniten seuraamuksia on määrätty 2010–2011, jonka jälkeen nopeusrajoitusten noudattaminen on parantunut



Kuva 24. Automaattisen nopeusvalvonnan seuraamukset ja valvonnan kesto 2009–2016 (Pauli-rekisteri 2017; PolStat 2017). Puuttumiskynnys on ollut yhtenäinen vuodesta 2015 lähtien.

5.4 Automaattivalvontajaksojen kohdentaminen ja valvontapisteiden sijainti ja kohdentaminen tieverkolla

5.4.1 Valvontajaksojen määrittäminen Suomessa

Automaattista nopeusvalvontaa suoritetaan Suomessa pääosin kaksikaistaisilla maanteillä, ja alle 5 % automaattivalvonnasta sijaitsee taajama-alueilla (Kallberg & Törnqvist 2011). Tällä hetkellä automaattinen nopeusvalvonta kattaa reilun viidenneksen yksiajorataisten pääteiden tiepituudesta ja yli 40 % ajoneuvokilometreistä (Peltola & Rajamäki 2009). Automaattivalvonnan kohdentaminen perustuu tutkimuksissa havaittuihin valvonnan myönteisiin vaikutuksiin, ja tavoitteena on sijoittaa valvontaa sinne, missä se edistää liikenneturvallisuutta kaikkein tehokkaimmin. Kiinteät, piste-mäiset automaattivalvontakohteet valitaan pääosin onnettomuushistorian perusteella, mutta myös esimerkiksi liikennemäärällä, nopeustasolla sekä käytännön järjestelyillä (esimerkiksi sähkön saanti) on vaikutusta valvontajaksojen ja erityisesti kameratolppien sijainnin määrittelyssä (Kallberg & Törnqvist 2011; Räsänen & Peltola 2001; Klang et al. 2011).

Vaikka automaattivalvontajaksojen kohdentaminen ei ole ollut aina yhtä systemaattista, on Suomessa tehty joitain selvityksiä automaattivalvonnan kohdentamisen periaatteista. Räsänen ja Peltola (2001) ovat tutkineet automaattisen nopeusvalvonnan kohdentamisen periaatteita sekä kartoittaneet mahdollisia uusia automaattivalvontakohteita valvonnan laajentamisen yhteydessä. Lisäksi Tiehallinto (2005) on koonnut automaattisten nopeusvalvontakohteiden suunnitteluun ja toteutukseen liittyviä periaatteita sekä niihin liittyviä vastuuta. Tämän vuosikymmenen aikana ainakin Varsinais-Suomen ELY-keskuksen alueella on tarkasteltu systemaattisesti mahdollisten uusien automaattivalvontajaksojen sijoittamista. Varsinais-Suomen ELY-keskus on laatinut alueelleen ehdotuksen uusista automaattivalvontajakoista pääosin onnettomuuksien ja nopeustason perusteella, ja kohteet oli tarkoitus toteuttaa 2011–2015 (Klang et al. 2011).

Liikenneturvallisuussuunnitelmien tavoitteena on ollut vähentää erityisesti vakavia liikenneonnettomuuksia ja liikennekuolemia, minkä vuoksi uusien jaksojen määrittely on painottunut onnettomuustarkasteluihin. Räsänen ja Peltolan (2001) tutkimuksessa runkoverkko jaettiin henkilövahinko-onnettomuuksien, liikennekuolemien tiheyden sekä muiden tunnuslukujen perusteella viiteen luokkaan, joista jokaiseen tuli noin viidennes tieverkon pituudesta. Näin saatiin tunnistettua korkeimman riskiluokan tiejaksoja, joille automaattivalvontaa ensisijaisesti kohdistettaisiin.

Varsinais-Suomen ELY-keskuksen uusien valvontajaksojen selvityksessä tehtiin onnettomuustarkasteluja, joissa keskityttiin tarkastelua edeltäneen viiden vuoden aikana sattuneisiin henkilövahinko-onnettomuuksiin. Tarkastelun kohteena olivat onnettomuuksien sijainnit ja kasaumat, onnettomuustyyppit (erityisesti ohitusonnettomuudet) sekä onnettomuustiheydet ja -asteet mahdollisilla tiejaksoilla (Klang et al. 2011). Liikennemäärästä riippuvainen onnettomuusaste ei kuitenkaan ole yksinään hyvä mittari, mikäli tavoitteena on vähentää absoluuttista henkilövahinko-onnettomuuksien tai liikennekuolemien määrää. Klangin ym. (2011) selvityksessä onnettomuusasteiden havaittiin olevan korkeita teillä, joilla liikennemäärät ovat alhaisempia, ja onnettomuusaste nousi siis korkeammaksi esimerkiksi monilla seututeillä, vaikka onnettomuuksien määrä ei ollut korkea tiepituuteen suhteutettuna. Sen sijaan onnettomuustiheydet olivat korkeita teillä, joilla myös liikennemäärät olivat suuria, ja tällaisilla teillä on mahdollista vähentää merkittävästi henkilövahinko-onnettomuuksien määrää automaattivalvontaa hyödyntämällä. Myös aiempien tutkimusten mukaan valvontaa tulisi priorisoida tiejaksoilla, joilla nimenomaan onnettomuustiheys on suuri (Rajamäki ja Peltolan 2009).

Yksi haaste onnettomuustiheksiin ja -historiaan perustuvassa automaattivalvonnan kohdentamisessa on kuitenkin onnettomuuksien sattumanvarainen sijoittuminen eri tiejaksoille. Kun onnettomuusmäärät ovat pieniä varsinkin vakavimpien onnettomuuksien osalta, voi jo pieni määrä onnettomuuksia tietyssä paikassa johtaa illuusioon todellista suuremmasta onnettomuusriskistä. Kun toimenpiteitä tehdään sellaisille tieosuuksille, joilla onnettomuustiheys on ollut suhteellisesti suuri ennen valvonnan käyttöönottoa, johtuu onnettomuuksien väheneminen valvonnan käynnistämisen jälkeen vain osittain itse valvonnasta. Osa vaikutuksesta on puolestaan seurausta siitä, että onnettomuuksien sattumisen todennäköisyys on pienempi sen jälkeen, kun tiejaksoilla on sattunut onnettomuuksia poikkeuksellisen paljon. Mikäli onnettomuuksien satunnaista jakautumista tieverkolla ei huomioida, ovat automaattivalvonnan vaikutukset helposti yliarvioituit. Ilmiötä kutsutaan onnettomuuksien palautumiseksi kohti keskiarvoa (regression to mean; Hauer 1997). Automaattivalvonnan käynnistämisen

jälkeen onnettomuusmäärät siis lähestyvät perusjoukon keskiarvoa ilman automaattivalvontaakin. Ilmiön vuoksi automaattivalvontaa ei siis tulisi sijoittaa ainoastaan onnettomuushistorian perusteella vaaralliseksi määritellyille tieosuuksille, sillä valvonta toimii myös onnettomuuksia ehkäisevänä toimenpiteenä. Ragnøyn (2011) mukaan automaattisen nopeusvalvonnan suhteelliset vaikutukset ovat kuitenkin yleensä suuremmat tiejaksoilla tai tien kohdissa, missä turvallisuustilanne on ollut lähtötilanteessa keskimääräistä heikompi, huolimatta onnettomuuksien satunnaisvaihtelusta. Koska automaattivalvonta perustuu sen ajonopeuksia laskevaan vaikutukseen, tulisi onnettomuuksien ohella tarkastella lisäksi lähtötilanteen nopeustasoa.

Ajonopeudet on huomioitu myös suomalaisissa selvityksissä uusia automaattivalvontajaksoja määriteltäessä. Valvonnan kohdentamisessa hyödynnetään usein LAM-pisteiden nopeustietoja, sillä automaattinen nopeusvalvonta kannattaa luonnollisesti suunnata sinne, missä nopeusrajoitusten ylittäminen on yleistä ja ylinopeudet suuria. LAM-pisteet sijaitsevat kuitenkin vaihtelevasti eritasoisella tieverkolla, joten tietoja ei voida käyttää ensisijaisena kriteerinä valvontajaksojen määrittelyssä. Onnettomuuksien taustalla voi olla myös muitakin syitä kuin liian suuri ajonopeus, joten valvonnan kohdentamisen apuna tulisi tarkastella jo sattuneiden onnettomuuksien taustalla vaikuttavia tekijöitä. Näin valvontaa voidaan tehokkaammin kohdentaa sellaisille tiejaksoille ja tien osiin, missä valvonta vähentää tehokkaasti nimenomaan suurista ajonopeuksista johtuvia onnettomuuksia. Ylinopeuden osuus onnettomuuksissa voi kuitenkin olla vaikea määrittää luotettavasti, tai onnettomuusdataa ei ole riittävästi (Räsänen & Peltola 2001). Tiedetään kuitenkin, että ylinopeuksilla on suuri merkitys varsinkin yksittäis- ja ohitusonnettomuuksissa, joten myös automaattivalvontaa kannattaisi sijoittaa tieosuuksille, joilla sattuu paljon tämän tyyppisiä onnettomuuksia. Näin valvonnalla voidaan siis pyrkiä vähentämään juuri sellaisia onnettomuuksia, jotka johtuvat liian suuresta ajonopeudesta. Toisaalta esimerkiksi suistumisonnettomuuksien riski on suhteellisen suuri moottoriteillä, missä ajonopeudet ovat korkeat, mutta koska vastakkaiseen ajosuuntaan törmäämistä on estetty, ei automaattivalvonta välttämättä ehkäise onnettomuuksia tehokkaimmin (Räsänen & Peltola 2001).

Suomalaisissa selvityksissä automaattivalvontaan soveltuvia mahdollisia uusia valvontajaksoja on arvioitu myös liikennemäärien, valvontajaksojen pituuden sekä asiantuntijahaastattelujen avulla (Räsänen & Peltola 2001; Klang et al. 2011). Automaattista nopeusvalvontaa kannattaa tutkimusten perusteella kohdistaa keskimääräistä vilkkaammille päteille, ja liikennemäärään perustuva valvontajaksojen kohdentaminen on tarkoituksenmukaista ja perusteltua myös valvonnan hyväksyttävyyden ja kustannustehokkuuden näkökulmasta (Tiehallinto 2005; Klang et al. 2011). Runkotieverkon keskimääräinen vuorokausiliikenne oli 2000-luvun alkupuolella 5 300 ajoneuvoa (Tiehallinto 2005), kun Räsänen ja Peltolan vuonna 2001 ehdottamien uusien, vuoteen 2005 mennessä rakennettavien jaksojen keskimääräinen vuorokausiliikenne oli reilut 8 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Esimerkiksi Ruotsissa automaattivalvontaa on sijoitettu ensisijaisesti teille, joiden keskimääräinen liikennemäärä oli yli 4 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (Tiehallinto 2005). Vuonna 2009 tehdyssä selvityksessä havaittiin, että Suomessa automaattivalvontaa on myös todellisuudessa toteutettu vilkkaille tiejaksoille, joiden liikennemäärä on noin 6 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, vaikka järjestelmä ei kattanut lainkaan moottoriteitä (Peltola & Rajamäki 2009). Tiehallinnon (2005) selvityksessä todettiin kuitenkin moottori- ja moottoriliikenneteiden liikenneturvallisuustason olevan sen verran hyvä, ettei niille ole kustannustehokasta sijoittaa automaattivalvontaa. Peltola ja Rajamäki (2009) ovat kuitenkin myöhemmin todenneet, että suurten liikennemäärien ja siitä johtuvien korkeiden onnettomuustiheyksien

vuoksi automaattista nopeusvalvontaa kannattaisi harkita sijoitettavan myös moottoriteille.

Selvitysten mukaan uusien valvontajaksojen tulisi olla riittävän pitkiä, vähintään 40 kilometrin pituisia jaksoja (Räsänen & Peltola 2001; Mountain et al. 2004; Tiehallinto 2005). Periaate pohjautuu aiempaan Mäkisen (2001, teoksessa Räsänen & Peltola 2001) tutkimukseen, jonka mukaan automaattivalvontaa tulisi kohdentaa pitkille, kymmenien kilometrien tieosuuksille tai kokonaiselle yhteysvälille. Näin valvottujen ja valvomattomien tieosuuksien välille ei synny nopeusvaihteluita, ja onnettomuuksien siirtymistä tieverkon muihin osiin (engl. accident migration) voidaan ehkäistä (esim. Mountain et al. 2004). Epäsäännöllisen sijoittelun ei myöskään ole havaittu vähentävän onnettomuuksia merkittävästi, ja paikalliset liikenneturvallisuuden ongelmakohteet tulisi hoitaa muunlaisella valvonnalla tai muilla liikenneturvallisuustoimenpiteillä (Räsänen & Peltola 2001). Vuosina 1998–2007 käyttöön otettujen automaattivalvontakohteiden arvioinnin yhteydessä myös todettiin, että pitkiksi jaksoiksi pääteille keskitetty automaattivalvonta on ollut perusteltua myönteisten liikenneturvallisuusvaikutusten vuoksi, vaikka esimerkiksi valvontajakson pituuden ei ole havaittu vaikuttavan merkittävästi automaattivalvonnan tehokkuuteen (Peltola & Rajamäki 2009).

Lopulliseen valvontajaksojen valintaan vaikuttavat monet eri seikat, ja painotukset voivat olla eri alueilla erilaisia. 2000-luvun alussa tehdyssä selvityksessä valvontaa ehdotettiin vähintään 50 kilometrin pituisille tiejaksoille, jotka kuuluivat onnettomuustarkastelujen perusteella pahimpaan onnettomuusluokkaan (Räsänen ja Peltola 2001). Tiehallinnon (2005) mukaan valvontajaksoja voitaisiin kuitenkin perustelluista syistä valita tutkimuksessa listattujen tieosuuksien ulkopuolelta, jolloin valintaan voivat vaikuttaa hyvin erilaiset syyt. Klangin ym. (2011) tarkastelussa lopullinen priorisointi puolestaan tehtiin pääosin onnettomuustiheyksien ja -määrien sekä Tarva-laskentatulosten (arviot mahdollisten jaksojen liikenneturvallisuusvaikutuksista) perusteella. Asiantuntijahaastattelujen perusteella tärkeimpiä kriteerejä ovat yhä liikenneonnettomuuksien kokonaismäärä ja erityisesti vakavien onnettomuuksien määrä, liikennemäärä, nopeustaso sekä nopeuksien hajonta (Klang et al. 2011). Onnettomuustyypeihin perustuvaa kohdentamista sen sijaan pidetään vaikeana. Myöskään ajonopeuksiin perustuvia sakkotuloja ei nähdä sopivana automaattivalvonnan kohdentamisen kriteerinä.

5.4.2 Kameratolppien sijainnin määrittäminen

Valvottavien tiejaksojen valitsemisen jälkeen päätetään valvontapisteen tarkemmasta sijainnista. Aiempien kokemusten perusteella kamerapylvää voidaan sijoittaa tiejaksolle varsin vapaasti, kunhan liikenneympäristön erityispiirteet on huomioitu (Tiehallinto 2005). Epäsäännöllisyys ja vaihtelevuus kameratolppien sijoittamisesta lisäävät valvonnan vaikuttavuutta (esim. OECD 2006). Automaattivalvontapistet voidaan sijoittaa joko tien linjaosuudelle tai liittymäalueelle tai taajamiin lähelle asutusta, missä henkilövahinko-onnettomuuksien riski on kohonnut. Liittymäalueiden nopeuksia voidaan rauhoittaa sijoittamalla kameratolat ennen liittymää (Tiehallinto 2005). Mikäli valvontaa sijoitetaan nopeusrajoitusten muutoskohtien lähelle, tulisi kameratolppa sijoittaa vähintään 300 metrin etäisyydelle kohdasta, jossa nopeusrajoitusta on alennettu (Tiehallinto 2005). Näin tienkäyttäjät ehtivät reagoida muutokseen, jolloin vältetään äkilliset nopeudenmuutokset sekä parannetaan automaattivalvontajärjestelmän hyväksyttävyyttä. Valvontakohteiden valinnassa tulisi myös huomioida esimerkiksi näkemät ja valvontapisteen havaittavuus, riittävä ohituskohtien määrä

vilkasliikenteisillä teillä, valvontajakson ulkopuolisen tieosuuden ominaisuudet, kameroiden vaihtoon ja huoltoon tarvittava tila sekä talvikunnossapidon edellytykset. Tiehallinnon ohjeistuksen (2005) mukaan kameratolppien sijoittamista alamäkiin tulee myös välttää.

Kameratolppien väliset etäisyydet vaihtelevat, mutta Suomessa suositeltava keskimääräinen etäisyys koko valvontajakson pituudella on noin neljä kilometriä. Ohjeellisesta etäisyydestä voidaan kuitenkin poiketa perustelluista syistä, ja tietty epäsäännöllisyys sijoittamisessa on jopa suositeltavaa. Valvontapisteiden sijainnit suunnitellaan erikseen kumpaakin ajosuuntaa varten, mutta samalle kohdalle sijoitetut tolpat ovat käytännön kannalta kustannustehokkain vaihtoehto (Tiehallinto 2005). Valvontapisteiden lopullinen sijainti riippuu myös sähkönsaannista tiejaksolla, joskaan sen ei tulisi olla voimakkaasti sijaintia määrittävä tekijä. Mikäli sähköliittymää ei ole lähellä, käytetään ns. erillisiä kioskiliittymiä (Tiehallinto 2005).

Varsinais-Suomen ja Satakunnan uusien valvontajaksojen kartoittamisen yhteydessä tehdyillä haastatteluilla selvitettiin asiantuntijoiden näkemyksiä aiemmin käyttöön otetuista automaattivalvontajaksoista. Haastateltujen henkilöiden mukaan tuolloin käytössä olleet valvontapisteet sijaitsivat pääosin oikeissa paikoissa, joskin monilta tärkeiltä tieosuuksilta puuttui automaattivalvontaa (Klang et al. 2011). Osa valvontapisteistä oli asiantuntijoiden mielestä myös väärässä paikassa. Tällaisia olivat kohteet, joissa kameratolppa on sijoitettu liittymän läheisyyteen ennen liittymäalueen piste-kohtaista nopeusrajoitusta, jolloin valvonta ei ulotu liittymäalueen nopeusrajoitukseen. Kameratolppa voi joskus sijaita myös liian lähellä liittymää, jolloin ajoneuvonkuljettajat eivät pysty havainnoimaan kameraa liittymän toimintojen vuoksi (Klang et al. 2011).

5.5 Automaattisen nopeusvalvonnan hyväksyttävyys

Tienkäyttäjät suhtautuvat pääosin myönteisesti poliisin automaattiseen nopeusvalvontaan, vaikka sen kannatus on viime vuosina hieman vähentynyt. Suomessa vuonna 2004 tehdyssä tutkimuksessa haastateltiin yli 850:tä tienkäyttäjää, joista 86 % piti automaattista nopeusvalvontaa erittäin hyväksyttävänä tai hyväksyttävänä (Beilinson et al. 2004). 11 % haastatelluista kuljettajista piti valvontaa sopimattomana tai erittäin sopimattomana. Harvoin automaattivalvotuilla teillä ajavat suhtautuvat automaattiseen nopeusvalvontaan vieläkin positiivisemmin, sillä valvontaa piti hyväksyttävänä 93 % tällaisista ajoneuvonkuljettajista (Beilinson et al. 2004). Kuljettajien suhtautumista automaattivalvontaan on selvitetty Suomessa myös keskinopeusvalvonnan kokeilun yhteydessä vuonna 2010 (Rajamäki 2010). Tutkimuksen tulokset olivat hyvin yhteneviä Beilinsonin ym. (2004) tekemän tutkimuksen kanssa, sillä keskinopeusvalvontaa piti hyväksyttävänä 84 % haastatelluista. Kymmenesosa haastatelluista kuljettajista sen sijaan piti keskinopeuden mittaukseen perustuvaa automaattivalvontaa sopimattomana (Rajamäki 2010). Peltola ym. (2017) ovat puolestaan selvittäneet autoilijoiden mielipiteitä Kehä I:llä helmikuussa 2016 aloitetusta automaattivalvonnasta. Ennen automaattisen nopeusvalvonnan käynnistymistä 78 % suhtautui valvontaan myönteisesti ja 16 % kielteisesti. Kannatus kuitenkin laski valvonnan käyttöönoton jälkeen, ja tutkimuksen jälkeen-vaiheessa valvontaan suhtautui positiivisesti enää 67 % ja kielteisesti hieman yli neljännes haastatelluista (Peltola et al. 2017).

Automaattisen nopeusvalvonnan lisäämistä kannattavien osuus on laskenut samaan aikaan nopeusvalvonnan lisääntyessä. Liikenneturvan vuonna 2007 tekemän kyselyn mukaan 56 % autoilijoista kannatti automaattisen nopeusvalvonnan lisäämistä, mutta

2000-luvun alkuun verrattuna yhä harvemmat toivoivat pieniin, alle 10 km/h -ylinopeuksiin puuttumista (Pöysti & Rajalin 2008). Liikenneturvan vuonna 2012 tekemässä tutkimuksessa automaattisen nopeusvalvonnan lisäämistä kannatti enää 43 % kyselyyn vastanneista. Tutkimusten mukaan naiset, yli 34-vuotiaat sekä vähän ajavat (alle 5 000 km/vuosi) suhtautuvat positiivisimmin automaattiseen nopeusvalvontaan ja sen lisäämiseen (Pöysti 2012; Peltola et al. 2017).

Vaikka nopeusvalvonnan hyväksyttävyyys on yhä korkealla tasolla, voitaisiin hyväksyttävyyttä silti edistää vielä selvästi. Klang ym. (2011) ovat kartoittaneet asiantuntijoiden näkemyksiä valvonnan hyväksyttävyyden parantamisesta sekä laatinut viiden kohdan suunnitelman automaattisen nopeusvalvonnan hyväksyttävyyden lisäämiseksi asiantuntijahaastatteluihin pohjautuen. Kehityskohteet liittyvät valvonnan näkyvyyteen, julkisuuteen ja tiedottamiseen, kampanjointiin, keskinopeusvalvonnan laajentamiseen sekä valvontatekniikan uudistamiseen. Automaattivalvonnan päätavoitteena on aina liikenneturvallisuuden paraneminen laskemalla ajonopeuksia sallitulle, tieympäristöön soveltuvalle tasolle. Valvonnan hyväksyttävyyden kannalta keskeisessä roolissa onkin tienkäyttäjien kokemus siitä, että valvontaa toteutetaan turvallisuuden edistämiseksi ja ylinopeuksien vähentämiseksi eikä esimerkiksi sakkotulojen keräämiseksi. Automaattisen nopeusvalvonnan hyväksyttävyyden parantamiseksi tulisiikin lisätä tietoisuutta valvonnan hyödyistä sekä pyrkiä vaikuttamaan tienkäyttäjien asenteisiin (Klang et al. 2011). Hyväksyttävyyttä parantavat teiden oikeat, tieympäristöön suunnitellut nopeusrajoitukset, sillä ympäristöön sopimattoman nopeusrajoituksen alueella sijaitseva valvonta voi antaa ristiriitaisen kuvan automaattivalvonnan tavoitteista (Klang et al. 2011).

Yksi merkittävä hyväksyttävyyteen vaikuttava seikka on kameroiden ja valvonnan näkyvyys. Valvonnan avoimuutta voidaan parantaa sijoittamalla uudet kameratolpat näkyville paikoille sekä tarkistamalla olemassa olevien valvontapisteiden sijaintipaikat. Kameratolppien näkyvyyttä voidaan myös tehostaa käyttämällä heijastimia tai värejä kameratolpissa. Varsinais-Suomen ELY-keskuksen toiminta-alueella Varsinais-Suomen ja Satakunnan maakunnissa kaikki kameratolpat on merkitty liitekuvan mukaisilla heijastimilla (liite 2). Lisäksi kaikkien kameratolppien läheisyydessä, noin 150-500 m ennen kamerapylvästä on vallitsevan nopeusrajoituksen toistomerkki. Ruotsissa laitekotelot on maalattu tieopasteiden kanssa samanvärisellä sinisellä väriellä, joka erottuu maastossa ja informoi tieopasteiden tapaan (Klang et al. 2011). Myös navigaattoreihin ladattavat valvonnasta ilmoittavat ohjelmat lisäävät valvonnan avoimuutta ja julkisuutta, sillä tällöin tieto valvontapisteiden sijainneista on kaikkien tienkäyttäjien saatavilla. Automaattivalvonnan ohella nopeusvalvonnan hyväksyttävyyttä kokonaisuudessaan voidaan parantaa poliisin suorittaman liikkuvan nopeusvalvonnan avulla käyttämällä siirrettäviä automaattivalvontalaitteita. Tällöin valvonta kohdistuu myös esimerkiksi moottoripyöräilijöihin sekä niihin tienkäyttäjiin, jotka hidastavat ajonopeuttaan vain kameratolppien kohdalla tai jopa ajavat valvontapisteen kohdalla vastakkaista ajokaistaa. Yksittäisissä vaarallisissa kohteissa tulisi myös ensisijaisesti hyödyntää liikuteltavaa valvontalaitteistoa pylväiden sijaan. (Klang et al. 2011.)

Julkisuus ja tiedottaminen sekä erilaiset kampanjat ja esitteet ovat yksi keino automaattisen nopeusvalvonnan hyväksyttävyyden edistämiseen. Tiedottamisen ja kampanjoinnin tulisi kuitenkin olla systemaattista, esimerkiksi tiedostussuunnitelmaan perustuvaa sekä jatkuvaa. Lisäksi siinä tulisi tuoda esiin valvonnan positiivisia liikenneturvallisuusvaikutuksia sekä muita hyötyjä, kuten positiivisia ympäristövaikutuksia. Ruotsissa sakotuskirjeen mukana lähetetään esite automaattivalvontajärjestelmästä ja

sen hyödyistä, ja haastateltujen asiantuntijoiden mukaan menettely voitaisiin ottaa käyttöön Suomessakin. Automaattivalvonnasta julkaistiin esite vuonna 2016 (Ihalainen et al. 2016), mutta sitä ei tällä hetkellä lähetetä seuraamusten ohessa ylinopeutta ajaneille kuljettajille. Automaattivalvonnan brändi tulisi asiantuntijoiden mukaan muuttaa liikenneturvallisuuskameraksi, ja maininta liikenneturvallisuudesta voitaisiin myös lisätä ennen valvontajakson alkua sijoitettavaan automaattivalvonnasta ilmoittavaan opastetauluun. Nopeusvalvonnan näkyvyyttä ja hyväksyttävyyttä yleisemmin voitaisiin edistää myös tuomalla nopeusvalvonta-auto esittelyyn erilaisiin tilaisuuksiin. (Klang et al. 2011.)

Nopeuden liikenneturvallisuusvaikutuksiin liittyvän tietämättömyyden lisäksi nopeusrajoituksen noudattamiseen vaikuttavat vahvasti myös asenteet ja piittaamattomuus liikenteessä. Tienkäyttäjät saattavat kokea tietyllä nopeudella ajamisen tietynlaisena perusoikeutena, eikä esimerkiksi nopeusrajoituksen laskemisen taustalla olevia tekijöitä välttämättä ymmärretä. Viestinnällä voidaan kuitenkin vaikuttaa tienkäyttäjien liikenneasenteisiin, jotka opitaan usein jo varhain lapsuudessa ja nuoruudessa. Yhteiskunta voi pyrkiä vaikuttamaan liikenneasenteisiin myös muun muassa valistuksella ja tiedotuksella, antamalla huomautuksia ja rangaistuksia, lisäämällä valvontaa tai uudistamalla lainsäädäntöä. Esimerkiksi turvavyön käyttöpakko on paitsi lisännyt turvavyön käyttöä, myös muuttanut turvavyön käyttöön liittyviä asenteita myönteisemmiksi. Viestinnän vaikutukset näkyvät liikenneasenteissa kuitenkin hitaasti, sillä emotionaalisesta suhtautumisesta johtuen asenteita on helpompi luoda kuin muuttaa. Asenteet ohjaavat tiedonhankintaa keskittymään omaa näkemystä tukevaan ja vastakkaista näkemystä torjuvaan informaatioon, ja voimakkaat emotiot vahvistavat omasta näkökannasta poikkeavien mielipiteiden torjumista (Destia & Ramboll 2015).

Automaattivalvonnan hyväksyttävyyttä voidaan pyrkiä edistämään myös uudistamalla valvontatekniikkaa siten, kameralaitteita voitaisiin tuoda tällaisilla tieosuuksilla kaikkiin kameratolppiin. Näin valvontaa voitaisiin kohdistaa erityisesti sinne, missä ongelmia ilmenee, ja käytäntö viestisi ajoneuvonkuljettajille nopeudenylityksistä tai onnettomuuksista haasteellisella tieosuudella (Klang et al. 2011). Tällaista tekniikkaa käytetään Ruotsissa, ja vaikka järjestelmän kustannukset olisivat korkeammat, korvaisi käytäntö osan LAM-pisteistä. Teknologian uudistuessa tulisi myös panostaa kameroiden muotoiluun ja käyttäjälähtöiseen suunnitteluun hyväksyttävyyden edistämiseksi (Klang et al. 2011).

5.6 Automaattisen nopeusvalvonnan tulevaisuus

Automaattisen nopeusvalvonnan kehittäminen on ollut tieliikenteen turvallisuussuunnitelman (LVM 2012) sekä kansallisen älyliikenteen strategian (LVM 2009) mukaan liikenneturvallisuuden kärkihankkeita jo useita vuosia. Kallberg ja Törnqvist (2011) ovat tutkineet automaattisen nopeusvalvonnan kehittämismahdollisuuksia Suomessa, ja selvitystyön yhteydessä automaattiselle nopeusvalvontajärjestelmälle määritettiin kolme päätavoitetta. Ensimmäisenä tavoitteena oli liikenneturvallisuuden parantaminen vähentämällä ajamista nopeusrajoitusta suuremmilla nopeuksilla, ja toiseksi yleiseksi tavoitteeksi kirjattiin nopeusvalvontajärjestelmän tasapuolisuus ja oikeudenmukaisuus. Kolmannen tavoitteen mukaan järjestelmän hyödyt tulisivat olla selvästi järjestelmän kustannuksia suuremmat (Kallberg & Törnqvist 2011).

Kansallisissa strategioissa ja aiemmissa selvityksissä on esitetty useita toimenpiteitä automaattisen nopeusvalvonnan kehittämiseksi. Kallbergin ja Törnqvistin (2011) ehdotuksen mukaan automaattivalvontaa voitaisiin laajentaa taajamien ulkopuolisella

päätieverkolla, ja älyliikenteen strategian mukaan tavoitteena olikin saada yhteensä 4 000 tiekilometriä automaattisen nopeusvalvonnan piiriin vuoteen 2015 mennessä. Viime vuosina yksi merkittävimmistä automaattivalvonnan haasteista on kuitenkin ollut poliisiin resurssien riittämättömyys (Kallberg & Törnqvist 2011; Klang et al. 2011), minkä vuoksi tavoitteeseen ei ole päästy. Pistemäisen valvonnan tueksi voitaisiin ottaa kiinteää keskinopeusvalvontaa, ja valvontaa voitaisiin laajentaa taajamissa antamalla kunnille oikeus osallistua valvontaan. Lisäksi valvonnan kehittämiseksi ja liikenneturvallisuuden parantamiseksi on esitetty kameralaitteiden määrän lisäämistä, rikesakkojen porrastamista, poliisin puuttumiskynnyksen madaltamista, valvontakuvien käsittelyn tehostamista, valvonnan työnjaon ja lainsäädännön uudistamista sekä liikkuvan nopeusvalvonnan kehittämistä (LVM 2009; Kallberg & Törnqvist 2011). Osa valvonnan kehittämiseen tähtäävistä toimenpiteistä on jo toteutettu ja osa on tällä hetkellä käynnissä, mutta esimerkiksi keskinopeusvalvonnan käyttöönottoa ei tällä hetkellä edistetä aktiivisesti. Poliisilla on esimerkiksi käynnissä kilpailutus 150 uudesta automaattivalvonnan kameralaitteesta, jolloin kameroiden määrä yli tuplaantuu lähivuosina. Kamerateat on tarkoitus sijoittaa maanteiden valvontajaksoille ja taajamiin. Toivotun laista kehitystä on siis jo tapahtunut viime vuosina, mutta valvonnan kehittämisessä on vielä paljon hyödyntämätöntä potentiaalia.

Kansallisen liikenneturvallisuussuunnitelman (LVM 2012) yhtenä erityistavoitteena on ollut kehittää taajamien liikenneturvallisuutta lisäämällä automaattivalvontaa sekä mahdollistamalla kuntien osallistuminen automaattiseen nopeusvalvontatyöhön. Kuntien nopeusvalvonta on kuitenkin ollut esillä jo vuonna 2002, jolloin kunnallisen valvonnan todettiin lisäävän merkittävästi valvonnan kattavuutta sekä hillitsevän ylinopeuksia. Vaikka ajonopeudet ovat taajamissa yleensä matalia, voi valvonta parantaa laskevien ajonopeuksien kautta varsinkin jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden turvallisuutta onnettomuustilanteissa. Lisäksi taajamien automaattivalvonnan tehostuminen saattaa parantaa ajonopeuksien noudattamista tieverkolla yleisemminkin, ja poliisi voisi kohdentaa resurssiaan maantieverkon valvontaan (Lähesmaa et al. 2002). Jotkut kunnat ovat jo tehneet poliisin kanssa yhteistyötä ajonopeuksien hillitsemiseksi, ja esimerkiksi Helsingissä ja Oulussa on toteutettu automaattista nopeusvalvontaa kaupunkialueella (Liikennevirasto 2017f). Tällä hetkellä kunnat voivat hankkia automaattisen nopeusvalvonnan laitteita poliisin käyttöön sekä edistää valvonnan sijoittamista katualueille, mutta poliisi on viime kädessä vastuussa valvonnan järjestämisestä ja seuraamusten määräämisestä. Esimerkiksi Helsingin kaupunki on hankkinut nopeusvalvontalaitteita poliisin käyttöön sekä ehdottanut lakimuutosta, joka mahdollistaisi kuntien osallistumisen automaattisen liikennevalvonnan toteuttamiseen laajemmin (Helsingin kaupunki 2017).

Keskinopeusvalvonnan käyttöönotosta on käyty keskustelua pitkään, mutta erityisesti poliisin resurssipula on haitannut kehittämistyötä. Keskinopeusvalvonta on yleistä monissa maissa, kuten Norjassa, Isossa-Britanniassa ja Australiassa, ja sen on todettu pistemittaukseen perustuvaa automaattivalvontaa tehokkaammaksi (esim. Ragnøy 2011). Suomessa on tehty keskinopeusvalvonnan kokeilu Heinolassa vuonna 2010, ja tulokset olivat positiivisia (Rajamäki 2010). Tutkimuksen perusteella keskinopeusvalvonta soveltuisi Suomessa parhaiten kaikkein vilkkaimmille teille. Järjestelmän tekniset valmiudet olisivat siis olemassa, mutta menetelmän käyttöönotto vaatisi kuitenkin järjestelmän toimintavarmuuden parantamista (Rajamäki 2010). Lisäksi keskinopeusvalvonnan investointi- ja ylläpitokustannukset ovat korkeammat kuin pistevalvonnan, joten järjestelmä ei ole ainakaan tällä hetkellä yhtä kustannustehokas kuin nykyinen järjestelmä (Klang et al. 2011).

Liikenne- ja viestintäministeriö valmistelee parhaillaan tieliikennelain kokonaisuudistusta (HE 180/2017 vp). Lakiuudistukseen liittyen on käyty keskustelua siirtymisestä yksinkertaistetusta rikesakkomallista hallinnolliseen liikennevirhemaksujärjestelmään. Tällöin nykyisin rikokseksi määritellyistä rikesakosta tulisi hallinnollinen virhemaksu, joita ei käsiteltäisi käräjäoikeudessa. Koska hallinto-oikeudellisessa virhemaksussa todistustaakka on ajoneuvon omistajalla, riittäisi ajoneuvon rekisterikilven kuvaaminen virhemaksun määräämiseen. Ylinopeussakko voitaisiin siis määrätä ajoneuvon haltijalle, eikä Poliisin tarvitsisi selvittää kuljettajan henkilöllisyyttä, mikä puolestaan lisäisi automaattivalvonnan kustannustehokkuutta. Uudistuksen myötä myös moottoripyöräilijät voitaisiin saada automaattivalvonnan piiriin kuvaamalla rekisterikilvet takaapäin, mikä lisäisi järjestelmän tasapuolisuutta. Ajoneuvon haltijalla tulisi kuitenkin olla oikeusturvakeino, esimerkiksi hallinto-oikeuteen valittaminen, mikäli hän kiistää kuljettaneensa ajoneuvoa. Asianomainen voisi hakea päätökseen muutosta viime kädessä tuomioistuimesta. Epäselvää on kuitenkin se, säästyisikö poliisilta resursseja, mikäli hallinnollisia virhemaksuja käsiteltäisiin hallinto-oikeudessa. Nykyisin rikesakkoa vastustetaan noin 4 %:ssa tapauksissa (Kallberg & Törnqvist 2011). Yksi kysymys on myös se, voitaisiinko haltijavastuuseen perustuvassa menettelyssä määrätty maksut huomioida ajokieltoa harkittaessa, sillä ajokorttiseuraamuksista luopumisen vaikutuksia ajokäyttäytymiseen ei tunneta (Kallberg & Törnqvist 2011).

Automaattivalvonnan tulevaisuutta on käsitelty myös Varsinais-Suomen ELY-keskuksen alueen uusien valvontajaksojen selvitystyön yhteydessä haastatteleamalla liikenneturvallisuusasiantuntijoita (Klang et al. 2011). Keskeisimpänä kehittämiskohteenä nähtiin tuolloin automaattivalvonnan resurssitehokkuus sekä valvontaprosessin työnjaon uudistaminen. Yhtenä merkittävänä haasteena nähtiin myös automaattivalvonnan myönteisten vaikutusten säilyttäminen, sillä tutkimusten mukaan ajonopeudet näyttävän palaavan pitkällä aikavälillä lähemmäs valvontaa edeltänyttä tasoa. Toisaalta esimerkiksi keskinopeusvalvonnan käyttöönotto saattaisi laskea nopeuksia uudelleen, ja turvallisuusvaikutukset voisivat jopa kaksinkertaistua, mikäli nykyisellä pistemäisellä valvontaverkolla voitaisiin pitää yllä tehokkaampaa valvontaa (Klang et al. 2011). Asiantuntijoiden mukaan vastuu valvonnan tekniikasta, kehittämisestä ja ylläpidosta tulisi siirtää ELY-keskuksille tai Liikennevirastolle, jolloin poliisi voisi keskittyä valvonnan suorittamiseen ja seuraamusten täytäntöönpanoon (Klang et al. 2011). Myös automaattivalvonnan kulujen sisällyttämisestä tiejaksojen rakentamiskuluihin on keskusteltu, ja näin on tehty esimerkiksi Kehä I:n parantamisen yhteydessä. Tulevien vuosien hallinnolliset uudistukset, kuten maakuntauudistus tulevat muuttamaan myös automaattivalvonnan toimijoiden rooleja ja vastuita, mutta organisaatioiden rakenne ja työnjako eivät ole vielä selvillä (STM & VM 2017).

6 Automaattinen nopeusvalvonta muualla maailmassa

6.1 Automaattivalvonnan järjestelmät ja käytännöt

Automaattista nopeusvalvontaa käytetään ajonopeuksien hillitsemiseksi ja liikenneturvallisuuden edistämiseksi useissa maissa, erityisesti Euroopassa. Suomen lisäksi ajonopeuksia valvotaan automaattivalvontalaitteilla esimerkiksi Ruotsissa, Norjassa, Isossa-Britanniassa, Irlannissa, Alankomaissa, Belgiassa, Itävallassa, Ranskassa, Italiassa, Espanjassa ja Virossa. Euroopan ulkopuolella automaattista nopeusvalvontaa hyödynnetään ainakin Australiassa, Uudessa-Seelannissa ja Yhdysvalloissa. Kiinteä automaattivalvonta on otettu käyttöön useimmissa maissa 1990-luvun aikana (esim. Oei et al. 1995; Vägverket 2009; Allsop 2010). Kaikissa tässä tutkimuksessa tarkastelluissa maissa on käytössä jonkinlaista poliisin siirrettävää automaattivalvontaa (valvonta-autot), minkä lisäksi hyödynnetään ainakin pistemäistä kiinteää automaattivalvontaa. Useissa maissa on kuitenkin otettu käyttöön myös keskinopeusvalvontaa, jossa keskinopeuksia mitataan pidemmällä tiejaksolla (esim. Ragnøy 2011; Owen et al. 2016; De Pauw et al. 2014; NSW Government 2012a). Pistemäistä valvontaa on käytössä eri maissa vaihtelevasti joistain kymmenistä valvontapististä useisiin tuhansiin kohteisiin (esim. New Zealand Police 2017; Allsop 2010). Keskinopeusvalvontaa sen sijaan suoritetaan yhä huomattavasti suppeammassa laajuudessa korkeintaan joillakin kymmenillä tieosuuksilla valtiota kohti. Nopeusvalvonnan lisäksi monissa maissa tehdään esimerkiksi punaista päin ajamisen valvontaa samoilla laitteilla, joilla nopeusvalvontaa suoritetaan. Taulukkoon 7 on koottu tietoa automaattivalvonnan toiminnasta ja laajuudesta maissa, joissa automaattisen nopeusvalvonnan käyttö on yleistä. Eri maita koskeviin tietoihin tulee kuitenkin suhtautua varauksella, sillä automaattisen nopeusvalvonnan käytännöt ja laajuus voivat muuttua nopeasti. Lisäksi saatavilla olevan informaation määrä ja tarkkuustaso vaihtelevat huomattavasti eri maiden välillä.

