

Vaihtuvien nopeusrajoitusten laajamittainen käyttö Suomessa



Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri) Schirokoff Anna, Rämä Pirkko (VTT),		Julkaisun laji Raportti	
Tuomainen Ari (Ramboll)		Toimeksiantaja Liikenne- ja viestintäministeriö	
		Toimielimen asettamispäivämäärä	
Julkaisun nimi Vaihtuvien nopeusrajoitusten laajamittainen käyttö Suomessa			
Tiivistelmä Työn tavoitteena oli luoda arvio siitä, millaisia vaikutuksia päätieverkoston tai sen merkittävän osan kattavilla, sään ja kelin mukaan vaihtuvilla nopeusrajoituksilla olisi liikenneturvallisuuteen ja mitä tällaisen järjestelmän rakentaminen ja ylläpito edellyttäisi ja maksaisi. Tutkittava tieverkko jaettiin osiin, joista muodostettiin kolme eri laajuista verkkoa (2100–4300 km). Mukaan otettavat tieosuudet määriteltiin liikenneturvallisuuden ja liikennemäärien perusteella. Onnettomuusvaikutusten arvioimiseksi täydennettiin aikaisempaa tutkimusaineistoa järjestelmän vaikutuksista henkilövahinko-onnettomuuksiin. Järjestelmät, joissa oli suosituslaskenta ja nopeusrajoitukset osoitettu kuituoptisella tai LED-merkillä ja joihin kuului myös vaihtuvia varoitusmerkkejä, näyttivät pienentävän henkilövahinko-onnettomuusriskiä keskimäärin 10 %. Vaihtuvan nopeusrajoitusjärjestelmän rakentamiskustannukset ja vuotuiset ylläpitokustannukset arvioitiin vuoden 2004 hintatasolla. Niiden arvioitiin olevan kaksiajorataisilla teillä noin 80 000 €/km ja yksiajorataisilla noin 34 000 €/km. Koska liikennetilanteen mukaan ohjattujen vaihtuvien nopeusrajoitusten liikenteellisistä vaikutuksista Suomessa ei ole tutkimustietoa, järjestelmien rakentamiskustannuksia kohdennettiin vain sää- ja keliohjauksiseen järjestelmään, jolle hyöty-kustannussuhteen laskeminen oli mahdollista. Vaikutukset liikenteeseen arvioitiin järjestelmällä aikaansaatavien nopeusmuutosten, turvallisuusmuutosten ja nopeusrajoitusten tulevan käytön perusteella. Tulokset osoittavat, että sää- ja keliohjatun vaihtuvien nopeusrajoitusten järjestelmän rakentaminen Suomessa on kannattavaa. Välittömät hyödyt sisältävä hyöty-kustannussuhde oli todennäköisimmillä lähtöoletuksilla 1,1–1,9. Saatujen arvioiden mukaan hyöty-kustannussuhteet eri laajuisilla verkoilla eivät merkittävästi eroa toisistaan. Hyödyt lienevät merkittävimmit vilkkaimmin liikennöidyillä tieosuuksilla. Johtopäätöksenä onkin, että vaihtuvia nopeusrajoitusjärjestelmiä kannattaa rakentaa lisää vilkasliikenteisille tieosuuksille. Järjestelmiä tulee käyttää ympärivuotisesti samoin periaattein siten, että käytettyihin rajoituksiin vaikuttavat sää, keli ja liikennevirta. Ohjauksen tulee perustua automaattiseen, tarkkaan ja luotettavaan seurantaan ja olosuhteiden luokitteluun.			
Avainsanat (asiasanat) Vaihtuva nopeusrajoitus, liikenneturvallisuus, kannattavuus			
Muut tiedot Yhteyshenkilö/LVM: Armi Vilkmán			
Sarjan nimi ja numero Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 89/2005		ISSN 1457-7488 (painotuote) 1795-4045 (verkkojulkaisu)	ISBN 952-201-475-3 (painotuote) 952-201-476-1 (verkkojulkaisu)
Kokonaissivumäärä 52	Kieli suomi	Hinta 12 €	Luottamuksellisuus julkinen
Jakaja Edita Publishing Oy		Kustantaja Liikenne- ja viestintäministeriö	