Taulukko 7. Kiinteän automaattisen nopeusvalvonnan käytäntöjä eri maissa.

Maa ja valvonnan käyttöön-ottovuosi	Valvonnan tyyppi	Valvonnan laajuus (vuosi)	Valvonnan sijainti tieverkolla	Valvonnan kohdentamisen periaatteet
Suomi ¹ 1993	Pistemäinen valvonta	935 valvontapistettä, 3 300 tie-km, 130 kameralaitetta (2017)	Pääosin maantiet, alle 5 % taajamissa	Onnettomuushistoria, ajonopeudet, liikennemäärä, tekniset seikat, valvontajakson pituus (yli 40 km)
Ruotsi ² 1996	Pistemäinen valvonta	1300 valvontapistettä, 1300 kameralaitetta (2016)	Pääasiassa maantiet, tunnelien valvontakokeilu 2015	Onnettomuushistoria, ajonopeudet, liikennemäärä
Norja ³ 1988	Pistemäinen ja keskinopeusvalvonta	340 valvontapistettä, 24 keskinopeus-valvonnan jaksoa 14 kohteessa (2013)	Pääasiassa maantiet, tunnelit	Onnettomuushistoria ja -kustannukset, ajonopeudet

Tanska ⁴ 2017	Pistemäi- nen val- vonta (kokeilu)	20 valvontapistettä (2017, kokeilu)	Maantiet, kaupun- kien kehä- tiet	Onnettomuushistoria, ajonopeudet, liikenne- määrä
Iso- Britannia ⁵ 1992	Pistemäi- nen val- vonta	Yli 4 100 valvonta-pis- tettä, 51 keski-nopeus- valvonnan jaksoa (410 tie-km) (2010, 2016)	Urbaanit alueet (30 mph) ja maantiet	Onnettomuushistoria, ajonopeudet
Alanko- maat ⁶ 1990	Pistemäi- nen ja keskino- peusval- vonta	Yli 1000 valvonta-pis- tettä, n. 900 yhdistettyä nopeus-/punaista päin ajamista valvovaa ka- 메라a, 11 keskinopeus- valvonnan jaksoa (2016)	Kaikki tie- tyypit	Onnettomuushistoria ja -riski
Ranska ⁷ 2003	Pistemäi- nen val- vonta	Yli 1800 valvontapistettä (2010)	Urbaanit alueet, maantiet	Pääosin onnettomuushis- toria ja ajonopeudet
Espanja ⁸	Pistemäi- nen ja keskino- peusval- vonta	N. 600 valvonta-pis- tettä, 29 keski-nopeus- valvonnan jaksoa (2017)	Maantiet, kaupun- kien kehä- tiet	Onnettomuushistoria ja -riski
Australia ⁹ 1986 (Victo- ria), 1997 (NSW)	Pistemäi- nen ja keskino- peusval- vonta	Yli 200 valvontapistettä, n. 400 yhdistettyä no- peus-/punaista päin aja- mista valvovaa kame- raa, yli 30 keskinopeus- valvonnan jaksoa (2011, 2017)	Urbaanit alueet, maantiet, moottori- tiet, kou- lujen ym- päristöt	Vaihtelevat alueittain; onnettomuushistoria, on- nettomuustyyppit ja vaka- vuus (esim. raskaat ajo- neuvot), ajonopeudet, lii- kennemäärä, tietyyppi, näkemät, sähkön saata- vuus, liikenne-käyttäyty- minen, koulujen ja päivä- kotien läheisyys, asian- tuntijalausunnot
Uusi- Seelanti ¹⁰ 1993	Pistemäi- nen val- vonta	48 valvontapistettä (2017)	Urbaanit alueet, maantiet, tunnelit, koulujen ja päivä- kotien ym- päristöt	Onnettomuushistoria ja - riski (10 v, viimeiset 5 vuotta painotettu), ajo- nopeudet, koulujen ja päiväkotien läheisyys
Yhdysval- lat ¹¹ 1987 (Ari- zona)	Pistemäi- nen val- vonta	Valvontaa 15 osavalti- ossa lähes 100 hallinto- alueella (ml. paikalliset hallintoalueet) (2016)	Pääosin urbaanit alueet	Ajonopeudet, onnetto- muus-historia ja -riski, koulujen läheisyys, asuinalueet ja alueet, joilla on paljon jalankulki- joita, kansalaisten pa- lautteet, työmaa-alueet

Lähteet:

¹Räsänen & Peltola 2001; Kallberg & Törnqvist 2011; Klang et al. 2011; Beilinson & Kallberg 2012; PolStat 2017

²Vägverket 2009; Trafikverket 2016

³Ragnøy 2002; Ragnøy 2011; Ragnøy 2013; Statens vegvesen 2016

⁴Transport-, Bygnings- og Boligministeriet 2017

⁵Allsop 2010; Owen et al. 2016

⁶Oei et al. 1995; Openbaar Ministerie 2017; Korthof 2014; Kallberg & Törnqvist 2011

⁷Carnis & Blais 2013

⁸El País 2012; El País 2015; Gobierno de España 2015; Gobierno de España 2017; RACE 2017

⁹Victorian Auditor-General 2011; Maxwell 2015; Government of South Australia 2017; Government of Western Australia 2017a; Queensland Government 2017; Roads and Maritime Services 2017; Tasmania police 2017; Transport for NSW 2017

¹⁰Scott et al. 2016; Fairfax Media 2017; New Zealand Police 2017

¹¹US Department of Transport & NHTSA 2008; CDC 2015; Vox Media 2015; Governors Highway Safety Association 2016; Insurance Institute for Highway Safety 2017

Maailmalla on käytössä monenlaisia automaattisen nopeusvalvonnan järjestelmiä. Useimmissa maissa on Suomen tapaan käytettävissä enemmän kameratolppia kuin kameralaitteita, joita siirretään kamerapylväiden välillä laitekotelosta toiseen. Ruotsissa on kuitenkin käytössä järjestelmä, jossa jokaisessa kameratolpassa on aina myös kameralaitte (esim. Vägverket 2009). Kameratolpat ovat myös Ruotsissa helposti ha-
vaittavia, ja ne viestivät sinisen värityksensä avulla tieopasteiden tapaan. Myös muissa maissa automaattinen nopeusvalvonta on kuitenkin mykyään näkyvää, ja siitä ilmoitetaan tienvarsikyltein eri tavoin. Pohjoismaissa automaattivalvonnasta ilmoitetaan yleensä selkeällä, kameraa kuvaavalla kyltillä, mutta esimerkiksi Espanjassa, Ranskassa ja Australiassa moniin kyltteihin on myös lisätty tekstit, joissa kerrotaan, että valvontaa toteutetaan liikenneturvallisuuden parantamiseksi (kuva 25). Joissain maissa, kuten Espanjassa ja Australiassa valvontapisteiden sijainnit ilmoitetaan myös etukäteen (esim. El País 2015; Government of Western Australia 2017a), millä tavoitellaan pääosin valvonnan parempaa hyväksyttävyyttä, ja toisaalta myönteisiä liikenneturvallisuusvaikutuksia tiellä, joille valvontaa on kulloinkin sijoitettu. Myös Suomessa poliisi on aika ajoin, esimerkiksi juhlapyhien aikaan, ilmoittanut etukäteen valvontapisteet, joissa kamerat tulevat olemaan käytössä, jolloin liikenneturvallisuusasiat saavat näkyvyyttä mediassa.



Kuva 25. Espanjassa ja Australiassa automaattisesta nopeusvalvonnasta ilmoitetaan tienvarsikyltein, joissa korostetaan sitä, että valvontaa toteutetaan tienkäyttäjien liikenneturvallisuuden edistämiseksi.

Automaattivalvonnan sijainti tieverkolla vaihtelee maiden välillä paljon. Pohjoismaissa ja monissa muissa Euroopan maissa sekä pistemäinen että keskinopeusvalvonta keskittyvät pääasiassa erityyppisille maantiesuoksille (esim. Vägverket 2009; Kallberg & Törnqvist 2011; Ragnøy 2011). Varsinkin Norjassa automaattivalvontaa on sijoitettu myös kaupunkien välisille tunneliosuuksille, joilla muun nopeusvalvonnan toteuttaminen on vaikeaa, mutta myös Irlannissa ja Uudessa-Seelannissa valvontaan ajonopeuksia tunneleissa (Ragnøy 2013; Transport infrastructure Ireland 2017; Fairfax Media 2017). Esimerkiksi Alankomaissa, Isossa-Britanniassa, Australiassa ja Yhdysvalloissa valvotaan puolestaan runsaasti kaupunkimaisia tiealueita, ja ainakin Alankomaissa ja Australiassa yhdistetyt nopeuskamerat ja punaista päin ajamista valvovat kamerat (red light camera) ovat yleisiä risteysalueilla (esim. Allsop 2010; Vox Media 2015; Government of South Australia 2017; Government of Western Australia

2017a; Roads and Maritime Services 2017). Automaattivalvontaa on sijoitettu Suomen ulkopuolella erilaisten kansallisten kriteerien mukaan erityyppisille tieosuuksille, mutta yleensä valvottavat tiejaksot valitaan onnettomuushistorian ja ajonopeuksien perusteella. Valvonnan kohdentamisen ja kamerapylväiden sijoittamisen periaatteita muissa maissa käsitellään tarkemmin luvussa 6.1.

Kuten aiemmin on todettu, Suomessa sanktioihin johtavat nopeusrajoituksen ylitykset ovat korkeampia kuin monissa muissa maissa. Varsinkin monissa Euroopan maissa (esim. Alankomaat ja Ranska) ja Australiassa (Victoria) seuraamuksia voidaan määrätä pienistä, jopa 1 km/h suuruisista nopeusrajoituksen ylityksistä (Kallberg & Törnqvist 2011). Yhdysvalloissa automaattivalvonnalla määrätään rangaistuksia vain melko suurista nopeusrajoituksen ylityksistä, sillä rangaistavien ylinopeuksien alarajat ovat yleensä 10 tai 11 mailia tunnissa (16–18 km/h). Koulujen läheisyydessä raja voi kuitenkin olla 6 mph (10 km/h), ja toisaalta esimerkiksi Ohion Trotwoodissa seuraamuksia on aiemmin lähetetty vain yli 16 mph:n (26 km/h) ylinopeudesta siksi, että ylinopeudet ovat olleet lähtötilanteessa niin suuria (US Department of Transport & NHTSA 2008). Ylinopeudesta määrättävät seuraamukset ovat useimmissa maissa kiinteitä sakkorangaistuksia. Sakkojen suuruudet kuitenkin vaihtelevat hyvin paljon eri maiden välillä, ja Suomessa ja Ruotsissa on kiinteän rikesakon lisäksi myös käytössä tuloihin perustuva päiväsakko. Lisäksi ainakin Norjassa ja Espanjassa voidaan määrätä suurista ylinopeuksista jopa vankeusrangaistus (Enge 2017).

6.2 Automaattivalvonnan kohdentaminen ja valvontapisteiden sijoittaminen

Automaattista nopeusvalvontaa kohdennetaan myös Suomen ulkopuolella pääasiassa onnettomuushistorian sekä keskinopeuksien perusteella. Yleisen onnettomuushistorian lisäksi monissa maissa huomioidaan onnettomuuksien vakavuus, ylinopeudesta johtuvat onnettomuudet sekä onnettomuusriski erityyppisten onnettomuuksien osalta (esim. kohtaamisonnettomuudet, raskaan liikenteen onnettomuudet). Korkeiden ajonopeuksien vuoksi valvontaa voidaan sijoittaa myös koulujen ja päiväkotien läheisyyteen, asuinalueille sekä alueille, joilla on paljon jalankulkijoita. Joissain maissa automaattisten nopeusvalvontakohteiden sijoittamiseen vaikuttavat myös liikennemäärä, tietyyppi, näkemät sekä tekniset seikat, kuten sähköön saatavuus (esim. Vägverket 2009; Tasmania Police 2017). Usein valvontaa kohdennetaan myös asiantuntijalautsuntojen sekä kansalaisten palautteiden perustella (esim. US Department of Transport & NHTSA 2008). Erilaisten kohdentamisperusteiden lisäksi maiden välillä on eroa siinä, miten tarkasti valvontajaksojen valinnan ja sijoittamisen kriteerit on määritelty. Kohdentamisen suunnitelmallisuus on myös vaihdellut vuosien saatossa, ja erilaisia kriteereitä on usein laadittu valvonnan lisääntyessä (esim. Høye 2015).

Ainakin Ruotsissa, Norjassa, Isossa-Britanniassa, Australiassa ja Yhdysvalloissa on erikseen määritelty tarkemmat kriteerit automaattivalvontajaksojen valinnalle tai tarkemmalle sijoittamiselle. Myös muissa maissa on voitu laatia tarkempia suunniteluohjeita automaattivalvonnan kohdentamiseksi ja valvontapisteiden sijoittamiseksi, mutta aiheesta on muiden maiden osalta saatavissa vain vähän julkaistua ja julkista tietoa. Ruotsissa laaditussa ohjeistuksessa vaadittavaksi onnettomuustiheydeksi on määritelty yli 0,08 liikennekuolemaa tiekilometriä kohden vuosittain, ja tieosuuden keskinopeuden tulee olla vähintään 5 km/h tien nopeusrajoitusta suurempi (Vägverket 2009). Teillä, joilla liikennekuolemien määrä on kilometriä kohti korkea, on yleensä yli 4000 ajoneuvon vuorokausiliikennemäärä. Ruotsissa monet valvontapisteet sijait-

sevat liittymien läheisyydessä, ja kamerapylväs tulisikin ohjeen mukaan sijoittaa liittymään, jossa liikennekuolemien tai vakavien loukkaantumisten määrä on yli 0,2 kappaletta vuodessa nopeusrajoituksen ollessa 50 km/h ja yli 0,3 kappaletta vuodessa nopeusrajoituksen ollessa 70 km/h. Myös risteysalueilla ylinopeuden tulee olla enemmän kuin 5 km/h. Ohjeen mukaiset kriteerit täyttyvät usein nelihaaraisissa liittymissä, joissa vasemmalle päätieltä kääntyvä liikenne on kanavoitu saarekkeen avulla, nopeusrajoitus on 70 km/h ja keskimääräinen vuorokausiliikenne yli 8 000 ajoneuvoa. Toinen tyypillinen tapaus on valo-ohjattu liittymä 70 km/h nopeusrajoituksen alueella tiellä, jolla liikennemäärä on yli 12 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (Vägverket 2009). Koska automaattivalvontaan tarvittavien kaapeleiden (sähkö, tiedonsiirto) vetäminen on kallista, määrittää niiden sijainti myös valvontapisteiden tarkempaa sijoittamista.

Norjassa valvontajaksojen valintakriteerit on määritelty sekä pistemäiselle että keskinopeusvalvonnalle (Statens vegvesen 2016). Pistemäisen valvonnan käynnistämisen ehtona on, että kokonaisuusnettomuuskustannukset ovat tiellä maan suurimman kymmenyksen joukossa. Odotettavissa olevien onnettomuuskustannusten tulee myös olla 30 % suurempi kuin keskimääräinen kustannus vastaavan tyyppisillä tiejaksoilla. Keskinopeuden tulee puolestaan olla tiejaksolle määritettyä nopeusrajoitusta korkeampi yhden viikon aikajaksolla mitattuna. Jaksoilla, joilla onnettomuuksia on sattunut erityisesti tiettyyn aikaan päivästä, tarkastellaan keskinopeutta kyseisenä ajankohtana mielellään kuuden tunnin aikajaksolla. Viimeisen periaatteen mukaan valvontaa voidaan sijoittaa molempien suuntien sijasta vain toiseen suuntaan, mikäli vain kyseisellä suunnalla voidaan odottaa merkittäviä positiivisia turvallisuusvaikutuksia (Statens vegvesen 2016). Keskinopeusvalvontajaksojen sijoittamisessa käytetään pistemäisen valvonnan kriteerejä, mutta myös muita erityisehtoja on määritelty. Keskinopeusvalvonnassa tiejakson tulee olla 2–10 kilometriä pitkä, nopeusrajoituksen tulee olla yhtenäinen koko jaksolla eikä jaksolla saa olla liittymiä, joiden liikennemäärä on yli 250 ajoneuvoa vuorokaudessa. Tien geometrian tulisi myös olla sellainen, ettei se itsessään rajoita ylinopeudella ajamista missään tien kohdassa (Statens vegvesen 2016). Lisäksi valvontaa on sijoitettu Norjassa myös paikkoihin, missä poliisin on vaikea toteuttaa muuta valvontaa, kuten tunneleihin ja silloille. Valvontajaksojen valintaa on siis ohjeistettu melko yksityiskohtaisesti, mutta kamerapylväiden tarkemmasta sijoittamisesta on vähemmän tietoa. Aiempien norjalaistutkimusten perusteella pistemäisen valvonnan kamerapylväiden tulisi kuitenkin sijaita noin 2,5–3 kilometrin etäisyydellä toisistaan (Ragnøy 2011).

Isossa-Britanniassa on laadittu ohjeistus automaattivalvonnan käytöstä ja sijoittamisesta vuonna 2007, mutta siinä ei ole määritelty tarkasti maan kattavia kriteereitä valvonnan kohdentamisesta (Department for Transport 2007). Valvonnasta vastaavilla hallinnollisilla alueilla on siten määräysvalta nopeudenhallintakeinojen valitsemisessa sekä valvonnan sijoittamisen periaatteissa. Joitain suosituksia on kuitenkin annettu jo Ison-Britannian kansallisen liikenneturvallisuuskameraohjelman loppuvaiheessa. Ohjeen mukaan pistemäistä valvontaa tulisi kohdentaa teille, joilla on sattunut yhteensä vähintään kolme vakavaan loukkaantumiseen tai kuolemaan johtanutta onnettomuutta tiekilometriä kohti arviointia edeltävän 36 kuukauden aikana. Toinen kriteeri perustuu kaikkien onnettomuuksien kokonaismäärään, jota mitataan pisteytysjärjestelmällä. Siinä esimerkiksi kuolemaan johtanut onnettomuus saa arvon 5 sekä lievä henkilövahinko-onnettomuus arvon 1, ja automaattivalvonnan käyttöön ottamiseksi tiejaksolla tulisi olla yhteensä 18–22 pisteen edestä onnettomuuksia nopeusrajoituksesta riippuen. Keskinopeuksien tulisi puolestaan ylittää kaupunkimaisilla tiejaksoilla (nopeusrajoitus enintään 40 mph = 64 km/h) poliisin puuttumiskynnys, kun taas muualla (nopeusrajoitus vähintään 50 mph = 80 km/h) valvonnan käynnistäminen

edellyttää suuruudeltaan noin 8 km/h (5 mph) ylinopeutta. Keskinopeus määritetään huomioimalla se nopeus, jonka 85 % ajoneuvoista alittaa. Edellä lueteltujen kriteerien lisäksi tiejakson tulee muutoinkin soveltua automaattivalvontaan, ja tieviranomaisen tulee tarkistaa esimerkiksi tien nopeusrajoitukset, muiden nopeudenhallintakeinojen käyttömahdollisuudet sekä viitoitukseen liittyvät seikat ennen valvonnan käyttöönottoa (Department for Transport 2007).

Myös joissain Australian osavaltioissa on määritelty automaattivalvonnan kohdentamisen periaatteita, mutta valvontapisteiden tarkempaan sijaintiin ei juurikaan ole otettu kantaa. New South Walesissa valvonnan kohdentamisen kriteereinä ovat onnettomuusmäärät ja onnettomuuksien vakavuus sekä liikennemäärät ja ajonopeudet, joiden perusteella valvontaa on sijoitettu myös moottoriteille (NSW Government 2012b). Valvontaa sijoitetaan myös koulujen läheisyyteen teille, joilla on sattunut runsaasti vakavia onnettomuuksia ja joilla jalankulkijaonnettomuuksien riski on suuri. Lisäksi kiinteää pistemäistä valvontaa kohdistetaan tiejaksoille, joita poliisin on muutoin vaikea valvoa (esim. tunnelit). Kamerapylvää pyritään sijoittamaan 300 metrin etäisyydelle nopeusrajoituksen muutoskohdasta, joskaan se ei ole aina mahdollista tai tarkoituksenmukaista esimerkiksi koulualueilla. Ohjeistuksen mukaan valvontapisteet tulisi myös hajauttaa, eikä niitä tulisi sijoittaa alamäkiin, mikäli mäessä ei nimenomaan ole ollut runsaasti ylinopeuksista johtuvia onnettomuuksia. Viimeisenä kriteerinä on mainittu tekniset ja kamerapylvään sijainnin asettamat muut vaatimukset, ja teknistä toteutusta varten laaditaan selvitykset ja arvioinnit kohteen teknisistä, toiminnallisista ja turvallisuusvaatimuksista (NSW Government 2012b). Yleispiirteiset periaatteet on kirjattu myös ainakin Victoriassa, missä onnettomuuksien ja ylinopeuksien lisäksi tarkastellaan ainakin liikennemääriä ja teknisiä vaatimuksia. Valvonnan yhtenä tavoitteena on myös nopeusrajoitusten noudattamisen edistäminen laajemmin koko tieverkolla, minkä vuoksi puuttumiskynnys nopeuksiin on matala (State Government Victoria & Victoria Police 2006).

Myös Yhdysvalloissa on laadittu ohjeistus automaattisia nopeusvalvontaa varten, mutta hallintoalueilla on erilaisia valvontakäytäntöjä sekä kriteereitä jaksojen valitsemisessa sekä kamerapylväiden sijoittamisessa (US Department of Transport & NHTSA 2008). Suurin osa hallintoalueista säätelee automaattivalvonnan sijoittamista, ja valvontaa pyritään kohdentamaan tietyille alueille tai tietyntyyppisille teille erilaisin hallintoaluekohtaisin kriteerein. Ohjeistuksen mukaan kiinteää automaattivalvontaa tulisi sijoittaa teille, joilla on varallisia ylinopeuksia sekä nopeuksista johtuvia onnettomuuksia ja joilla liikkuvaa valvontaa on vaarallista tai vaikeaa toteuttaa (US Department of Transport & NHTSA 2008). Useilla alueilla valvonnan edellytyksiä tarkastellaan viranomaisten ja liikennesuunnittelijoiden selvityksissä, ja joissain paikoissa myös poliisilla on runsaasti määräysvaltaa valvonnan kohdentamisessa. Joillain alueilla on kirjattu myös yksityiskohtaisempia periaatteita, ja esimerkiksi Beavertonissa vähintään 6 % ajoneuvoista tulee ajaa yli 10 mph ylinopeutta valvonnan asentamiseksi, ja tiellä tulisi olla eri käyttäjäryhmiä. Pheonixissä ja Akronissa valvontaa puolestaan sijoitetaan ainoastaan koulujen läheisyyteen (school zone) ja San Josessa vain asuinalueille. Coloradossa valvontaa sijoitetaan asuinalueille, koulujen ja puistojen läheisyyteen sekä työmaiden läheisyyteen teillä, joilla liikennemäärä on 10 000–15 000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja nopeusrajoitus enintään 35 mailia tunnissa (n. 56 km/h). Beavertonissa taas 45 % valvonta-ajasta kohdennetaan pääväylille, 35 % koulujen läheisyyteen ja 20 % asuinalueille ajonopeuksien perusteella. Yhdysvaltain liikennehallinnon ohjeistuksessa koulujen läheisyyteen sijoittua valvontaa pidetään hyvänä, mutta siinä korostetaan, että nopeusrajoitukset sekä niiden voimassaoloajat tu-

lee merkitä selkeästi ennen valvonnan aloittamista koulujen läheisyydessä. Lisäksi todetaan, että ennen koulujen alkua toteutetuilla liikenneturvallisuuskampanjoilla voidaan tehostaa valvonnan hyötyjä (US Department of Transport & NHTSA 2008). Asuinalueille valvontaa tulisi puolestaan sijoittaa ohjeistuksen mukaan vain silloin, kun ylinopeudet ovat todellinen turvallisuusriksi tai ne vaikuttavat negatiivisesti elämänlaatuun. Valvonnan sijoittaminen naapurustoihin perustuu yleensä asukkaiden aloitteeseen, ja esimerkiksi San Josessa periaatteena on, että suurin osa asukkaista tai asukastoimikunta hyväksyy valvonnan tuomisen asuinalueelle (US Department of Transport & NHTSA 2008). Koska Yhdysvaltojen automaattivalvontaa koskevat tiedot ovat vuodelta 2008 ja kiinteä automaattivalvonta on tämän jälkeen yleistynyt maassa, on ainakin joillain hallintoalueilla todennäköisesti muutettu valvonnan sijoittamisperiaatteita. Näihin kriteereihin tulee siten suhtautua varauksella, mutta ne antavat hyvin osviittaa eri hallintoalueilla määritellyistä valvonnan periaatteista ja maassa yleisesti vallitsevista käytännöistä.

7 Vuosina 2007–2014 käyttöön otettujen automaattivalvontajaksojen vaikutukset

7.1 Tutkittavat automaattivalvontajaksot ja vertailutiet

Tutkimuksessa on tarkasteltu yhteensä yhtätoista vuosina 2007–2014 käyttöön otettua automaattivalvontaa tiejaksoa. Automaattivalvonnan vaikutuksia on tutkittu Suomessa viimeksi laajemmin vuonna 2009, jolloin tarkasteltiin 1998–2007 käyttöön otettuja automaattivalvontajaksia. Tämän perusteella tutkittaviksi jaksoiksi on valittu vuodesta 2008 alkaen käyttöön otetut jaksot. Lisäksi on tarkasteltu Uudenmaan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten alueilta sellaisia jaksoja, jotka on otettu käyttöön vuonna 2007, mutta joita ei ole tutkittu vuoden 2009 automaattivalvonnan vaikutustutkimuksessa. Vuosina 2015–2016 Suomen maanteilla on otettu käyttöön vain Kehä I:n automaattivalvontajakso, jota on tarkasteltu erillisessä selvityksessä (Peltola et al. 2017). Tutkimukseen on otettu mukaan vain sellaiset automaattivalvotut tiejaksot, joilla on LAM-pisteitä, jotta sekä ajonopeuksien että onnettomuusmäärien tutkiminen olisi mahdollista.

Taulukossa 8 on esitetty tutkimuksessa tarkasteltavien automaattivalvontajaksojen perustiedot. Suurimmasta osasta jaksoja on tehty sekä nopeus- että onnettomuustarkastelu. Tammela–Riihimäki -valvontajaksolta (4) on kuitenkin tehty vain onnettomuustarkastelu, sillä jaksolta ei ollut saatavissa nopeusdataa ennen valvonnan käyttöönottoa. Rauma–Huittinen -jaksolla (6) on puolestaan laskettu nopeusrajoitusta valvonnan käyttöönottovuotena, mutta nopeudenmuutoksia on tarkasteltu erityistapauksena sen selvittämiseksi, miten ajonopeudet muuttuvat, kun tiejaksolla lasketaan nopeusrajoitusta ja käynnistetään automaattivalvonta samaan aikaan. Seututien 180 automaattivalvontajakso taas on jaettu kahteen osuuteen, koska tien alkuosalla (8b) on ollut aiemmin kaksi valvontapistettä, jotka on asennettu vuonna 1997. Vuonna 2008 valvonta on kuitenkin aloitettu pidemmällä tiejaksolla, ja jo aiemmin valvotulle osuudelle on lisätty valvontaa. Kehä III:n valvontajaksolta (3) on huomioitu vain yksi osuus ja LAM-piste, sillä useilla muilla tieosuuksilla on tehty viime vuosina erilaisia parannustoita.

Taulukko 8. Tutkittujen automaattivalvontajaksojen perustiedot.

ID	Tie	Valvontajakson nimi	Käyttöönottovuosi	Pylväät (kpl)	Pituus (km)	Tieosoite (jakso)	LAM-piste	Tieosoite (LAM-piste)
Uudenmaan ELY-keskus								
1	Valtatie 2	Vihti – Loukku	2008	11	43,8	2/3/0-2/18/1000	122 Karkkila	2/15/5038
2	Valtatie 25	Hanko – Tammi-saari – Lohja	2007	18	77,9	25/2/1060-25/20/3500	114 Virkkala	25/19/5020
							124 Dragsvik	25/11/2220
3	Kantatie 50	Kehä III	2010	17	42,9	50/1/881-50/8/3101	140 Järvenperä	50/3/3703
4	Kantatie 54	Tammela – Riihimäki	2007	10	43,4	54/1/0-54/11/0	428 Loppi	54/6/2460
Varsinais-Suomen ELY-keskus								
5	Valtatie 8	Pori (Hyyvelä) – Söörmarkku	2007	2	4,3	8/202/0-8/203/0	207 Pori	8/202/2395
6	Valtatie 12	Rauma – Huittinen	2008	17	68,3	12/102/0-12/116/0	211 Lappi_TL	12/104/2365
7	Valtatie 23	Söörmarkku – Kaanpää	2014	10	41,1	23/101/0-23/107/2135	226 Kaanpää	23/106/2790
8a	Seututie 180	Parainen – Korppoo	2008	6	52,2	180/4/0-180/15/0	225 Parainen	180/6/3660
							255 Simonby (7/2007)	180/8/4614
8b	Seututie 180	Kaarina – Parainen	2008 (1997)	7	15,2	180/1/1640-180/3/5785	254 Kuusisto (6/2007)	180/1/7180
Pirkanmaan ELY-keskus								
9	Valtatie 9	Humpila – Akaa	2010	10	36,5	9/118/0-9/124/9893	445 Kylmäkoski	9/121/14848
10	Valtatie 12	Huittinen – Nokia	2008	15	53,9	12/116/0-12/125/2900	210 Vammala	12/118/1600
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus								
11	Valtatie 3	Hämeen tiepiirin raja – Koskenkorva	2008	17	57,6	3/222/0-3/237/0	1021 Koskue	3/224/4016
							1047 Kurikka (9/2006)	3/234/1760

Automattivalvonnan vaikutuksia tarkastellaan jopa yli kymmenen vuoden aikavälillä, jolloin liikenneympäristössä on voinut automattivalvonnan käyttöönoton lisäksi tapahtua erilaisia ajonopeuksiin ja liikenneturvallisuuteen vaikuttavia muutoksia. Osa näistä muutoksista saattaa johtua esimerkiksi tieympäristön muuttumisesta (tien omi-

naisuudet), ajoneuvoteknologian kehityksestä ja autokannan uudistumisesta tai liikennekulttuurin muutoksesta, kuten yleisemmästä nopeustason laskusta tieverkolla. Näitä automaattivalonnasta riippumattomia muutoksia on tutkittu tarkastelemalla ajonopeuksien ja onnettomuusmäärien muutoksia sellaisilla vertailuteilla, joilla ei ole automaattivalvontaa. Tutkittavia automaattivalvottuja tiejaksoja vastaavat vertailutiet on valittu teiden ominaisuuksien perusteella siten, että tiejaksot vastaavat mahdollisimman hyvin toisiaan. Myös tutkimusasetelma on pyritty rakentamaan sellaiseksi, että ainoana merkittävänä erona tiejaksojen välillä on automaattivalvonnan olemassaolo. Toisiaan vastaavat tiejaksot tunnistettiin paikkatietomenetelmillä Liikenneviraston paikkatietoaineistojen avulla siten, että vertailutiekse valittiin mahdollisimman pitkä ominaisuuksiltaan yhtenäinen tiejakso LAM-pisteiden kohdalla ja läheisyydestä nopeuskehityksen tarkastelemiseksi. Koska joillain automaattivalvontajaksoilla on useampi LAM-piste, joiden kohdalla myös tien ominaisuudet vaihtelevat, kullekin LAM-pisteelle on etsitty vertailuteiltä sitä parhaiten vastaava LAM-piste. Valvontajaksoja vastaavat vertailutiet, niiden LAM-pisteet sekä LAM-pisteiden tieosoitteet on esitetty taulukossa 9. Lisäksi taulukossa on esitetty ominaisuuksiltaan automaattivalvottua tiejaksoa vastaavaan tiejakson tieosoite. Useammalla automaattivalvotulla tiejaksolla on sama vertailujakso, mikäli tien ominaisuudet ovat lähellä toisiaan. Analyysit on kuitenkin tällöin tehty erikseen jokaiselle jaksolle automaattivalvonnan käyttöönottovuoden perusteella. Automaattivalvottujen tiejaksojen sekä niitä vastaavien vertailuteiden sijainnit on esitetty liitteessä 3 ja tarkemmat ominaisuudet liitteessä 4.

Taulukko 9. Automaattivalvontajaksoja ominaisuuksiltaan vastaavat vertailutiet.

ID	Valvontajakson LAM-piste	Vertailutie	Vertailutien LAM-piste	Tieosoite (LAM-piste, vertailutie)	Tieosoite (vertailutie)
1	122 Karkkila	Seututie 140	136 Arola	140/9/4240	140/9/1790-140/10/1617
2	114 Virkkala	Valtatie 19	1005 Luopajarvi	19/2/4824	19/2/0-19/3/7030
	124 Dragsvik	Kantatie 55	115 Saksala	55/1/4229	55/1/1675-55/2/0
3	140 Järvenperä	Kantatie 40	234 Turku, Oriketo	40/4/1992	40/3/800-40/4/4760
4	428 Loppi	Vain onnettomuustarkastelu			
5	207 Pori	Kantatie 55	115 Saksala	55/1/4229	55/1/1675-55/2/0
6	211 Lappi_TL	Seututie 130	433 Valkeakoski	130/23/2356	130/23/0-130/24/5520
7	226 Kankaanpää	Valtatie 10	209 Marttila	10/7/4084	10/4/3481-10/8/8432
8a	225 Parainen	Seututie 170	158 Hagaböle	170/16/3330	170/8/157-170/21/537
	255 Simonby (7/2007)	Seututie 170	158 Hagaböle	170/16/3330	170/8/157-170/21/537
8b	254 Kuusisto (6/2007)	Kantatie 55	115 Saksala	55/1/4229	55/1/1675-55/2/0
9	445 Kylmäkoski	Valtatie 19	1005 Luopajarvi	19/2/4824	19/2/0-19/3/7030
10	210 Vammala	Valtatie 19	1005 Luopajarvi	19/2/4824	19/2/0-19/3/7030
11	1021 Koskue	Valtatie 19	1005 Luopajarvi	19/2/4824	19/2/0-19/3/7030
	1047 Kurikka (9/2006)	Seututie 130	433 Valkeakoski	130/23/2356	130/23/0-130/24/5520

Koska valvontajaksot ja vertailutiet eivät vastaa ominaisuuksiltaan täydellisesti toisiinsa, painotettiin tien ominaisuuksissa tietyyppejä (yksi- tai kaksikaistaiset maantiet tiejaksosta riippuen), nopeusrajoitusta ja liikennemäärää. Lisäksi vertailuteiden valinnassa suosittiin tiejaksoja, joilla ajoradan, pientareen, päällysteen ja suoja-alueen leveys olivat lähimpänä automaattivalvottua tiejaksoa. Kaikki valvontajaksot ja vertailutiet ovat joko kaksi- tai nelikaistaisia maanteitä, joiden nopeusrajoitus on joko 80 km/h tai 100 km/h. Osalla teistä, joiden nopeusrajoitus on 100 km/h on käytössä talvirajoitus 80 km/h. Liikennemäärät vaihtelevat reilusta 1300 ajoneuvosta vuorokaudessa yli 40 000:een. Ominaisuudet kuvaavat selkeyden vuoksi vuoden 2017 tilannetta lukuun ottamatta nopeusrajoituksia, jotka kuvaavat valvonnan käyttöönottovuonna voimassa ollutta nopeusrajoitusta LAM-pisteen kohdalla. Nopeustarkasteluissa (ylinopeutta ajavien osuudet) on käytetty kyseistä nopeusrajoitusta, joka on ollut voimassa tarkasteltujen ennen- ja jälkeen-jaksojen ajan lukuun ottamatta valvontajaksoa Rauma–Huittinen (6). Muissa ominaisuuksissa on voinut tapahtua pieniä muutoksia, jotka eivät kutienkaan ole merkittävästi vaikuttaneet tietyyppeihin. Suuremmat tien parannukset ja muut toimenpiteet on huomioitu rajoittamalla tarkastelu vain sille aikavälille, jolloin tien ominaisuudet ovat pysyneet suhteellisen muuttumattomina.

7.2 Aineisto ja menetelmät

Suomessa vuosina 2007–2014 käyttöön otettujen automaattisten nopeusvalvontajaksoiden vaikutuksia tarkastellaan erilaisten nopeus-, onnettomuus- ja tiestötietojen avulla. Automaattivalvonnan nopeusvaikutusten tarkastelu perustuu Liikenneviraston hallinnoimien liikenteen automaattisten mittausasemien (LAM) tietoihin. LAM-laitteet rekisteröivät mittauspisteen ylittävät ajoneuvot, joista kerätään erilaista tietoa, kuten kellonaika, ajosuunta, kaista, nopeus, ajoneuvon pituus sekä ajoneuvoluokka. Tutkimuksessa käytetty LAM-data on ladattu Liikenneviraston avoimien aineistojen julkelupalvelusta. Nopeustarkastelut on tehty erikseen talvi- ja kesäkaudelle. Talvikauden valittiin marras-helmikuu ja kesäkuukauden touko-syyskuu, sillä näillä ajanjaksoilla ajonopeudet ovat tilastojen mukaan matalimmat ja korkeimmat. Näiden kuukausien väliin jäävillä ajanjaksoilla keskinopeudet ovat vaihtelevampia esimerkiksi säästä ja kelistä sekä talvi- ja kesärajoitusten vaihtelevista alkamisajankohdista johtuen. Tutkimuksessa on tarkasteltu erikseen myös molempia ajosuuntia erikseen, koska tien ominaisuudet (esim. mäkisyyt) voivat vaihdella eri suuntaan ajettaessa. Tämä mahdollistaa myös sen tarkastelemisen, millä tavalla etäisyys automaattivalvontapisteestä vaikuttaa ajonopeuksiin kullakin tien puolella.

Automaattivalvonnan vaikutuksia ajonopeuksiin on tutkittu vertailemalla ajonopeuksia ennen ja jälkeen automaattivalvonnan käyttöönottoa. Ennen-jaksona on käytetty kolmea vuotta ennen valvontaa ja jälkeen-jaksona mahdollisimman montaa vuotta valvonnan käyttöönoton jälkeen, mikä mahdollistaa valvonnan pitkäaikaisvaikutusten tutkimisen. Valvonnan käyttöönottovuosi on kuitenkin jätetty tarkastelun ulkopuolelle, sillä valvonnan tarkka käyttöönottoajankohta ei ole tiedossa kaikkien tutkittavien jaksojen osalta. Valvonnan käyttöönottoon liittyvät testaukset ja asennukset ovat myös voineet vaikuttaa ajonopeuksiin ennen valvonnan varsinaista käynnistymistä, ja lisäksi valvontavuoden ulkopuolinen data antaa luotettavamman kuvan valvonnan pysyvistä vaikutuksista. Myös valvontavuotta ympäröivät talvikaudet on jätetty tarkastelun ulkopuolelle, mikäli aineistoa on ollut saatavilla muilta ajankohdilta. Val-

vonnan vaikutuksia on tarkasteltu erikseen kaikilla jaksoilla, ja ennen- ja jälkeen- jaksoiden ajankohdat vaihtelevat valvonnan käyttöönottovuoden mukaan (taulukko 10). Ennen-jakson ajonopeudet on laskettu kolmen vuoden keskiarvona, mikäli tiedot ovat olleet saatavilla koko ajalta. Näin voidaan tasata esimerkiksi sään ja kelin vaihteluista johtuvia eroja talviajan nopeustasoissa. Jälkeen-jaksolla on puolestaan tarkasteltu erikseen kolmen valvonnan käynnistämistä seuranneen vuoden nopeuksien keskiarvoja sekä koko jälkeen-jakson keskiarvoja kesäkauteen 2017 saakka, mikäli tiedot ovat olleet saatavilla eikä tien ominaisuuksiin LAM-pisteen kohdalla tai läheisyydessä ole tehty merkittäviä muutoksia.

Taulukko 10. Nopeustarkastelun ennen- ja jälkeen-jaksot sekä valvonnan käyttöönotto-vuodet automaattivalvontajaksoittain. Lyhenne "T" viittaa talvikauteen ja lyhenne "K" kesäkauteen.

ID	LAM	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K
		03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17												
1	122																										
2	114																										
	124																										
3	140																										
4	428	Vain onnettomuustarkastelu																									
5	207																										
6	211																										
7	226																										
8a	225																										
	255																										
8b	254																										
9	445																										
10	210																										
11	1021																										
	1047																										

ennen-jakso
valvonnan käyttöönottovuosi
jälkeen-jakso

Valvontajaksoilta Vihti–Loukku (1) ja Hämeen tiepiirin raja–Koskenkorva (11, LAM 1047 Kurikka) on käytetty lyhyempää ennen-jaksoa, mutta molempien osalta dataa on kuitenkin vähintään yhdeltä kokonaiselta kesä- ja talvikaudelta ennen valvontaa. Ensin mainitulla on laskettu nopeusrajoitusta, kun taas Kurikan LAM-piste on asennettu vasta valvontaa edeltäneenä vuotena. Seututien 180 valvontajaksoilla olevat LAM-pisteet 255 Simonby sekä 254 Kuusisto on otettu käyttöön kesällä 2007, joten ennen-jaksona on käytetty normaalia lyhyempää kesäkautta. Talvikautena on puolestaan käytetty marras-joulukuuta 2007, ja aineistosta puuttuvat usein lumisimmat talvikaudet tammi- ja helmikuu. Tämän vuoksi ennen-jaksojen nopeudet eivät ole täysin vertailukelpoisia muiden jaksoiden ja jälkeen jaksoiden talvinopeuksien kanssa. Tammele–Riihimäki -valvontajakso (4) on jätetty kokonaan nopeustarkastelun ulkopuolelle, sillä jaksolta ei ollut saatavissa nopeusdataa ennen valvonnan käyttöönottoa.

Jälkeen-jaksot ulottuvat pääasiassa vuoden 2017 kesäkauteen saakka. Jaksojen 1, 3, 6, 8a (LAM 225 Parainen) sekä 8b jälkeen-jaksojen tarkastelut on kuitenkin päättyvät ennen tätä, ja jälkeen-jakson tulokset on esitetty selkeyden vuoksi kolmen kesä- ja talvikauden ajalta. Lyhyemmät tarkastelujaksot johtuvat nopeusrajoitusten muutoksista sekä laajemmista tien parannuksista. Söörmarkku–Kankaanpää -valvontajakso (7) on puolestaan otettu käyttöön vuonna 2014, joten jälkeen-jakso muodostuu kolmen kesäkauden ja kahden talvikauden keskiarvosta.

Vertailuteiden ajonopeuksia on tutkittu tarkastelemalla samoja ajanjaksoja, joita on käytetty niitä vastaavilla automaattivalvotuilla jaksoilla. Valvonnan käyttöönottovuoden aineisto on poistettu siten myös vertailuteiden tarkastelusta, jolloin ennen- ja jälkeen-jaksot ovat yhtä pitkiä. Ainoa poikkeus on vertailutien LAM-piste 115 Saksala Kantatiellä 55, jonka nopeusrajoitusta on muutettu ennen-jaksolla. Automaattivalvontajaksolla Pori (Hyvelä) –Söörmarkku (5) vertailutien ennen-jakso on lyhyempi kuin valvotun tiejakson tarkasteluaikaväli, mutta kokonaiset kesä- ja talvikaudet ovat tarkastelussa mukana. Tammela–Riihimäki -valvontajaksoa vastaavassa vertailutien aineistossa on puolestaan mukana yksi kesäkausi, mutta talvijakson osalta vain marras-joulukuu.

LAM-aineistoja on käsitelty siis rajaamalla aineistoa alku- ja loppupäästä esimerkiksi nopeusrajoitusten muutosten ja suurempien teknisten toimenpiteiden perusteella, mutta myös poistamalla aineistosta sellaisia päiviä, jolloin ajonopeudet ovat olleet normaalista poikkeavia. Päiviä on poistettu aineistosta yleensä päällystystoimenpiteiden vuoksi. Virheellisten päivien aineistot on karsittu samalla periaatteella sekä automaattivalvontajaksojen että vertailuteiden nopeusaineistoista. Joidenkin LAM-pisteiden aineistoissa on myös lyhyempiä katkoja, jolloin mittausasema ei ole ollut toiminnassa. Karsinnan ja datan puutteiden vuoksi valvontajaksojen ja niitä vastaavien vertailuteiden havaintopäivien määrissä on pieniä eroja, eivätkä aineistot siis vastaa ajallisesti täysin toisiaan. Aineiston määrä on kuitenkin pitkien vuosittaisten kesä- ja talvikausien vuoksi niin suuri, etteivät erot yksittäisissä päivissä vaikuta oleellisesti tuloksiin.

Automaattivalvonnan nopeusvaikutusten lisäksi tutkimuksessa tarkastellaan valvonnan käyttöönoton vaikutuksia liikenneturvallisuuteen. Laskennallisia onnettomuusvaikutuksia tarkastellaan havaittujen keskinopeuksien muutosten perusteella eksponenttimallin mukaisesti (ks. luku 3.1). Havaittuja onnettomuusvaikutuksia puolestaan tutkitaan vertailemalla onnettomuusmääriä ja erityyppisten onnettomuuksien yleisyyttä ennen ja jälkeen automaattivalvonnan käyttöönottoa. Vertailuajankohdat ovat enintään viiden vuoden pituisia aikajaksoja ennen ja jälkeen automaattivalvonnan käyttöönoton. Mikäli aineistoa ei ole ollut saatavilla viideltä vuodelta joko ennen tai jälkeen valvonnan, on tarkasteltu mahdollisimman pitkiä jaksoja siten, että ennen- ja jälkeen-jakso ovat yhtä pitkät. Valvonnan käyttöönottovuosi on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Nopeustarkastelun tapaan tarkasteluajankohdat riippuvat siis valvonnan käyttöönottovuodesta (taulukko 11). Yleisen onnettomuustrendin tunnistamiseksi on tutkittu kutakin automaattivalvottua tiejaksoa vastaan vertailutien onnettomuuksia yhtä pitkältä jaksolta kuin miltä valvontajaksojen nopeuksia on tutkittu. Tarkasteluissa on huomioitu suuremmat toimenpiteet tiejaksoilla, mutta ei nopeusrajoitusten muutoksia. Suuri osa nopeusrajoitusten muutoksista ilman tien parannuksia on pistemäisiä tai vain lyhyellä jaksolla toteutettu. Lisäksi voidaan olettaa, että sekä valvontajaksoilla että vertailuteilla on tehty samantyyppisiä nopeusrajoitusten muutoksia, jolloin myös vaikutukset ovat samanlaisia. Onnettomuustarkasteluissa on käytetty aineistona Liikenneviraston Tiira-palvelusta ladattuja onnettomuustietoja, jotka perustuvat Tilastokeskuksen kokoamiin poliisin tietoon tulleisiin tieliikenneonnettomuuksiin.

Taulukko 11. Onnettomuustarkastelun ennen- ja jälkeen-jaksot sekä valvonnan käyttöönottovuodet automaattivalvontajaksoittain.

ID	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8a															
8b															
9															
10															
11															

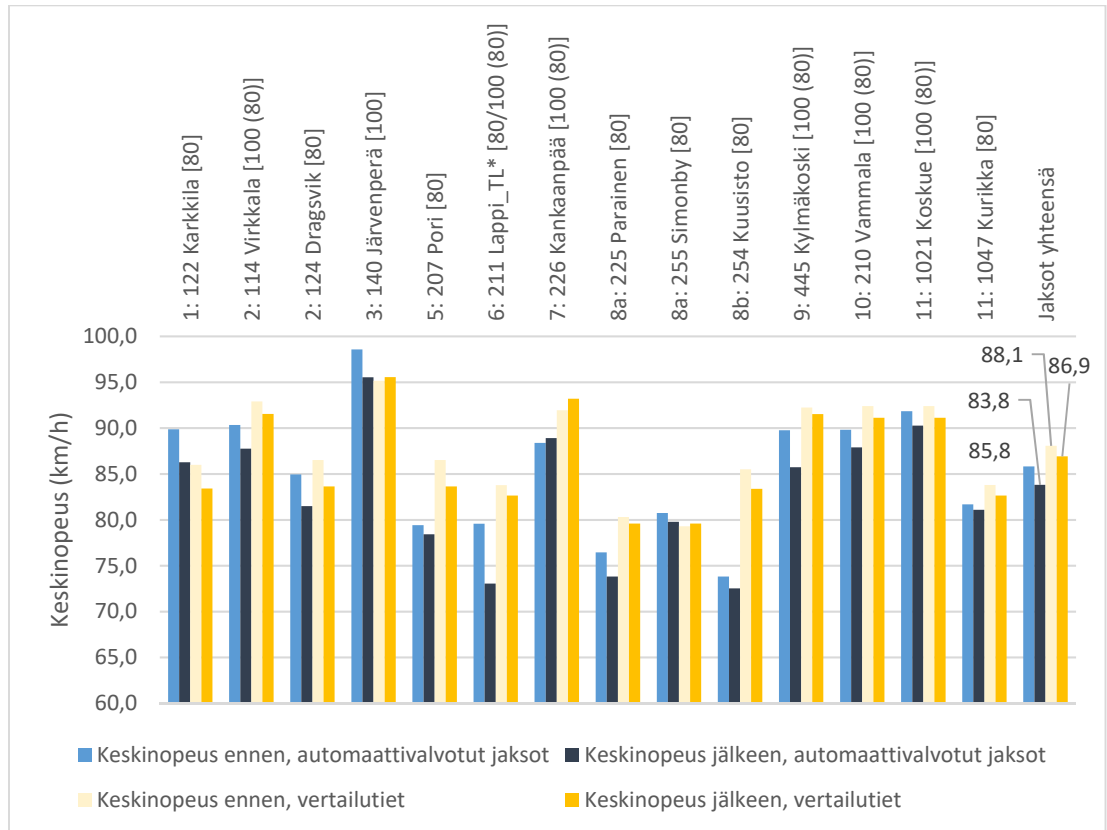
ennen-jakso
 valvonnan käyttöönottovuosi
 jälkeen-jakso

Tulosten tilastollista luotettavuutta on tarkasteltu t-testillä ja regressioanalyysillä. Parametrisella t-testillä on arvioitu kahden riippumattoman otoksen, tässä tapauksessa ennen- ja jälkeen jaksot aineistojen keskiarvojen eroja. Kaksisuuntaisella t-testillä arvioidaan, onko ryhmäkeskiarvojen ero riittävän suuri, ja mitä enemmän ennen- ja jälkeen-jaksot poikkeavat toisistaan, sitä varmemmin automaattivalvonta on vaikuttanut ajonopeuksiin tai onnettomuusmääriin. T-testin tuloksena saatu p-arvo kuvaa todennäköisyyttä sille, että ero kahden ryhmän keskiarvoissa selittyy pelkästään satunnaisvaihtelulla. Mitä pienempi p-arvo on, sitä varmemmin keskiarvojen välinen ero on tilastollisesti merkitsevä. Tulos on tilastollisesti merkitsevä, jos p-arvo on pienempi kuin 0,01. P-arvon ollessa 0,05 tulos on melkein merkitsevä. Lineaarisella regressioanalyysillä on tutkittu selittävän muuttujan (esim. etäisyys kamerapylvästä) vaikutusta selitettävään muuttuun (esim. keskinopeuden muutos). Regressioanalyysillä saadaan myös tietoa siitä, kuinka voimakas mahdollinen vaikutus on, ja onko yhteys tilastollisesti merkitsevä (p-arvo). Muuttujien välisen yhteyden voimakkuutta voidaan kuvata regressiosuoralla, jonka kulmakerroin (regressiokerroin) kuvaa muuttujien välisen yhteyden suuntaa ja voimakkuutta. Mikäli kerroin on nolla, ei muuttujien välillä ole yhteyttä. Regressiomallin selitysvoima on sitä parempi, mitä lähemmäksi regressiosuoraa muuttujat sijoittuvat. (Holopainen & Pulkkinen 2008.)

7.3 Automaattivalvonnan nopeusvaikutukset

7.3.1 Vaikutukset keskinopeuksiin, v85-nopeuksiin ja ylinopeuksiin

Automaattivalvotuilla tiejaksoilla keskinopeudet laskivat valvonnan käyttöönoton myötä keskimäärin 2 km/h, kun vaikutuksia tarkasteltiin kolmen vuoden ennen- ja jälkeen- jaksoilla. Vertailuteillä ajonopeudet puolestaan laskivat vastaavina ajankohdina keskimäärin 1,2 km/h. Keskinopeudet olivat siis laskeneet automaattivalvontajaksoilla 0,8 km/h enemmän kuin vertailuteillä, ja nopeusmuutokset olivat t-testin mukaan tilastollisesti merkitseviä. Keskinopeus oli tutkituilla automaattivalvotuilla teillä ennen valvontaa 85,8 km/h ja valvonnan jälkeen 83,8 km/h (kuva 26). Vertailuteillä keskinopeudet olivat automaattivalvontajaksoja korkeammat sekä ennen valvontaa (88,1 km/h) että sen jälkeen (86,9 km/h). LAM-mittauspisteiden tiedoissa yksittäisten ajoneuvojen nopeudet on esitetty kokonaislukuina, mutta suuren aineistomäärän vuoksi keskinopeudet ja keskiarvot on esitetty yhden desimaalin tarkkuudella.



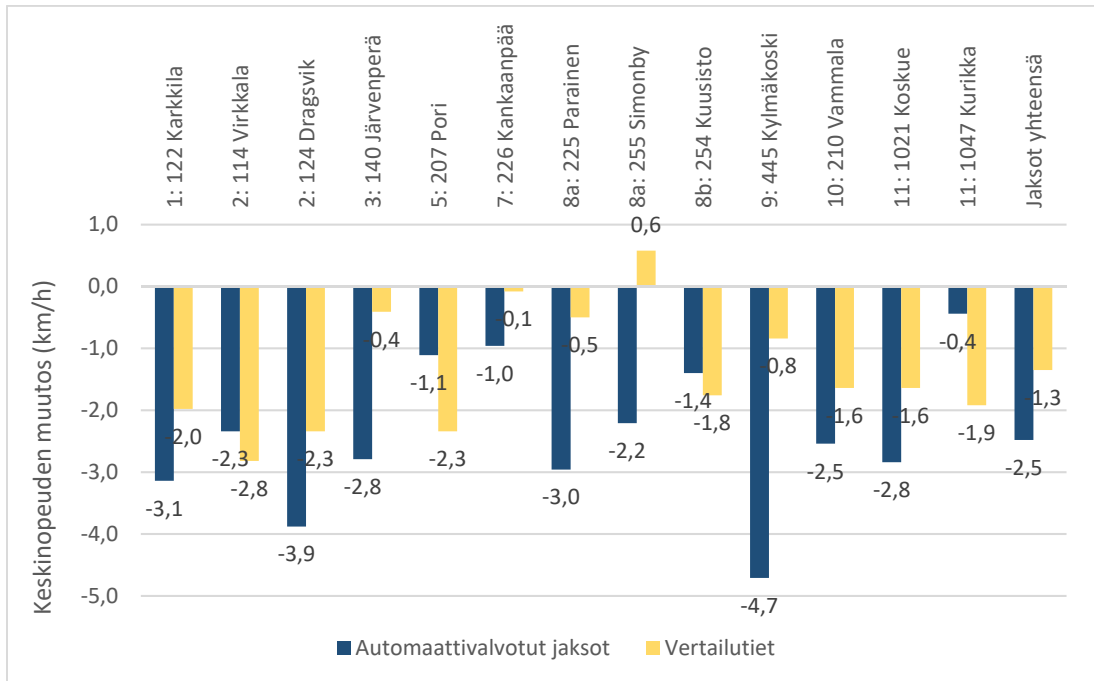
Kuva 26. Keskinopeus ennen ja jälkeen (kolmen vuoden jälkeen-jakso) automaattivalvonnan käyttöönoton automaattivalvontajaksolla ja vertailuteilla. Valvontajakson nimen perässä on ilmoitettu LAM-pisteen tienkohdan nopeusrajoitus sekä sulkeissa talvinopeusrajoitus.

* Rauma-Huittinen valvontajakson (ID 6) nopeusrajoitusta on alennettu valvonnan käyttöönottovuonna 100 km:sta/h 80 km:iin/h.

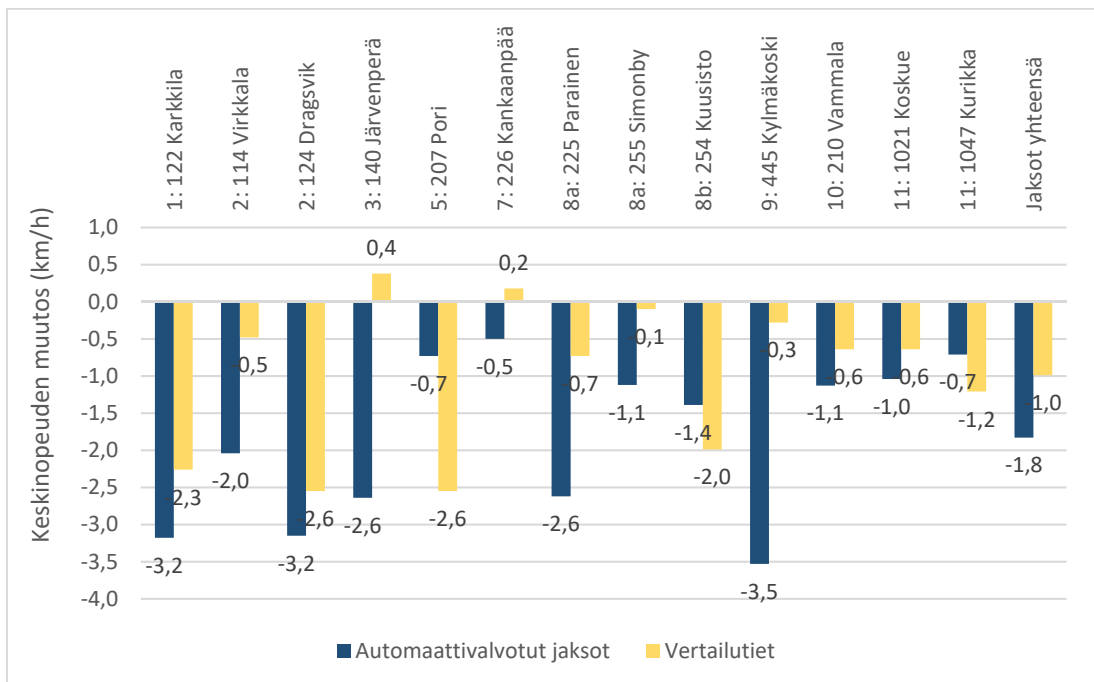
Yksittäisistä automaattivalvotuista tiejaksoista keskinopeudet laskivat eniten jaksolla Humppila–Akaa (9), jossa laskua oli kesä- ja talvikaudella yhteensä 4,0 km/h (-4,5 %). Vastaavalla vertailuteilla ajonopeudet laskivat ainoastaan 0,7 km/h. Seuraavaksi eniten nopeudet laskivat Vihti–Loukku -jaksolla (-3,6 km/h, -4,0 %) sekä Hango–Tammisaari–Lohja -jaksolla Dragsvikin LAM-pisteessä (-3,4 km/h, -4,0 %). Ajonopeudet kuitenkin laskivat huomattavasti myös näitä jaksoja vastaavilla vertailuteilla (-2,6 ja -2,9 km/h). Mikäli valvontajaksoja vastaavat vertailutiet otetaan huomioon, vaikutti automaattivalvonta ajonopeuksiin eniten automaattisen nopeusvalvonnan jaksoilla Humppila–Akaa (ajonopeudet laskivat 3,3 km/h enemmän kuin vertailuteilla) ja Kehä III (-3,4 km/h) sekä Parainen–Korppoo -jaksolla Paraisten LAM-pisteen läheisyydessä (-1,9 km/h). Keskinopeudet sekä nopeudenmuutokset kaikkien automaattivalvontajaksojen ja vertailuteiden osalta on esitetty tarkemmin liitteessä 5.

Automaattivalvonta laski ajonopeuksia enemmän talvella kuin kesällä. Keskinopeudet laskivat automaattivalvotuilla teillä talvella 2,4 km/h ja kesällä 1,8 km/h, kun keskinopeuksia verrattiin kolmen vuoden ennen- ja jälkeen-jaksoilla. Vertailuteilla vastaavat keskinopeuksien alenemat olivat 1,3 km/h talvella ja 1,0 km/h kesällä. Keskinopeuden muutoksen luottamusrajat on laskettu t-testillä, ja aineiston suuren määrän vuoksi erot olivat tilastollisesti merkitseviä lukuun ottamatta kesäkauden nopeusmuutosta Simonbyn LAM-pistettä vastaavassa vertailutien LAM-pisteessä 158 Hagaböle (jakso 8a; ks. liitteet 5–6). Talvikauden keskinopeusmuutokset automaattivalvontajaksolla ja vertailuteilla on esitetty kuvassa 27, ja vastaavat tiedot kesäkaudelta on koottu kuvaan 28. Tarkemmat jaksokohtaiset tiedot talvikauden nopeusmuutoksista

sekä keskinopeuksista ennen ja jälkeen valvonnan esitetty liitteessä 6, ja tiedot kesäkauden osalta on esitetty liitteessä 7. Kaikkien jaksojen keskiarvossa ei ole huomioitu Rauma–Huittinen -valvontajakson sekä sitä vastaavaan vertailutien nopeusmuutosta nopeusrajoituksen muutoksen vuoksi. Lisäksi on huomioitava, että valvontajaksolla Kaarina–Parainen (8b) on ollut aiemmin kaksi automaattivalvontapistettä 1997–2008, mikä saattaa vaikuttaa jakson nopeusmuutokseen.

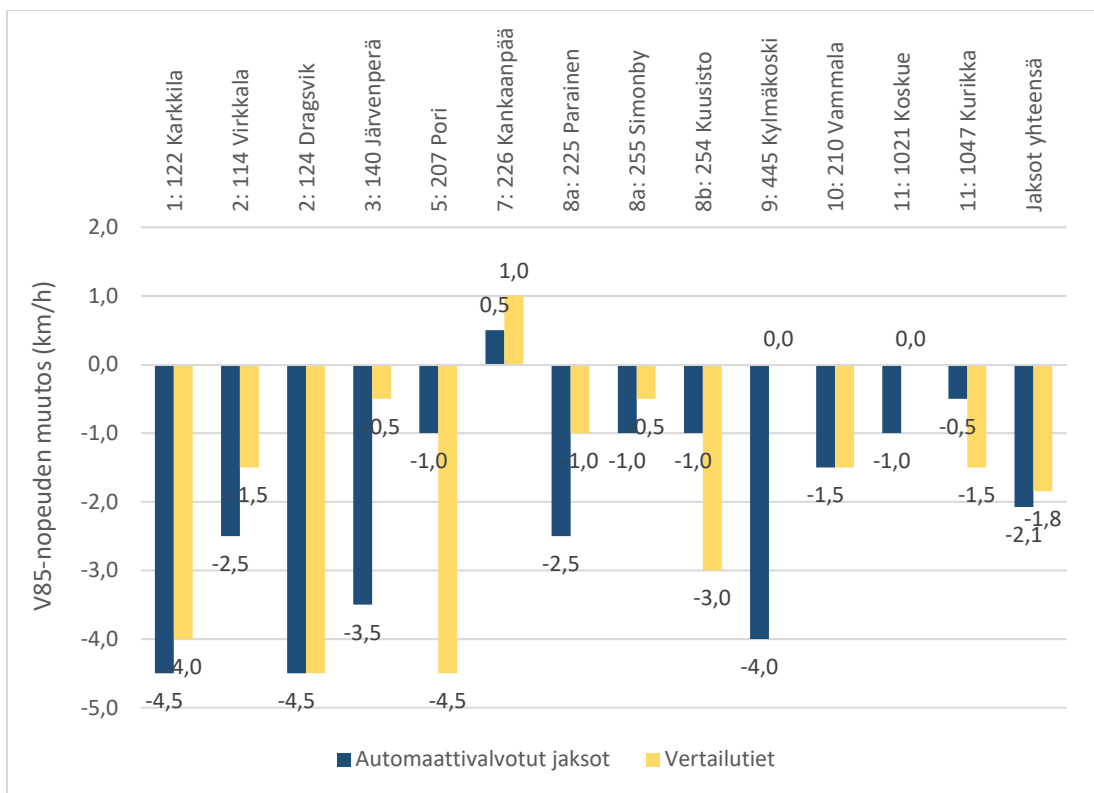


Kuva 27. Talvikauden keskinopeudet automaattivalvotuilla tiejaksoilla ennen ja jälkeen valvonnan sekä vastaavat vertailuteiden keskinopeudet.



Kuva 28. Kesäkauden keskinopeudet automaattivalvotuilla tiejaksoilla ennen ja jälkeen valvonnan sekä vastaavat vertailuteiden keskinopeudet.

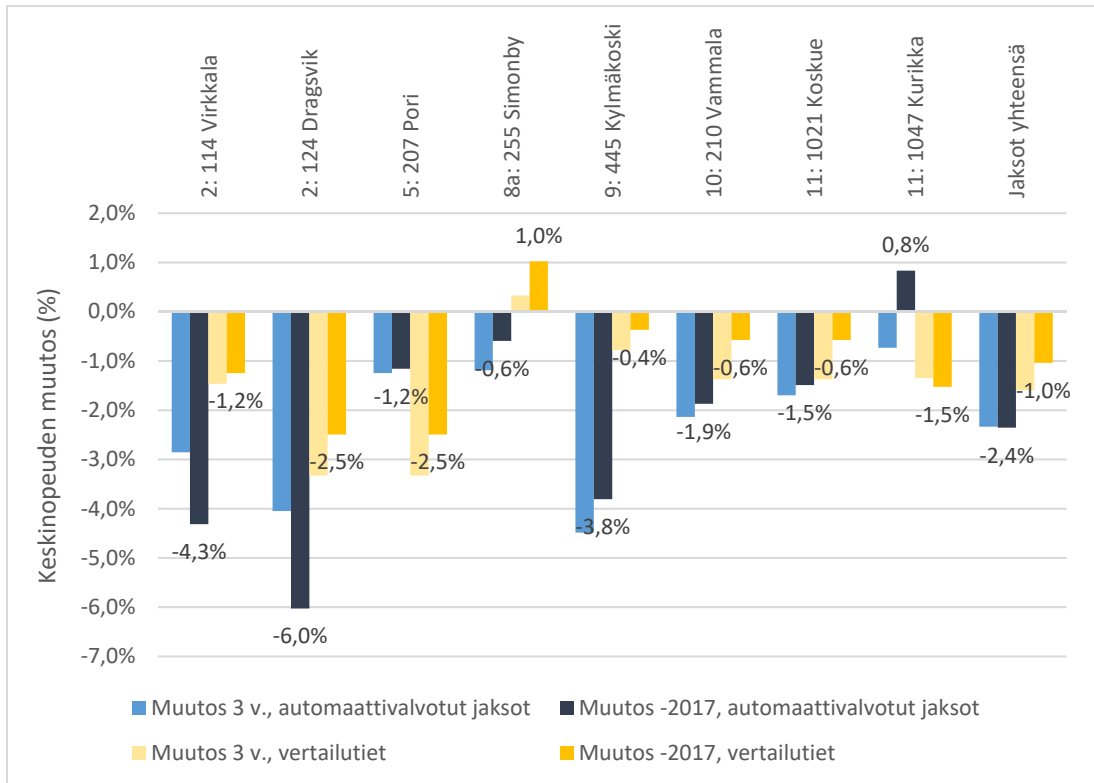
V85-nopeuksia eli 85 %:n fraktiilin tarkasteleminen antaa tietoa havaintojen jakautumisesta, eli tässä tapauksesta siitä, millaista nopeutta suurin osa ajoneuvoista ajaa. V85-nopeus kuvaa siis sitä nopeustasoa, jonka 85 % ajoneuvoista alittaa. Kuvassa 29 on esitetty v85-nopeudet ennen ja jälkeen automaattivalvonnan sekä vastaavat vertailuteiden luvut. LAM-aineistossa ajonopeudet on ilmoitettu kokonaislukuna, mutta kuvaajassa kunkin jakson tulos kuvaa molempien suuntien keskiarvoa, minkä vuoksi keskiarvot on kuitenkin esitetty yhden desimaalin tarkkuudella. Automaattisilla nopeusvalvontajaksoilla v85-nopeus oli keskimäärin 95 km/h ennen valvontaa ja 92,9 km/h valvonnan jälkeen kolmen vuoden keskiarvoina tarkasteltuna. V85-nopeudet laskivat automaattivalvontajaksoilla siis 2,1 km/h, kun taas vertailuteilla laskua oli 1,8 km/h. Vertailuteiden v85-nopeudet olivat kuitenkin selvästi korkeammat sekä lähtötilanteessa (98,4 km/h) että jälkeen-jaksolla (96,5 km/h). Automaattivalvotuista tiejaksoista v85-nopeudet laskivat eniten Uudenmaan ELY-keskuksen jaksoilla sekä Akaan suuntaan välillä Humpkala–Akaa. Tarkemmat tiedot valvontajaksojen ja vertailuteiden V85-nopeuksista sekä nopeusmuutoksista on esitetty liitteessä 8.



Kuva 29. V85-nopeudet automaattivalvotuilla tiejaksoilla ennen ja jälkeen valvonnan sekä vastaavat vertailuteiden keskinopeudet. Kunkin jakson tulos kuvaa molempien suuntien keskiarvoa.

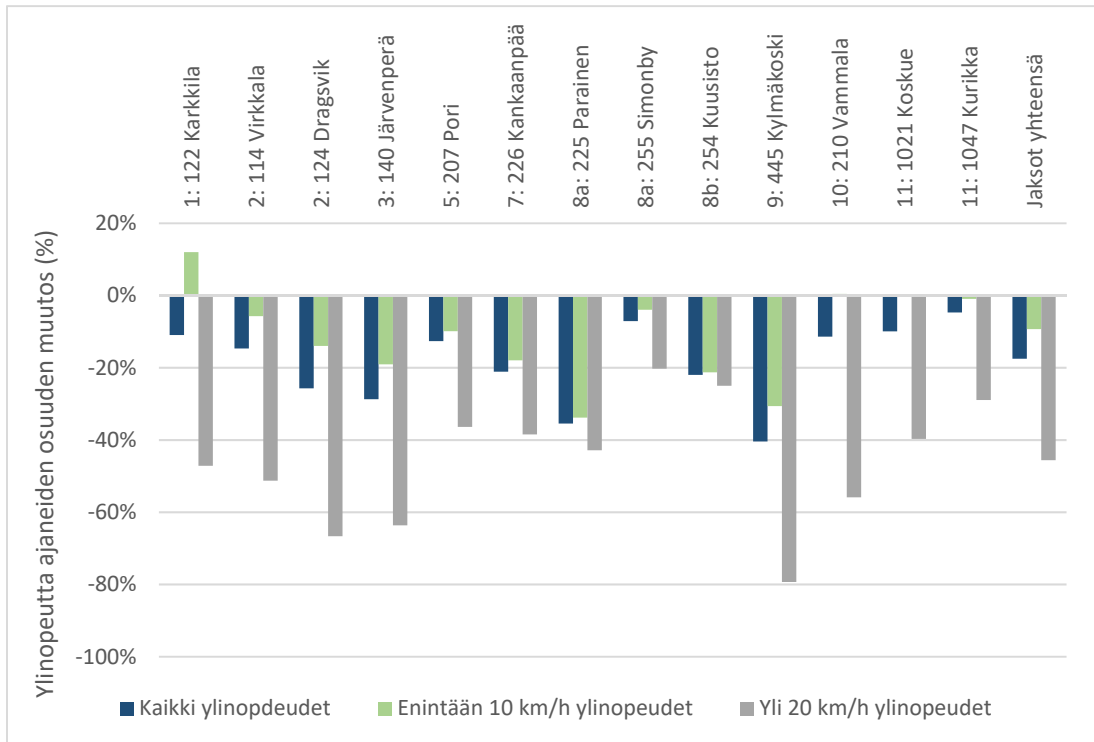
Valvonnan pitkäaikaisvaikutuksia tutkittiin 2008–2010 käyttöön otettujen automaattivalvontajaksojen osalta vertailemalla keskinopeuksia kolmen vuoden ennen-jaksolla sekä kesään 2017 saakka ulottuvalla jälkeen-jaksolla, joka sisälsi myös kolme valvonnan käyttöönottoa seurannutta vuotta. Tarkastelluilla automaattivalvotuilla tiejaksoilla ajonopeudet olivat laskeneet 2 km/h sekä kolme vuotta valvonnan jälkeen että pitkällä aikavälillä tarkasteltuna. Vastaavilla vertailuteilla ajonopeudet olivat puolestaan laskeneet ensin 1,4 km/h, mutta pitkällä aikavälillä tarkasteltuna vain 0,9 km/h. Automaattivalvontajaksoilla keskinopeus laski 2,4 % ja vertailuteilla 1,0 % pitkällä aikavälillä (kuva 30). Ajonopeudet ovat siis ensin laskeneet valvontajaksojen lisäksi selvästi myös vertailuteilla, mutta pitkällä aikavälillä vertailuteiden ajonopeudet ovat

nousseet, kun taas automaattivalvonta on pitänyt valvontajaksojen ajonopeudet alemmalla tasolla verrattuna tilanteeseen ennen valvontaa. Automaattivalvonnan vaikutukset eivät siis näytä heikentyvän vuosien saatossa, ja ajonopeudet ovat laskeneet automaattivalvonnan ansiosta yleistä trendiä voimakkaammin. Pitkän aikavälin nopeusmuutoksia testattiin t-testillä 95 %:n luottamustasolla, ja tulokset olivat tilastollisesti merkitseviä riskitasolla 0,001.



Kuva 30. Keskinopeuksien muutos automaattivalvontajaksolla ja vertailuteilla kolmen vuoden jälkeen-jaksolla ja vuoteen 2017 ulottuvalla jälkeen-jaksolla.

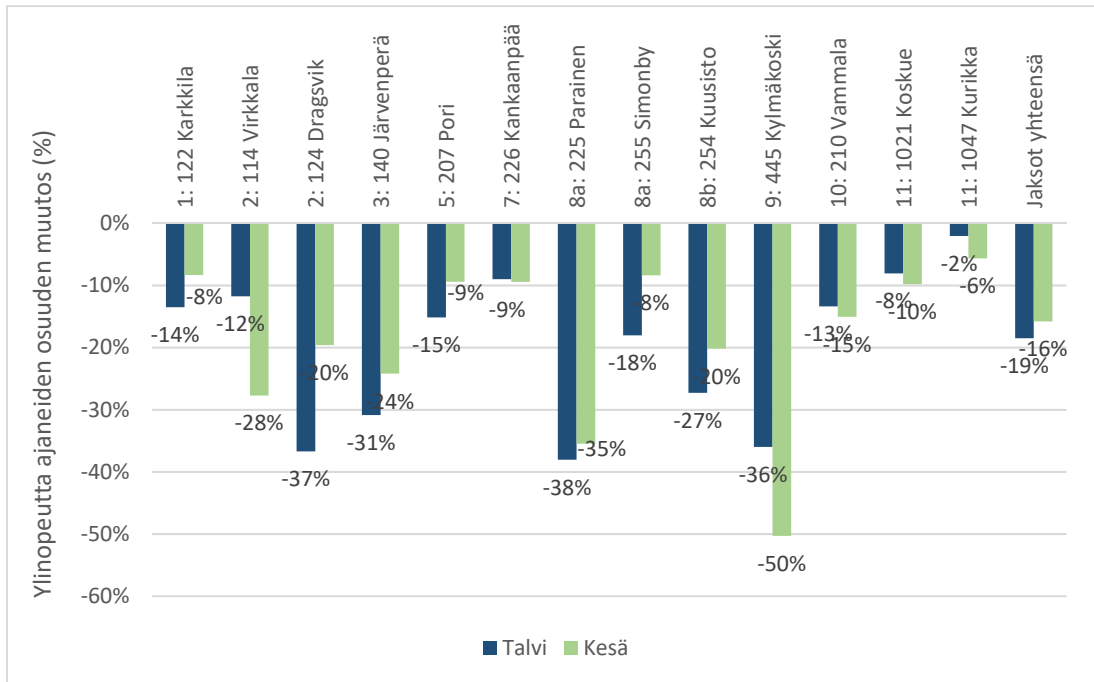
Keskinopeuksien ja v85-nopeuksien lisäksi tarkasteltiin automaattivalvonnan vaikutuksia ylinopeuksien määriin automaattivalvotuilla jaksolla. Ylinopeuksia tutkittiin automaattisilla nopeusvalvontajaksolla kolmen vuoden keskiarvoina ennen ja jälkeen automaattivalvonnan käyttöönoton. Ylinopeutta ajavien osuus laski automaattivalvonnan käyttöönoton myötä 49,8 %:sta 41,0 %:iin, eli yhteensä 8,7 prosenttiyksikköä, kun kesä- ja talvikautta tarkasteltiin yhdessä. Tämä vastaa 17,5 %:n laskua ylinopeutta ajavien osuudessa. Pientä, enintään 10 km/h ylinopeutta ajavien osuus puolestaan laski 38 %:sta 34 %:iin (-9,3 %). Yli 10 km/h, mutta enintään 20 km/h ylinopeutta ajavien osuudet laskivat 9,7 %:sta 5,6 %:iin (-42 %). Yli 20 km/h ylinopeutta ajavien osuus puolestaan laski 46 %, joskin osuudet olivat jo lähtötilanteessa matalia. Yli 20 km/h ylinopeutta ajoi ennen valvontaa 2,5 % ajoneuvoista, kun valvonnan jälkeen luku oli 1,3 %. Suhteellisesti tarkasteltuna suuret, yli 10 km/h ylinopeudet vähenivät siis pieniä ylinopeuksia selvästi voimakkaammin. Tämä johtuu osittain myös siitä, että suurten ylinopeuksien lasku nostaa pienien ylinopeuksien osuuksia. Kaikkien, enintään 10 km/h sekä yli 20 km/h ylinopeutta ajavien osuudet sekä osuuksien muutokset on esitetty jaksoittain kuvassa 31. Jaksojen nopeusmuutokset kuvaavat molempien suuntien keskiarvoja, ja tarkemmat tiedot ylinopeutta ajaneiden osuuksista ajosuunnittain on esitetty liitteessä 9.



Kuva 31. Ylinopeutta ajaneiden osuuden muutokset (%) automaattivalvotuilla tiejaksoilla. Kunkin jakson tulos kuvaa molempien suuntien keskiarvoa.

Kun ylinopeuksien yleisyyttä tarkasteltiin pitkällä aikavälillä, vähenivät ylinopeutta ajaneiden osuudet jopa enemmän kuin kolmen vuoden aikana valvonnan käyttöönoton jälkeen. Kaikki ylinopeudet vähenivät kesään 2017 saakka ulottuvan jälkeen-jakson keskiarvona mitattuna 19 % ja enintään 10 km/h ylinopeutta ajavien osuus 11 %. 10,1–20 km/h ylinopeudet puolestaan vähenivät 45 % ja yli 20 km/h ylinopeudet 43 %. Luvuissa on huomioitu vain ne seitsemän jaksoa, joilta ajonopeuksia voitiin tarkastella vuoteen 2017 saakka. Kun vain näiden jaksoiden osalta tarkasteltiin ylinopeutta ajavien osuuden laskua kolmen vuoden jälkeen-jaksolla, vähenivät kaikki ylinopeudet 17 % ja enintään 10 km/h ylinopeutta ajavien osuudet 9 %. 10,1–20 km/h ylinopeudet vähenivät 44 % ja yli 20 km/h ylinopeudet 46 %.

Ylinopeudet olivat yleisempiä talvella kuin kesällä myös automaattivalvonnan käyttöönoton jälkeen. Valvonta kuitenkin vähensi ylinopeuksia enemmän talvikaudella (kuva 32). Talvella ylinopeutta ajaneiden osuudet laskivat 58 %:sta 47 %:iin (-19 %), kun taas kesällä ylinopeutta ajavien osuudet laskivat 45 %:sta 38 %:iin (-16 %). Talvi- ja kesäkauden ylinopeudet sekä ylinopeutta ajaneiden osuuden muutokset on esitetty tarkemmin liitteessä 10 kolmen vuoden ennen- ja jälkeen-jaksoilla. Kaikkien jaksoiden keskiarvossa ei ole huomioitu Rauma–Huittinen -valvontajakson sekä sitä vastaavaan vertailutien nopeusmuutosta nopeusrajoituksen muutoksen vuoksi.