Författare (uppgifter om organet: organets namn, ordförande, sekreterare) Schirokoff Anna, Rämä Pirkko (VTT),		Typ av publikation Rapport	
Tuomainen Ari (Ramboll)		Uppdragsgivare Kommunikationsministeriet	
		Datum för tillsättandet av organet	
Publikation Omfattande användning av variabla hastighetsskyltar i Finland			
Referat <p>Syftet med föreliggande studie var att skapa en heltäckande skattning av hur trafiksäkerheten på huvudvägnätet påverkas av ett väderberoende system med variabla hastighetsbegränsningar samt bedöma kostnader för installation och underhåll av ett sådant system</p> <p>Vägnätet delades i tre delar vart och ett 2100–4300 km långt. Kriterierna för till vilket delvägnät en viss vägsträcka skulle höra baserades på vägsträckans trafiksäkerhet och trafikmängd.</p> <p>För att kunna bedöma effekten på trafiksäkerhet kompletterades ett existerande finskt forskningsmaterial om effekten av variabla hastighetsbegränsningar på personskadeolyckor. Det rekommenderade systemet som utnyttjar fiberoptik eller LED-vägmärken och inkluderar varningsmärken för halt väglag, bedömdes minska personskadeolyckorna med i genomsnitt 10 %.</p> <p>Kostnaderna för installation och årligt underhåll av ett högklassigt och driftsäkert hastighetsbegränsningssystem uppskattades till 80 000 €/km för vägar med två körbanor och till 34 000 €/km för vägar med en körbana. Eftersom det inte finns tillförlitliga uppgifter baserade på finsk forskning om hur effekten av variabla hastighetsbegränsningar varierar med trafiksituationen beräknades installationskostnaderna separat för väder- och väglagskontrollerade system och effekten uppskattades på basen av förändringar i hastighet och säkerhet samt på antaganden om algoritm för val av hastighetsbegränsning.</p> <p>Resultaten visar att det är sannolikt att ett system för variabla hastighetsbegränsningar baserat på väder- och väglagsförhållanden är lönsamt i Finland. Förhållandet nytta/kostnad för de mest sannolika utgångsvärdena inkluderande endast ”direkta nyttor” beräknades till 1,1–1,9. Resultaten för olika stora vägnät var snarlika. Största nyttan fås sannolikt på vägsträckorna med de högsta trafikflödena. Systemet skulle fungera enligt samma principer året runt, nämligen så att valet av hastighetsbegränsning baseras på en automatisk, exakt och tillförlitlig klassificering av rådande väder, väglag och aktuell trafikmängd.</p>			
Nyckelord Variabla hastighetsbegränsningar, trafiksäkerhet, lönsamhet			
Övriga uppgifter Kontaktperson vid ministeriet är Armi Vilkmán.			
Seriens namn och nummer Kommunikationsministeriets publikationer 89/2005		ISSN 1457-7488 (trycksak) 1795-4045 (nätpublikation)	ISBN 952-201-475-3 (trycksak) 952-201-476-1 (nätpublikation)
Sidoantal 52	Språk finska	Pris 12 €	Sekretessgrad offentlig
Distribution Edita Publishing Ab		Förlag Kommunikationsministeriet	



Authors (from body; name, chairman and secretary of the body) Schirokoff Anna, Rämä Pirkko (VTT),		Type of publication Report	
Tuomainen Ari (Ramboll)		Assigned by Ministry of Transport and Communications	
		Date when body appointed	
Name of the publication Extended use of variable speed limits in Finland			
Abstract <p>The aim of this study was to create an extensive estimate of the effects on traffic safety of weather-controlled variable speed limits on the main road network as well as of the costs of building and maintaining such a system.</p> <p>The studied road network was divided into parts of which three different sized networks were created (2100–4300 km). The road segments were specified according to traffic safety and traffic volumes.</p> <p>In order to estimate the impacts of accidents, pre-existing research material on the effects of variable speed limit signs on injury accidents in Finland was complemented. Speed limit systems which use fibre optic or LED signs, base the control on automatic classification of road condition situations, and include variable slippery warning signs appeared to decrease the risk of accidents with injuries by an average of 10 %.</p> <p>The building costs and annual maintaining costs of the variable speed limit system were approximated according to the prices of the year 2004, the building costs for divided roads was estimated to be 80 000 €/km and for undivided roads 34 000 €/km. Because there is no research data available on the traffic impacts of variable speed limits varying with the traffic situation in Finland, the building expenses were allocated separately for a weather and road condition controlled system. The impacts on traffic were estimated by possible speed changes, safety changes and the forth-coming use of the speed limits.</p> <p>On the grounds of the results it seems likely that a weather and road condition controlled system of variable speed limits would be profitable in Finland. The benefit-cost ratio based on direct benefits calculated with the most likely starting values was 1.1–1.9. According to the estimates acquired, the benefit-cost ratios on different sized networks do not differ significantly. But it can be said that it is most profitable to built variable speed limit systems on highly trafficked road segments. The systems should be used according to the same principles round the year, namely taking into account the weather and road conditions and the traffic flow. The control should be based on automated, exact and reliable monitoring and classification of the conditions.</p>			
Keywords Variable speed limit, traffic safety, profitability			
Miscellaneous Contact person at the Ministry: Ms Armi Vilkmán			
Serial name and number Publications of the Ministry of Transport and Communications 89/2005		ISSN 1457-7488 (printed version) 1795-4045 electronic version)	ISBN 952-201-475-3 (printed version) 952-201-476-1 (electronic version)
Pages, total 52	Language Finnish	Price €12	Confidence status Public
Distributed by Edita Publishing Ltd		Published by Ministry of Transport and Communications	

ESIPUHE

Tutkimuksen tekivät tutkija Anna Schirokoff ja erikoistutkija Pirkko Rämä VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta ja Ari Tuomainen Ramboll Finland Oy:stä.