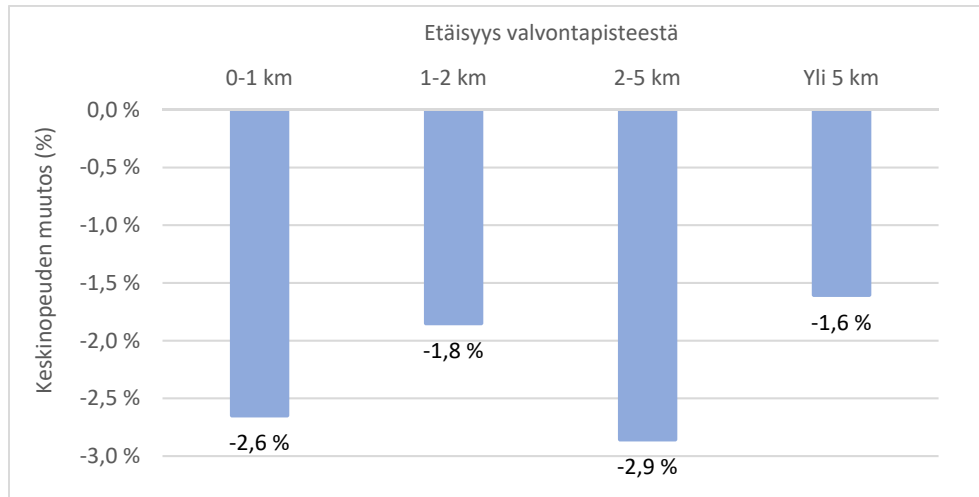
Kuva 32. Ylinopeutta ajaneiden osuuden muutokset (%) automaattivalvotuilla tiejaksoilla talvi- ja kesäkaudella. Kunkin jakson tulos kuvaa molempien suuntien keskiarvoa.

7.3.2 Vaikutukset eri etäisyyksillä automaattivalvontapistteestä

Vaikka keskinopeudet laskivat automaattivalvonnan myötä vain 0,8 km/h enemmän kuin vertailuteillä vastaavina ajankohtina, on tulos merkittävä, kun huomioidaan vaikutusten heikkeneminen etäisyyden kasvaessa kamerapylvästä. LAM-mittauspisteet sijaitsevat tutkituilla automaattivalvontajaksoilla pääosin kamerapylväiden välillä, keskimäärin 5950 metrin etäisyydellä kameratolpan jälkeen. Automaattivalvontapistettä lähimpänä sijainnut LAM-piste oli 780 metrin etäisyydellä kamerapylvästä, eikä mukana ollut yhtäkään valvontapistettä aivan LAM-pisteen välittömässä läheisyydessä. Kameratolppa ja LAM-piste sijaitsivat alle kilometrin päässä vain kolmella jaksolla toiseen suuntaan ajettaessa. Kamerapylvä ja nopeusmittauspiste olivat 1–2 kilometrin päässä toisistaan niin ikään kolmella jaksolla, mutta yhteensä 5 suuntaan. LAM-piste sijaitsi 2–5 kilometrin etäisyydellä kameratolpasta 11 suuntaan eri jaksoilla, kun taas etäisyys oli yli viisi kilometriä eri jaksoilla yhteensä viiteen suuntaan. Kauimpana automaattivalvontapistteestä sijainnut LAM-piste oli reilun 30 kilometrin päässä kameratolpasta seututiellä 180, jolla tiejaksoja erottavat toisistaan myös lossit. Aiempien tutkimusten mukaan automaattivalvonta vaikutukset heikkenevät etäisyyden kasvaessa kamerapylvään jälkeen, eivätkä nopeusvaikutukset ulotu kovin kauas ennen automaattivalvontapistettä. Keskimääräinen etäisyys LAM-pisteestä kamerapylvälle oli 5418 metriä, ja lähimmillään nopeusmittauspiste sijaitsi 1550 metriä ennen kameratolppaa. Suurin etäisyys LAM-pisteestä kameratolpalle oli yli 20 kilometriä. Lukuihin ei ole laskettu valvontajakson Rauma–Huittinen (6) tietoja, eikä sitä ole myöskään huomioitu tuloksissa muuttuneen nopeusrajoituksen vuoksi.

Automaattivalvonnan vaikutuksia on esitetty kuvassa 33 kamerapylväiden ja LAM-pisteiden välisten etäisyyksien mukaan. Keskinopeudet laskivat eniten (-2,9 %) niillä automaattivalvontajaksoilla, joilla LAM-piste sijaitsee 2–5 kilometrin etäisyydellä kamerapylvään jälkeen. Seuraavaksi eniten (-2,6 %) ajonopeudet laskivat teillä, joilla LAM-piste sijaitsee alle kilometrin etäisyydellä kameratolpasta. Teillä, joilla LAM-

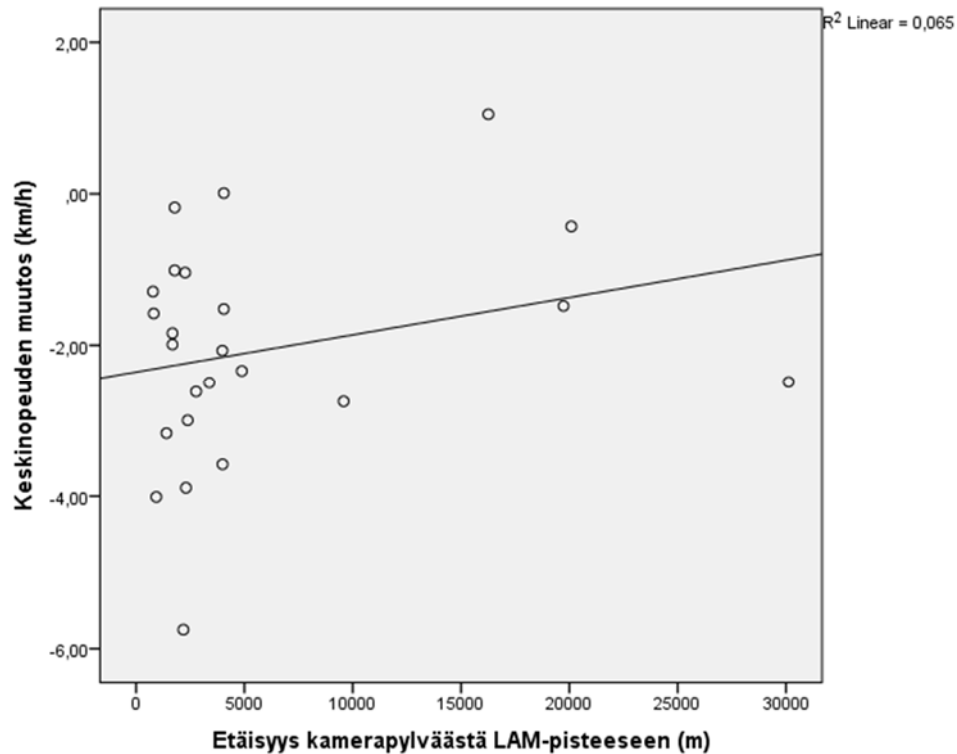
mittauspiste sijaitsee 1–2 kilometriä kamerapylvään jälkeen, ajonopeudet laskivat 1,8 %, kun laskua yli viiden kilometrin etäisyydellä oli 1,6 %. Kun automaattivalvonnan vaikutuksia tarkasteltiin sen perusteella, millä etäisyydellä LAM-piste sijaitsi ennen kameratolppaa, olivat vaikutukset suurimmat niin ikään 2–5 kilometrin etäisyydellä (ajonopeudet -2,5 %). 1–2 kilometrin sekä yli viiden kilometrin etäisyydellä ajonopeudet puolestaan laskivat 1,8 %. Melko suuret keskinopeuden muutokset ajosuunnassa ennen kamerapylvästä selittyvät kuitenkin todennäköisesti koko valvontajakson yleisellä nopeudenlaskulla sekä sillä, kuinka lähellä edellinen valvontapiste on sijainnut ennen nopeusmittausta. Tarkemmat tiedot ajonopeuksista, keskinopeudenmuutoksista sekä valvontapisteiden ja LAM-pisteiden välisistä etäisyyksistä on esitetty liitteessä 11.



Kuva 33. Keskinopeuden muutos eri etäisyyksillä kamerapylvästä, kun LAM-mittauspiste sijaitsee ajosuunnassa kamerapylvään jälkeen.

Näiden nopeusmuutosten perusteella kamerapylvään ja LAM-pisteen välisellä etäisyydellä saattaa olla jonkinlainen yhteys, vaikka etäisyys ei nopeusmuutosten perusteella täysin korreloikaan valvonnan vaikutusten kanssa. Yhteyden selvittämiseksi etäisyyden vaikutusta valvonnan tehokkuuteen testattiin regressioanalyysillä, jonka tulos ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Sen perusteella etäisyys kameratolpasta LAM-pisteeseen vaikutti eniten siihen, kuinka paljon ajonopeudet laskevat kilometreinä tunnissa mitattuna (kuva 34). Regressiomallin selitysaste (R^2) kyseisille muuttujille oli kuitenkin vain 0,065 eli 6,5 % keskinopeuden muutoksesta selittyy etäisyydellä kamerapylvästä. Tulos ei myöskään ollut tilastollisesti merkitsevä p-arvon ollessa 0,228. Regressioanalyysin mukaan etäisyys saattaa vaikuttaa jonkin verran myös ($R^2=0,041$) prosentuaaliseen nopeudenlaskuun, mutta tämäkään tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä p-arvon ollessa 0,342. Aineiston perusteella etäisyydellä ei sen sijaan ollut merkittävää vaikutusta ajonopeuksien laskuun ennen kamerapylvästä. Selitysasteet olivat ainoastaan 0,009 ($p=0,647$) ja 0,019 ($p=0,514$) keskinopeuden prosentuaaliselle sekä kilometreinä tunnissa mitatulle muutokselle etäisyyden kasvaessa. Aineistossa ei kuitenkaan ollut mukana yhtäkään valvontapistettä alle kilometrin etäisyydellä ennen kamerapylvästä, joten etäisyys saattaa vaikuttaa nopeuksiin voimakkaammin vasta lähempänä kamerapylvästä. Vaikka regressiomallin tulokset eivät siis olleet merkitseviä, saatta etäisyys kamerapylvästä vaikuuttaa ainakin jonkin verran keskinopeuksien laskun suuruuteen. Mallin mukaan ajonopeudet laskivat lähes 2 km/h vielä kilometrin etäisyydellä kamerapylvään jälkeen. Etäisyyden

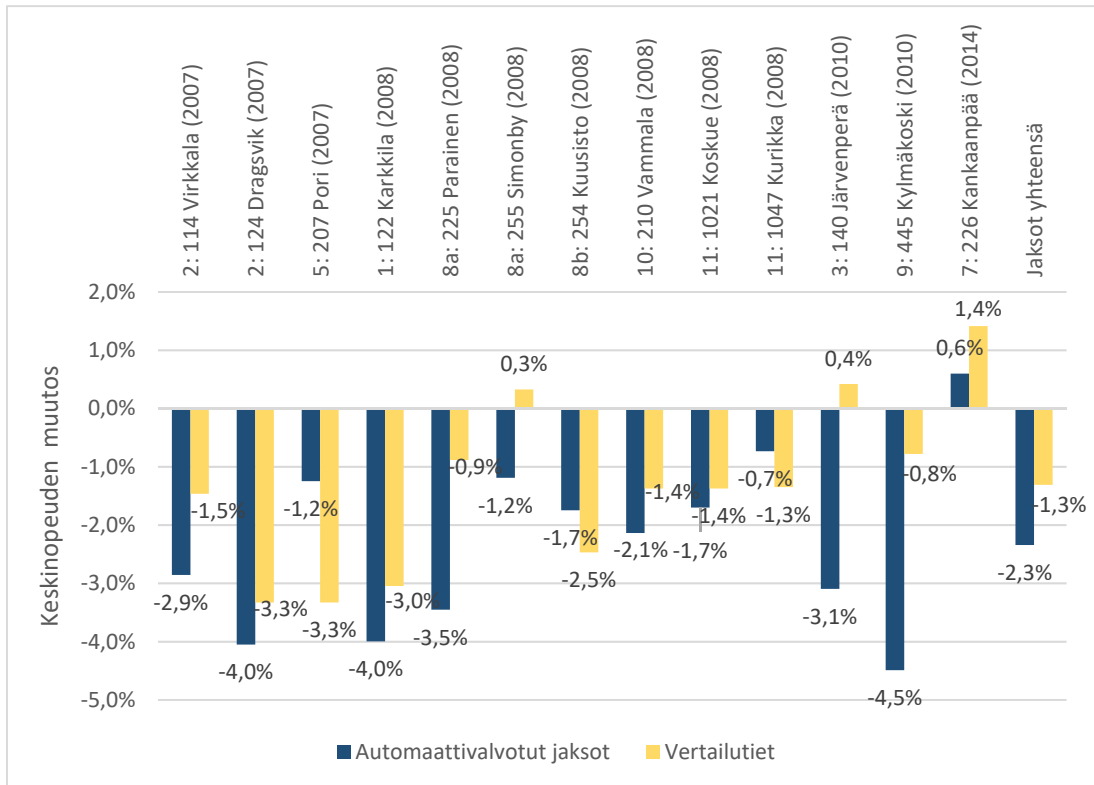
lisäksi testattiin myös sitä, onko kamerapylväiden tiheydellä vaikutusta automaattivalvonnan tehokkuuteen, mutta tilastollisesti merkitsevää yhteyttä tolppien tiheyden ja nopeudenmuutoksen välillä ei ollut.



Kuva 34. Automaattivalvonnan vaikutukset olivat tutkimusaineistossa voimakkaimmat valvontapisteiden läheisyydessä, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevää.

7.3.3 Vaikutukset erityyppisillä teillä ja valvontajaksoilla

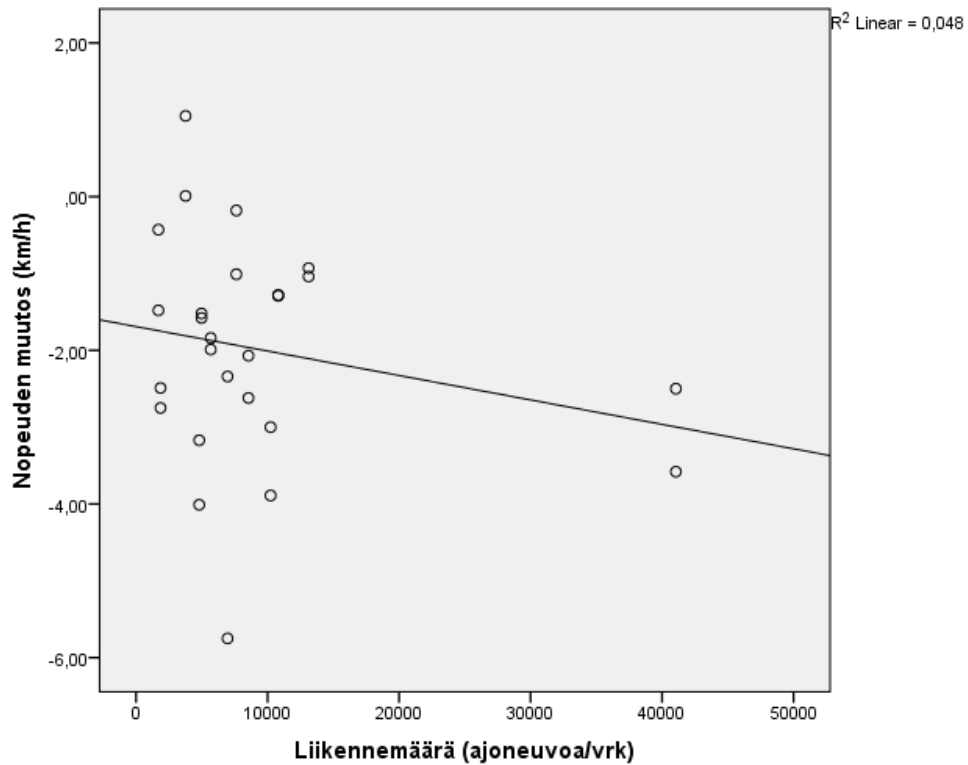
Automaattivalvonnan vaikutuksia tutkittiin automaattivalvonnan iän, tien nopeusrajoituksen, liikennemäärän sekä lähtötilanteen nopeustason perusteella. Keskinopeudet ovat laskeneet automaattivalvonnan myötä eniten tiejaksoilla, joilla automaattinen nopeusvalvonta on otettu käyttöön vuonna 2010 sekä 2007–2008 (kuva 35). Vuosina 2007–2008 käyttöönotetuilla jaksoilla keskinopeudet laskivat 2 km/h (-2,3 %), kun taas vuonna 2010 käyttöön otetuilla jaksoilla laskua oli 3,5 km/h (-3,8 %). Näitä vastaavilla vertailuteillä ajonopeudet laskivat samaan aikaan 1,6 km/h (-1,8 %) ja 0,2 km/h (-0,2 %). Aineistossa oli yksi vuonna 2014 käyttöön otettu valvontajakso, jolla ajonopeudet nousivat 0,6 km/h (0,6 %). Vastaavalla vertailuteillä ajonopeudet kuitenkin nousivat vielä enemmän, 1,3 km/h (1,4 %). Automaattivalvonnan vaikutukset olivat siis suurimmat vuonna 2010 käyttöön otetuilla jaksoilla myös yleiseen nopeuskäytökseen nähden, joskin aineistossa oli ainoastaan kaksi kyseisenä vuonna käyttöön otettua jaksoa. Valvonnan vaikuttavuutta suhteessa jakson ikään testattiin myös regressioanalyysillä, jonka tulokset eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä tässä aineistossa. Tulokset selittyvät siis todennäköisesti ainakin osittain satunnaisvaihtelulla.



Kuva 35. Keskinopeuden muutos automaattivalvontajaksilla ja vertailuteilla valvonnan käyttöönottovuoden mukaan lajiteltuna siten, että ensimmäisenä käyttöön otettu jakso on vasemmalla.

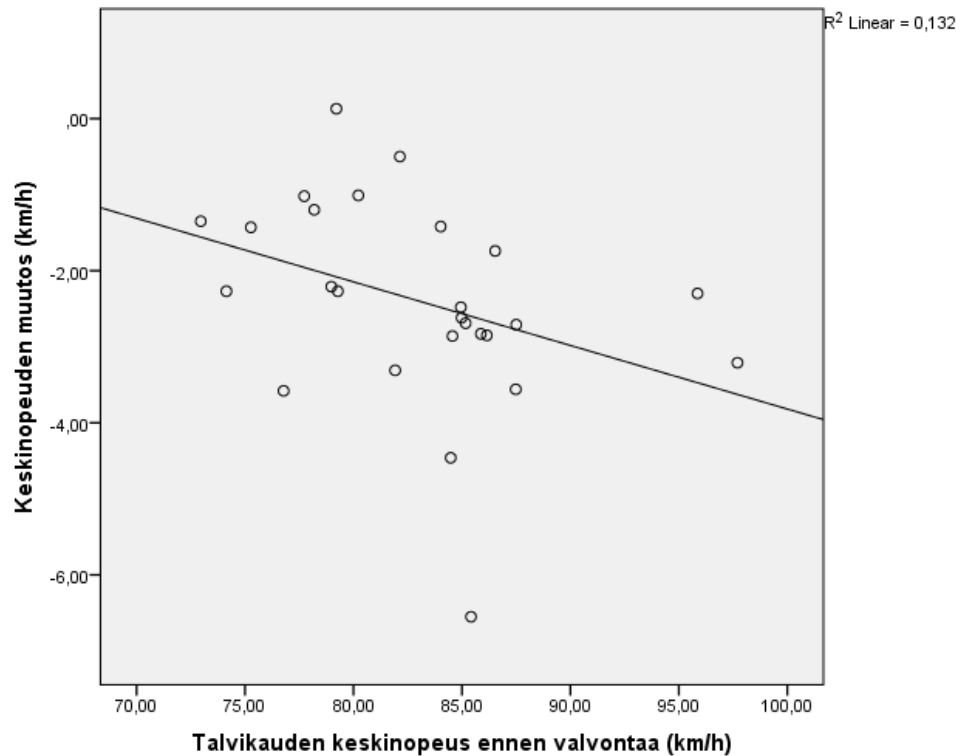
Keskinopeudet laskivat lähes yhtä paljon 80 km/h ja 100 km/h nopeusrajoituksen valvontajaksilla. Kesällä nopeudet laskivat 1,8 km/h (-1,9 %) teillä, joilla nopeusrajoitus oli 100 km/h, kun taas 80 km/h nopeusrajoituksen teillä nopeus laski 1,8 km/h, joka vastasi -2,4 %:n muutosta. Talvella molempien nopeusrajoitusten tiejaksoilla laskua oli 2,9 %, -2,8 km/h 100 km/h alueella ja -2,4 km/h 80 km/h alueella. Vertailuteilla kesäkauden nopeudet puolestaan laskivat 100 km/h nopeusrajoituksen alueella 0,8 km/h ja matalamman nopeusrajoituksen alueella 1,6 km/h. Talvella vastaavat vähenemät olivat 0,4 km/h ja 1,4 km/h. Nopeusmuutosten perusteella automaattivalvonnan vaikutus keskinopeuksiin oli hieman voimakkaampi teillä, joiden nopeusrajoitus oli 80 km/h, mutta tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Nopeudenmuutokset eivät siis kuitenkaan välttämättä selity nopeusrajoitusten tasolla.

Automaattivalvonnan vaikuttavuutta tutkittiin myös liikennemäärän mukaan. Nopeusmuutosten perusteella näyttää siltä, että valvonta laskee keskinopeuksia eniten teillä, joilla liikennemäärä on suuri (kuva 36). Tulos ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä p-arvon ollessa 0,283. Liikennemäärän vaikutusta tarkasteltiin myös vertailemalla vuorokausiliikennemäärältään yli ja alle 6000 ajoneuvon tiejaksoja. Vilkasliikenteisillä automaattivalvontajaksilla keskinopeudet laskivat 2,3 km/h (-2,7 %), kun taas laskua oli 1,7 km/h (-2,0 %) niillä automaattivalvontajaksilla, joilla vuorokauden keskimääräinen liikennemäärä oli alle 6000 ajoneuvoa. Keskinopeudet laskivat myös matalamman liikennemäärän vertailuteilla (-0,7 km/h, -0,8 %), kun taas vilkasliikenteisillä vertailuteilla keskinopeudet nousivat keskimäärin 4,3 km/h (4,9 %). Vilkasliikenteisillä automaattivalvontajaksilla ajonopeudet siis laskivat huomattavasti enemmän kuin vastaavilla vertailuteilla.



Kuva 36. Tien keskimääräisen vuorokausiliikennemäärän vaikutus automaattivalvonnan tehokkuuteen.

Lähtötilanteen keskinopeuden vaikutusta keskinopeuksien laskuun tutkittiin regressioanalyysillä kesällä ja talvella yhteensä sekä erikseen talvi- ja kesäkaudella. Keskinopeuden kokonaismuutoksen ja lähtötilanteen keskinopeuden korrelaatiokerroin oli 0,329, selitysaste 0,108 ja merkitsevyystaso 0,101. Ajonopeudet saattavat siis laskea automaattivalvontajaksoilla hieman enemmän keskinopeuden ollessa lähtötilanteessa korkea, joskaan tulos ei siis ollut tilastollisesti merkitsevää. Lähtötilanteen keskinopeus vaikutti keskinopeuksien laskuun enemmän talvella kuin kesällä. Talvikauden lähtönopeuksien sekä keskinopeuden laskun korrelaatiokerroin oli 0,364, selitysaste 0,132 ja merkitsevyystaso 0,068 (kuva 37). Lähtötilanteen nopeuden kasvaessa valvonnan vaikutus siis näyttää voimistuvan, joskaan yhteyttä ei kyetty osoittamaan täysin luotettavasti käytetyllä aineistolla. Kesäkaudella keskinopeuden muutos ei sen sijaan näyttänyt riippuvan juurikaan lähtötilanteen ajonopeuksista, sillä korrelaatiokerroin kesäkaudelle oli 0,177, selitysaste 0,031 ja merkitsevyystaso ainoastaan 0,388. Lähtötilanteen nopeudella saattaa kuitenkin olla jonkinlainen yhteys valvonnan tehokkuuteen myös kesällä, sillä saatu tulos voi selittyä satunnaisvaihtelulla. Mahdollista yhteyttä kesäkauden ajonopeuksien lähtötason ja nopeudenlaskun välillä ei kuitenkaan pystytty osoittamaan tällä aineistolla. Tien ominaisuuksien osalta tutkittiin myös sitä, vaikuttaako valvonta eri tavalla eri levyisillä teillä. Tarkasteltavina tien ominaisuuksina olivat ajoradan, päällysteen sekä pientareen leveydet. Näillä ominaisuuksilla ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta automaattivalvonnan tehokkuuteen.

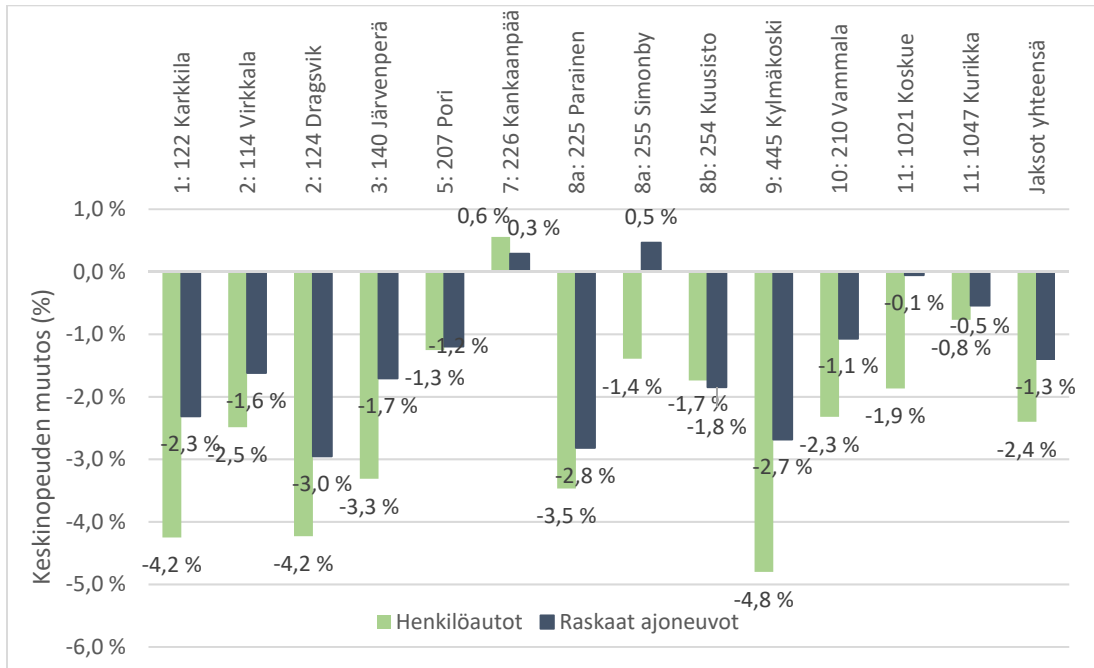


Kuva 37. Keskinopeuden suuruus ennen valvontaan saattaa vaikuttaa automaattivalvonnan tehokkuuteen ainakin talvikaudella, mutta yhteyttä nopeusmuutoksen ja kesä- tai talvikauden lähtötilanteen nopeustason välillä ei voitu luotettavasti osoittaa käytetyllä aineistolla.

7.3.4 Muut nopeusvaikutukset

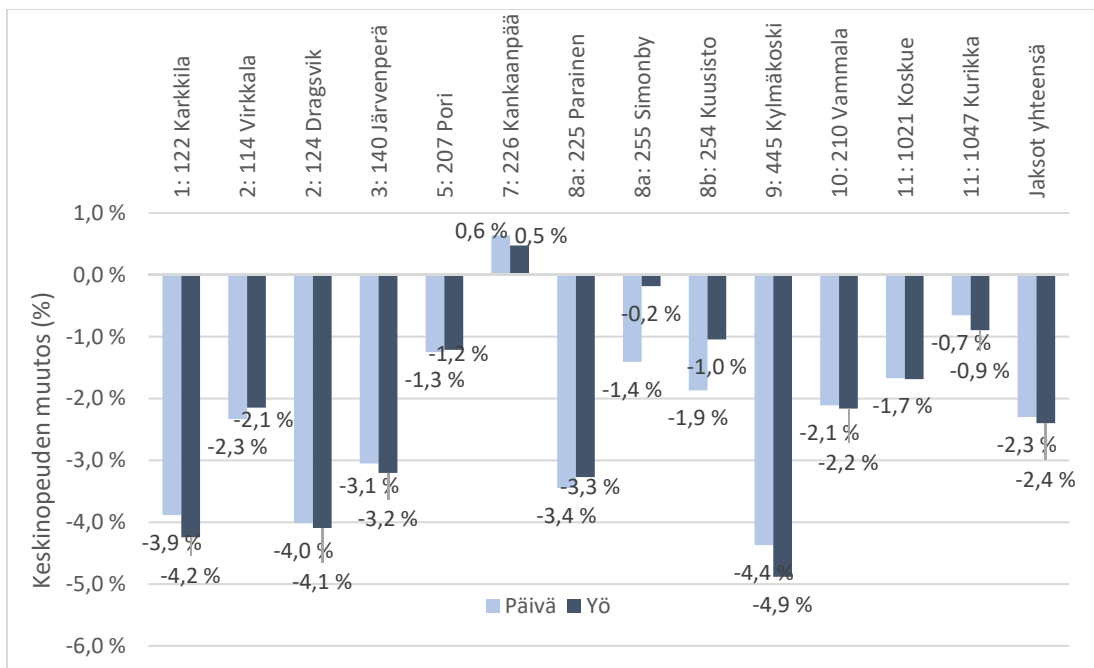
Keskinopeuksien muutoksia tutkittiin automaattisilla nopeusvalvontajaksoilla myös sen perusteella, vaikuttiko valvonnan käyttöönotto eri tavalla eri ajoneuvoluokkiin, päivällä ja yöllä tai jonossa ajaviin ja vapaisiin ajoneuvoihin. Kolmen vuoden ennen- ja jälkeen jaksojen keskiarvoista lasketut keskinopeuden muutokset on esitetty ajoneuvoluokkien, vuorokaudenajan sekä jonossa ajavien ja vapaiden ajoneuvojen mukaan valvontajaksoittain liitteessä 12. Lähes kaikki muutokset olivat tilastollisesti merkitseviä, ja tarkemmat tiedot tulosten tilastollisesta luotettavuudesta on esitetty liitteen taulukossa. Kaikkien jaksojen keskiarvossa ei ole huomioitu Rauma–Huittinen -valvontajakson sekä sitä vastaavaan vertailutien nopeusmuutosta nopeusrajoituksen muutoksen vuoksi.

Henkilöautoiksi luokiteltiin henkilö- ja pakettiautot (ajoneuvoluokka 1), ja raskaaksi liikenteeksi ajoneuvoluokat 2–5, eli kuorma-autot ilman perävaunua, linja-autot, kuorma-autot puoliperävaunulla sekä kuorma-auto ja täysperävaunu -yhdistelmät. Henkilöautojen keskinopeudet laskivat automaattivalvonnan myötä -2,1 km/h (-2,4 %), ja enemmän kuin raskaan liikenteen nopeudet (-1,1 km/h, -1,3 %; kuva 38). Tulos on yhteydessä havainnon kanssa, jonka mukaan automaattivalvonta vaikuttaa enemmän silloin, kun lähtötilanteen keskinopeus on korkea. Henkilöautojen keskinopeudet olivat ennen valvontaa 86,5 km/h ja valvonnan jälkeen 84,3 km/h. Raskaan liikenteen vastaavat nopeudet olivat puolestaan 82,1 km/h ja 81,0 km/h. Suurin osa tuloksista oli tilastollisesti merkitseviä (ks. liite 12).



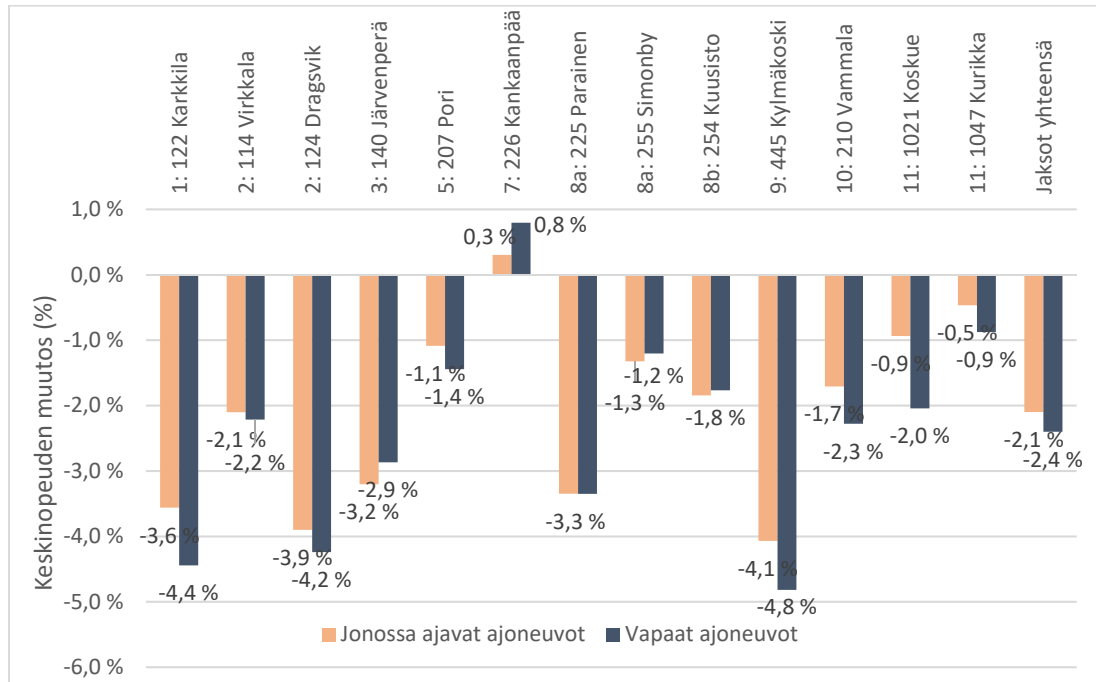
Kuva 38. Henkilöautojen ja raskaiden ajoneuvojen keskinopeuden muutos (%) automaattivalvontajaksolla.

Päiväliikenteeksi määriteltiin ajoneuvot, jotka ohittivat LAM-pisteen 7:00–18:59 välisenä aikana, kun taas yöliikenteeksi laskettiin 19:00–06:59 välinen aika. Keskinopeudet sen sijaan laskivat lähes yhtä paljon päivällä (-2,0 km/h) kuin yöllä (-2,1 km/h; kuva 39). Päivällä mitattu keskinopeuden muutos vastasi 2,3 %:n laskua ja yönopeuksien muutos 2,4 %:n laskua. Erot päivä- ja yöliikenteen nopeudenmuutoksissa olivat yleensä pieniä myös jaksoittain tarkasteluna, mutta Simonbyn ja Kuusiston osalta erot olivat melko suuria, sillä näiden LAM-pisteiden kohdalla ero oli merkittävä, ja keskinopeudet laskivat selvästi enemmän päivällä kuin yöllä. Tulokset olivat tilastollisesti merkitseviä lukuun ottamatta Kankaanpään LAM-pisteen suuntaa 2.



Kuva 39. Keskinopeuden muutos (%) automaattivalvontajaksolla päivällä ja yöllä.

Vapaiksi ajoneuvoiksi luokiteltiin aiempien tutkimusten tapaan ajoneuvot, joiden aikaväli edelliseen ajoneuvoon oli vähintään viisi sekuntia. Jonossa ajaviksi ajoneuvoiksi määriteltiin siten ajoneuvot, joiden aikaväli edeltävään ajoneuvoon oli alle viisi sekuntia. Valvonta laski enemmän vapaiden (-2,1 km/h, -2,4 %) kuin jonossa ajavien ajoneuvojen (-1,8 km/h, -2,1 %) keskinopeuksia, joskaan ero keskinopeuden laskussa ei ollut kovin merkittävä (kuva 40). Tulokset olivat tilastollisesti merkitseviä lukuun ottamatta Simonbyn LAM-pistessä mitattuja Korppoon suuntaan ajavien (suunta 1) vapaiden ajoneuvojen nopeusmuutoksia.



Kuva 40. Jonossa ajavien ja vapaiden ajoneuvojen keskinopeuden muutos (%) automaattivalvontajaksoilla.

7.4 Automaattivalvonnan liikenneturvallisuusvaikutukset

7.4.1 Laskennalliset liikenneturvallisuusvaikutukset

Automaattivalvonnan käyttöönoton liikenneturvallisuusvaikutuksia voidaan arvioida eksponenttimallin avulla havaittujen keskinopeuksien muutoksen perusteella. Liikennevirran keskinopeuden ja onnettomuuksien lukumäärän välistä riippuvuutta kuvaava yhtälö sekä estimoivat kertoimet on esitetty luvussa 3.1. Taulukossa 12 on esitetty eksponenttimallin mukaiset liikenneturvallisuusvaikutukset onnettomuuksien vakaumuuden mukaan talvi- ja kesäkaudelle sekä molempien kausien keskiarvolle sen perusteella, mikä olivat keskinopeudet ennen- ja jälkeen automaattivalvonnan. Näissä tuloksissa ei ole huomioitu vertailuteillä tapahtuneita nopeudenmuutoksia, eli todellisuudessa näin suurten muutosten ei välttämättä voida katsoa johtuvan nimenomaan automaattivalvonnan käyttöönotosta. Vertailun vuoksi taulukossa on esitetty myös vertailuteiden ajonopeuksien muutoksiin perustuvat liikenneturvallisuusvaikutukset.

Taulukko 12. Laskennalliset onnettomuusvaikutukset automaattivalvontajaksoilla ja vertailuteilla.

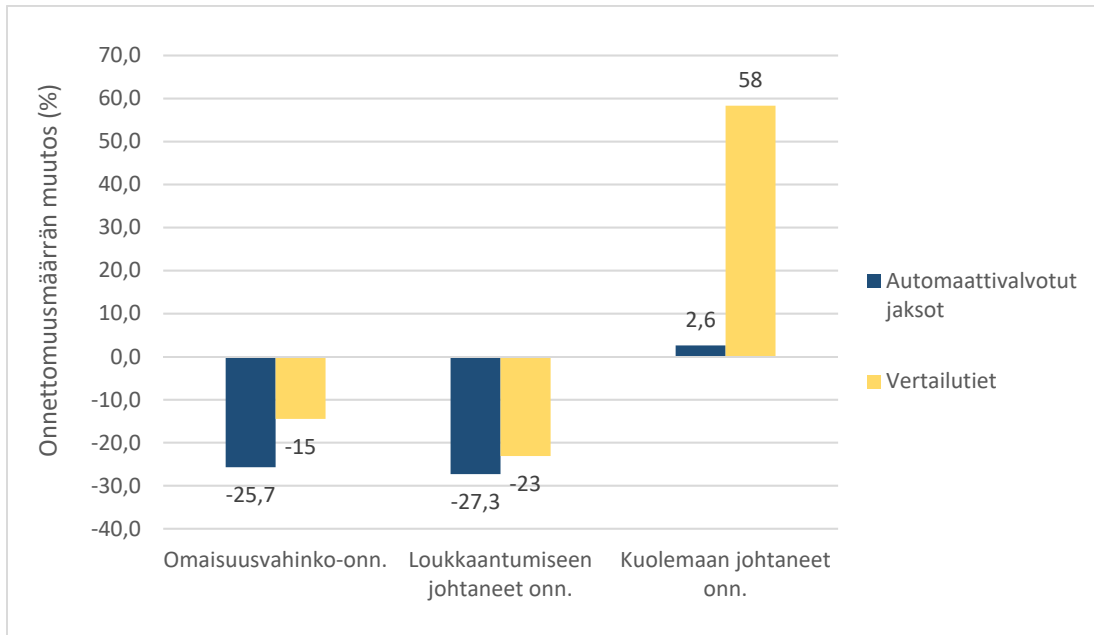
Onnettomuuk- sien vakavuus	Onnettomuusmäärän muutos valvontajaksoilla				Onnettomuusmäärän muutos vertailuteilla	
	Kaudet yhteensä: 3 vuoden jälkeen- jakso	Kaudet yhteensä: pitkäaikais- vaikutukset	Talvi: 3 vuoden jälkeen- jakso	Kesä: 3 vuoden jälkeen- jakso	Kaudet yhteensä: 3 vuoden jälkeen- jakso	Kaudet yhteensä: pitkäaikais- vaikutukset
Kuolemaan joh- tavien onnetto- muuksien määrä	-12,9 %	-13,5 %	-15,3 %	-11,7 %	-7,9 %	-6,7 %
Henkilövahinko- onnettomuuk- sien määrä	-6,6 %	-6,9 %	-7,8 %	-5,9 %	-4,0 %	-3,3 %
Omaisuusva- hinko-onnetto- muuksien määrä	-6,2 %	-6,5 %	-7,4 %	-5,6 %	-3,8 %	-3,1 %
Onnettomuuk- sissa kuolleiden määrä	-11,3 %	-11,8 %	-13,4 %	-10,2 %	-6,9 %	-5,8 %
Onnettomuuk- sissa vakavasti loukkaantunei- den määrä	-12,2 %	-12,8 %	-14,4 %	-11,0 %	-7,5 %	-6,3 %
Onnettomuuk- sissa loukkaan- tuneiden määrä	-7,5 %	-7,9 %	-8,9 %	-6,8 %	-4,6 %	-3,8 %

EkspONENTTIMALLI ei huomioi tieympäristössä tapahtuneita muutoksia, kuten liikennemääriä, tien parannuksia, kasvillisuuden muutoksia tai seuraamuksissa tapahtuneita muutoksia. Nopeusaineistoa rajaamalla on kuitenkin pyritty rajaamaan tieympäristössä tapahtuneet muutokset tarkastelun ulkopuolelle. Liikennemääriä ei ole sen sijaan huomioitu tutkimuksessa, mutta vaihteluiden eri vuosien välillä ovat kuitenkin suhteellisen pieniä. Tarkastellut automaattivalvotut tiet sekä vertailutiet ovat lähes poikkeuksetta pääreittejä kaupunkikeskusten välillä, joten liikenteen siirtyminen vaihtoehtoisille reiteille automaattivalvonnan vuoksi on hyvin epätodennäköistä.

7.4.2 Onnettomuustarkastelu

Automaattisen nopeusvalvonnan onnettomuusvaikutusten selvittämiseksi on tutkittu automaattivalvotuiden teiden sekä vertailuteiden onnettomuusmääriä enintään viiden vuoden aikajaksoilla ennen ja jälkeen valvonnan. Tarkastelussa ovat mukana kaikki onnettomuudet, jotka ovat sattuneet valvontajaksoiksi tai vertailutiekiksi määritetyllä jaksolla (ks. taulukot 8–9). Onnettomuustarkastelusta on jätetty ulkopuolelle eläinonnettomuudet eli hirvi-, peura- ja muut eläinonnettomuudet, joiden määrän vaihteluihin vaikuttavat automaattivalvonnan lisäksi esimerkiksi eläinkantojen muutokset. Aineiston määrä ilman eläinonnettomuuksia oli automaattivalvontajaksoilla 3815 ja vertailuteilla 1105 kappaletta. Eroa aineistojen määrissä selittää pitkälti se, että vertailutiet olivat lyhyempiä kuin automaattivalvontajaksot. Valvontajaksojen onnettomuuksista kolme neljästä oli omaisuusvahinko-onnettomuuksia, 23 % loukkaantumiseen ja 2 % kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. Vertailuteiden osalta vastaavat luvut olivat 69 %, 28 % sekä 3 %.

Kuvassa 41 on esitetty onnettomuusmäärien muutokset automaattivalvotuilla tiejaksoilla sekä vertailuteilla onnettomuuksien vakavuuden mukaan. Omaisuusvahinkoihin sekä loukkaantumiseen johtaneiden onnettomuuksien määrät laskivat sekä automaattivalvontajaksoilla että vertailuteilla, mutta myönteinen kehitys oli voimakkaampaa automaattivalvontajaksoilla. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrä puolestaan kasvoi molemmilla tiejaksoilla. Onnettomuustarkastelun tulokset eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä pienestä onnettomuusmäärästä johtuen, kun muutoksia testattiin t-testillä 95 %:n luottamustasolla. Onnettomuustarkastelun mukaan kaikki onnettomuudet vähenivät automaattivalvontajaksoilla 26 %, kun vastaava vähenemä vertailuteilla oli 16 %. Kaikki henkilövahinko-onnettomuudet puolestaan vähenivät automaattivalvontajaksoilla yhteensä 25 % ja vertailuteilla 18 %.



Kuva 41. Onnettomuusmäärien muutokset automaattivalvontajaksoilla ja vertailuteilla onnettomuuksien vakavuuden mukaan. Tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Onnettomuusmäärien muutoksissa oli myös suuria eroja eri vakavuusluokissa. Taulukossa 13 on esitetty omaisuusvahinko-onnettomuuksien sekä loukkaantumiseen ja kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrät ja määrien muutokset automaattivalvontajaksoilla. Vastaavat vertailuteiden onnettomuudet on koottu taulukkoon 14. Myöskään eri vakavuusluokkia koskevat onnettomuusmäärien muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä 95 %:n luottamusrajoilla. Erityisesti kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrät olivat aineistossa hyvin pieniä, ja useilla jaksolla ei ollut sattunut ennen- tai jälkeen jaksolla lainkaan kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. Tulokset johtuvat siis ainakin osittain sattumasta, eivätkä välttämättä automaattivalvonnan olemassaolosta valvontajaksolla.

Taulukko 13. Automaattivalvontajaksojen onnettomuusmäärät ennen- ja jälkeen-jaksoilla sekä onnettomuusmäärien muutokset (%).

Automaattivalvontajakso		Omaisuuksivahinko-onnettomuudet			Loukkaantumiseen johtaneet onnettomuudet			Kuolemaan johtaneet onnettomuudet		
ID	Valvontajakson nimi	Ennen	Jälkeen	Muutos (%)	Ennen	Jälkeen	Muutos (%)	Ennen	Jälkeen	Muutos (%)
1	Vihti-Loukku	34	27	-20,6	27	21	-22,2	4	1	-75,0
2	Hanko-Tammisaari-Lohja	223	149	-33,2	72	59	-18,1	9	14	55,6
3	Kehä III	816	553	-32,2	162	99	-38,9	3	4	33,3
4	Tammela-Riihimäki	49	40	-18,4	25	15	-40,0	1	3	200,0
5	Pori (Hyvelä)-Söörmarkku	21	20	-4,8	9	5	-44,4	0	1	100,0
6	Rauma-Huittinen	133	104	-21,8	54	44	-18,5	5	7	40,0
7	Söörmarkku-Kankaanpää	14	15	7,1	6	9	50,0	1	0	-100,0
8a	Parainen-Korppoo	31	31	0,0	18	13	-27,8	0	1	100,0
8b	Kaarina-Parainen	49	70	42,9	20	19	-5,0	1	1	0,0
9	Humppila-Akaa	74	45	-39,2	20	23	15,0	6	3	-50,0
10	Huittinen-Nokia	111	105	-5,4	47	31	-34,0	3	2	-33,3
11	Hämeen tiepiirin raja-Koskenkorva	85	60	-29,4	49	32	-34,7	5	2	-60,0
Yhteensä		1640	1219	-25,7	509	370	-27,3	38	39	2,6

Taulukko 14. Vertailuteiden onnettomuusmäärät ennen- ja jälkeen-jaksoilla sekä onnettomuusmäärien muutokset (%).

Vertailutie		Omaisuuksivahinko-onnettomuudet			Loukkaantumiseen johtaneet onnettomuudet			Kuolemaan johtaneet onnettomuudet		
ID	Vertailutie	Ennen	Jälkeen	Muutos (%)	Ennen	Jälkeen	Muutos (%)	Ennen	Jälkeen	Muutos (%)
1	Seututie 140	2	1	-50,0	2	1	-50,0	0	0	0
2	Valtatie 19, Kantatie 55	27	17	-37,0	18	10	-44,4	1	4	300
3	Kantatie 40	115	94	-18,3	29	21	-27,6	1	0	-100
4	Valtatie 10	36	38	5,6	18	9	-50,0	0	0	0
5	Kantatie 55	9	6	-33,3	3	6	100,0	0	2	100
6	Seututie 130	21	17	-19,0	7	6	-14,3	2	1	-50
7	Valtatie 10	7	8	14,3	6	5	-16,7	0	0	0
8a	Seututie 170	115	114	-0,9	6	6	0,0	6	2	100
8b	Kantatie 55	12	8	-33,3	12	5	-58,3	0	3	200
9	Valtatie 19	13	12	-7,7	19	11	-42,1	0	2	200
10	Valtatie 19	18	11	-38,9	50	46	-8,0	0	2	200
11	Valtatie 19, Seututie 130	39	28	-28,2	3	7	133,3	2	3	300
Yhteensä		414	354	-14,5	173	133	-23,1	12	19	58,3

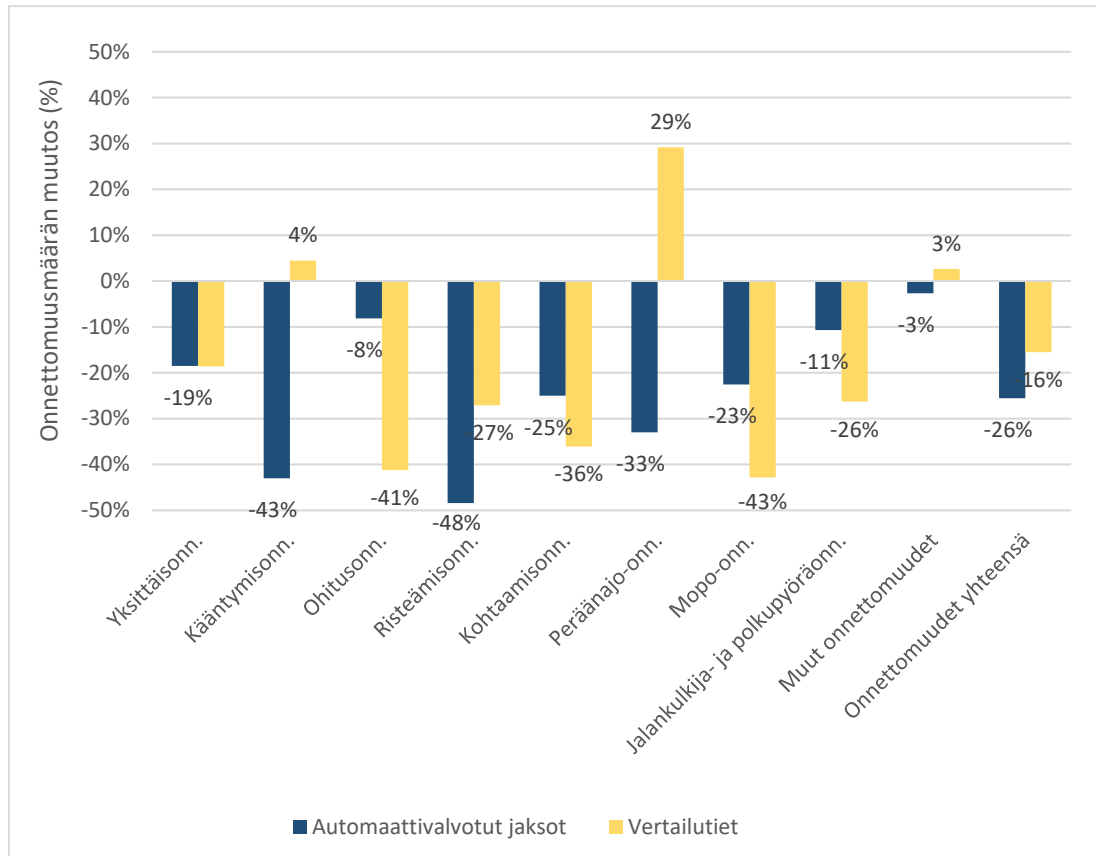
Kun eläinonnettomuudet huomioidaan tarkastelussa, ovat omaisuusvahinko-onnettomuudet vähentyneet automaattivalvontajaksoilla 12 % ja loukkaantumiseen johtaneet onnettomuudet 25 %. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrä on sen sijaan noussut 3 %. Eläinonnettomuudet huomioiden vertailuteiden omaisuusvahinko-onnettomuudet vähenivät 13 % ja loukkaantumiseen johtaneet onnettomuudet 14 %, kun taas kuolemaan johtaneet onnettomuudet lisääntyivät 58 %. Valvontajaksojen onnettomuusaineistossa eläinonnettomuudet mukaan lukien oli yhteensä 7448 onnettomuutta, joista 86 % oli omaisuusvahinko-onnettomuuksia ja 13 % loukkaantumiseen johtaneita onnettomuuksia. Vertailuteiden vastaavassa aineistossa onnettomuuksia oli 1890 kappaletta. Näistä onnettomuuksista 81 % oli omaisuusvahinko-onnettomuuksia ja 18 % loukkaantumiseen johtaneista onnettomuuksia.

Onnettomuusmäärien lisäksi tarkasteltiin onnettomuuksissa loukkaantuneiden ja kuolleiden määrien kehitystä. Automaattivalvontajaksoilla sattuneissa onnettomuuksissa

sisä loukkaantui ennen valvontaa 768 ihmistä, kun luku valvonnan käyttöönoton jälkeen oli 546 (-29 %). Onnettomuuksissa kuolleiden määrä nousi 41:stä 42:een, eli 2,4 %. Vertailuteilla loukkaantuneiden määrä laski 256 loukkaantuneesta 194:ään (-24 %), kun taas kuolleiden määrä nousi 12:sta 22:een (83 %). Kun tuloksia verrataan onnettomuusmäärien kehitykseen, kasvoivat onnettomuuksissa loukkaantuneiden määrät hieman onnettomuusmäärää enemmän sekä automaattivalvontajaksoilla että vertailuteilla. Liikennekuolemien määrä valvontajaksoilla oli sen sijaan suhteellisesti matalampi kuin kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrä, kun taas vertailuteilla liikennekuolemien määrä nousi enemmän kuin itse onnettomuuksien määrä. Tulokset saattaa viitata siihen, että myös onnettomuuksien seuraukset lieventyvät automaattivalvonnan myötä, mutta pienten onnettomuusmäärien vuoksi tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

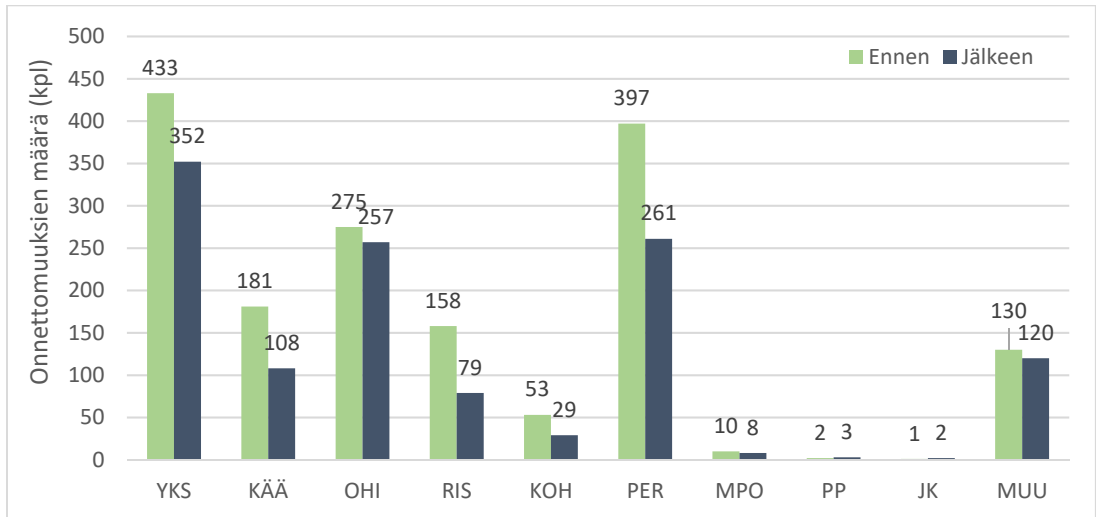
Onnettomuusmäärien kehitystä vertailtiin vuodenajan mukaan jakamalla onnettomuudet talvi- ja kesäkauden onnettomuuksiin niiden ajankohdan mukaan. Talvikaudeksi määriteltiin marras-maaliskuu ja kesäkaudeksi huhti-lokakuu. Kaikki onnettomuudet vähenivät automaattivalvotuilla jaksoilla 24 % kesällä ja 27 % talvella. Vertailuteilla kaikkien onnettomuuksien määrä sen sijaan laski talvella ainoastaan 10 %, kun kesällä laskua oli 21 %. Onnettomuusmäärien muutokset eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä kesä- ja talvikauden osalta.

Automaattivalvonnan liikenneturvallisuusvaikutuksia tutkittiin automaattivalvontajaksoilla ja vertailuteilla myös onnettomuusluokittain (kuva 42). Onnettomuuksien määrä ei kasvanut yhdessäkään onnettomuusluokassa automaattisilla nopeusvalvontajaksoilla, kun vakavuusluokkia tarkasteltiin yhdessä. Eniten vähenivät risteämis- (-48 %), kääntymis- (-43 %) ja peräänajo-onnettomuudet (-33 %). Muiden onnettomuuksien, ohitusonnettomuuksien sekä jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksien määrät laskivat automaattivalvontajaksoilla vähiten, mutta muutokset eivät olleet tilastollisesti merkiseviä missään onnettomuusluokassa. Vertailuteilla eniten vähenivät mopo- (-43 %), ohitus- (-43 %) sekä kohtaamisonnettomuudet (-36 %), mutta kolmessa onnettomuusluokassa onnettomuudet lisääntyivät. Eniten kasvoi peräänajo-onnettomuuksien määrä (29 %). Myöskään vertailuteiden tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä eri onnettomuusluokissa.

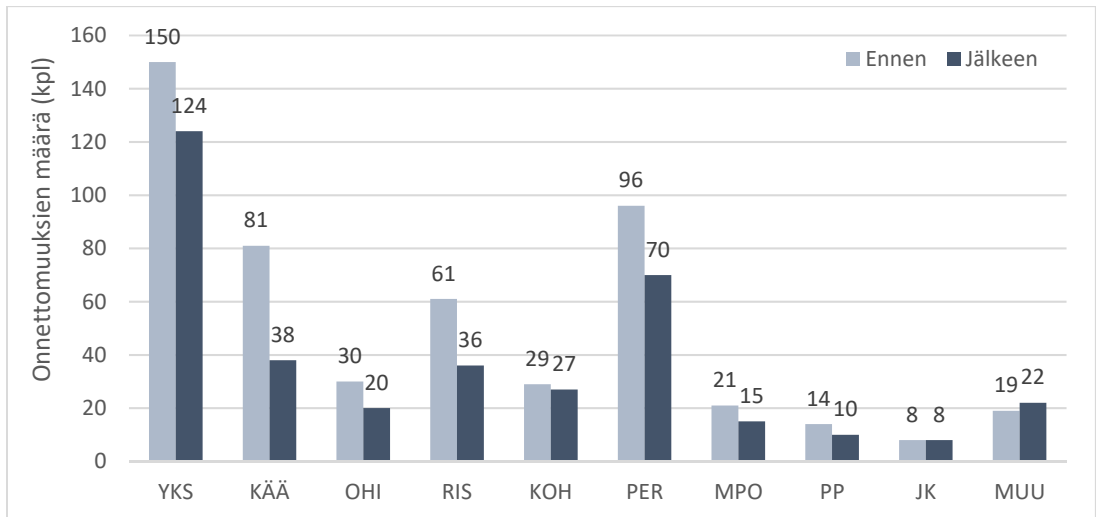


Kuva 42. Onnettomuusmäärien muutokset (%) automaattivalvotuilla tiejaksoilla sekä vertailutiellä eri onnettomuusluokissa.

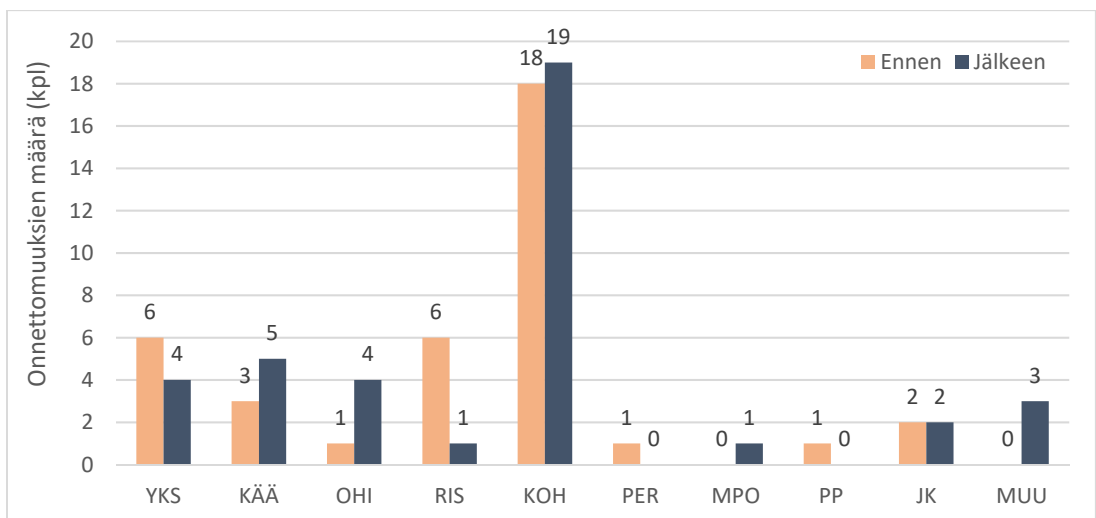
Omaisuuksivahinko-onnettomuuksien sekä loukkaantumiseen ja kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrän kehitystä tarkasteltiin onnettomuusluokittain automaattivalvontajaksoilla. Onnettomuusmäärien muutoksia eri vakavuusluokissa ei ole esitetty vertailuteiden osalta, koska tulokset eivät olisi pienien onnettomuusmäärien vuoksi vertailukelpoisia automaattivalvottuihin jaksoihin nähden. Automaattivalvontajaksoilla sattuneista omaisuusvahinko-onnettomuuksista suurin osa oli yksittäis-, peräänajo- ja ohitusonnettomuuksia niin ennen kuin jälkeen jaksolla (kuva 43). Automaattivalvonnan käyttöönoton jälkeen eniten vähenivät kuitenkin risteämis- (-50 %), kohtaamis- (45 %) sekä kääntymisonnettomuudet (-40 %), joskaan tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Loukkaantumiseen johtaneissa onnettomuuksissa oli puolestaan eniten yksittäisonnettomuuksia sekä peräänajo-onnettomuuksia sekä ennen että jälkeen valvonnan (kuva 44). Valvonnan käyttöönoton jälkeen vähenivät eniten loukkaantumiseen johtaneet kääntymis- (53 %), risteämis- (41 %) sekä ohitusonnettomuudet (-33 %). Tulos oli tilastollisesti melkein merkitsevä loukkaantumiseen johtaneiden kääntymisonnettomuuksien osalta, mutta muut muutokset selittyvät ainakin osittain satunnaisvaihtelulla. Kaikista valvontajaksoilla sattuneista kuolemaan johtaneista onnettomuuksista noin puolet oli kohtaamis- ja risteämis- onnettomuuksia, joiden määrä kuitenkin lisääntyi yhdellä (5,6 %) automaattivalvonnan käyttöönoton jälkeen (kuva 45). Yksittäisonnettomuuksien määrä puolestaan väheni kuudesta neljään kuolemaan johtaneeseen onnettomuuteen (-33 %) automaattivalvonnan jälkeen. Muissa onnettomuusluokissa oli ennen- ja jälkeen-jaksolla yhteensä alle kymmenen kuolemaan johtanutta onnettomuutta, eivätkä mitkään kuolemaan johtaneita onnettomuuksia koskevat muutokset olleet tilastollisesti merkitseviä 95 %:n luottamustasolla.



Kuva 43. Omaisuusvahinko-onnettomuuksien määrät eri onnettomuusluokissa ennen ja jälkeen automaattivalvonnan käyttöönottoa automaattivalvotuilla tiejaksoilla.



Kuva 44. Loukkaantumiseen johtaneiden onnettomuuksien määrät eri onnettomuusluokissa ennen ja jälkeen automaattivalvonnan käyttöönottoa automaattivalvotuilla tiejaksoilla.



Kuva 45. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrät eri onnettomuusluokissa ennen ja jälkeen automaattivalvonnan käyttöönottoa automaattivalvotuilla tiejaksoilla.

8 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu Suomessa vuosina 2007–2014 käyttöön otettujen kiinteiden automaattivalvontajaksoiden nopeus- ja liikenneturvallisuusvaikutuksia sekä selvitetty valvonnan tehokkuutta ja kohdentamista erityyppisillä teillä. Vaikutuksia tarkasteltiin 11 automaattivalvontajaksolla vertailemalla ajonopeuksia kolme vuotta ennen ja jälkeen valvonnan sekä onnettomuusmääriä viiden vuoden aikajaksoilla ennen ja jälkeen valvonnan käyttöönottoa. Keskinopeuksien osalta tarkasteltiin myös valvonnan pitkäaikaisvaikutuksia. Yleisessä kehityksessä tapahtuneita muutoksia tunnistettiin tutkimalla vastaavia muutoksia vertailuteillä, joilla ei ole ollut käytössä automaattivalvontaa. Tutkimuksen aineistona käytettiin liikenteen automaattisten mittausasemien (LAM) tallentamia nopeustietoja, onnettomuusaineistoja sekä erilaisia tiestötietoja.

Kirjallisuuskatsauksessa luotiin katsaus Suomen liikenneturvallisuuden ja automaattivalvonnan nykytilaan sekä muiden maiden valvontakäytäntöihin. Lisäksi syvennettiin automaattivalvonnan vaikutuksia käsittelevien aiempien tutkimuksien tuloksiin sekä muun muassa liikennevirran ominaisuuksien ja liikenneturvallisuuden välisiin lainalaisuuksiin. Tähän kappaleeseen on koottu keskeisimpiä tuloksia Suomessa käyttöön otettujen uusien automaattivalvontajaksoiden vaikutuksista sekä analysoitu niitä kiinteää automaattivalvontaa käsittelevän aiemman tutkimuskirjallisuuden valossa. Lisäksi on esitetty tutkimustulosten ja -kirjallisuuden pohjalta laadittu ehdotus mahdollisista Uudenmaan ja Varsinais-Suomen Ely-keskusten alueille sijoitettavista uusista automaattivalvontajaksista.

8.1 Ajonopeudet

Keskinopeuksia ja ylinopeuksien yleisyyttä koskevat tulokset automaattivalvontajaksilla ja vertailuteillä on esitetty kootusti taulukossa 15. Ajoneuvojen keskinopeudet ovat laskeneet keskimäärin 2 km/h vuosina 2007–2014 käyttöön otetuilla kiinteän automaattisen nopeusvalvonnan tiejaksoilla. Tulos kuvaa parhaiten ajonopeuksien laskun suuruutta kamerapylväiden välisellä tieosuudella. Mikäli yleinen nopeustason kehitys otetaan huomioon, voidaan automaattivalvonnan katsoa laskeneen ajonopeuksia ainakin 0,8 km/h, sillä ajonopeudet laskivat myös vertailuteillä 1,2 km/h. Tutkimuksen perusteella on kuitenkin vaikeaa arvioida luotettavasti sitä, mistä ajonopeuksien lasku vertailuteillä johtuu. Joidenkin aiempien tutkimusten tapaan vaikuttaa kuitenkin siltä, että automaattivalvonnalla on saattanut olla vaikutusta ajonopeuksien laskuun myös vertailuteillä, eli valvonnan myönteiset vaikutukset ovat ulottuneet varsinaisten valvontajaksoiden ulkopuoliselle tieverkolle. Yksi syy ilmiöön saattaa olla automaattivalvonnan voimakas lisääntyminen 2000-luvun alussa, ja erityisesti vuosina 2005–2008 sekä siihen liittynyt näkyvyys esimerkiksi mediassa. Tätä johtopäätöstä tukee myös ajonopeuksien kehitys pitkällä aikavälillä tarkasteltuna: keskinopeudet laskivat automaattivalvontajaksilla keskimäärin 2 km/h ja vertailuteillä 0,9 km/h, kun nopeuskehitystä tarkasteltiin noin 10 vuoden aikajaksolla. Nopeudet laskivat siis valvonnan ulkopuolisella tieverkolla aluksi enemmän, mutta valvontaverkon vakiintumisen myötä vertailuteiden ajonopeudet ovat lähteneet uudelleen nousuun. Automaattivalvonnan lisääntyminen ja näkyvyys mediassa on siis saattanut lisätä sekä objektiivista että koettua kiinnijäämisriskiä, mikä on laskenut ajonopeuksia aluksi sekä valvontajaksilla että niiden ulkopuolisella tieverkolla. Kun uusia valvontajaksia ei ole otettu käyttöön enää yhtä paljon kuin ennen, ovat valvonnan heijastevaikutukset vertailuteillä heikentyneet, ja ajonopeudet ovat nousseet uudelleen.

Taulukko 15. Yhteenveto keskinopeuksien ja ylinopeutta ajavien osuuden muutoksista automaattivalvontajaksoilla ja vertailuteilla.

Tutkittu nopeus	Automaattivalvotut jaksot	Vertailutiet
Keskinopeuden muutos (km / h)		
Kaikki keskinopeudet	-2,0	-1,2
Pitkän aikavälin nopeusvaikutus (-2017)	-2,0	-0,9
V85-nopeus	-2,1	-1,8
Kesä	-1,8	-1,3
Talvi	-2,4	-1,0
Henkilöautot	-2,1	Ei tutkittu
Raskas liikenne	-1,1	Ei tutkittu
Päivä	-2,0	Ei tutkittu
Yö	-2,1	Ei tutkittu
Jonossa ajavat ajoneuvot	-1,8	Ei tutkittu
Vapaat ajoneuvot	-2,1	Ei tutkittu
Ylinopeutta ajavien osuuden muutos (%)		
Kaikki ylinopeudet	-17,5	Ei tutkittu
Enintään 10 km/h ylinopeudet	-9,3	Ei tutkittu
Yli 20 km/h ylinopeudet	-45,6	Ei tutkittu

Keskinopeuksien kehitykseen on voinut vaikuttaa automaattivalvonnan lisäksi myös muut liikenneympäristössä tapahtuneet muutokset, kuten liikennekulttuurin tai ajoneuvoteknologian kehitys sekä sanktioiden ja sakotuskäytäntöjen muutokset. Automaattivalvonnan hyvä tehokkuus pitkällä aikavälillä saattaa selittyä osittain esimerkiksi poliisin puuttumiskynnyksen ja sakkojen suuruuden muutoksilla, jotka ovat pitäneet ajonopeudet matalampina automaattivalvotuilla teillä. Nämä tekijät eivät ole sen sijaan vaikuttaneet vertailuteiden nopeuksiin, jotka ovat kohonneet pitkällä aikavälillä. Lisäksi puuttumiskynnyksen lasku loppuvuodesta 2016 on voinut tehostaa valvonnan vaikutuksia pitkällä aikavälillä. Tutkimusten mukaan myös valvonnan intensiteetti tehostaa automaattivalvonnan vaikutuksia, ja osa valvontajaksojen välisistä eroista nopeusmuutoksista saattaa selittyä sillä, että joillain jaksoilla kamerat ovat olleet käytössä useammin ja pidempään kuin toisilla jaksoilla. Kaikilla jaksoilla on kuitenkin suoritettu valvontaa säännöllisesti. Myös poliisin tutkavalvonta kiinteillä automaattivalvontajaksoilla voi osaltaan selittää eroja, joskin sen vaikutus on todennäköisesti hyvin pieni.

Yksi mahdollinen ajonopeuksien laskua selittävä tekijä voi myös olla vakionopeuden säätimen yleistyminen autoissa. Nopeus- ja automaattivalvonta ovat todennäköisesti vaikuttaneet jonkin verran siihen, millaisena sopivaa nopeustasoa pidetään kunkin nopeusrajoituksen alueella, ja mille tasolle vakionopeuden säädin asetetaan. Vakionopeudensäätimen yleistymisen voi vaikuttaa myös liikennevirran nopeuteen yleisemminkin tasoittaen keskinopeuksia. Tämän tutkimuksen perusteella ei kuitenkaan voida sanoa tarkasti, missä määrin esimerkiksi ajoneuvoteknologian kehittyminen on myötävaikuttanut ajonopeuksien laskuun. Toisaalta ajoneuvoteknologian kehittymisen sekä muiden yhteiskunnallisten ilmiöiden voidaan olettaa vaikuttaneen nopeuksiin niin automaattivalvontajaksoilla kuin vertailuteilla, joten eroa ajonopeuksien pitkän aikavälin kehityksessä selittää hyvin todennäköisesti nimenomaan automaattivalvonnan olemassaolo.

Nopeusmuutosten perusteella automaattivalvonnan vaikutukset riippuvat jonkin verran tietyyppistä, mutta erot erityyppisten tarkasteltujen tiejaksojen välillä olivat melko pieniä. Tämä johtuu osittain siitä, että kaikki tarkastellut tiejaksot olivat ominaisuuksiltaan samantyyppisiä maantiejaksoja, eikä mukana ollut esimerkiksi kaupunkimaiden tiejaksojen kiinteitä automaattivalvontakohteita. Automaattivalvonnan nopeusvaikutukset olivat hieman voimakkaammat teillä, joiden nopeusrajoitus oli 80 km/h verrattuna 100 km/h nopeusrajoituksen tiejaksoihin, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Ero valvonnan vaikuttavuudessa oli selkein kesällä, jolloin ajonopeudet laskivat voimakkaammin 80 km/h nopeusrajoituksen alueella. Tutkimus antoi viitteitä siitä, että valvonta on vaikuttavinta vilkasliikenteisillä teillä. Tämäkään tulos ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä, mutta se on linjassa aiempien tutkimustulosten kanssa. Keskinopeudet laskivat selvästi enemmän myös vilkasliikenteisillä automaattivalvontajaksoilla verrattuna niitä vastaaviin vertailuteihin. Koska tarkastellut tiejaksot olivat Kehä III:a lukuun ottamatta kaksikaistaisia maanteitä, ei myöskään kaistojen lukumäärän tai tien leveyden vaikutuksista saatu tilastollisesti luotettavia tuloksia. Pääosin nelikaistaisen Kehä III:n nopeusmuutokset eivät poikenneet muiden automaattivalvontajaksojen tuloksista.

Rauma-Huittinen valvontajakson (ID 6) nopeusrajoitusta alenettiin valvonnan käyttöönottovuonna 100 km:sta/h 80 km:iin/h. Ajonopeus oli koko vuoden keskiarvona tarkasteltuna ennen valvontaa ja nopeusrajoitusmuutosta 79,6 km/h ja niiden jälkeen 73,1 km/h. Kesänopeuksien tarkastelu (ks. liite 7) antaa kuitenkin luotettavamman kuva keskinopeusmuutoksista valvontajaksolla. Kesäkaudella ajonopeus oli ennen jaksolla 89,3 km/h ja kolmen vuoden jälkeen jaksolla 81,2 km/h. Ajoneuvojen keskinopeudet laskivat siis nopeusrajoitusmuutoksen ja valvonnan käyttöönoton myötä 8,1 km/h (-9,1 %). Nopeusrajoitusmuutosten nopeusvaikutuksia tarkastelevien tutkimusten mukaan ajoneuvon nopeus muuttuu vain noin 2,5-4 km/h, kun nopeusrajoitusta muutetaan 10 km/h. Tällöin nopeusrajoituksen lasku 100 km:sta/h 80 km:iin/h johtaa arvolta 5-8 km/h suuruiseen nopeudenlaskuun. Kun nopeusrajoituksen alentamisen vaikutus ajonopeuteen huomioidaan Rauma-Huittinen valvontajakson tuloksissa, on automaattivalvonnan osuus keskinopeuden laskusta arviolta 0,1-3,1 km/h. Tulos on siten linjassa muiden valvontajaksojen nopeusvaikutusten kanssa.

Tutkituista automaattivalvontajaksoista myös yhdellä oli ollut aiemmin valvontaa. Seututiellä 180 välillä Kaarina-Parainen (valvontajakso 8b) on ollut aiemmin kaksi automaattivalvontapistettä 1997-2008, ja vuonna 2008 valvontaa on lisätty pidentämällä valvontajaksoa (8a, Parainen-Korppoo) sekä lisäämällä tiejaksolle kamerapylviä. Valvonnan tehostaminen laski Kuusiston LAM-pisteessä mitatun keskinopeuden 73,8 km:sta/h 72,5 km:iin/h, eli 1,3 km/h (-1,8 %). Uudella osuudella sijaitsevan Paraisten LAM-pisteen kohdalla ajonopeudet puolestaan laskivat 2,7 km/h (-3,5 %), 76,5 km:sta/h 73,8 km:iin/h. Nopeusmuutosten perusteella valvonnan tehostaminen siis laski ajonopeuksia, mutta vaikutukset eivät kuitenkaan olleet yhtä voimakkaat kuin tiejaksolla, jolla ei ollut aiemmin käytössä valvontaa. Toisaalta myös ajonopeudet olivat lähtötilanteessa korkeammat uudella valvontaosuudella, ja Kaarina-Parainen välillä, jolla oli aiemmin ollut valvontaa, ajonopeudet puolestaan laskivat alemmas kuin täysin uudella valvontajaksolla.

Automaattivalvonnan nopeusvaikutukset ovat samaa luokkaa aikaisemmissa suomalaistutkimuksissa havaittujen vaikutusten kanssa, mutta hieman pienempiä verrattuna kansainvälisiin tutkimustuloksiin. Tätä voi selittää osittain se, että ajonopeuksien lähtötaso on monissa muissa maissa hyvin korkea. Lisäksi tulosta saattaa selittää se, ettei

yksikään tutkimuksessa tarkasteltu LAM-piste sijainnut kamerapylväiden läheisyydessä. Aikaisempien tutkimusten perusteella ajonopeudet nousevat nopeasti valvontapisteen ohittamisen jälkeen, joten todennäköisesti nopeudenlasku kameratolpan kohdalla tai välittömässä läheisyydessä on enemmän kuin 2 km/h. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan voitu luotettavasti osoittaa valvonnan vaikutusten olevan voimakkaampia valvontapisteen läheisyydessä.

Automaattivalvontaa käsittelevissä tutkimuksissa sekä julkisessa keskustelussa on noussut esiin myös automaattivalvonnan negatiiviset heijastevaikutukset. Automaattivalvonnan vuoksi kasvaneita matka-aikoja voidaan pyrkiä kompensoimaan ajamalla kovempaa niissä tienkohdissa, joissa ei ole automaattivalvontaa. Lisäksi pistemäistä valvontaa on kritisoitu siitä, että ajonopeutta lasketaan ainoastaan kamerapylvään kohdalla. Uusien valvontajaksojen nopeustarkastelut eivät kuitenkaan tue näitä väitteitä, sillä ajonopeudet ovat laskeneet selvästi myös valvontapisteen välillä.

8.2 Liikenneturvallisuus

Vaikka kustannustehokkaiden liikenneturvallisuustoimenpiteiden löytäminen on yhä vaikeampaa liikenneturvallisuustason parantuessa, ovat automaattivalvonnan liikenneturvallisuusvaikutukset olleet myönteisiä. Onnettomuustarkastelua koskevat tulokset eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä, ja laskennallisissa ja havaituissa liikenneturvallisuusvaikutuksissa oli huomattavia eroja. Laskennallisten ja havaittujen onnettomuusmäärien muutokset on koottu taulukkoon 16. Eksponenttimallin mukaan kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrä laskisi noin 13 % havaitun keskinopeuden laskun myötä, mutta onnettomuustarkastelussa kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrä oli noussut 2,6 %. Eksponenttimallin mukaan ajonopeuksien lasku puolestaan vastaisi alle 7 %:n vähenemää kaikkien henkilövahinko-onnettomuuksien osalta, mutta todellisuudessa kyseisten onnettomuuksien määrä oli laskenut valvontajaksoilla reilun neljänneksen. Laskennallinen vähenemä oli pienempi myös omaisuusvahinko-onnettomuuksissa, sillä potenssimalli ennusti ajonopeuksien laskun perusteella hieman yli 6 % laskua onnettomuusmäärässä havaitun muutoksen ollessa -26 %.

Taulukko 16. Yhteenveto onnettomuusmäärien sekä onnettomuuksissa loukkaantuneiden ja kuolleiden määrän muutoksista automaattivalvontajaksoilla ja vertailuteillä. Onnettomuustarkastelun tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Tutkittu onnettomuustyyppi	Automaattivalvotut jaksot	Vertailutiet
Nopeusmuutokseen perustuva laskennallinen onnettomuusmäärän muutos (%)		
Omaisuuksivahinko-onnettomuuksien määrä	-6,2	-3,8
Henkilövahinko-onnettomuuksien määrä	-6,6	-4,0
Kuolemaan johtavien onnettomuuksien määrä	-12,9	-7,9
Onnettomuuksissa loukkaantuneiden määrä	-7,5	-4,6
Onnettomuuksissa vakavasti loukkaantuneiden määrä	-12,2	-7,5
Liikennekuolemien määrä	-11,3	-6,9
Onnettomuustarkasteluun perustuva määrän muutos (%)		
Omaisuuksivahinko-onn.	-25,7	-14,5
Loukkaantumiseen johtaneet onn.	-27,3	-23,1
Kuolemaan johtaneet onn.	2,6	58,3
Kaikki henkilövahinko-onn.	-25,2	-17,8
Onnettomuuksissa loukkaantuneiden määrä	-28,9	-24,2
Liikennekuolemien määrä	2,4	83,3
Kesä	-23,7	-20,8
Talvi	-26,9	-10,0

Koska tutkimuksen aineisto oli melko pieni eivätkä onnettomuustarkasteluja koskevat tulokset olleet tilastollisesti merkitseviä, on mahdollista, että valvonnan vaikutukset on yliarvioitu loukkaantumiseen ja omaisuusvahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien osalta. Eksponenttimallin valossa tutkimus puolestaan todennäköisesti aliarvioi valvonnan myönteisiä vaikutuksia kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrään, sillä satunnaisuus on merkittävä tekijä onnettomuusmäärän ollessa hyvin pieni. Eksponenttimallilla arvioituja vaikutuksia voidaan sen sijaan pitää pitkällä aikavälillä realistisena, sillä sen avulla liikenneturvallisuusvaikutuksia voidaan mallintaa nopeusmuutosten perusteella melko luotettavasti. Koska teoreettiset mallit perustuvat useita vuosia sitten julkaistujen tutkimusten tuloksiin, voivat liikenneturvallisuusvaikutukset olla hieman yliarvioituja. Autokannan passiivisen turvallisuuden kehittyminen on esimerkiksi parantanut ajoneuvojen turvallisuutta, jolloin onnettomuuksien seuraukset eivät välttämättä ole yhtä vakavia samoilla ajonopeuksilla kuin aiemmin. Vaikka nämä muutokset ovat olleet viime vuosikymmeninä merkittäviä, ovat muutokset tapahtuneet automaattivalvontajaksojen lisäksi myös vertailuteillä.