Työ tehtiin liikenne- ja viestintäministeriön toimeksiannosta. Työn osana täydennettiin Tiehallinnon toimeksiannosta vuonna 2003 julkaistua tutkimusta vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien turvallisuudesta.

Työtä ohjanneen johtoryhmän puheenjohtajana toimi Matti Roine liikenne- ja viestintäministeriöstä. Johtoryhmän muina jäseninä olivat Juha Valtonen, Armi Vilkmán ja Seppo Öörni liikenne- ja viestintäministeriöstä sekä Eini Hirvenoja, Aulis Nironen, Magnus Nygård, Olli Penttinen ja Yrjö Pilli-Sihvola Tiehallinnosta.

Helsingissä, marraskuussa 2005

Matti Roine

SISÄLTÖ

ESIPUHE

1	JOHDANTO.....	7
2	VAIHTUVIEN NOPEUSRAJOITUSTEN KÄYTTÖTAVAT JA -KOHTEET	9
2.1	Nykytila	9
2.2	Käyttöpolitiikan ja järjestelmän kehittämistavoitteita.....	11
2.3	Tulevat käyttökohteet	12
2.3.1	Lähtökohta.....	12
2.3.2	Kriteerit	14
2.3.3	Tiejaksojen priorisointi	15
3	VAIKUTUSARVIOT	18
3.1	Vaikutukset kuljettajan käyttäytymiseen.....	18
3.2	Turvallisuusvaikutukset.....	21
3.3	Turvallisuusvaikutustulosten tarkastelua.....	25
3.4	Laskentaperusteet	27
4	JÄRJESTELMIEN TOTEUTTAMISPERUSTEET	30
5	JÄRJESTELMIEN KANNATTAVUUS	33
5.1	Vaikutukset vuotuisiin turvallisuus- ja aikakustannuksiin.....	33
5.2	Rakentamiskustannukset ja vuotuiset ylläpitokustannukset.....	33
5.3	Hyödyntäminen muissa palveluissa	35
5.4	Hyöty-kustannuslaskelma.....	36
6	TARKASTELUA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	40
7	LÄHTEET	42

LIITTEET

Liite A Suunnitelmat Suomen tieverkon kehittämiseksi

1 JOHDANTO

Vaihtuvien nopeusrajoitusten järjestelmiä ruvettiin rakentamaan Suomeen vuonna 1992. Vuonna 1996 Tielaitos määritteli muuttuvien opasteiden kokeilujen ja käytön toimintalinjat. 1990-luvun lopulla useat eri tiepiirit halusivat lisätä vaihtuvien nopeusrajoitusten käyttöä. Vaihtuvien nopeusrajoitusten laajamittaisen käytön edellytyksiä päätettiin selvittää ensimmäisen kerran (Lähesmaa ja Schirokoff 1998), koska käytössä oli useita erityyppisiä järjestelmiä eikä vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikutuksista ollut kattavaa käsitystä. Työssä laadittiin vaiheittainen käyttöönottosuunnitelma, johon kuului kokeilu- ja vaikutusarviosuosituksia, ja tärkeimmät erilliset käyttökohteet ja kokonaisjärjestelmä määriteltiin. Tärkeimpien tieosuuksien todettiin olevan hajallaan ja valtakunnallisen, päätiet kattavan järjestelmän todettiin olevan toistaiseksi ei-tavoiteltava tila. Tiehallinto otti tavoitteekseen ottaa järjestelmiä käyttöön vähitellen ja saatujen kokemusten perusteella päättää järjestelmien laajamittaisesta käytöstä (Tiehallinto 1999).

Tämän jälkeen järjestelmien ja eri merkkitekniikoiden vaikutuksia sekä kuljettajien mielipiteitä järjestelmistä on selvitetty useissa eri kohteissa ja eri tietyyypeillä tehdyissä tutkimuksissa. Tutkimuksissa todettiin, että kuljettajat pitivät järjestelmiä hyvinä ja tarpeellisina ja että vaihtuva nopeusrajoitus muistettiin hyvin (Rämä 1997, Rämä ym. 1999a, Hautala ym. 2001, Schirokoff ja Vitikka 2001). Järjestelmillä todettiin voitavan vaikuttaa ajonopeuksiin niille asetettujen tavoitteiden ja käyttöpolitiikan mukaisesti (Rämä 1997, Rämä ym. 1999a, Hautala ym. 2001). Yksittäisten kohteiden vaikutustutkimuksissa kohteiden pienuuden ja onnettomuuksien harvinaisuuksien takia järjestelmien vaikutuksia liikenneturvallisuuteen pystyttiin selvittämään vain epäsuorasti lähinnä liikenteen keskinopeusmuutoksien kautta.