Pienistä onnettomuusmääristä sekä onnettomuuksien ilmoitusherkkyyteen liittyvien haasteiden vuoksi tutkimuksessa ei saatu luotettavia tuloksia siitä, minkä tyyppisillä teillä onnettomuudet ovat vähentyneet eniten. Onnettomuusluokittain tarkasteluna automaattivalvonta näytti kuitenkin vähentävän eniten tyyppillisten liittymäonnettomuuksien, eli kääntymis-, risteämis- sekä peräänajo-onnettomuuksien määrää. Tämä tulos viittaa siihen, että automaattivalvonnan onnettomuusvaikutukset ovat olleet voimakkaimmat liittymäalueiden läheisyydessä linjaosuuksien sijaan. Myös vakavien onnettomuuksien osalta vähenivät erityisesti risteämis- ja peräänajo-onnettomuudet, mikä antaa niin ikään viitteitä liittymien liikenneturvallisuuden parantumisesta. Yksi syy tulokseen voi kuitenkin valvontapisteiden sijoittaminen liittymien lähelle. Monissa tutkimuksissa on nimittäin havaittu, että valvonnan vaikutukset ovat suurimmat

kamerapylväiden läheisyydessä, ja mikäli valvontapisteitä sijoitetaan liittymäalueille, on todennäköistä, että juuri liittymäonnettomuuksien määrä laskee.

Yksi automaattivalvonnan mahdollinen heijastevaikutus on vaihtoehtoisten reittien käyttäminen automaattivalvottujen jaksojen sijaan. Koska yleisen käsityksen mukaan onnettomuusriski kasvaa liikennemäärän ja ruuhkaisuuden lisääntyessä, on onnettomuuskehitystä hyvä peilata myös valvontajaksojen liikennemäärän muutoksiin. Liikennemäärän tai ajosuoritteen lasku voi johtaa liikenneturvallisuuden näennäiseen parantumiseen automaattivalvontajaksoilla, sillä osa onnettomuuksista saattaa siirtyä liikenteen mukana muille tiejaksoille. Automaattivalvontajaksojen ennen- ja jälkeenjaksojen keskimääräiset liikennemäärät ovat kuitenkin vaihdelleet tutkimusajankohdan aikana vain vähän, ja laskua tai nousua liikennemäärässä on ollut yleisesti enintään 2 % (Liikennevirasto 2017g). Liikennemäärä nousi eniten Järvenperän (7,5 %) sekä Vammalan (5,2 %) LAM-pisteissä. Liikennemäärän kasvusta huolimatta näiden teiden onnettomuusmäärät ovat kuitenkin laskeneet selvästi lukuun ottamatta KEHÄ III:n kuolemaan johtaneita onnettomuuksia, joiden määrä kasvoi tarkastelujakson aikana yhdellä onnettomuudella. Liikennemäärä puolestaan laski eniten Karkkilan (-6,3 %) ja Lopen (-5,4 %) LAM-pisteissä. Myös näillä jaksoilla onnettomuuksien määrät laskivat selvästi, mutta eivät kuitenkaan huomattavasti muita jaksoja enemmän. Onnettomuustarkastelun perusteella ei siis vaikuta siltä, että liikennemäärän muutos olisi ainakaan merkittävästi vaikuttanut onnettomuuskehitykseen. Lisäksi automaattivalvontajaksot sijaitsevat suurten asutuskeskusten välisillä pääteillä, joita ei ole vaivatonta kiertää. Liikenteen ja onnettomuuksien siirtyminen vaihtoehtoiselle reitille ei ole siten kovin todennäköistä tai laajamittaista.

8.3 Automaattivalvonnan kohdentaminen

Automaattivalvonnan piiriin lisättävien teiden valintakriteerit ovat säilyneet pitkään samana. Tämän tutkimusten tulosten sekä aiemman tutkimuskirjallisuuden perusteella aiemmin käytetyt kriteerit ovat edelleen ajankohtaisia, ja valvontaa tulisi kohdentaa maanteille pääosin onnettomuushistorian ja ajonopeuksien sekä esimerkiksi liikennemäärien perusteella. Ensisijaisesti valvontaa tulisi kohdentaa sellaisille tiejaksoille, joilla sattuu runsaasti onnettomuuksia tai erityisesti vakavia onnettomuuksia. Koska automaattivalvonnan tavoitteena on kuitenkin edistää liikenneturvallisuutta hallitsemalla ajonopeuksia, ovat ylinopeudet myös merkittävä tekijä valvonnan kohdentamisessa. Jotta automaattivalvonta olisi siis tehokasta ja tarkoituksenmukaista, tulisi valvontaa sijoittaa vain sellaisille tiejaksoille, joilla heikko liikenneturvallisuustilanne liittyy lisäksi liian suuriin ajonopeuksiin. Toisaalta aiempien tutkimusten perusteella myös tiedetään, että vaikka ajonopeus ei olisi onnettomuuksien pääasiallinen aiheuttaja, on se yhtenä tekijänä kaikissa tieliikenneonnettomuuksissa. Sen vuoksi automaattivalvonta saattaa parantaa liikenneturvallisuutta, vaikka onnettomuuksien taustalla olisi pääasiallisesti nopeuksista riippumattomia tekijöitä. Koska onnettomuuksien jakautumiseen tiejaksoilla liittyy myös satunnaisuutta, voi automaattivalvonta toimia jossain määrin myös onnettomuuksia ennaltaehkäisevänä toimenpiteenä. Automaattivalvonnalla vaikuttaa olevan myös laajempia positiivisia vaikutuksia liikennekäyttäytymiseen, mikä voi toimia yhtenä valvonnan perusteena. Valvonnan vaikutuksia asenteisiin ei kuitenkaan pystytä luotettavasti tutkimaan.

Automaattivalvonnan hyväksyttävyyden kannalta on tärkeää, että tien nopeusrajoitus on oikea, ja tieympäristön luonne tukee nopeusrajoituksen noudattamista. Koska nopeusrajoituksen porrastukset ovat pääosin 20 km/h suuruisia, mahtuu esimerkiksi 80

km/h nopeusrajoituksen teihin rakenteeltaan ja tieympäristöltään monentyyppisiä tiejaksoja. Toisella tiejakson rakenteellinen optiminopeus voi olla esimerkiksi 75 km/h, ja toisella 85 km/h, mutta yhtenäisyyden vuoksi molemmissa tien kohdissa käytetään 80 km/h nopeusrajoitusta. Nopeustaso ja ylinopeuksien määrä tai suuruus eivät siten automaattisesti tarkoita suurempaa turvallisuusriskiä, eikä pelkkä nopeustason tarkkailu anna luotettavaa kuvaa liikenneturvallisuuksilanteesta. Sen vuoksi on tärkeää, ettei valvontaa kohdennetaan kuitenkaan ainoastaan onnettomuushistorian perusteella. Kun automaattivalvontaa sijoitetaan onnettomuuksien ja ajonopeuksien perusteella, viestivät valvontapistet samalla tiejaksojen tai esimerkiksi liittymäalueiden heikosta liikenneturvallisuuksilanteesta, jolloin kuljettajien huomio kohdistuu varmemmin juuri liikenneympäristön havainnointiin.

Mikäli tien heikko liikenneturvallisuuksilanne on seurausta jostain muusta kuin ylinopeuksista, tulisi turvallisuutta pyrkiä parantamaan ensisijaisesti hyödyntämällä muita liikenneturvallisuuksitoimenpiteitä. Maanteillä tällaisia toimenpiteitä voi olla esimerkiksi nopeusrajoituksen laskeminen, tielinjauksen parantaminen, keski- ja reunakaitteiden rakentaminen tai ohituskaistojen lisääminen turvallisten ohituspaikkojen luomiseksi. Taajama-alueilla voidaan puolestaan hyödyntää esimerkiksi töyssyjä, shikaaneja tai rakentaa uusia tai turvallisempia jalankulku- ja pyöräväyliä. Kiinteä automaattivalvonta ei myöskään aina ole tarkoituksenmukainen ja kustannustehokas nopeudenhallintakeino kaikilla niillä teillä, joilla on liian suurista ajonopeuksista johtuvia onnettomuuksia. Jollain teillä sekä automaattivalvontaan soveltumattomissa paikoissa voidaan sen sijaan hyödyntää esimerkiksi poliisin ajoneuvoista käsin suorittamaa tutkavalvontaa.

Muissa maissa tehtyjen tutkimusten mukaan keskinopeusvalvonta on tehokkaampaa kuin pistemäinen valvonta erityisesti kaukana kamerapylväistä, joten sen käyttöönottoaminen voisi edistää turvallisuutta joillain tiejaksoilla pistemäistä valvontaa tehokkaammin. Koska Suomessa yhtenä automaattivalvontajärjestelmän tavoitteena on kustannustehokkuus, voi pistemäinen valvonta kuitenkin olla joskus keskinopeusvalvontaa tarkoituksenmukaisempi ja kustannustehokkaampi vaihtoehto. Mikäli valvonnan valvontapisteen tarkoituksena on esimerkiksi parantaa liittymäalueen turvallisuutta ja liittymisen sujuvuutta, ei ajonopeuksien laskeminen kaukana kamerapylvästä ole myöskään välttämättä liikenneturvallisuuksin kannalta tarpeellista. Valvonnan kohdentaminen ja vaikuttavuus liittyvät siten myös tiejakson ominaisuuksiin ja valvonnan käyttöönoton taustalla vaikuttaviin tekijöihin ja tavoitteisiin.

8.4 Valvontapisteen sijoittaminen

Valvontajaksojen valitsemisen kriteerit ovat siis säilyneet pitkään samanlaisina, ja nämä periaatteet ovat yhä ajankohtaisia. Kamerapylväiden sijoittamista on sen sijaan ohjeistettu vähemmän, ja kamerapylväiden tehokkaasta sijoittamisesta valvontajaksojen sisällä on myös saatu viime vuosina uudenlaista tietoa. Suomessa edellisen virallisen ohjeistuksen on laatinut Tiehallinto vuonna 2005, ja siinä peruseriaatteena oli sijoittaa kameratolpat melko tasaisin, mutta kuitenkin epäsäännöllisin välimatkoin maanteiden linjaosuuksille. Viime vuosina saatujen tutkimustulosten perusteella näyttää kuitenkin siltä, pistemäisen valvonnan vaikutukset heikkenevät asteittain etäisyyden kasvaessa kamerapylvästä, ja vaikutus on selvästi suurin kamerapylvään välittömässä läheisyydessä. Tällöin melko satunnaisesti ja tasaisin välimatkoin asetetut valvontapistet eivät välttämättä pureudu liikenneturvallisuuksin ongelmakohtiin riittäväällä tavalla, eikä valvonnan vaikuttavuus ei ole optimaalinen. Tämän tutkimuksen

tulos tukee esimerkiksi Ragnøyn (2011) arviota siitä, että valvonnan vaikutukset ulottuvat keskimäärin noin 2-3 kilometrin etäisyydelle valvontapisteen jälkeen. Koska valvonnan vaikutukset ulottuvat hyvin lyhyelle etäisyydelle ennen kameratolppaa, voi Suomessa määritelty ohjeellinen neljän kilometrin etäisyys pylväiden välillä voi olla liian pitkä. Toisaalta, mikäli tiejaksolla on turvallisuustasoltaan pidempiä osuuksia, joilla on sattunut vain vähän tai lieviä onnettomuuksia, ei valvonnan tehokkuuden kannalta ole tarkoituksenmukaista sijoittaa valvontapisteitä yhtä tiheästi.

Automaattivalvontaa on ollut Suomessa käytössä jo parikymmentä vuotta, ja kamerapylväiden sijoittamiseen liittyvä ohjeistus on siis joiltain osin vanhentunutta. Ohjeistuksen päivittämisen lisäksi ajankohtaiseksi on tullut vanhojen, ennen vuotta 2007 rakennettujen automaattivalvontajaksojen tarkastelu valvonnan vaikuttavuuden näkökulmasta. Mikäli valvontajaksojen liikenneturvallisuustilanne on parantunut entisestään tai pysynyt hyvällä tasolla, ei valvontaan tarvitse välttämättä tehdä muutoksia. Jos liikenneturvallisuustilanne on sen sijaan heikentynyt uudelleen, voi kyse olla muun muassa siitä, että valvonnan intensiteetti on heikko, valvonnan vakiintuminen on nostanut ajonopeuksia uudelleen, valvontapistet ovat väärässä paikassa tai ajan saatossa riskikohdat ovat muuttuneet. Esimerkiksi riittävän suuren valvontaintensiteetin on todettu tehostavan valvonnan vaikutuksia. Valvonnan tehokkuuden ja tarkoituksenmukaisuuden kannalta voi kuitenkin olla hyödyllistä tarkastella valvontapisteid sijoittamista uudelleen nykyisen turvallisuustilanteen ja riskipaikkojen valossa sen sijaan, että uusia valvontajaksoja otettaisiin käyttöön. Tähän saakka automaattivalvontajaksoja on lähinnä poistettu tien parannusten yhteydessä, mutta uusia tarkasteluja ja niiden perusteella tehtyjä muutoksia on tähän mennessä toteutettu vain vähän. Valvonnan vaikutusten seuraamiseksi olisi myös hyvä, mikäli nopeus- ja onnettomuuskehitystä voitaisiin seurata systemaattisesti kaikilla rakennetuilla valvontajaksoilla.

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli tarkastella pistemäisten valvontakohteiden optimaalista sijoittelua esimerkiksi suhteessa liittymiin. Automaattivalvonnan sijoittamista esimerkiksi liittymäalueille on kritisoitu siitä, että se siirtää kuljettajan huomion liikenneympäristön tarkkailusta automaattivalvontapisteeseen. Vaikka onnettomuuksien uskotaan usein lisääntyvän valvontapisteen läheisyydessä jarrutusten tai herpaantuneen havainnointikyvyn vuoksi, ei aiemmissa tutkimuksissa ole osoitettu, että automaattivalvonta heikentäisi liikenneturvallisuutta valvontapisteid tai liittymien läheisyydessä. Suomen uusien automaattivalvontajaksojen onnettomuustarkastelun perusteella valvonta on myös parantanut liikenneturvallisuutta nimenomaan liittymien läheisyydessä. Valvontapistet ja mahdolliset pistemäiset nopeusrajoituksen muutokset pyritään jo nykyisin sijoittamaan riittävän etäälle esimerkiksi liittymistä, jolloin nopeutta ehditään laskea ennen liittymää, ja kuljettaja ehtii huomioida liikenneympäristöä liittymäalueelle saapuessa. Haasteena onkin kuitenkin löytää se optimaalinen kohta, jossa ajonopeudet ovat jo laskeneet, mutta jossa ajoneuvonkuljettajan huomio on kiinnittynyt liikenneympäristöön kamerapylvään tai auton nopeusmittariin sijaan. Tilannetta saattaa helpottaa esimerkiksi vakionopeudensäätimen yleistyminen, mutta yksi haaste on yhä nykyisin se, miten autoilijoille onnistutaan viestimään tehokkaammin valvonnan myönteisistä vaikutuksista, jolloin automaattivalvontapisteen näkeminen liikenteessä ei veisi liian suurta huomiota. Yhtenä keinona on aiheen käsittelemisen mediassa myönteisemmin sekä puhuminen esimerkiksi liikenneturvallisuuskameroista, kuten Ruotsissa. Liikenneturvallisuustavoitteita voitaisiin korostaa myös tieopasteissa Ranskan ja Espanjan tapaan.

Työn tavoitteena oli myös saada tietoa valvontapisteidien optimaalisesta sijoittamisesta esimerkiksi suhteessa kaupunkien suuriin sisääntuloväyliin ja nopeusrajoitusten muutoskohtiin. Näihin kysymyksiin ei kuitenkaan saatu yksiselitteisiä vastauksia. Valvonnan hyväksyttävyyden kannalta on tärkeää, että nopeusrajoitusmerkki sijaitsee riittävällä etäisyydellä kamerapylvästä, jolloin nopeuden laskeminen ei vaadi voimakkaita jarrutuksia. Lisäksi kuljettajalla tulee olla mahdollisuus nähdä nopeusrajoitusmerkki ennen valvontapistettä siten, että etäisyys nopeusrajoitusmerkin jälkeen ennen valvontapistettä ei kasva liian pitkäksi, jolloin nopeusrajoitus voi unohtua. Yhtenä keinona nopeusrajoituksen muistuttamisessa voidaan käyttää ajorataan maalattavaa nopeusrajoitusta, jolloin se voi sijaita lähempänä valvontapistettä. Toimenpide voi olla hyödyllinen varsinkin silloin, kun ajonopeuksien hajonta on suuri, sillä se saattaa viitata siihen, ettei nopeusrajoitus ole autoilijoilla hyvin tiedossa. Toisaalta ei kuitenkaan ole tarkoituksenmukaista esittää nopeusrajoitusta aina valvontapisteen kohdalla, jolloin pistemäiset jarrutukset ja vaikutukset voivat voimistua. Turhien jarrutusten välttämiseksi valvontapistet tulisi myös sijoittaa niin, ettei valvontapisteen kohtaa matalamman nopeuden nopeusrajoitusmerkki näy samalla tiejaksolla, jolla valvontapiste sijaitsee.

Kiinteällä automaattivalvonnalla voidaan pyrkiä edistämään liikenneturvallisuutta myös suurten kaupunkien sisääntuloväylillä, joilla sattuu paljon onnettomuuksia, ja joiden ominaisuudet soveltuvat tutkimuksen perusteella muutenkin hyvin automaattivalvontaan. Lisäksi poliisin on vaikea toteuttaa tutkavalvontaa vilkkailla monikaistaisilla tiejaksoilla. Tutkimusten mukaan automaattivalvonta tasoittaa liikennevirran ajonopeuksien hajontaa, mikä laskee onnettomuusriskiä ja parantaa liikenteen sujuvuutta. Vaikka uusien automaattivalvontajaksojen tarkastelun perusteella valvonta vaikuttaa tehokkaammin vapaisiin ajoneuvoihin, ovat keskinopeudet laskeneet merkittävästi myös esimerkiksi vilkkaalla Kehä III:lla. Myös omaisuus- ja henkilövahinkojen määrät ovat laskeneet selvästi, eikä ajoittainen ruuhkaisuus siis näytä ainakaan merkittävästi heikentävän valvonnan tehokkuutta kokonaisuudessaan. Valvontapisteidien tarkempaa sijoittamista sisääntuloväylille ei kuitenkaan ole juuri tutkittu, mutta tässä ja aiemmissa tutkimuksissa saatujen tulosten perusteella voidaan kuitenkin tehdä joitain johtopäätöksiä kamerapylväiden sijoittamisesta sisääntuloväylille. Ensinnäkin valvontaa tulisi sijoittaa riskipaikkojen, kuten liittymien läheisyyteen, sillä valvonta laskee ajonopeuksia tehokkaimmin vain valvontapisteidien lähellä. Suurien liikennemäärien ja liikennevirran tasoittamisen kannalta voi olla tehokasta sijoittaa valvontapistettä lähemmäs toisiaan, jolloin ajonopeudet eivät ehdi kasvaa liian suuriksi kamerapylväiden välisellä osuudella. Tämä vähentää myös jarrutusten tarvetta kamerapylväiden kohdalla. Koska vilkkailla väylillä sattuu myös paljon liittymäonnettomuuksia, voi ajonopeuksien hallinta kiinteällä automaattivalvonnalla osoittautua tehokkaaksi keinoksi parantaa liikenneturvallisuutta. Mikäli ajonopeuksia halutaan laskea portaittain esimerkiksi ennen taajamaan saapumista, saattaa valvonta myös korostaa tehokkaammin nopeusrajoitusmerkkien vaikutusta, vaikka valvontaa ei voitaisi sijoittaa heti taajamaan saapumisen jälkeen. Tällöin tulee kuitenkin huolehtia siitä, että valvontapisteen kohdalla voimassa oleva nopeusrajoitus on selkeä tienkäyttäjille.

Tutkimus ei antanut suoria vastauksia taajamien automaattivalvonnan kehittämiseksi, koska tarkastelun kohteena olivat tyypillisistä taajamaympäristöstä selvästi poikkeavat maantiejaksot. Tutkimuskirjallisuuden perusteella voidaan kuitenkin olettaa, että kiinteiden automaattivalvontajaksojen vaikutukset ovat samantyyppisiä kaupunkimaisessa ympäristössä. Vaikutukset ovat siis todennäköisesti melko pistemäisiä, joten myös taajamissa valvontaa kannattaisi kohdentaa liikenneturvallisuuden ongelma-

paikkoihin. Taajamien tieympäristön erityispiirteet ja nopeuksia hallitsevat rakenteelliset tekijät, kuten liikennevalot ja liikenneympyrät tulee kuitenkin huomioida suunnittelussa, jotta valvonnasta saatavat hyödyt olisivat mahdollisimman suuret. Lisäksi tulee tarkastella muiden nopeudenhallintakeinojen mahdollisuudet, sillä esimerkiksi vertikaaliset hidasteet on todettu joissain tutkimuksissa automaattivalvontaa tehokkaammaksi. Koska kiinteän automaattivalvonnan on todettu parantavan jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden turvallisuutta, voidaan valvontapisteitä sijoittaa myös taajamille tyypillisen matalan nopeusrajoituksen alueille. Pistemäisen luonteensa vuoksi kiinteä pistemäinen automaattivalvonta soveltuu myös hyvin taajamiin, missä keskinopeusvalvonta ei ole toimivaa korkean liittymätiheyden vuoksi.

8.5 Uudenmaan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten uudet automaattivalvontakohteet

Vuosina 2007–2014 käyttöön otettujen automaattivalvontajaksojen vaikutusten perusteella automaattivalvonta laskee ajonopeuksia sekä parantaa liikenneturvallisuutta automaattivalvotuilla tiejaksoilla. Tulos tukee aiempia tutkimuksia automaattivalvonnan myönteisistä liikenneturvallisuusvaikutuksista, ja se on myös todettu Suomessa kustannustehokkaaksi menetelmäksi maanteiden ajonopeuksien hallinnassa. Tällä vuosikymmenellä automaattivalvontaa on kuitenkin lisätty maantieverkolle vain vähän. Syynä tähän on ollut esimerkiksi rahoituksen puute, sekä se, että automaattivalvonta on saatu käyttöön jo useilla sellaisilla tiejaksoilla, joilla liikenneturvallisuustilanne on ollut aiemmin heikko. Sen lisäksi, että automaattivalvontaa ei juurikaan ole viime vuosina lisätty, ei teiden liikenneturvallisuustilannetta tai nopeustasoa ole arvioitu systemaattisesti automaattivalvonnan hyödyntämisen näkökulmasta.

Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten sekä aiempiin tutkimuksiin perustuvien tietojen avulla on voitu päivittää automaattivalvontajaksojen valitsemisen sekä kamerapylväiden sijoittamisen kriteereitä esimerkiksi sen perusteella, millä tavalla automaattivalvonta vaikuttaa erityyppisillä teillä sekä eri etäisyyksillä automaattivalvontapisteistä. Automaattivalvonnan vaikuttavuuteen liittyvien tietojen perusteella on siten tunnistettu mahdollisia Uudenmaan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten alueille sijoitettavia uusia automaattivalvontajaksoja liikenneturvallisuustilanteen parantamiseksi ja ylläpitämiseksi. Uusien automaattivalvontajaksojen toteuttamisesta vastaavat ensisijaisesti ELY-keskukset sekä valvontaa suorittava poliisi. Oletuksena on, että jaksot toteutetaan kiinteinä, pistemäiseen valvontaan perustuvina automaattivalvontajaksosoina. Mahdollisten uusien automaattisten nopeusvalvontajaksojen tunnistamisessa on käytetty seuraavia kriteereitä:

- Ajoneuvojen kuukausittaiset keskinopeudet vuosina 2005–2017 ovat olleet tiellä korkeita, ja erityisesti suuret ylinopeudet ovat olleet yleisiä
 - o Tien liikenneturvallisuustilanne on heikko
- Tiejaksolla on sattunut viimeisen viiden vuoden aikana (2012–2016) runsaasti onnettomuuksia
- Tiejaksolla on sattunut suhteellisen paljon henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia
- Tien nopeusrajoitus on 70–80 km/h ympäri vuoden tai ainoastaan talvikaudella
 - o Myös tätä matalamman tai 100 km/h nopeusrajoituksen alueille voidaan sijoittaa valvontaa
- Tien liikennemäärä on yleisesti vähintään 5000 ajoneuvoa vuorokaudessa
- Tiejakso on vähintään 20 kilometrin pituinen maantiejakso

– Jaksolla ei ole tällä hetkellä automaattivalvontaa.

Liikenneturvallisuustilanteeltaan sekä tietyypiltään automaattivalvontaan soveltuvien teiden tunnistamisessa on käytetty paikkatietomenetelmiä, ja tiejaksojen viimeaikaisia ajonopeuksia on tarkasteltu LAM-mittauspisteiden aineistojen avulla. Kaikkien maantiejaksojen joukosta on valittu tarkempaan tarkasteluun ne tiet, jotka tutkimusten pohjalta soveltuvat hyvin automaattivalvontaan. Mukaan on valittu sellaiset tiejaksot, joilla kriteerit täyttäviä tieosuuksia on runsaasti. Koko tiejakso ei siis välttämättä täytä yllä esitettyjä kriteerejä, mutta valtaosa tienpituudesta soveltuu hyvin automaattivalvontaan. Näille tiejaksoille on tehty onnettomuustarkastelu. Sen perusteella on otettu mukaan vain sellaiset tiejaksot, joilla vuosien 2012–2016 keskimääräinen henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuustiheys on yli 14 onnettomuutta 100 tiekilometriä kohden. Mikäli kriteerit ovat täyttyneet, on seuraavassa vaiheessa tarkasteltu ajonopeuksia kyseisten tiejaksojen LAM-pisteissä. Ajonopeuksia on tarkasteltu niiden LAM-pisteiden osalta, joista on ollut saatavilla kattavaa nopeusdataa vuosilta 2015–2017, mutta mahdollisia tiejaksoilla tehtyjä teknisiä toimenpiteitä ei ole huomioitu nopeustarkastelussa. Jaksojen valinnassa ei myöskään ole otettu huomioon mahdollisia tulevia tiehankkeita, jotka voivat vaikuttaa teiden luonteeseen tai liikenneturvallisuustilanteeseen.

Edellä esitettyjen valintakriteerien sekä menetelmän avulla on tunnistettu yhteensä seitsemän mahdollista uutta automaattivalvontajaksoa Uudenmaan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten alueilla (taulukko 17). Ehdotetuista uusista valvontajaksoista kolme sijaitsee Varsinais-Suomen ELY-keskuksen alueella ja neljä Uudenmaan ELY-keskuksen alueella. Jaksojen pituudet vaihtelevat 9,9 kilometristä lähes 60 kilometriin, mutta alle 20 kilometrin pituiset jaksot liittyvät olemassa olevaan tai toiseen ehdotettuun, eri tiellä sijaitsevaan valvontajaksoon. Valtatielle 9 ehdotettu jakso liittyy sen pohjoispuolella olevaan nykyiseen automaattivalvontajaksoon, ja tielle 41 ehdotettu jakso risteää näiden kanssa. Teiden liikennemäärissä on myös suuria eroja, ja selvästi vilkkain valvonnan piiriin mahdollisesti lisättävä jakso on Turun kehätie, jonka liikennemäärä on vilkkaimmilla osuuksilla yli 30 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Mahdollisesti valvottavien tiejaksojen tieosoitteet ovat suuntaa antavia, ja ne kuvaavat sitä yhtenäistä tiejaksoa, joka tutkimusten mukaan soveltuu kokonaisuudessaan hyvin automaattivalvontaan. Valvonnan yhtenäisyyden näkökulmasta voi kuitenkin olla tarpeellista, että valvontajakso ulottuu myös nyt määritellyn tiejakson ulkopuolelle. Kartta mahdollisista uusista automaattivalvontajaksoista sekä olemassa olevista automaattivalvontajaksoista on esitetty liitteessä 13.

Taulukko 17. Uudenmaan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten alueille ehdotettujen uusien automaattivalvontajaksojen perustiedot.

Tie	ELY-keskus	Kohde	Tieosoite	Pituus (km)	KVL
40	Varsinais-Suomi	Turun kehätie	40/3/0-40/7/0	35,3	2031-33501
9	Varsinais-Suomi	Poikoja-Aura	9/105/0-9/105/9922	9,9	10996
41	Varsinais-Suomi	Aura-Pöytyä	41/7/0-41/9/0	11,1	5072
10	Uusimaa	Renko-Tuulonen (valtatie 12 liittymä)	10/24/0-10/32/0	43,0	4423-15795
6	Uusimaa	Koskenkylä-Kimonkylä (ELY-keskuksen raja)	6/116/0-6/125/0	33,0	6373-6847
55	Uusimaa	Mäntsälä-Porvoo	55/1/0-55/6/0	35,1	3881-14088

4	Uusimaa	Lusi-Oravakivensalmi (ELY-keskuksen raja)	4/211/0-4/220/0	58,8	6593-7966
---	---------	--	-----------------	------	-----------

Taulukossa 18 on esitetty kunkin mahdollisen uuden automaattivalvontajakson onnettomuusmäärät ja -tiheydet sekä ajonopeudet LAM-pisteiden kohdalla. Selvästi eniten kaikkia onnettomuuksia on sattunut kantatiellä 40, jolla myös liikennemäärä on suurin. Henkilövahinko-onnettomuuksia on niin ikään sattunut eniten kantatiellä 40, mutta myös runsaasti valtatiellä 10 välillä Renko–Tuulonen. Absoluuttisiin onnettomuusmääriin vaikuttaa siis liikennemäärä, mutta myös valvontajakson pituus. Jotta suhteellinen tarkastelu ja liikenneturvallisuuksien vertailu olisi mahdollista, on henkilövahinko-onnettomuuksille laskettu onnettomuustiheys viiden vuoden (2012–2016) keskiarvona koko valvontajaksolle, eli edellisessä taulukossa esitetyn tieosuuden mukaiselle jaksolle. Näin tarkasteltuna heikoin turvallisuuksien tilanne on Varsinais-Suomen ELY-keskuksen alueella valtatiellä 9 (28,3 hvj-onn./100 tie-km) sekä valtatiellä 40 (25,5 hvj-onn./100 tie-km). Onnettomuustarkastelussa on huomioitu onnettomuusmäärät, mutta niiden taustalla olevia tekijöitä ei ole huomioitu. Uusia automaattivalvontajaksia harkittaessa tulee siten huomioita kunkin tiejakson ajankohtainen onnettomuustilanne sekä arvioida, voidaanko onnettomuuksia ehkäistä nimenomaan ajonopeuksien hallinnalla. Tarkastelun perusteella kaikilla liikenneturvallisuuksien tilanteeltaan heikoilla jaksoilla ylinopeudet ovat kuitenkin yleisiä 80 km/h alueella tai talvikaudella, jolloin nopeusrajoitusta on laskettu 100 km:sta/h 80 km:iin/h. V85-nopeudet ovat myös kaikilla jaksoilla korkeilla, mikä kertoo myös siitä, että yleinen nopeustaso ylittää selvästi LAM-pisteen kohdalla sallitun nopeusrajoituksen.

Taulukko 18. Ehdotettujen uusien automaattivalvontajaksien onnettomuushistoria sekä ajonopeudet. Keski- ja v85-nopeudet on ilmoitettu eri suunnille erikseen, mikäli niillä on voimassa eri nopeusrajoitus (s1 ja s2).

Tie	Onnettomuudet 2012–2016 (kpl)	Henkilövahinko-onnettomuudet 2012–2016 (kpl)	Onnettomuustiheys (hvj-onn. / 100 km)	LAM-piste	Nopeusrajoitus (talvi)	Keskinopeus (km / h)		V85-nopeus (km / h)	
						Talvi	Kesä	Talvi	Kesä
40	257	45	25,5	229	80	82,4	81,0	87	88
				233	100	95,2	92,8	105	106
9	70	14	28,3	208	100 (80)	96,9	86,1	93	107
41	47	8	14,4	Ei LAM-pisteitä					
10	171	40	18,6	405	80	83,3	84,6	89	90
6	76	28	17,0	111	80 (s1)	88,6	90,0	98	100
					100 (s2)	88,8	90,6	99	101
55	138	29	16,5	115	80	82,8	85,3	89	92
4	156	48	16,3	442	100 (80)	86,7	94,9	94	106
				623	100 (80)	86,1	91,6	93	103

Onnettomuustarkastelun perusteella tarkastelusta on pudotettu pois kolme tiejaksoa, joilla henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuustiheys on alle 14 onnettomuutta 100 tiekilometriä kohden. Nämä jaksot ovat kantatie 51 Uudellamaalla välillä Helsinki-Kirkkonummi (Länsiväylä; onnettomuustiheys 12,8), kantatie 52 Varsinais-Suomessa välillä Perniö-Salo-Pertteli (onnettomuustiheys 9,4) sekä valtatie 2 Uudellamaalla Forssan seudulla välillä Venäjä-Similänkulma (onnettomuustiheys 7,1). Vi-

meisimmän jakson läheisyydessä samalla tiellä on kuitenkin nykyisin automaattivalvontaa, mikä on todennäköisesti vähentänyt onnettomuuksien määrää ja automaattivalvonnan tarvetta tiejaksoilla. Monet kaupunkien sisään-tuloväylät on myös jätetty liistauksen ulkopuolelle, koska jaksot ovat usein vain joidenkin kilometrien mittaisia. Koska automaattivalvonnan tehokkuutta on tutkittu pääosin pitkillä tiejaksoilla, voivat vaikutukset olla erialisia lyhyillä kaupunkimaisilla jaksoilla. Suurilla sisään-tuloväylillä esimerkiksi vastakkaiset suunnat on yleensä erotettu toisistaan, eikä vakavien loukkaantumisten määrä ole suuri. Koska lievemmistä onnettomuuksista kuitenkin aiheutuu taloudellisia ja sosiaalisia menetyksiä, voi ajonopeuksien hallinta kiinteän automaattivalvonnan avulla kuitenkin olla tarkoituksenmukaista myös vilkkailla sisään-tuloväylillä.

Mikäli automaattivalvonta päätetään ottaa tiejaksoilla käyttöön, tulee valvontapisteiden tarkemmat sijainnit jaksoilla suunnitella yleissuunnitteluvaiheessa. Tutkimustulosten mukaan myönteisiä nopeus- ja liikenneturvallisuusvaikutuksia voidaan saavuttaa jopa kilometrien etäisyydellä valvontapisteistä. Koska ajonopeudet laskevat eniten valvontapisteiden välittömässä läheisyydessä, kannattaa kamerapylviä sijoittaa liikenneturvallisuuden erityisiin riskipaikkoihin siten, etteivät ne kuitenkaan vie huomiota liikenneympäristön tarkkailulta. Valvontajaksojen sijoittaminen linjaosuuksille melko tasaisin välimatkoin ei sen sijaan ole tutkimustulosten perusteella välttämättä tehokasta. Jotta automaattivalvonnan vaikutusten tutkiminen on mahdollista myös tulevaisuudessa, olisi uusille jaksoille hyvä asentaa myös LAM-mittauspisteet nopeusmuutosten tarkastelemiseksi. Valvonnan hyväksyttävyyden parantamiseksi suunnitelmista on hyvä tiedottaa varhaisessa vaiheessa, mikäli uusia automaattivalvontajaksoja päätetään toteuttaa.

8.6 Tutkimuksen virhelähteitä

Nopeustarkastelujen osalta aineistoihin liittyvät virhelähteet liittyvät mahdollisiin vuosien kuluessa tapahtuneisiin muutoksiin tutkimuksessa tarkastelluissa LAM-pisteissä. Vaikutukset ovat kuitenkin samansuuntaisia kaikissa nopeusmittauspisteissä sekä suhteellisen pysyviä myös pitkällä aikavälillä, joten mahdolliset virhetulkinnat eivät ole ajonopeuksien osalta merkittävä virhelähde. Yksi luotettavuutta sekä jaksojen välistä vertailua heikentävä seikka on kuitenkin datan puuttuminen joiltain jaksoilta tietyiltä ajankohdilta. Joissain tapauksissa LAM-pisteet on rakennettu tiejaksoille vain hieman ennen automaattivalvontaa, jolloin nopeusdataa on ennen-jaksoilta kolmea vuotta lyhyemmältä jaksolta tai vain marras-joulukuulta. Tällöin esimerkiksi sään ja kelin vaihtelut ovat voineet vaikuttaa tuloksiin jonkin verran. Kokonaisuudessaan tämä virhelähde ei kuitenkaan ole merkittävä, ja useissa tutkimuksissa ajonopeuksia on tarkasteltu huomattavasti lyhyemmillä vertailujaksoilla.

Onnettomuusaineiston pääongelma on puolestaan onnettomuusaineiston pieni määrä sekä automaattivalvontajaksoilla että vertailuteillä. Sen vuoksi tilastollisesti luotettavien johtopäätösten teko on vaikeaa. Onnettomuusaineistoon liittyy epävarmuutta myös sen vuoksi, että varsinkaan omaisuusvahinko-onnettomuuksista suuri osa ei tule poliisin tietoon. Myös loukkaantumiseen johtaneita onnettomuuksia jää poliisin tilastoinnin ulkopuolelle, ja esimerkiksi liikennevahinkotilastoissa on 2,5-kertainen määrä loukkaantumiseen johtaneita onnettomuuksia verrattuna viralliseen onnettomuustilastoon. Pienen onnettomuusmäärän vuoksi tutkimuksessa on arvioitu myös ajonopeuksien laskusta aiheutuvia laskennallisia liikenneturvallisuusvaikutuksia. Arvioinnin

taustalla olevat mallit perustuvat useisiin tieteellisiin tutkimuksiin ajonopeuden ja liikenneturvallisuuden riippuvuudesta, ja niiden avulla on voitu arvioida pitkän aikavälin onnettomuusvaikutuksia huolimatta lyhyen aikavälin onnettomuuskehityksestä.

Suhteelliseen pienen onnettomuusaineiston vuoksi yksi onnettomuusanalyysiin liittyvä haaste on onnettomuuksien sattumanvarainen sijoittuminen tiejaksoille sekä niin kutsuttu ”regression to mean” -efekti (RTM-efekti). Koska automaattivalvontaa on otettu Suomessa käyttöön pääasiassa niillä tiejaksoilla, joiden liikenneturvallisuustilanne on ollut aiemmin keskimääräistä heikompi, voidaan onnettomuuksien satunnaisvaihtelun vuoksi olettaa, että onnettomuusmäärät palaisivat kohti keskimääräistä liikenneturvallisuustilannetta myös ilman automaattivalvontaa. Koska RTM-efektin vaikutuksia ei ole voitu tunnistaa tutkimuksessa käytetyllä tarkastelumenetelmällä, on mahdollista, että valvonnan liikenneturvallisuusvaikutukset ovat siten hieman yliarvioituneet. Ilmiön huomiointi onnettomuustarkastelussa ei kuitenkaan olisi merkittävästi parantanut analyysin luotettavuutta pienen onnettomuusaineiston vuoksi. Koska Suomen automaattivalvontajaksojen toteutus kestää toteutuspäätöksen jälkeen yleensä melko pitkään ja valvottavat kohteet on valittu pääosin viiden vuoden onnettomuushistorian perusteella, ei RTM-efektin vaikutus ole kovin merkittävä verrattuna muihin virhelähteisiin.