Vuonna 2002 vaihtuvia nopeusrajoituksia oli noin 310 tiekilometrillä. Sää- ja keliohjattujen vaihtuvien nopeusrajoitusten järjestelmiä, jotka olivat olleet käytössä 2–10 vuotta, oli kahdeksan. Rämä ym. (2003) tutkivat näiden järjestelmien vaikutuksia liikenneturvallisuuteen vertaamalla henkilövahinko-onnettomuuksien riskiä kohteissa ennen ja jälkeen niiden käyttöönoton ja suhteuttamalla muutokset liikenneturvallisuusmuutoksiin muilla vastaavilla teillä. Tutkimusaineistossa satunnaisvaihtelu oli suurta suhteessa aineistojen kokoon, eivätkä tulokset olleet tilastollisesti merkitseviä. Näytti kuitenkin siltä, että kuituoptisia tai LED-merkkejä ja suosituslaskentaa käyttävät järjestelmät pienensivät onnettomuusriskiä, vaikka järjestelmillä tavoiteltiin myös matka-aikojen lyhenemistä nostamalla nopeusrajoituksia hyvissä olosuhteissa.

Liikenneturvallisuus on viime vuosikymmenen aikana parantunut keskimäärin, mutta liukkaan kelin onnettomuuksien riski on vähentynyt muiden kelien onnettomuuksia vähemmän. Onnettomuuksien vähentäminen väylästä parantamalla on kallista. Myös hoidon tehostaminen on kallista, ja se voi lisätä ympäristöhaittoja.

Valistuksen keinoin ongelmaa ei kyetä ratkaisemaan. Sama pätee myös valvontaan. Kaikkia eri keinoja olisi kuitenkin hyvä kehittää ja käyttää, sillä niiden voidaan olettaa tehostavan toistensa vaikutuksia eli usean eri toimenpiteen vaikutus lienee parempi kuin yksittäisten vaikutusten summa. Lisäksi tutkimus on tuottanut uutta tietoa liikenteenhallinnan keinojen laajan käytön vaikutusten arviointiin.

Työn tavoitteena oli luoda kattava arvio siitä, millaisia vaikutuksia päätieverkon tai sen merkittävän osan kattavilla, sään ja kelin mukaan vaihtuvilla nopeusrajoituksilla olisi liikenneturvallisuuteen ja mitä tällaisen järjestelmän rakentaminen ja ylläpito edellyttäisi ja maksaisi. Toisena tavoitteena oli arvioida, miten vaihtuvien nopeusrajoitusten ohjaamista varten tarvittavaa olosuhteidenseurantaverkkoa voitaisiin hyödyntää muissa palveluissa.

2 Vaihtuvien nopeusrajoitusten käyttötavat ja -kohteet

2.1 Nykytila

Nykyisten järjestelmien yhteinen piirre yhtä järjestelmää lukuun ottamatta (Länsiväylä) on nopeusrajoitusten muuttaminen sään ja kelin mukaan. Muutamassa järjestelmässä myös liikennetilanne vaikuttaa käytettävään rajoitukseen. Talvikaudella 2004–2005 nopeusrajoituksen alentamisperusteena käytettiin myös pimeyttä. Liikenne- ja viestintäministeriön yleisohjeen mukaan talvikausilla 2004–2005 ja 2005–2006 rajoitus 100 km/h voidaan jättää voimaan ensiksikin teillä, joilla vastakkaiset ajosuunnat on rakenteellisesti erotettu toisistaan niin, että ajautuminen vastaantulevien ajokaistalle estyy riittävän tehokkaasti. Toiseksi kaksikaistaisilla tieosuuksilla, joilla on ajantasaisesti ohjatut vaihtuvat nopeusrajoitukset, 100 km/h -rajoitusta voidaan myös talvikautena käyttää korkeimpana vaihtoehtoisena rajoitusarvona vuorokauden valoisana aikana hyvissä ajo-olosuhteissa.

Nopeusrajoituksia ja järjestelmään mahdollisesti kuuluvia varoitusmerkkejä ohjataan automaattisesti, mutta tarvittaessa järjestelmiä voidaan ohjata myös käsin. Automaattiohjaus perustuu tiesääjärjestelmän tuottamaan tietoon, josta järjestelmä laskee Tiehallinnon laatiman ohjauspolitiikan mukaisesti ohjaustiedon vallitsevan keli- ja liikennetilanteen mukaiseksi. Tiesääjärjestelmä tuottaa ohjaustiedot ohjausjärjestelmälle, joka välittää ohjaukset merkeille ja opasteille. Kohteesta riippuen sää- ja keli olosuhteet luokitellaan joko kolmeen (normaali, huono, erittäin huono) tai neljään (hyvä, normaali, huono, erittäin huono) luokkaan.