Yksi onnettomuusanalyysin luotettavuutta heikentävä tekijä on myös suhteellisen pitkät ennen- ja jälkeen-jaksot. Lisäksi ennen- ja jälkeen-jaksot sijoittuvat ajallisesti erilaisiin ajankohtiin, koska automaattivalvontaverkko on laajentunut eri aikoina. Näiden tekijöiden vuoksi automaattivalvonnasta riippumattomat seikat ovat voineet ainakin osittain vaikuttaa onnettomuuskehitykseen eri jaksoilla. Turvallisuustilanteeseen ovat myös voineet vaikuttaa erilaiset tiehen kohdistuneet tekniset muutokset, kuten täristävien tiemerkintöjen käyttö, kaiteiden lisääminen, nopeusrajoitusten muutokset tai uudet liittymäjärjestelyt. Näiden toimenpiteiden vaikutukset ovat kuitenkin todennäköisesti samantyyppisiä automaattivalvontajaksoilla ja vertailuteilla. Todennäköistä on, että osa liikenneturvallisuustilanteen osa liikenneturvallisuusvaikutuksista johtuu automaattivalvonnasta, osa muista toimenpiteistä ja osa onnettomuuksien satunnaisesta jakautumisesta. Lisäksi nopeustarkastelut antavat myös viitteitä siitä, että ajonopeudet laskevat ajonopeuksia automaattivalvontajaksojen lisäksi myös muulla tieverkolla. Sen vuoksi myös automaattivalvonnan myönteisten onnettomuusvaikutusten voidaan olettaa siirtyvän vertailuteille, mikä puolestaan heikentää valvonnan vaikutuksiin liittyvien johtopäätösten luotettavuutta.

Liikenneturvallisuus riippuu lukuisista suurista ja pienistä tekijöistä, joiden roolia ja vaikutusta liikenneturvallisuuteen on hyvin vaikea arvioida. Esimerkiksi säätilan ajallisten vaihteluiden, onnettomuuksien satunnaisen jakautumisen tai ajoneuvojen passiivisen turvallisuuden parantumisen vaikutuksia onnettomuusmäärien kehitykseen on hankalaa määrittää. Useimmat tällaiset tekijät vaikuttavat kuitenkin sekä automaattivalvontajaksoilla ja vertailuteilla eivätkä ne ole yksittäisinä tutkimuksen virhelähteinä kovin merkittäviä. Kaikkien ulkoisten tekijöiden vaikutuksia ei myöskään voida koskaan täydellisesti tunnistaa tai rajata tutkimuksen ulkopuolelle.

9 Lopuksi

Tutkimuksessa on selvitetty Suomessa vuosina 2007-2014 käyttöön otettujen kiinteiden automaattivalvontajaksojen nopeus- ja liikenneturvallisuusvaikutuksia. Lisäksi työssä on tarkasteltu Suomen liikenneturvallisuuden nykytilaa ja tavoitteita, liikennevirran ominaisuuksien vaikutuksia liikenneturvallisuuteen sekä automaattivalvonnan vaikuttavuutta ja käytäntöjä Suomessa sekä muissa maissa. Tutkimuksen perusteella automaattivalvonnan vaikutukset ajonopeuksiin sekä sitä kautta liikenneturvallisuuteen ovat olleet myönteisiä. Valvonta on ollut vaikuttavaa myös pitkällä aikavälillä, ja lisäksi valvonnan positiiviset vaikutukset ovat ulottuneet myös varsinaisten automaattivalvontajaksojen ulkopuolelle. Lisäksi kiinteä automaattivalvonta on osoittautunut kustannustehokkaaksi nopeudenhallinnamenetelmäksi sekä keinoksi edistää kaikkien tienkäyttäjien turvallisuutta.

Automaattivalvonta kattaa suuren osan valvontaan soveltuvasta päätieverkosta. Valvonnan vaikuttavuuden ja kustannustehokkuuden näkökulmasta olisikin tarpeellista tutkia vanhojen, jo käyttöön otettujen automaattivalvontajaksojen vaikuttavuutta valvonnan laajentamisen ohella. Valvontapisteiden sijoittamisen ja valvonnan hyväksyttävyyden kannalta olisi myös tärkeää saada tietoa siitä, mihin kuljettajan huomio liikenteessä kohdistuu automaattivalvonnan läheisyydessä. Näin voitaisiin kehittää valvontapisteiden sijoittamista esimerkiksi suhteessa liittymäalueisiin ja nopeusrajoitusten muutoskohtiin. Yksi tärkeä jatkotutkimuksen aihe on myös taajamien yksittäisten valvontapisteiden vaikuttavuus, joka voisi antaa tietoa myös esimerkiksi sisääntuloväylien valvonnan avuksi.

Tutkimuksen edetessä yhdeksi haasteeksi muodostui Suomen automaattivalvontajaksoja koskevan tiedon pirstaleisuus. Tietoja esimerkiksi automaattivalvontajaksojen käyttöönottovuosista tai jaksojen ominaisuuksista, kuten pituuksista tai valvontapisteiden määristä ei ole koottu yhteen paikkaan. Myöskään valvontajaksoihin tehtyjä muutoksia ei ole kirjattu keskitetysti, joskin osa muutoksista näkyy tierekisterissä. Hajallaan oleva tieto hankaloittaa muun muassa valvonnan vaikutusten systemaattisen seurannan toteuttamista niin nykyisten kuin uusien valvontajaksojen näkökulmasta.

Suomessa on laadittu ohjeistus automaattivalvonnan kohdentamisesta, ja tutkimuksen perusteella valvontajaksojen valitsemiseen liittyvän periaatteet ovat melko hyvin ajan tasalla. Sen sijaan valvontapisteiden sijoittamisesta on saatu ajankohtaisempaa tutkimustietoa, ja yli kymmenen vuotta sitten laadittu ohjeistus on joiltain osin vanhentunut. Monissa muissa maissa automaattivalvonnan ohjeistukset ovat tuoreempia sekä yksityiskohtaisempia, ja niissä on otettu kantaa valvonnan periaatteisiin myös esimerkiksi taajama-alueilla – erityisesti koulujen ja päiväkotien läheisyydessä. Sen vuoksi olisi syytä harkita automaattivalvonnan kohdentamiseen liittyvän ohjeistuksen päivittämistä vastaamaan uusimpia tutkimustuloksia ja nykypäivän tarpeita.

Lähdeluettelo

- Aaltonen, M. & M. Virtanen (2017). Yli- ja keskinopeudet rikesakkojen korotuksen jälkeen. Osaraportti 1. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 20/2017. Valtioneuvoston kanslia, Helsinki.
- Aarts, L. & I. Van Schagen (2006). Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis and Prevention* 38(2006): 215–222.
- Airaksinen, N., Kärki, L. & M. Tikkanen (2008). Automaattisen nopeudenvallvonnan vaikutustutkimus. Valtatiet 5, 6 ja 9 Savo-Karjalan ja Kaakkois-Suomen tiepiireissä. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 29/2008. Tiehallinto, Kuopio.
- Allsop, R. (2010). The effectiveness of speed cameras. A review of evidence. 46 s. RAC Foundation.
- Andersson, G. & G. Nilsson (1997). Speed management in Sweden: Speed, speed limits and safety. Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping.
- Beilinson, L., Rathmayer, R. & A. Wuolijoki (2004). Kuljettajien käsitykset nopeusvallvonnan yleisyydestä ja puuttumiskynnyksistä. VTT tiedotteita 2242. VTT, Espoo.
- Beilinson, L. & V.-P. Kallberg (2012). Ajonopeuksien kameravallvonta turvaa liikennettä. <http://www.haaste.om.fi/fi/index/lehtiarkisto/haaste42012/ajonopeuksien-kameravallvontaturvaaliikennetta.html>. Luettu 12.7.2017.
- Blomqvist, P. & T. Särkkä (2005). Nopeusrajoitusten vaikutukset ajokustannuksiin. Sisäisiä julkaisuja 51/2005. Tiehallinto, Helsinki.
- Cameron, M. H. & R. Elvik (2008). Nilsson's Power Model connecting speed and road trauma: Does it apply on urban roads? Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference. November 2008. Adelaide, South Australia. <http://acrs.org.au/files/arsrpe/RS080079.pdf>. Luettu 16.8.2017.
- Cameron, M. H. & R. Elvik (2010). Nilsson's Power Model connecting speed and road trauma: Applicability by road type and alternative models for urban roads. *Accident Analysis and Prevention* 42(6): 1908-1915.
- Carnis, L. & E. Blais (2013). An assessment of the safety effects of the French speed camera program. *Accident Analysis and Prevention* 51(2013): 301-309.
- CDC (2015). Automated Speed-Camera Enforcement. Centers for Disease Control and Prevention. U.S. Department of Health & Human Services. <https://www.cdc.gov/motorvehiclesafety/calculator/factsheet/speed.html>. Luettu 7.9.2017.
- Department for Transport (2007). Use of speed and red-light cameras for traffic enforcement: guidance on deployment, visibility and signing. DfT Circular 1/2007. Department for Transport, London.
- DePauw, E., Daniels, S., Brijs, T., Hermans, E. & G. Wets (2012). An evaluation of the traffic safety effect of fixed speed cameras. *Safety Science* 62: 168-174.
- DePauw, E., Daniels, S., Brijs, T., Hermans, E. & G. Wets (2014). Automated section speed control on motorways: an evaluation of the effect on driving speed. *Accident Analysis and Prevention* 73: 313-322.
- Destia & Ramboll (2015). Tieturvallisuusarviointi, koulutusaineisto. 20.3.2015. Destia, Ramboll. https://www.trafi.fi/file-bank/a/1448627802/0cd7c5dbdf8a7b850df26ca662cce112/19127-TTA_koulutusaineisto_20150324.pdf. Luettu 7.9.2017.

- Elvik, R. (2009). The power model of the relationship between speed and road safety. TØI report 1034/2009. Transportøkonomisk institut, Oslo.
- Elvik, R. (2013). A re-parametrisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and victims. *Accident Analysis and Prevention* 50: 854–860.
- Elvik, R. (2014). Fart og trafikksikkerhet, nya modeller. TØI rapport 1296/2014. Transportøkonomisk institut, Oslo.
- Elvik, R. (2016). Association between increase in fixed penalties and road safety outcomes: A meta-analysis. *Accident Analysis and Prevention* 92: 202–210.
- Elvik, R., Christensen, P. & A. H. Amundsen (2004). Speed and road accidents. An evaluation of the power model. Institute of Transport Economics, Oslo.
- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. & M. Sørensen (2009). *The Handbook of Road Safety Measures*. Second edition. Bingley: Emerald Group Publishing Limited.
- El País (2012). Radar speed checks: is safety or revenue the main concern? New report suggests clearly signaling speed traps slows motorists down. https://elpais.com/elpais/2012/08/27/inenglish/1346076054_833947.html. Luettu 21.9.2017.
- El País (2015). Spanish highway agency to reveal locations of all speed cameras. Motorists to be given early warning of upcoming traffic controls, both fixed and mobile. https://elpais.com/elpais/2015/02/19/inenglish/1424340373_548660.html. Luettu 21.9.2017.
- Enge, T. (2017). Speeding Europe. Norway. <http://www.speedingeurope.com/norway/>. Luettu 9.9.2017.
- Erke, A., Goldenbeld, C. & T. Vaa (2009). Good practice in the selected key areas: Speeding, drink driving and seat belt wearing: Results from meta-analysis. PEPPER Deliverable 9. Contract No: 019744. Police Enforcement Policy and Programmes on European Roads.
- European Commission (2015). Road safety in the European Union. Trends, statistics and main challenges, March 2015. European Commission, Brussels.
- European Commission (2016). Road safety evolution in EU. Fatalities by population. Directorate General Energy and Transport, European Commission. https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/observatory/historical_evol_popul.pdf. Luettu 22.6.2017.
- Fairfax Media (2017). Four speed cameras in Waterview tunnel turned on. July 21 2017. <https://www.stuff.co.nz/auckland/local-news/central-leader/94960521/four-speed-cameras-in-waterview-tunnel-turned-on>. Luettu 8.9.2017.
- Gains, A., Heydecker, B., Shrewsbury, J. & S. Robertson (2004). The national safety camera programme. Three-year evaluation report. June 2004. UCL (University College London). PA Consulting Group.
- Gains, A., Nordstrom, M., Heydecker, B., Shrewsbury, J., Mountain, L. & M. Maher (2005). The national safety camera programme. Four-year evaluation report. December 2005. UCL (University College London). PA Consulting Group.
- Gobierno de España (2015). Puntos negros. Año 2014. <http://www.dgt.es/es/el-trafico/puntos-negros/puntos-negros-2014.shtml>. Luettu 21.9.2017.
- Gobierno de España (2017). Información sobre tramos y puntos de intensificación de vigilancia de la velocidad. <http://www.dgt.es/es/el-trafico/control-de-velocidad/index-radares.shtml>. Luettu 21.9.2017.

- Gorell, R. & B. Sexton (2004). Performance of safety cameras in London: final report. Version 1. Published project report PPR027. TRL Limited.
- Government of South Australia (2017). Towards zero together. Safety camera locations. https://www.dpti.sa.gov.au/towardszerotogether/safer_speeds/camera_locations. Luettu 8.9.2017.
- Government of Western Australia (2017a). Speeding. <https://www.rsc.wa.gov.au/Road-Rules/Browse/Speeding>. Luettu 8.9.2017.
- Government of Western Australia (2017b). Cameras. Western Australia Police Force. <https://www.police.wa.gov.au/Traffic/Cameras>. Luettu 2.11.2017.
- Governors Highway Safety Association (2016). Speed and Red Light Cameras. <http://www.ghsa.org/state-laws/issues/Speed-and-Red-Light-Cameras>. Luettu 7.9.2017.
- Hauer, E. (1997). Observational Before/After Studies in Road Safety: Estimating the Effect of Highway and Traffic Engineering Measures on Road Safety. 306 s. Emerald Group Publishing Limited, Bingley.
- HE 25/2007. Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi rikoslain 2 a luvun 2 §:n ja 16 luvun 6 §:n muuttamisesta. Helsingissä 1.6.2007. <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2007/20070025#idp450757760>. Luettu 18.7.2017.
- HE 180/2017 vp. Hallituksen esitys eduskunnalle tieliikennelaiksi ja eräiksi siihen liittyviksi laeiksi. Annettu eduskunnalle 23.11.2017. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/KasittelytiedotValtiopaivaasia/Sivut/HE_180+2017.aspx. Luettu 1.2.2018.
- Helsingin kaupunki (2017). Liikenneturvallisuus. <https://www.hel.fi/helsinki/fi/kartat-ja-liikenne/kadut-ja-liikennesuunnittelu/liikenneturvallisuus/>. Luettu 12.6.2017.
- Hess, S., 2004. Analysis of the effects of speed limit enforcement cameras: differentiation by road type and catchment area. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 1865: 28–34.
- Holopainen, M. & P. Pulkkinen (2008). Tilastolliset menetelmät. WSOY Oppimateriaalit, Porvoo, Helsinki. 360 s.
- Hosseini, M. J., Kheyraadi, S. A. & A. Zolfaghari (2014). Determining optimal speed limits in traffic networks. IATSS Research 39: 36–41.
- Høye, A. (2015). Safety effects of section control – An empirical Bayes evaluation. Accident Analysis and Prevention 74: 169–178.
- Høye, A. (2015). Safety effects of fixed speed cameras—An empirical Bayes evaluation. Accident Analysis and Prevention 82: 263–269.
- Häkkinen, S. (1963). Estimation of distance and velocity in traffic situation. Report No. 3. The Institute of Occupational Health, Helsinki.
- Ihalainen, H., Forsberg, A. & J. Klang (2016). Peltipoliisi hengenpelastajana! Esite. <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/123406/Peltipoliisi%20hengenpelastajana%21.pdf?sequence=2>. Luettu 18.7.2017.
- Innamaa, S., Norros, I., Kuusela, P., Rajamäki, R. & E. Pilli-Sihvola (2014). Road traffic incident risk Assessment. Accident data pilot on Ring I of the Helsinki Metropolitan Area. VTT TECHNOLOGY 172. VTT, Espoo.
- Insurance Institute for Highway Safety (2017). Automated enforcement. http://www.iihs.org/iihs/topics/laws/automated_enforcement. Luettu 7.9.2017.
- Kallberg, V.-P. (2011). Eri liikennemuotojen onnettomuuksien tilastointi. Esitutkimus. VTT. Trafin julkaisu 1/2011. Liikenteen turvallisuusvirasto, Helsinki.

- Kallberg, V.-P. & J. Luoma (1996). Speed kills – or does it and why? Teoksessa: Proceedings of the International Conference Road Safety in Europe, Birmingham, United Kingdom, September 9–11, 1996. VTI konferens No. 7A, Part 2 (pp. 129–149). Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping.
- Kallberg, V.-P. & J. Törnqvist (2011). Automaattisen nopeusvalvonnan tehostamisen mahdollisuudet. Lintu julkaisuja 5/2011. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki.
- Kallberg, V.-P., Luoma, J., Mäkelä, K., Peltola, H. & R. Rajamäki (2014). Ajonepeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset. VTT Technology 197. VTT, Espoo.
- Klang, J., Reihe, H., Nyberg, J. & T. Svenns (2011). Peltipoliisista hengenpelastajaksi. Automaattisen liikenneturvallisuusvalvonnan tarveselvitys 2011–2015. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja -8/2011. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Turku.
- Korthof, E. W. (2014). Effects of section control on traffic safety at Dutch motorways. Master's Thesis. Faculty of Civil Engineering, Delft University of Technology.
- Koskinen, K., Salonen, N., Leskinen T. & O. Liukkonen (2014). Liikenteen tietoaineistot ja tunnusluvut. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 2/2014. Liikennevirasto, Helsinki.
- Kröyer, H. R. G., Jonsson, T. & A. Várhelyi (2014). Relative fatality risk curve to describe the effect of change in the impact speed on fatality risk of pedestrians struck by a motor vehicle. Accident Analysis and Prevention 62: 143–152.
- Lahrmann, H., Brassøe, B., Johansen, J. W. & J. C. Overgaard Madsen (2016). Safety Impact of Average Speed Control in the UK. Journal of Transportation Technologies, 2016(6): 312-326.
- Laki rikesakkorikkomuksista 986/2016. 7 §. Nopeusrajoituksen rikkominen moottorikäyttöisellä ajoneuvolla. Annettu Helsingissä 1.12.2016. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20160986>. Luettu 22.9.2017.
- Laki sakon ja rikesakon määräämisestä 754/2010. Annettu Helsingissä 27.8.2010. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100754>. Luettu 5.7.2017.
- Liikennevirasto (2010). Liikenteen ohjaus. Liikennemerkkien mitoitus. http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/liikennemerkkiirustukset_paivitys%2031082010.pdf. Luettu 21.7.2017.
- Liikennevirasto (2016). Liikenneonnettomuudet maanteillä vuonna 2015. Liikenneviraston tilastoja 9/2016. Liikennevirasto, Helsinki. https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2016-09_liikenneonnettomuudet_maanteilla_2015_web.pdf. Luettu 1.9.2017.
- Liikennevirasto (2017a). Liikenneonnettomuudet maanteillä vuonna 2016. Liikenneviraston tilastoja 10/2017. Liikennevirasto, Helsinki. https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2017-10_liikenneonnettomuudet_maanteilla_2016_web.pdf. Luettu 18.1.2018.
- Liikennevirasto (2017b). Onnettomuustilastot, liikenneonnettomuudet maanteillä. Liikennevirasto, Helsinki. <http://www.liikennevirasto.fi/tilastot/tietilastot/liikenneonnettomuudet-maanteilla>. Luettu 3.10.2017.
- Liikennevirasto (2017c). Maanteiden liikennesuoritteet ELY-liikennevastuualueittain vuosina 2009 – 2017. <http://www.liikennevirasto.fi/tilastot/tietilastot/maanteiden-liikennesuoritteet-ja-pituudet#.Wa-bqa9f2M8>. Luettu 6.9.2017

- Liikennevirasto (2017d). Autojen nopeudet maanteillä vuonna 2016. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 23/2017. Liikennevirasto, Helsinki.
- Liikennevirasto (2017e). Tierekisteri, automaattivalvontajaksot. <https://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/aineistot/tierekisteri#.WoQmqf5-N-Y>. Luettu 6.9.2017.
- Liikennevirasto (2017f). Automaattinen nopeusvalvonta, kameratolpat. Paikkatietoaineisto. Liikennevirasto, Helsinki. Luettu 28.9.2017.
- Liikennevirasto (2017g). LAM-kirjat. <https://www.liikennevirasto.fi/tilastot/tietilastot/lam-kirjat#.WoG4IP5-N-Y>. Luettu 18.1.2018.
- LVM (2009). Kansallinen älyliikenteen strategia. Ohjelmia ja strategioita 5/2009. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki.
- LVM (2012). Tavoitteet todeksi - Tieliikenteen turvallisuussuunnitelma vuoteen 2014. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki.
- LVM (2017). Tieliikennelain kokonaisuudistus. Liikenne- ja viestintäministeriö. <https://www.lvm.fi/tieliikennelain-kokonaisuudistus>. Luettu 22.9.2017.
- Lähesmaa, J., Hautala, R. & K. Saarinen (2002). Liikenteen automaattinen kamera-valvonta. Esiselvitys. FITS-julkaisuja 5/2002. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki.
- Maantielaki 503/2005. Annettu Helsingissä 23.6.2005. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20050503>. Luettu 16.11.2017.
- Malmivuo (2011). Nopeusvalvonnan puuttumisrajan muutos ja sen vaikutukset. Lintu julkaisuja 4/2011. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki.
- Malmivuo, M. & H. Peltola (2004). Turvallisuusvaikutusten arviointi vaikutusker-toimin. Tarva-ohjelman vaikutuskertoimien määrittely. Sisäisiä julkaisuja 1/2004. Tiehallinto, Helsinki.
- Marchesini, P. & W. Weijermars (2010). The relationship between road safety and congestion on motorways. A literature review of potential effects. R-2010-12. SWOV Institute for Road Safety Research. SWOV, Leidschendam.
- Maxwell, P. (2015). Review of South Australia's fixed and mobile speed camera programs. Proceedings of the 2015 Australasian Road Safety Conference 14-16 October, Gold Coast, Australia. <http://acrs.org.au/files/papers/arsc/2015/Max-wellP%20219%20Review%20of%20South%20Australias%20fixed%20and%20mobile%20speed%20camera%20programs.pdf>. Luettu 8.9.2017.
- Montella, A., Persaud, B., D'Apuzzo, M., & L.L. Imbriani (2012). Safety Evaluation of Automated Section Speed Enforcement System. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2281: 16–25.
- Mäkinen, T. (2001, julkaisematon). Liikenteen informaatio- ja palautejärjestelmät. Osaraportti I – poliisin liikennevalvontajärjestelmän tarkastelu. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka Tutkimusraportti RTE 1733/01. VTT, Espoo.
- Mäkinen, T., Zaidel D.M., Andersson, G. Biecheler-Fretel, M.-B., Christ, R., Cauczard, J.-P., Elvik, R., Goldenbeld, C., Gelau, C., Heidstra, J., Jayet, M.-C., Nilsson, G., Papaioanou, P., Quimby, A., Rehnova, V. & T. Vaa (2003). Traffic enforcement in Europe: effects, measures, needs and future. Final report of the ESCAPE Consortium. Technical Research Centre of Finland (VTT).
- New Zealand Police (2017). Safety cameras. <http://www.police.govt.nz/advice/driving-and-road-safety/speed-limits-cameras-and-enforcement/safety-cameras>. Luettu 8.9.2017.

- Nilsson, G. (1981). The effects of speed limits on traffic accidents in Sweden. In: Proceedings, International symposium on the effects of speed limits on traffic crashes and fuel consumption. OECD, Paris.
- Nilsson, G. (2004). Traffic safety dimensions and the Power Model to describe the effect of speed on safety. Lund Institute of Technology. Department of Technology and Society, Traffic Engineering, Bulletin 221.
- NSW Centre for Road Safety (2015). Point-to-point speed enforcement camera locations. http://roadsafety.transport.nsw.gov.au/downloads/point-to-point_map.html#. Luettu 25.7.2017.
- NSW Centre for Road Safety (2017). Speed Camera Programs: 2016 Annual Review. Transport for NSW, Centre for Road Safety. NSW Government, Sydney.
- NSW Government (2012a). Point-to-Point Speed Enforcement for Heavy Vehicles. Fact sheet. Roads and Maritime Services New South Wales. NSW Government, Sydney. <http://roadsafety.transport.nsw.gov.au/downloads/average-speed-factsheet.pdf>. Luettu 14.9.2017.
- NSW Government (2012b). NSW Speed Camera Strategy. June 2012. Transport for NSW. NSW Government, Sydney. http://www.rms.nsw.gov.au/roadsafety/downloads/nsw_speed_camera_strategy.pdf. Luettu 2.11.2017.
- OECD (2006). Speed management. European conference of ministers of transport (ECMT). OECD Publishing, Paris.
- Oei, H.L., van Minnen, J. & C. Goldenbeld (1995). Automatisch snelheidstoezicht op de N266 in Noord-Brabant. Evaluatie van het effect op lange termijn. SWOV, Leidschendam.
- Openbaar Ministerie (2017). Trajectcontrole. Alankomaiden oikeusministeriö. <https://www.om.nl/onderwerpen/verkeer/handhaving-verkeer/snelheid/trajectcontrole/>. Luettu 9.10.2017.
- OTI (2017). Liikenneonnettomuuksien tutkinta. Onnettomuustietoinstituutti, liikennevakuutuskeskus. <http://www.oti.fi/fi/onnettomuustietoinstituutti/liikenneonnettomuuksien-tutkinta/>. Luettu 2.11.2017.
- Owen, R., Ursachi, G. & R. Allsop (2016). The Effectiveness of Average Speed Cameras in Great Britain. RAC Foundation.
- Pajunen, K. & R. Kulmala (1995). Tuntiliikenteen vaikutus liikenneturvallisuuteen. Tielaitoksen selvityksiä 37/1995. Tielaitos, Helsinki.
- Pasanen, E. (1991). Ajonopeudet ja jalankulkijan turvallisuus. Liikennetekniikka. Julkaisu 72. Teknillinen korkeakoulu, Espoo.
- Pasterstein, D. (2017). Poliisiin Liikenneturvallisuuskeskuksen johtaja. Sähköposti-viesti 17.7.2017.
- Pauli-rekisteri (2017). Poliisin automaattisen liikennevalvonnan rekisterin tiedot (Poliisin materiaalitietojärjestelmät). Tiedot toimittanut Dennis Pasterstein. Luettu 1.9.2017.
- Peltola, H. (2000). Seasonally changing speed limits: Effects on speeds and accidents. Transportation Research Record 1734: 46–51.
- Peltola, H. (2002). The role of seasonal speed limits in speed management. 15th IC-TCT workshop. Technical Research Centre of Finland. VTT, Espoo. http://www.ictet.org/migrated_2014/ictet_document_nr_202_Peltola.pdf. Luettu 14.7.2017.

- Peltola, H. (2015). Talviajan nopeusrajoitusten liikenneturvallisuusvaikutukset. Vuosien 2010–2014 onnettomuuksien tarkastelu. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 61/2015. Liikennevirasto, Helsinki.
- Peltola H., Malin, F., Silla, A., Kallio, M., Innamaa, S., Penttinen, M., Kuisma, S. & Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (2017). Kehä I:n automaattinen nopeusvalvonta. Ennen–jälkeen-tutkimus. Trafin tutkimuksia 1/2017. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Helsinki.
- Peltola, H. & R. Rajamäki (2009). Automaattisen nopeusvalvonnan vaikutusarvio. Vuosina 1998–2007 käyttöön otetut valvontajaksot. 42 s. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 57/2009. Tiehallinto, Helsinki.
- Peltola, H., Rajamäki, R. & J. Luoma (2013). A tool for safety evaluations of road improvements. *Accident Analysis and Prevention* 60: 277–288.
- Pohjois-Savon ELY-keskus (2017). Automaattista nopeusvalvontaa kuntien katuverkoille (Itä-Suomi). Tiedote 8.2.2017, Pohjois-Savon ELY-keskus. <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/-/automaattista-nopeusvalvontaa-kuntien-katuverkoille-ita-suomi-#.WpHMFf5-ND8>. Luettu 29.8.2017.
- Poliisi (2017a). Nopeusvalvonta. <https://www.poliisi.fi/liikenneturvallisuus/nopeusvalvonta>. Luettu 12.6.2017.
- Poliisilaki 872/2011. Annettu Naantalissa 22.7.2011. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110872>. Luettu 12.6.2017.
- PolStat (2017). Automaattisen nopeusvalvonnan tilastot. Sähköposti 15.6., Vesa Leppänen.
- Pöysti, L. (2012). Mielipiteitä ajonopeuksista 2012. Liikenneturva. https://www.liikenneturva.fi/sites/default/files/materiaalit/Tutkittua/Tutkimukset/2012_ajonopeudet.pdf. Luettu 6.7.2017.
- Pöysti, L. & S. Rajalin (2008). Tutkimustuloksia kuljettajien suhtautumisesta ylinopeudella ajamiseen. Liikenneturva. https://liikenneturva.fi/sites/default/files/materiaalit/Tutkittua/Tutkimukset/2008_ylinopeus.pdf. Luettu 6.7.2017.
- Queensland Government (2017). Locations of speed and red light cameras. <https://www.qld.gov.au/transport/safety/fines/speed/location>. Luettu 8.9.2017.
- RACE (2017). Información para automovilistas. Radares. <http://mapas.race.es/#>. Luettu 21.9.2017.
- Ragnøy, A. (2002). Speed cameras Effects on speed. English summary. <https://www.toi.no/getfile.php/132364/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2002/573-2002/sum-573-02.pdf>. Luettu 29.8.2017.
- Ragnøy, A. (2011). Automatic section speed control. Evaluation results. 56 s. Directorate of Public Roads, Traffic Safety, Environment and Technology Department. Statens vegvesen, Oslo.
- Ragnøy, A. (2013). Automatic section speed control in tunnels. Effect on speed and accidents. Traffic Safety, Environment and Technology Department. Statens vegvesen rapport. Statens vegvesen, Oslo.
- Rajamäki, R. (2007). Tehostettu kameravalvonta ja puuttumiskynnyksen alentaminen. Kokeilu kantatiellä 51 syyskuussa 2007. http://www.lintu.info/rajamaki_pk280808.pdf. Luettu 19.7.2017.
- Rajamäki, R. (2010). Matka-aikaan perustuvan automaattisen nopeusvalvonnan kokeilu. Lintu julkaisuja 3/2010. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki.

- Rajamäki, R. & H. Peltola (2012). Tieliikenteen turvallisuussuunnitelman liikenne-turvallisuusvaikutusten arvio. Lintu julkaisuja 3/2012. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki.
- Rajamäki, R. & L. Beilinson (2005). Automaattisen nopeusvalvonnan turvallisuusvaikutukset. Vuosina 2000 - 2002 rakennetut automaattivalvontakohteet. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 23/2005. Tiehallinto, Helsinki.
- Rathmayer, R., Kallberg, V-P., Koskinen, K., Mäkinen, T. & J. Viitanen (2004). Liikennevalvonnan kehittäminen. Lähtökohdat, mahdollisuudet ja edellytykset. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 49/2004. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki.
- Richards, D. C. (2010). Relationship between speed and risk of fatal injury: Pedestrians and car occupants. Road Safety Web Publication 9. Transport Research Laboratory. Department for Transport, London.
- Rikesakkolaki 66/1983. Annettu Helsingissä 21.1.1983. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1983/19830066>. Luettu 11.7.2017.
- Roads and Maritime Services (2017). Speeding. <http://www.rms.nsw.gov.au/roads/safety-rules/demerits-offences/speeding-of-fences.html>. Luettu 8.9.2017.
- Rosén, E. & U. Sander (2009). Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. Accident Analysis and Prevention 41(2009): 536–542.
- Rumar, K. (1990). Driver requirements and road traffic informatics. Transportation 17(1990): 215–229.
- Ryeng, E.O. (2012). The effect of sanctions and police enforcement on drivers' choice of speed. Accident Analysis and Prevention 45(2012): 446–454.
- Rämä, P. (2001). Effects of weather-controlled variable message signing on driver behaviour. VTT Publications 447. VTT, Espoo.
- Räsänen, M. & H. Peltola (2001). Automaattisen nopeusvalvonnan kohdentaminen. Ehdotus valvonnan piiriin tulevista uusista tiejaksoista. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 34/2001. Tiehallinto, Helsinki.
- Räsänen, M. & V.P. Kallberg (2003). Automaattisen kameravalvonnan välittömät nopeusvaikutukset kantatiellä 51. Tutkimusraportti RTE3618/03. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. VTT, Espoo.
- Räsänen, M., Beilinson, L. & V. P. Kallberg (2004). Automaattisen kameravalvonnan nopeusvaikutukset kantatiellä 51. Tiehallinnon selvityksiä 53/2004. Tiehallinto, Helsinki.
- Salenius, S. (2012). Liikenneturvallisuuden analysointi – maanteiden onnettomuudet vuosina 2001–2010. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 2/2012. Liikennevirasto, Helsinki.
- Scott, N., Janssen, K., Harris, D., Mathur, S. & M. Stables (2016). Identifying optimal sites for static speed cameras in New Zealand – a geospatial approach. Extended abstract. Proceedings of the 2016 Australasian Road Safety Conference 6 – 8 September, Canberra, Australia. <http://acrs.org.au/files/papers/arisc/2016/Scott%2000046%20EA.pdf>. Luettu 14.8.2017.
- Sørensen, H. (2010). Evaluering af forsøg med stationær ATK. Stationær ATK's virkning på trafikens hastighed. Vejdirektoratet. http://www.vejforum.dk/Net_Docs/CFP_Artikler/690.pdf. Luettu 30.8.2017.

- State Government Victoria & Victoria Police (2006). Speed camera site selection criteria. <http://www.carr.org.au/d-speed-camera-site-selection-criteria.pdf>. Luettu 2.11.2017.
- Statens vegvesen (2016). Automatisk trafikkontroll i Norge. Statens vegvesen, Oslo. http://www.nvfnorden.org/library/Files/Utskott-och-tema/Trafiksakerhet/Seminarier/NTF-Torshamn/Automatisk_trafikkontroll_i_Norge.pdf. Luettu 3.10.2017.
- Statistiska centralbyrån (2017). Population by age and sex. Year 1860 – 2016. http://www.statistikdata-basen.scb.se/pxweb/en/ssd/START_BE_BE0101_BE0101A/BefolkningR1860/?rxid=86abd797-7854-4564-9150-c9b06ae3ab07. Luettu 4.9.2017.
- Statistics Denmark (2017a). Injured and killed in road traffic accidents by region, casualty and time. <http://www.statbank.dk/UHELD8>. Luettu 4.9.2017.
- Statistics Denmark (2017b). Population 1. January by sex, age, ancestry, country of origin and citizenship (1980-2017). <http://www.statbank.dk/10021>. Luettu 4.9.2017.
- Statistisk sentralbyrå (2017a). People killed or injured in road traffic accidents, by age, sex, degree of damage, group of road-user and type of accident (09000). <https://www.ssb.no/statistikkbanken/selecttable/hovedtabelHjem.asp?Kort-NavnWeb=vtu&CMSSubjectArea=transport-og-reiseliv&PLangu-age=1&checked=true>. Luettu 18.1.2018.
- Statistisk sentralbyrå (2017b). Population as of 1 January, births, deaths, migrations and population growth (SY 48). <http://www.ssb.no/300133/population-as-of-1-january-births-deaths-migrations-and-population-growth-sy-48>. Luettu 4.9.2017.
- STM & VN (2017). Sote- ja maakuntauudistus. Hallituksen reformi. <http://alueuu-distus.fi/mika-on-maakuntauudistus>. Luettu 22.9.2017.
- Sun, R., Zhuang, X., Wu, C., Zhao, G. & K. Zhang (2015). The estimation of vehicle speed and stopping distance by pedestrians crossing streets in a naturalistic traffic environment. *Transportation Research Part F* 30(2015): 97–106.
- Tasmania Police (2017). Permanent Speed Cameras. Tasmanian Government. <http://www.police.tas.gov.au/what-we-do/traffic-policing/permanent-speed-cameras/>. Luettu 7.9.2017.
- Tervonen, J. (2016). Tieliikenteen onnettomuuskustannusten tarkistaminen. Kuolemat sekä vakavat ja lievät loukkaantumiset. Trafin tutkimuksia 5/2016. Trafi, Helsinki.
- Tielaitos (1995). Liikenteen optimaalinen nopeus – onko sellaista? Tielaitoksen selvityksiä 77/1995. Tielaitos, Helsinki.
- Tilastokeskus (2017a). Tieliikenneonnettomuustilaston kuvaus. Tilastokeskus, Helsinki. <http://tilastokeskus.fi/til/ton/meta.html>. Luettu 3.10.2017.
- Tilastokeskus (2017b). Tieliikenneonnettomuuksissa kuoli 270 ja loukkaantui vakavasti 477 ihmistä vuonna 2015. https://www.stat.fi/til/ton/2015/ton_2015_2017-01-19_tie_001_fi.html. Luettu 18.1.2018.
- Tilastokeskus (2017c). Kansalaisuus iän ja sukupuolen mukaan maakunnittain 1990 – 2016. StatFin-tilastotietokanta. http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_vrm_vaerak/?tablelist=true. Luettu 4.9.2017.
- Tilastokeskus (2017d). Henkilövahinko-onnettomuudet, kuolleet ja loukkaantuneet kuukausittain maakunnissa 2003–2017. StatFin-tilastotietokanta. http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_lii_ton/?tablelist=true. Luettu 21.8.2017.

- Tilastokeskus (2017e). Henkilövahinko-onnettomuudet, kuolleet ja loukkaantuneet nopeusrajoituksen mukaan kuukausittain 2003–2017. StatFin-tilastotietokanta. http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_lii_ton/?tablelist=true. Luettu 18.1.2018.
- Tilastokeskus (2018a). Tieliikenteessä kuolleet ja loukkaantuneet vuosina 1931–2016. StatFin-tilastotietokanta. http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_lii_ton/?tablelist=true. Luettu 18.1.2018.
- Tilastokeskus (2018b). Tieliikenneonnettomuudet vuosina 1931 – 2016. StatFin-tilastotietokanta. http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_lii_ton/?tablelist=true. Luettu 18.1.2018.
- Tilastokeskus (2018c). Tieliikenneonnettomuuksissa kuoli 258 ja loukkaantui vakavasti 460 ihmistä vuonna 2016. http://www.stat.fi/til/ton/2016/ton_2016_2018-01-16_tie_001_fi.html. Luettu 18.1.2018.
- Tilastokeskus (2018d). Tieliikenteessä kuolleet ja loukkaantuneet tienkäyttäjärhmittäin maakunnissa vuosina 2003–2017. StatFin-tilastotietokanta. http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_lii_ton/?tablelist=true. Luettu 18.1.2018.
- Tiehallinto (2005). Automaattinen nopeusvalvonta - Valvontakohteiden suunnittelu ja toteutus. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 11/2005. Tiehallinto ja sisäasiainministeriön poliisiosasto. Tiehallinto, Helsinki.
- Tiehallinto (2007). Vaihtuvien nopeusrajoitusten ja nopeuksien automaattivalvonnan yhteistoiminta. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 6/2007. Tiehallinto, Helsinki.
- Tiehallinto (2009). Nopeusrajoitukset. Suunnitteluvaiheen ohjaus. 16.12.2009. Tiehallinto, Helsinki.
- Tieliikennelaki 3.4.1981/267. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajan-tasa/1981/19810267#L7>. Luettu 13.6.2017.
- Tiira (2017). Tieliikenneonnettomuustilastot. Tiira-palvelu, Liikennevirasto. Luettu 12.7.2017.
- Trafikverket (2016). ATK Annual Report 2015. Traffic Safety Cameras. The Swedish Transport Administration. Polisen.
- Trafik Analys (2017). Vägtrafikskador 2016. Sveriges officiella statistik. 26.4.2017. <http://www.trafa.se/vagtrafik/vagtrafikskador/>. Luettu 4.9.2017.
- Transport-, Bygnings- og Boligministeriet (2017). Minister vil erstatte nogle af politiets fotovogne med stærkasser. <https://www.trm.dk/da/nyheder/2017/minister-vil-erstatte-nogle-af-politiets-fotovogne-med-staerekasser> . Luettu 21.9.2017.
- Transport for NSW (2017). Speed cameras, current locations. <http://road-safety.transport.nsw.gov.au/speeding/speedcameras/current-locations.html>. Luettu 8.9.2017.
- Transport infrastructure Ireland (2017). Transport Infrastructure Ireland (TII) & An Garda Síochána Announce Average Speed Cameras Installation in the Dublin Tunnel. Transport Infrastructure Ireland. <http://www.tii.ie/news/press-releases/average-speed-cameras/>. Luettu 8.9.2017.
- US Department of Transport & NHTSA (2008). Speed Enforcement camera systems. Operational guidelines. https://safety.fhwa.dot.gov/speed-mgt/ref_mats/fhwasa09028/resources/Speed%20Camera%20Guidelines.pdf Luettu 7.9.2017.