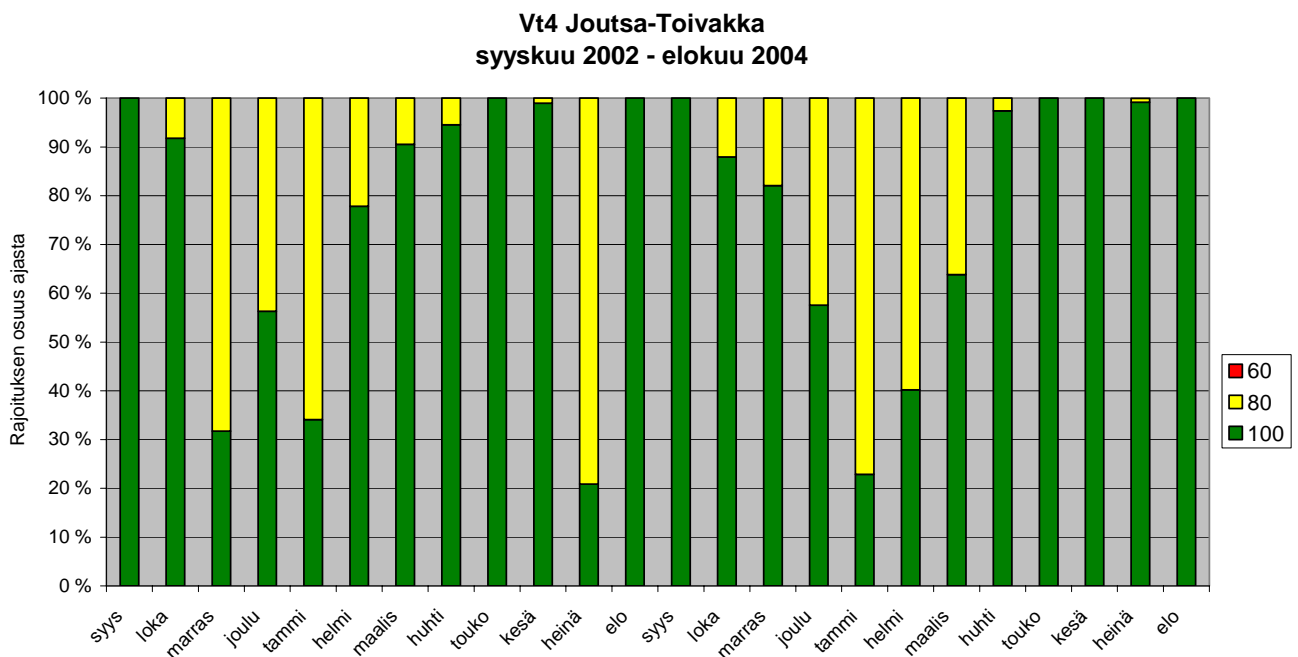
Yksiajorataisilla teillä käytettävät nopeusrajoitukset ovat 100, 80 ja 60 km/h. Poikkeuksen tästä muodostaa Tampere–Orivesi-tieosuus, jossa linjaosuuksilla alhaisin nopeusrajoitus on 70 km/h. Nopeusrajoitusjärjestelmien suunnittelussa yksiajorataisille teille ohjausjakson enimmäispituutena on 20 km.

Moottoriteillä perustilassa sekä normaaleissa keli- ja liikenneolosuhteissa nopeusrajoitusmerkit näyttävät 100 km/h, hyvissä keli- ja liikenneolosuhteissa 120 km/h, huonoissa keli- ja liikenneolosuhteissa 80 km/h ja erittäin huonoissa keli- ja liikenneolosuhteissa 60 km/h. Talvikaudella 120 km/h -nopeusrajoitusta ei ole käytetty, mikä on nopeusrajoitusten yleisohjeen mukaista. Keli-ohjausjakson pituus on enintään 15 km ja liikennetieto-ohjausjakson pituus on eritasoliittymäväli. Ohjaukset toteutetaan ajoratakohtaisesti.

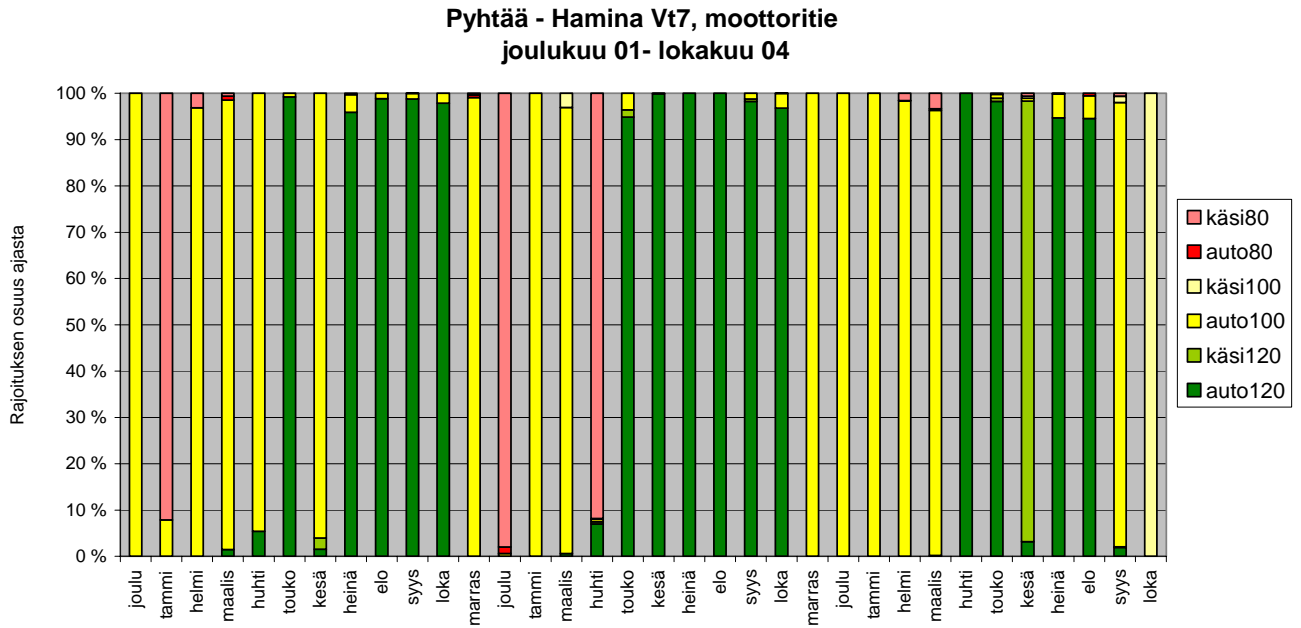
Järjestelmissä käytetään ulkonäöllisesti kahta eri merkkityyppiä. Uusimmissa järjestelmissä on puna-musta-valkoiset LED-merkit. E18-tien järjestelmissä on ulkonäöltään vastaavanlaiset kuituoptiset merkit. Vuosituhannen vaihteessa maan keskiosiin rakennetuissa järjestelmissä on sähkömekaaniset merkit, joissa värit ovat samat kuin kiinteissä nopeusrajoitusmerkeissä ja jotka erottuvat kiinteistä

merkeistä ainoastaan päiväloistekalvon ja taustalevyn avulla. Alun perin näitä järjestelmiä ohjattiin manuaalisesti, mutta ohjausjärjestelmät on myöhemmin automatisoitu.

Eri nopeusrajoitusten käyttöosuudet ovat vaihdelleet niin järjestelmästä kuin talvestakin toiseen. Esimerkiksi valtatiellä 1 tehdyn tutkimuksen (Hautala ym. 2001) aikana rajoitusta 80 km/h käytettiin 94–96 % ajasta, rajoitusta 100 km/h 4 % ajasta ja rajoitusta 60 km/h vain 0,3 % ajasta. Rajoituksen 80 km/h suurta osuutta selittää tutkimuksen aikana voimassa ollut ohjauskäytäntö, jonka mukaan 80 km/h oli hämärällä ja pimeällä korkein käytetty rajoitus. Kuvissa 1 ja 2 on esimerkit nopeusrajoitusten käyttöosuuksien vaihtelusta kuukaudesta toiseen ja järjestelmästä toiseen.



Kuva 1. Vaihtuvien nopeusrajoitusten käyttö valtatiellä 4 Joutsan ja Toivakan välillä.



Kuva 2. Vaihtuvien nopeusrajoitusten käyttö valtatie 7 moottoritieosuudella.

2.2 Käyttöpolitiikan ja järjestelmän kehittämistavoitteita

Tavoitteena on käyttää vaihtuvia nopeusrajoitusjärjestelmiä keli- ja liikennetieto-ohjattuna ympärivuotisesti. Erityiskohteissa järjestelmään liitetään myös muututtuvia kelivaroitusmerkkejä.

Vaihtuvia nopeusrajoitusjärjestelmien käyttöpolitiikka tulee laatia turvallisuuspainotteisesti, millä tarkoitetaan sitä, että ylintä nopeusrajoitusta käytetään varovaisesti ja alinta varman päälle. Ylin käytettävä nopeusrajoitus määräytyy tien ominaisuuksien mukaan. Hyvissä keliolosuhteissa suurinta nopeusrajoitusta käytetään liikennetilanteen salliessa. Huonojen keliolosuhteiden vallitessa vähäisenkin liikenteen aikana käytetään normaalia alemmaa nopeusrajoitusta. Vaihtuvien nopeusrajoitusten käytön toisena tavoitteena on parantaa myös sujuvuutta. Liikennemäärää käytetään sään ja kelin lisäksi ohjausperusteena erityiskohteissa, joita ovat ruuhkautuvat vilkkaasti liikennöidyt osuudet. Vaihtuvien nopeusrajoitusten käyttö ei saa kuitenkaan lisätä riskitasoa.