- Vadeby, A. & Å. Forsman (2013). Speed management in Sweden: evaluation of a new speed limit system. 16th road safety on four continents conference. 15-17 May 2013. Beijing, China.
- Valtioneuvosto (2006). Valtioneuvoston periaatepäätös tieliikenteen turvallisuuden parantamisesta 9.3.2006. <http://www.lintu.info/periaatepaatos.pdf>. Luettu 19.6.2017.
- Valtioneuvoston asetus rikesakkorikkomuksista 1081/2015. Helsingissä 20.8.2015. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151081>. Luettu 20.6.2017.
- Victorian Auditor-General (2011). Road Safety Camera Program. Victorian Auditor-General's Report. <https://www.parliament.vic.gov.au/papers/govpub/VPARL2010-14No3.pdf>. Luettu 8.9.2017.
- Vox Media (2015). America's 4,150 traffic cameras, in one map. <https://www.vox.com/a/red-light-speed-cameras>. Luettu 7.9.2017.
- Vägverket (2009). The effects of automated road safety cameras on speed and road safety. Road safety cameras installed during 2006. Publication 2009:162. Swedish Road Administration.
- Wegman, F. & C. Goldenbeld (2006). Speed management: enforcement and new technologies. R-2006-5. SWOV Institute for Road Safety Research, The Netherlands. SWOV, Leidschendam.
- Wilson, C., Willis, C., Hendrikz, J.L., Le Brocque, R. & N. Bellamy (2010). Speed cameras for the prevention of road traffic injuries and deaths. Review. Cochrane Database of Systematic Reviews 2010: 11.

Liitteet

LIITE 1. Pääteiden keskinopeudet ja ylinopeutta ajavien osuudet tietyypin ja nopeusrajoituksen mukaan kesällä 2016 ja talvella 2016–2017 (muokattu lähteestä Liikennevirasto 2017d).

Tien ominaisuudet		Keskimääräiset ajonopeudet (km/h)			
Tietyyppi	Tien nopeus-rajoitus	Kesäkausi		Talvikausi	
		Henkilö- ja pakettiautot	Raskas liikenne	Henkilö- ja pakettiautot	Raskas liikenne
1-ajorataiset tiet	60 km/h	62,9	64,0	61,3	60,9
	80 km/h	82,8	81,0	79,9	79,0
	100 km/h, talvella 80 km/h	94,2	84,9	84,0	81,9
	100 km/h	98,1	87,5	93,1	84,7
1-ajorataiset tiet: moottoriliikennetie	100 km/h, talvella 80 km/h			83,3*	82,0*
2-ajorataiset tiet: muut kuin moottoritiet	70 km/h	68,5	64,7	66,3	63,2
	80 km/h	80,6	77,2	79,4	76,9
	100 km/h, talvella 80 km/h	93,7	83,7		
	100 km/h	99,7	85,3	96,7	74,4
2-ajorataiset tiet: moottoritiet	80 km/h	82,7	79,3	81,4	78,8
	100 km/h	99,8	85,3	97,0	84,7
	120 km/h, talvella 100 km/h	113,0	86,8	103,1	85,9
Päätiet keskimäärin		93,90	83,3	87,7	81,1
Tien ominaisuudet		Ylinopeutta ajavien osuus (%), kaikki autot			
Tietyyppi	Tien nopeus-rajoitus	Kesäkausi		Talvikausi	
		Kaikki ylinopeudet	Yli 10 km/h ylinopeudet	Kaikki ylinopeudet	Yli 10 km/h ylinopeudet
1-ajorataiset tiet	60 km/h	67	13	57	8
	80 km/h	64	15	50	8
	100 km/h, talvella 80 km/h	30	5	70	17
	100 km/h	42	10	24	4
1-ajorataiset tiet: moottoriliikennetie	100 km/h, talvella 80 km/h			70*	15*
2-ajorataiset tiet: muut kuin moottoritiet	70 km/h	41	4	29	2
	80 km/h	55	12	47	8
	100 km/h, talvella 80 km/h	30	6		
	100 km/h	50	11	37	6
2-ajorataiset tiet: moottoritiet	80 km/h	63	17	56	13
	100 km/h	53	14	40	7
	120 km/h, talvella 100 km/h	38	8	60	19
Päätiet keskimäärin		46	10	54	12

* Aiemmin virheellisesti 2-ajorataisille osuuksille merkityt LAM-pisteet on muutettu sijaitsemaan 1-ajorataisilla osuuksilla.

LIITE 2. Varsinais-Suomen ELY-keskuksen toiminta-alueella kaikki kameratolpat on merkitty liitekuvan mukaisilla heijastimilla vuonna 2017.
(Kuvat: Jaakko Klang.)



LIITE 3. Tutkimuksessa tarkasteltujen kiinteiden automaattivalvontajaksojen sekä niitä vastaavien vertailuteiden sijainnit. Tutkittujen automaattivalvontajaksojen osalta ilmoitettu numero kuvaa tiejakson ID-numeroa, ja vertailuteiden kohdalla ilmoitettu numerotien numero.



LIITE 4. Automattivalvottujen tiejaksojen sekä niitä vastaavien vertailuteiden ominaisuudet LAM-pisteen tienkohdan mukaan. Nopeusrajoitus kuvaa ennen- ja jälkeen-jaksojen aikana voimassa ollutta nopeusrajoitusta. Muut tiedot ovat vuosilta 2016-2017. (Liikennevirasto 2017e.)

ID	Valvontajakso / vertailutie	Valvontajakson nimi	Tarkasteltavat LAM-pisteet	Nopeus- rajoitus	Talvino- peusra- joitus	Kaista- järjeste- lyt	KVL	KVL (ras- kas)	Ajoradan leveys (dm)	Pientareen leveys (cm)	Päällysteen leveys (dm)
Uudenmaan ELY-keskus											
1	Valtatie 2	Vihti-Loukku	122 Karkkila	80	80	1+1	4797	546	75	50	80
	Seututie 140		136 Arola	80	80	1+1	3647	277	70	150	95
2	Valtatie 25	Hanko-Tammisaari-Lohja	114 Virkkala	100	80	1+1	8543	870	70	100	85
	Valtatie 19		1005 Luopajarvi	100	80	1+1	5464	683	75	150	100
2	Valtatie 25	Hanko-Tammisaari-Lohja	124 Dragsvik	80	80	1+1	10228	955	65	300	125
	Kantatie 40		115 Saksala	80	80	1+1	7324	549	75	150	100
3	Kantatie 50	Kehä III	140 Järvenperä	100	100	2+2	41052	4177	70	125-300	105
	Kantatie 40		234 Turku, Oriketo	100	100	2+2	32997	3237	70	250	105
4	Kantatie 54	Tammela-Riihimäki	428 Loppi	100	80	1+1	3691	471	75	100	85
	Valtatie 10		209 Marttila	100	80	1+1	3351	408	70	100	85
Varsinais-Suomen ELY-keskus											
5	Valtatie 8	Hyvelä (Pori)-Söör- markku	207 Pori	80	80	1+1	13120	1189	70	150	100
	Kantatie 40		115 Saksala	80	80	1+1	7324	549	75	150	100
6	Valtatie 12	Rauma-Huittinen	211 Lappi_TL	80/100	80	1+1	5165	515	70	150	100
	Seututie 130		433 Valkeakoski	80	80	1+1	6666	401	70	125	90
7	Valtatie 23	Söörmarkku-Kankaanpää	226 Kankaanpää	100	80	1+1	3762	337	70	100	90
	Valtatie 10		209 Marttila	100	80	1+1	3351	408	70	100	85
8a	Seututie 180	Parainen-Korppoo	225 Parainen	80	80	1+1	1856	97	70	50	70
	Seututie 170		158 Hagaböle	80	80	1+1	1332	107	70	50	78
8a	Seututie 180	Parainen-Korppoo	255 Simonby	80	80	1+1	1696	80	70	25	70
	Seututie 170		158 Hagaböle	80	80	1+1	1332	107	70	50	78
8b	Seututie 180	Parainen-Korppoo	254 Kuusisto	80	80	1+1	10808	557	70	150	100
	Kantatie 40		115 Saksala	80	80	1+1	7324	549	75	150	100

Pirkanmaan ELY-keskus											
9	Valtatie 9	Humppila-Akaa	445 Kylmäkoski	100	80	1+1	6956	680	70	100	87
	Valtatie 19		1005 Luopajarvi	100	80	1+1	5464	683	75	150	100
10	Valtatie 12	Huittinen-Nokia	210 Vammala	100	80	1+1	5680	551	70	100	85
	Valtatie 10		1005 Luopajarvi	100	80	1+1	5464	683	75	150	100
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus											
11	Valtatie 3	Hämeen tiepiirin raja-Koskenkorva	1021 Koskue	100	80	1+1	4977	804	75	150	100
	Valtatie 10		1005 Luopajarvi	100	80	1+1	5464	683	75	150	100
11	Valtatie 3	Hämeen tiepiirin raja-Koskenkorva	1047 Kurikka	80	80	1+1	7625	614	75	100	90
	Seututie 130		433 Valkeakoski	80	80	1+1	6666	401	70	125	90

LIITE 5. Automaattivalvontajaksojen ja niitä vastaavien vertailuteiden keskinopeudet sekä nopeusmuutokset koko vuoden keskiarvona.

ID	Valvontajakson nimi	Valvonnan käyttöön-ottovuosi	LAM-piste	Nopeusra-joitus (talvi)	Keskinopeus (km/h) valvontajaksoilla		Keskinopeuden muutos valvonta-jaksoilla		Keskinopeus (km/h) vertailuteillä		Keskinopeuden muutos vertailu-teillä	
					Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)	km/h	%	Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)	km/h	%
Uudenmaan ELY-keskus												
1	Vihti-Loukku	2008	122 Karkkila	80	89,9	86,3	-3,6	-4,0	86,0	83,4	-2,6	-3,0
2	Hanko-Tammisaari-Lohja	2007	114 Virkkala	100 (80)	90,3	87,8	-2,6	-2,9	92,9	91,5	-1,4	-1,5
			124 Dragsvik	80	84,9	81,5	-3,4	-4,0	86,5*	83,6	-2,9	-3,3
3	Kehä III	2010	140 Järvenperä	100	98,6	95,5	-3,1	-3,1	95,2	95,6	0,4	0,4
4	Tammela-Riihimäki	2007	428 Loppi	Vain onnettomuustarkastelu								
Varsinais-Suomen ELY-keskus												
5	Hyvelä (Pori)-Söör-markku	2007	207 Pori	80	79,4	78,4	-1,0	-1,2	86,5*	83,6	-2,9	-3,3
6	Rauma-Huittinen	2008	211 Lappi_TL	80/100 (80)	79,6**	73,1**	-6,5	-8,2	83,77	82,6	-1,1	-1,3
7	Söörmarkku-Kan-kaanpää	2014	226 Kankaanpää	100 (80)	88,4	88,9*	0,5	0,6	91,9	93,2*	1,3	1,4
8a	Parainen-Korppoo	2008	225 Parainen	80	76,5	73,8	-2,6	-3,5	80,3	79,6	-0,7	-0,9
			255 Simonby	80	80,8*	79,8	-1,0	-1,2	79,3*	79,6	0,3	0,4
8b	Parainen-Korppoo	2008 (1997)	254 Kuusisto	80	73,8*	72,5	-1,3	-1,7	85,5*	83,4	-2,1	-2,5
Pirkanmaan ELY-keskus												
9	Humppila-Akaa	2010	445 Kylmäkoski	100 (80)	89,8	85,7	-4,0	-4,5	92,2	91,5	-0,7	-0,8
10	Huittinen-Nokia	2008	210 Vammala	100 (80)	89,8	87,9	-1,9	-2,1	92,4	91,1	-1,3	-1,4
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus												
11	Hämeen tiepiirin raja-Koskenkorva	2008	1021 Koskue	100 (80)	91,8	90,3	-1,6	-1,7	92,4	91,1	-1,3	-1,4
			1047 Kurikka	80	81,7*	81,1	-0,6	-0,7	83,8*	82,6	-1,2	-1,4
Yhteensä					85,8	83,8	-2,0	-2,3	88,1	86,9	-1,2	-1,3

*Kolmea vuotta lyhyempi tarkastelujakso, jossa talvikausi on marras-joulukuu

**Nopeusrajoitusta muutettu, nopeusrajoitus ennen-jaksolla 100 km/h

LIITE 6. Talvikauden keskinopeudet ja nopeusmuutokset automaattivalvontajaksoilla ja niitä vastaavilla vertailuteillä.

ID	Valvontajakson nimi	Valvonnan käyttöön-ottovuosi	LAM-piste	Nopeusrajoitus (talvi)	Keskinopeus (km/h) valvontajaksoilla		Keskinopeuden muutos valvontajaksoilla		Keskinopeus (km/h) vertailuteillä		Keskinopeuden muutos vertailuteillä	
					Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)	km/h	%	Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)	km/h	%
Uudenmaan ELY-keskus												
1	Vihti-Loukku	2008	122 Karkkila	80	87,5	84,4	-3,1	-3,6	83,6	81,6	-2,0	-2,4
2	Hanko-Tammisaari-Lohja	2007	114 Virkkala	100 (80)	85,8	83,5	-2,3	-2,7	88,2	85,4	-2,8	-3,2
			124 Dragsvik	80	83,2	79,3	-3,9	-4,7	84,3*	82,0	-2,3	-2,8
3	Kehä III	2010	140 Järvenperä	100	96,8	94,0	-2,8	-2,9	93,3	92,9	-0,4	-0,4
4	Tammela-Riihimäki	2007	428 Loppi	Vain onnettomuustarkastelu								
Varsinais-Suomen ELY-keskus												
5	Hyvelä (Pori)-Söörmarkku	2007	207 Pori	80	78,0	76,9	-1,1	-1,4	84,3*	82,0	-2,3	-2,8
6	Rauma-Huittinen	2008	211 Lappi_TL	80/100 (80)	Ks. Kesänopeudet							
7	Söörmarkku-Kankaanpää	2014	226 Kankaanpää	100 (80)	83,1	82,1	-1,0	-1,2	85,7	85,6	-0,1	-0,1
8a	Parainen-Korppoo	2008	225 Parainen	80	75,5	72,5	-3,0	-3,9	78,4	77,9	-0,5	-0,6
			255 Simonby	80	79,1*	76,9	-2,2	-2,8	77,3*	77,9	0,6	0,8
8b	Parainen-Korppoo	2008 (1997)	254 Kuusisto	80	74,1	72,7	-1,4*	-1,8*	83,5*	81,7	-1,8	-2,1
Pirkanmaan ELY-keskus												
9	Humppila-Akaa	2010	445 Kylmäkoski	100 (80)	85,0	80,3	-4,7	-5,5	86,3	85,4	-0,8	-1,0
10	Huittinen-Nokia	2008	210 Vammala	100 (80)	85,0	82,4	-2,5	-3,0	86,7	85,1	-1,6	-1,9
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus												
11	Hämeen tiepiirin raja-Koskenkorva	2008	1021 Koskue	100 (80)	86,0	83,2	-2,8	-3,3	86,7	85,1	-1,6	-1,9
			1047 Kurikka	80	79,7	79,3	-0,4	-0,6	82,3	80,4	-1,9	-2,3
Yhteensä					83,7	81,2	-2,5	-2,9	84,6	83,3	-1,3	-1,6

*Kolmea vuotta lyhyempi tarkastelujakso, jossa talvikausi on marras-joulukuu

LIITE 7. Kesäkauden keskinopeudet ja nopeusmuutokset automaattivalvontajaksoilla ja niitä vastaavilla vertailuteillä.

ID	Valvontajakson nimi	Valvonnan käyttöön-ottovuosi	LAM-piste	Nopeusrajoitus (talvi)	Keskinopeus (km/h) valvontajaksoilla		Keskinopeuden muutos valvontajaksoilla		Keskinopeus (km/h) vertailuteillä		Keskinopeuden muutos vertailuteillä	
					Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)	km/h	%	Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)	km/h	%
Uudenmaan ELY-keskus												
1	Vihti-Loukku	2008	122 Karkkila	80	90,5	87,4	-3,2	-3,5	86,9	84,6	-2,3	-2,6
2	Hanko-Tammisaari-Lohja	2007	114 Virkkala	100 (80)	92,9	90,9	-2,0	-2,2	96,0	95,5	-0,5	-0,5
			124 Dragsvik	80	86,0	82,8	-3,2	-3,7	87,4	84,9	-2,6	-2,9
3	Kehä III	2010	140 Järvenperä	100	99,3	96,7	-2,6	-2,7	96,7	97,1	0,4	0,4
4	Tammela-Riihimäki	2007	428 Loppi	Vain onnettomuustarkastelu								
Varsinais-Suomen ELY-keskus												
5	Hyvelä (Pori)-Söörmarkku	2007	207 Pori	80	80,4	79,7	-0,7	-0,9	87,4	84,9	-2,6	-2,9
6	Rauma-Huittinen	2008	211 Lappi_TL	80/100 (80)	89,3**	81,2	-8,2**	-9,1**	85,5	84,3	-1,2	-1,4
7	Söörmarkku-Kankaanpää	2014	226 Kankaanpää	100 (80)	92,3	91,8	-0,5	-0,5	96,2	96,4	0,2	0,2
8a	Parainen-Korppoo	2008	225 Parainen	80	76,8	74,2	-2,6	-3,4	81,6	80,8	-0,7	-0,9
			255 Simonby	80	82,0	80,9	-1,1	-1,4	80,9	80,8	-0,1***	-0,1***
8b	Parainen-Korppoo	2008 (1997)	254 Kuusisto	80	73,8	72,4	-1,4	-1,9	86,5	84,5	-2,0	-2,3
Pirkanmaan ELY-keskus												
9	Humppila-Akaa	2010	445 Kylmäkoski	100 (80)	92,7	89,2	-3,5	-3,8	96,1	95,8	-0,3	-0,3
10	Huittinen-Nokia	2008	210 Vammala	100 (80)	92,9	91,8	-1,1	-1,2	96,0	95,4	-0,6	-0,7
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus												
11	Hämeen tiepiirin raja-Koskenkorva	2008	1021 Koskue	100 (80)	95,2	94,2	-1,0	-1,1	96,0	95,4	-0,6	-0,7
			1047 Kurikka	80	83,1	82,3	-0,7	-0,9	85,5	84,3	-1,2	-1,4
Yhteensä (pl. jakso 6)					87,5	85,7	-1,8	-2,1	90,3	89,3	-1,0	-1,1

**Nopeusrajoitusta muutettu, nopeusrajoitus ennen-jaksolla 100 km/h

***Ei tilastollisesti merkitsevä tulos

LIITE 8. V85-nopeudet ja nopeusmuutokset automaattivalvontajaksoilla ja niitä vastaavilla vertailuteillä.

ID	Valvontajakson nimi	Valvonnan käyttöön-ottovuosi	LAM-piste	Nopeus-rajotus (talvi)	Suunta	V85-nopeus auto-maattivalvontajaksoilla (km/h)		V85-nopeuden muutos auto-maattivalvontajaksoilla (km/h)	V85-nopeus vertailuteillä (km/h)		V85-nopeuden muutos vertailuteillä (km/h)
						Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)		Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)	
Uudenmaan ELY-keskus											
1	Vihti-Loukku	2008	122 Karkkila	80	1	98	94	-4	94	90	-4
					2	98	93	-5	95	91	-4
2	Hanko-Tammisaari-Lohja	2007	114 Virkkala	100 (80)	1	101	99	-2	106	104	-2
					2	100	97	-3	104	103	-1
			124 Dragsvik	80	1	90	86	-4	95*	91	-4
					2	93	88	-5	95*	90	-5
3	Kehä III	2010	140 Järvenperä	100	1	109	105	-4	110	109	-1
					2	108	105	-3	107	107	0
4	Tammela-Riihimäki	2007	428 Loppi	Vain onnettomuustarkastelu							
Varsinais-Suomen ELY-keskus											
5	Hyvelä (Pori)-Söörmarkku	2007	207 Pori	80	1	86	85	-1	95*	91	-4
					2	86	85	-1	95*	90	-5
6	Rauma-Huittinen	2008	211 Lappi_TL	80/100 (80)	1	98**	84	-14**	92	89	-3
					2	97**	87	-10**	91	89	-2
7	Söörmarkku-Kankaanpää	2014	226 Kankaanpää	100 (80)	1	100	101	1	105	106	1
					2	101	101	0	103	104	1
8a	Parainen-Korppoo	2008	225 Parainen	80	1	86	84	-2	89	88	-1
					2	83	80	-3	91	90	-1
			255 Simonby	80	1	90*	90	0	89*	88	-1
					2	90*	88	-2	90*	90	0
8b	Kaarina-Parainen	2008 (1997)	254 Kuusisto	80	1	82*	81	-1	93*	90	-3
					2	80*	79	-1	93*	90	-3
Pirkanmaan ELY-keskus											
9	Humppila-Akaa	2010	445 Kylmäkoski	100 (80)	1	101	95	-6	105	105	0
					2	101	99	-2	103	103	0
10	Huittinen-Nokia	2008	210 Vammala	100 (80)	1	100	99	-1	106	104	-2
					2	102	100	-2	103	102	-1

Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus											
11	Hämeen tiepiirin raja-Koskenkorva	2008	1021 Koskue	100 (80)	1	104	103	-1	106	104	0
					2	104	103	-1	103	102	0
			1047 Kurikka	80	1	87*	87	0	92*	89	-2
					2	90*	89	-1	91*	89	-1
Yhteensä (pl. jakso 6)						95,0	92,9	-2,1	98,4	96,5	-1,8

*Kolmea vuotta lyhyempi tarkastelujakso, jossa talvikausi on marras-joulukuu

**Nopeusrajoitusta muutettu, nopeusrajoitus ennen-jaksolla 100 km/h

LIITE 9. Ylinopeutta ajaneiden osuudet ja osuuden muutokset automaattivalvontajaksoilla.

ID	LAM-pisteet	Suunta	Ylinopeutta ajavien osuus (%)				Enintään 10 km/h ylinopeutta ajavien osuus (%)				Yli 20 km/h ylinopeutta ajavien osuus (%)			
			Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)	Muutos (%-yks)	Muutos (%)	Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)	Muutos (%-yks)	Muutos (%)	Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)	Muutos (%-yks)	Muutos (%)
Uudenmaan ELY-keskus														
1	122 Karkkila	1	89,9	82,4	-7,5	-8,3	50,0	58,2	8,2	16,4	11,2	6	-5,2	-46,4
		2	91,0	78,7	-12,3	-13,5	52,3	56,4	4,1	7,8	11,7	6,1	-5,6	-47,9
2	114 Virkkala	1	43,4	40,3	-3,1	-7,1	31,4	32,2	0,8	2,5	2,3	1,3	-1	-43,5
		2	40,5	31,3	-9,2	-22,7	31,4	27,0	-4,4	-14,0	1,6	0,6	-1	-62,5
	124 Dragsvik	1	69,5	50,0	-19,5	-28,1	56,7	45,0	-11,7	-20,6	1,6	0,6	-1	-62,5
		2	82,3	62,8	-19,5	-23,7	58,0	53,7	-4,3	-7,4	3,2	1	-2,2	-68,8
3	140 Järvenperä	1	50,7	34,7	-16,0	-31,6	38,5	30,4	-8,1	-21,0	1,3	0,4	-0,9	-69,2
		2	44,4	33,1	-11,3	-25,5	34,5	28,7	-5,8	-16,8	0,9	0,4	-0,5	-55,6
4	428 Loppi	Vain onnettomuustarkastelu												
Varsinais-Suomen ELY-keskus														
5	207 Pori	1	46,4	40,3	-6,1	-13,1	41,6	37,3	-4,3	-10,3	0,5	0,3	-0,2	-40,0
		2	46,4	40,8	-5,6	-12,1	41,5	37,6	-3,9	-9,4	0,6	0,4	-0,2	-33,3
6	211 Lappi_TL	1	52,1**	31,0	-21,1**	-40,5**	22,7**	27,4	4,7**	20,7**	10,2**	0,4	-9,8**	-96,1**
		2	53,1**	39,4	-13,7**	-25,8**	24,3**	31,4	7,1**	29,2**	8,9**	1,1	-7,8**	-87,6**
7	226 Kankaanpää	1	38,8	32,3	-6,5	-16,8	32,5	27,6	-4,9	-15,1	1,1	0,8	-0,3	-27,3
		2	45,2	34,0	-11,2	-24,8	36,6	29,1	-7,5	-20,5	1,5	0,8	-0,7	-46,7
8a	225 Parainen	1	35,6	24,1	-11,5	-32,3	27,7	19,5	-8,2	-29,6	1,7	1,0	-0,7	-41,2
		2	24,8	14,9	-9,9	-39,9	21,7	13,2	-8,5	-39,2	0,4	0,2	-0,2	-50,0
	255 Simonby	1	58,2	57,0	-1,2	-2,1	43,9	43,6	-0,3	-0,7	3,1	2,8	-0,3	-9,7
		2	52,1	45,5	-6,6	-12,7	37,3	34,4	-2,9	-7,8	4,3	3,1	-1,2	-27,9
8b	254 Kuusisto	1	21,9	17,6	-4,3	-19,6	20,3	16,4	-3,9	-19,2	0,2	0,2	0	0,0
		2	12,7	9,4	-3,3	-26,0	11,7	8,8	-2,9	-24,8	0,2	0,1	-0,1	-50,0

Pirkanmaan ELY-keskus														
9	445 Kylmäkoski	1	46,1	19,0	-27,1	-58,8	36,3	18,5	-17,8	-49,0	1,6	0,1	-1,5	-93,8
		2	44,7	35,1	-9,6	-21,5	35,5	31,3	-4,2	-11,8	1,3	0,5	-0,8	-61,5
10	210 Vammala	1	42,1	37,6	-4,5	-10,7	32,1	32,4	0,3	0,9	1,5	0,7	-0,8	-53,3
		2	45,6	40,1	-5,5	-12,1	34,1	34,1	0,0	0,0	1,9	0,8	-1,1	-57,9
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus														
11	1021 Koskue	1	49,8	45,0	-4,8	-9,6	35,8	36,0	0,2	0,6	3,2	1,9	-1,3	-40,6
		2	52,0	46,7	-5,3	-10,2	37,6	37,5	-0,1	-0,3	3,1	1,9	-1,2	-38,7
	1047 Kurikka	1	54,0	52,6	-1,4	-2,6	46,1	46,3	0,2	0,4	1,5	1,1	-0,4	-26,7
		2	65,7	61,5	-4,2	-6,4	52,5	51,4	-1,1	-2,1	2,3	1,6	-0,7	-30,4
Yhteensä (pl. jakso 6)			49,8	41,0	-8,7	-17,5	37,6	34,1	-3,5	-9,3	2,5	1,3	-1,1	-45,6

***Nopeusrajoitus ennen-jaksolla 100 km/h, ylinopeudet on laskettu 80 km/h nopeuden perusteella*

LIITE 10. Ylinopeutta ajaneiden osuudet ja osuuden muutokset automaattivalvontajaksoilla talvi- ja kesäkaudella.

ID	LAM-piste	Suunta	Ylinopeutta ajavien osuus talvella (%)				Ylinopeutta ajavien osuus kesällä (%)			
			Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)	Muutos (%-yks)	Muutos (%)	Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)	Muutos (%-yks)	Muutos (%)
Uudenmaan ELY-keskus										
1	122 Karkkila	1	85,5	76,9	-8,6	-10,1	91,2	85,5	-5,7	-6,3
		2	85,4	70,9	-14,5	-17,0	92,6	83,0	-9,6	-10,4
2	114 Virkkala	1	80,9	75,5	-5,4	-6,7	22,8	18,7	-4,1	-18,0
		2	76,5	63,4	-13,1	-17,1	19,4	11,8	-7,6	-39,2
	124 Dragsvik	1	60,4	37,8	-22,6	-37,4	74,9	57,9	-17,0	-22,7
		2	74,4	47,5	-26,9	-36,2	86,8	72,1	-14,7	-16,9
3	140 Järvenperä	1	43,4	28,9	-14,5	-33,4	54,0	39,1	-14,9	-27,6
		2	37,6	27,1	-10,5	-27,9	47,3	37,7	-9,6	-20,3
4	428 Loppi	Vain onnettomuustarkastelu								
Varsinais-Suomen ELY-keskus										
5	207 Pori	1	38,9	33,0	-5,9	-15,2	51,3	46,1	-5,2	-10,1
		2	35,7	30,3	-5,4	-15,1	53,8	49,1	-4,7	-8,7
6	211 Lappi_TL	1	Ks. Kesäkausi				83,0**	53,1	-29,9	-36,0
		2					84,1**	65,7	-18,4	-21,9
7	226 Kankaanpää	1	61,8	58,1	-3,7	-6,0	21,7	21,3	-0,4	-1,8
		2	72,6	64,2	-8,4	-11,6	24,9	20,9	-4,0	-16,1
8a	225 Parainen	1	32,1	19,1	-13,0	-40,5	37,1	25,6	-11,5	-31,0
		2	20,2	13,3	-6,9	-34,2	26,6	15,5	-11,1	-41,7
	255 Simonby	1	49,4	40,0	-9,4	-19,0	64,9	63,3	-1,6	-2,5
		2	46,0	38,2	-7,8	-17,0	56,8	48,2	-8,6	-15,1
8b	254 Kuusisto	1	23,1	17,4	-5,7	-24,7	21,6	17,7	-3,9	-18,1
		2	13,2	9,0	-4,2	-31,8	12,6	9,6	-3,0	-23,8
Pirkanmaan ELY-keskus										
9	445 Kylmäkoski	1	80,6	38,5	-42,1	-52,2	24,5	6,6	-17,9	-73,1
		2	75,8	61,6	-14,2	-18,7	25,4	18,2	-7,2	-28,3
10	210 Vammala	1	75,6	65,1	-10,5	-13,9	21,0	18,3	-2,7	-12,9
		2	74,0	64,5	-9,5	-12,8	27,5	22,9	-4,6	-16,7
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus										
11	1021 Koskue	1	79,6	72,6	-7,0	-8,8	32,5	29,6	-2,9	-8,9
		2	81,6	75,6	-6,0	-7,4	34,8	31,1	-3,7	-10,6
	1047 Kurikka	1	44,6	45,4	0,8	1,8	60,3	57,6	-2,7	-4,5
		2	53,1	50,3	-2,8	-5,3	74,2	69,3	-4,9	-6,6
Yhteensä (pl. jakso 6)			57,8	47,1	-10,7	-18,5	44,6	37,6	-7,1	-15,8

**Nopeusrajoitus ennen-jaksolla 100 km/h, ylinopeudet on laskettu 80 km/h nopeuden perusteella

LIITE 11. Valvontapisteiden ja LAM-pisteiden väliset etäisyydet sekä keskinopeudet ja nopeusmuutokset automaattivalvontajaksoilla.

ID	LAM-piste	Suunta	Suunta (paikkakunta)	Lähimmän LAM-pisteen etäisyys kame- rasyylväästä ajosuuntaan nähten (m)	Lähimmän ka- merasyylvään etäisyys LAM- pisteestä ajosuuntaan nähten (m)	Keskinopeus (km/h)			Keskinopeuden muutos			
						Ennen (3 v.)	Jälkeen (3 v.)	Jälkeen (koko jakso)	km/h, 3 v. ennen ja jälkeen	%, 3 v. ennen ja jälkeen	km/h, jäl- keen-jakso 2017 saakka	%, jälkeen- jakso 2017 saakka
Uudenmaan ELY-keskus												
1	122 Karkkila	1	Loukkun (luoteeseen)	1400	3000	89,7	86,6		-3,2	-3,5		
		2	Vihtiin	930	5120	90,0	86,0		-4,0	-4,5		
2	114 Virkkala	1	Lohjalle	3980	5450	91,0	88,9	87,0	-2,1	-2,3	-4,0	-4,4 %
		2	Hankoon	2770	5940	89,8	87,2	84,9	-2,6	-2,9	-4,9	-5,4 %
	124 Dragsvik	1	Lohjalle	2380	5410	83,6	80,6	79,3	-3,0	-3,6	-4,3	-5,1 %
		2	Hankoon	2300	4790	86,3	82,5	80,4	-3,9	-4,5	-6,0	-6,9 %
3	140 Järvenperä	1	Itään	3990	1810	99,5	95,9		-3,6	-3,6		
		2	Länteen	3380	2580	97,7	95,2		-2,5	-2,6		
4	428 Loppi	Vain onnettomuustarkastelu										
Varsinais-Suomen ELY-keskus												
5	207 Pori	1	Söörmarkkuun	2260	-	79,4	78,4	78,2	-1,0	-1,3	-1,2	-1,4 %
		2	Poriin	-	2080	79,4	78,5	78,8	-0,9	-1,2	-0,7	-0,8 %
6	211 Lappi_TL	1	Huittisiin	9510	6850	79,5**	72,0		-7,5**	-9,4**		
		2	Raumalle	3680	190	79,7**	74,1		-5,6**	-7,0**		
7	226 Kankaanpää	1	Kankaanpää- hän	16260	3840	87,5	88,6		1,1	1,2		
		2	Söörmarkkuun	4050	15920	89,2	89,2		0,0***	0,0***		
8a	225 Parainen	1	Korppooseen	9580	20460	77,7	74,9		-2,8	-3,5		
		2	Paraisiin	30120	3600	75,2	72,8		-2,5	-3,3		
	255 Simonby (7/2007)	1	Korppooseen	20090	9980	81,2*	80,7	81,1	-0,4	-0,5	-0,1	-0,1 %
		2	Paraisiin	19730	14100	80,4*	78,9	79,5	-1,5	-1,8	-0,9	-1,1 %
8b	254 Kuusisto (6/2007)	1	Paraisiin	-	3240	74,9*	73,6		-1,3	-1,7		
		2	Kaarinaan	780	2330	72,7*	71,4		-1,3	-1,8		

Pirkanmaan ELY-keskus												
9	445 Kylmäkoski	1	Akaahan	2180	2030	89,9	84,2	84,5	-5,8	-6,4	-5,4	-6,0 %
		2	Humppilaan	4880	2320	89,6	87,3	88,2	-2,3	-2,6	-1,4	-1,6 %
10	210 Vammala	1	Nokialle	1680	9990	89,4	87,5	87,8	-1,8	-2,1	-1,6	-1,8 %
		2	Huittisiin	1680	1550	90,2	88,2	88,5	-2,0	-2,2	-1,8	-2,0 %
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus												
11	1021 Koskue	1	Koskenkor- vaan	4050	2500	91,4	89,9	90,0	-1,5	-1,7	-1,4	-1,6 %
		2	Etelään (Hämeen tiepiirin raja)	810	3990	92,2	90,7	90,9	-1,6	-1,7	-1,3	-1,4 %
	1047 Kurikka (9/2006)	1	Koskenkor- vaan	1780	1700	80,8*	80,6	82,3	-0,2	-0,2	1,5	1,9 %
		2	Etelään (Hämeen tiepiirin raja)	1780	1720	82,6*	81,6	82,4	-1,0	-1,2	-0,1	-0,2 %

*Kolmea vuotta lyhyempi tarkastelujakso, jossa talvikausi on marras-joulukuu

**Nopeusrajoitusta muutettu, nopeusrajoitus ennen-jaksolla 100 km/h

***Ei tilastollisesti merkitsevä tulos

LIITE 12. Keskinopeuden muutokset automaattivalvontajaksoilla ajoneuvoluokkien, vuorokaudenajan sekä jonossa ajavien ja vapaiden ajoneuvojen mukaan.

ID	LAM-piste	Suunta	Keskinopeuden muutos automaattivalvotuilla jaksoilla (3 v. ennen- ja jälkeen-jakso)											
			Henkilö- autot, km/h	Henkilöau- tot, %	Raskas lii- kenne, km/h	Ras- kas lii- kenne, %	Päivä, km/h	Päivä, %	Yö, km/h	Yö, %	Jonossa ajavat ajo- neuvot, km/h	Jonossa aja- vat ajoneu- vot, %	Vapaat ajoneu- vot, km/h	Vapaat ajoneu- vot, %
Uudenmaan ELY-keskus														
1	122 Karkkila	1	-3,4	-3,7	-1,7	-2,0	-3,1	-3,4	-3,5	-3,9	-2,8	-3,2	-3,5	-3,8
		2	-4,3	-4,8	-2,3	-2,6	-3,9	-4,4	-4,2	-4,6	-3,5	-3,9	-4,6	-5,0
2	114 Virkkala	1	-1,7	-1,9	-1,1	-1,3	-1,6	-1,7	-1,5	-1,6	-1,4	-1,6	-1,5	-1,7
		2	-2,8	-3,1	-1,6	-1,9	-2,6	-2,9	-2,4	-2,7	-2,3	-2,6	-2,5	-2,8
	124 Dragsvik	1	-3,2	-3,8	-2,0	-2,4	-3,0	-3,6	-2,9	-3,4	-2,8	-3,4	-3,2	-3,8
		2	-4,0	-4,7	-2,9	-3,4	-3,8	-4,4	-4,1	-4,7	-3,7	-4,3	-4,1	-4,7
3	140 Järvenperä	1	-3,9	-3,9	-1,7	-1,9	-3,6	-3,6	-3,7	-3,7	-3,7	-3,7	-3,4	-3,4
		2	-2,7	-2,8	-1,3	-1,5	-2,4	-2,5	-2,7	-2,7	-2,6	-2,7	-2,3	-2,3
4	428 Loppi	Vain onnettomuustarkastelu												
Varsinais-Suomen ELY-keskus														
5	207 Pori	1	-1,0	-1,3	-1,2	-1,4	-1,0	-1,3	-1,1	-1,4	-0,9	-1,1	-1,2	-1,5
		2	-1,0	-1,2	-0,8**	-0,9**	-1,0	-1,2	-0,8	-1,0	-0,8	-1,0	-1,1	-1,4
6	211 Lappi_TL	1	-8,2**	-10,2**	-2,4**	-3,3**	-7,3**	-9,3**	-7,9**	-9,9**	-6,6**	-8,5**	-7,9**	-9,8**
		2	-6,1**	-7,6**	-2,0**	-2,6**	-5,5**	-6,9**	-5,8**	-7,1**	-5,5**	-6,9**	-5,6**	-7,1**
7	226 Kankaan- pää	1	1,0	1,2	0,5	0,6	1,1	1,3	0,9	1,0	0,6	0,7	1,4	1,5
		2	0,0	-0,1	-0,1***	-0,1***	0,0***	0,0***	-0,1***	-0,1***	-0,1	-0,1	0,1	0,1
8a	225 Parainen	1	-2,8	-3,6	-2,3	-2,9	-2,8	-3,6	-2,5	-3,1	-2,5	-3,3	-2,8	-3,6
		2	-2,5	-3,3	-2,0	-2,7	-2,5	-3,3	-2,6	-3,4	-2,6	-3,4	-2,3	-3,1
	255 Simonby*	1	-0,5	-0,7	0,1***	0,1***	-0,6	-0,8	0,4	0,4	-0,3	-0,3	-0,6***	-0,8***
		2	-1,7	-2,1	0,6	0,8	-1,6	-2,1	-0,7	-0,8	-1,9	-2,4	-1,3	-1,7
8b	254 Kuusisto*	1	-1,3	-1,7	-1,4	-1,8	-1,4	-1,8	-0,9	-1,2	-1,3	-1,8	-1,3	-1,7
		2	-1,3	-1,8	-1,3	-1,9	-1,4	-1,9	-0,7	-0,9	-1,3	-1,9	-1,3	-1,8

Pirkanmaan ELY-keskus														
9	445 Kylmäkoski	1	-6,2	-6,8	-3,2	-3,7	-5,6	-6,2	-6,4	-7,0	-5,0	-5,7	-6,3	-6,9
		2	-2,5	-2,8	-1,4	-1,6	-2,3	-2,5	-2,5	-2,8	-2,2	-2,5	-2,5	-2,7
10	210 Vammala	1	-2,0	-2,2	-0,7	-0,8	-1,8	-2,1	-1,8	-2,0	-1,5	-1,7	-2,0	-2,2
		2	-2,2	-2,4	-1,1	-1,3	-2,0	-2,2	-2,1	-2,3	-1,5	-1,7	-2,1	-2,3
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus														
11	1021 Koskue	1	-1,7	-1,8	-0,3	-0,4	-1,5	-1,7	-1,5	-1,6	-0,8	-0,9	-1,9	-2,1
		2	-1,8	-1,9	0,2	0,2	-1,6	-1,7	-1,6	-1,8	-0,9	-1,0	-1,9	-2,0
	1047 Ku-rikka*	1	-0,2	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,4	-0,5	0,1	0,1	-0,3	-0,4
		2	-1,1	-1,3	-0,7	-0,9	-1,0	-1,2	-1,1	-1,3	-0,8	-1,0	-1,1	-1,4
Yhteensä (pl. jakso 6)			-2,1	-2,4	-1,1	-1,3	-2,0	-2,3	-2,1	-2,4	-1,8	-2,1	-2,1	-2,4

*Kolmea vuotta lyhyempi tarkastelujakso, jossa talvikausi on marras-joulukuu

**Nopeusrajoitusta muutettu, nopeusrajoitus ennen-jaksolla 100 km/h ja jälkeen-jaksolla 80 km/h

***Ei tilastollisesti merkitsevä tulos

LIITE 13. Uudenmaan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusten alueille ehdotetut uudet automaattivalvontajaksot sekä nykyiset valvontakohteet. Ehdotettujen jaksojen numero kuvaa tien numeroa.