Suomessa kaikkien vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien ohjauksen tulee perustua ainakin säähän ja keliin. Ohjausta varten olosuhteet luokitellaan neljään luokkaan: hyviin, normaaleihin, huonoihin ja erittäin huonoihin ajo-olosuhteisiin, joita varten tiekohtaisesti määritellään käytettävät rajoitusarvot. Ylimmän rajoituksen käyttö talviolosuhteissa edellyttää ennustamista ja pitkäkestoista hyvien olosuhteiden ajanjaksoa. Maan eri osissa keliluokat muodostetaan eri kriteerein – esimerkiksi Lapin normaali talvikeli ei ole sama kuin etelärannikon normaali talvikeli.

Ohjauksen tulee perustua automaattiseen, tarkkaan ja luotettavaan olosuhteiden määrittelyyn ja luokitteluun. Nykyisin joissain kohteissa käytettävä tapa, jossa järjestelmä suosittelee rajoitusta ja päivystäjä joko hylkää tai hyväksyy ehdotuksen, on liian vaativaa päivystäjille, jos laskennassa yhdistetään keli- ja liikennetieto yhdeksi ohjaustiedoksi. Päivystäjän pitää kuitenkin varmistaa järjestelmän toimivuus ainakin kelin suhteen. Lähtökohtana on automaattiohjaus ja käsiohjausta käytetään vain tarvittaessa.

Vanhoissa järjestelmissä käytetyt tekniikat, kuituoptiikka ja prismat, rajoittivat käytetyt arvot kolmeen. Nykyään käytettävä LED-tekniikka sallii merkeissä useiden eri numeroiden käytön. Esimerkiksi väliarvojen 90 ja 70 km/h käyttö nykyisin käytössä olevien arvojen lisäksi saattaisi monissa kohteissa olla järkevää. Kahta korkeinta rajoitusarvoa ei kuitenkaan kannata asettaa käytettävän 10 km/h välein. Kun ylin käytettävä arvo ja sen perusteella muut arvot valitaan tien ominaisuuksien perusteella, voivat käytettävät rajoitukset olla esimerkiksi 120/100/90/80 tai 100/80/70/60.

Vaihtuvia nopeusrajoituksia käytettäessä tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, että liitynnät kiinteiden rajoitusten teihin eivät aiheuta epäloogisia nopeusrajoitusten muutoksia.

Liikenne- ja viestintäministeriön yleisohjeen mukaan ajantasaisesti ohjatuissa vaihtuvissa nopeusrajoituksissa kaksikaistaisilla teillä ei voi käyttää rajoitusta 100 km/h vuorokauden pimeänä aikana. Vaihtuvien nopeusrajoitusten järjestelmissä pimeyden sinällään ei kuitenkaan tule olla nopeusrajoituksen alentamiseen vaikuttava tekijä. Sen sijaan ohjaus voidaan säätää niin, että pimeässä muut kriteerit täyttyvät valoisaa aikaa herkemmin.

Nostettaessa yksiajorataisella tiellä nopeusrajoitusta 80 km/h:stä saattavat raskaan liikenteen ajoneuvokohtaiset nopeusrajoitukset lisätä ohitusten määrää. Ohitusonnettomuuksia tapahtuu kuitenkin vähän. Tutkimustietoa vaihtuvien rajoitusten vaikutuksista erilaisilla teillä ja raskaan liikenteen määrillä ei ole käytettävissä. Asia vaatii lisäselvitystä.

2.3 Tulevat käyttökohteet

2.3.1 Lähtökohta

Vaihtuvien nopeusrajoitusten käyttökohteiden määrittämiseksi selvitettiin eri suunnitelmat nykyisen tieverkon kehittämissuunnitelmat (Liite A). Vaihtuvien nopeusrajoitusten käytön lähtökohdaksi päätettiin ottaa tieverkko, joka on linjassa tieverkon pitkäaikaisten kehittämissuunnitelmien kanssa. Viime vuosina on ollut esillä useita eri päätieverkkomääritelmiä, -suunnitelmia ja -termejä. Niitä on käytetty määriteltäessä muun muassa toimintaympäristöjä ja seurantaverkkoja.

Tieosuuksien tarpeellisuutta kuulua verkkoon päätettiin määritellä liikenneturvallisuuden ja liikennemäärien perusteella. Kriteerien valinta perustui tavoitteisiin parantaa vaihtuvilla nopeusrajoituksilla liikenneturvallisuutta ja kohdistaa järjestelmien hyödyt mahdollisimman isoon käyttäjämäärään.

2.3.2 Kriteerit

Tieosuuksien liikenneturvallisuutta voidaan kuvata joko onnettomusriskillä tai henkilövahinko-onnettomuustiheydellä. Tässä kriteeriksi valittiin kuolemantiheys.

Peltola ym. (2004) ovat määritelleet kuolemantiheydelle viisi luokkaa siten, että kuhunkin luokkaan kuuluu noin viidennes runkoverkosta. Nämä luokat ovat:

- luokka 1, alle 0,47 kuollutta vuodessa sadalla tiekilometrillä
- luokka 2, 0,47–1,07 kuollutta vuodessa sadalla tiekilometrillä
- luokka 3, 1,08–1,79 kuollutta vuodessa sadalla tiekilometrillä
- luokka 4, 1,80–2,69 kuollutta vuodessa sadalla tiekilometrillä
- luokka 5, yli 2,70 kuollutta vuodessa sadalla tiekilometrillä.

Vaihtuvien nopeusrajoitusten käytön tärkeyden kannalta valittiin seuraavat kuolemantiheyskriteerit: I) luokka 5, II) luokka 4 ja III) luokka 3 tai alempi.

Liikennemääräraja-arvot valittiin yleisesti käytettyjen vilkas- ja vähäliikenteisten teiden määritelmien mukaan seuraavasti: 1) KVL yli 6 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, 2) 3 000 - 6 000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja 3) alle 3 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Raskaan liikenteen määrä tieosilla otettiin huomioon siten, että raskaan liikenteen osuus liikenteestä muutettiin vastaamaan henkilöautoja HCM:ssä (TRB 2000) määritellyn ekvivalenttikertoimen (2,2) mukaan.

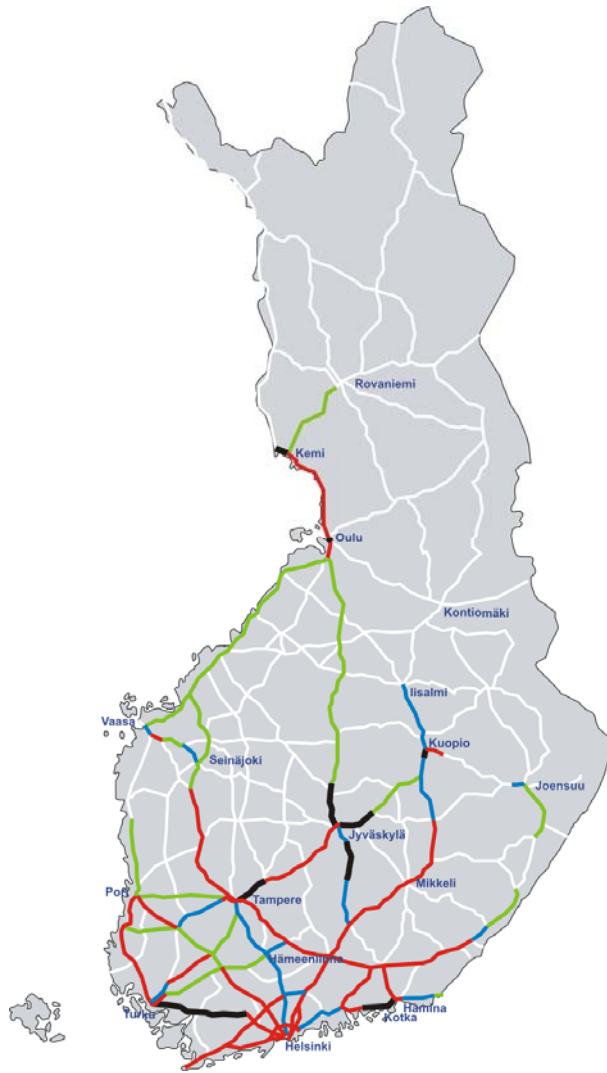
Vuosille 2001–2005 tehdyn liikenneturvallisuussuunnitelman ja valtioneuvoston päätöksen mukaan liikenteen automaattista valvontaa pitää lisätä. Tavoitteena on, että vuoteen 2009 mennessä automaattisesti valvottavia tieosuuksia olisi noin 2 500 kilometriä. Poliisin ylijohdo ja Tiehallinto ovat yhdessä kartoittaneet, millä tieosuuksilla tulisi lähivuosina ottaa käyttöön automaattinen liikennevalvonta.

Tällä hetkellä automaattivalvonnan toimintaa ei ole yhdistetty vaihtuvien nopeusrajoitusmerkkien toimintaan. Vaihtuvia nopeusrajoituksia ja automaattivalvontaa voidaan käyttää samoilla teillä vasta sitten, kun teknisestä toteutuksesta on sovittu. Koska vaihtuvia nopeusrajoitusjärjestelmiä rakennetaan vähemmän kuin automaattivalvontaa ja automaattivalvontaan kehitettäneen uusia menetelmiä, ei automaattivalvonnan todettu tässä vaiheessa olevan este vaihtuvien nopeusrajoitusten suunnittelulle. Automaattivalvonnan käyttöä tai käyttöönottosuunnitelmia ei pidetty kriteerinä määrittäessä tieosien tärkeyttä vaihtuvien nopeusrajoitusten kannalta.

Teiden kunnossapitoluokka on yleensä verrannollinen liikennemäärään. Tästä syystä tieosuuksien kunnossapitoluokkaa ei pidetty kriteerinä määritettäessä tieosien tärkeyttä vaihtuvien nopeusrajoitusten kannalta.

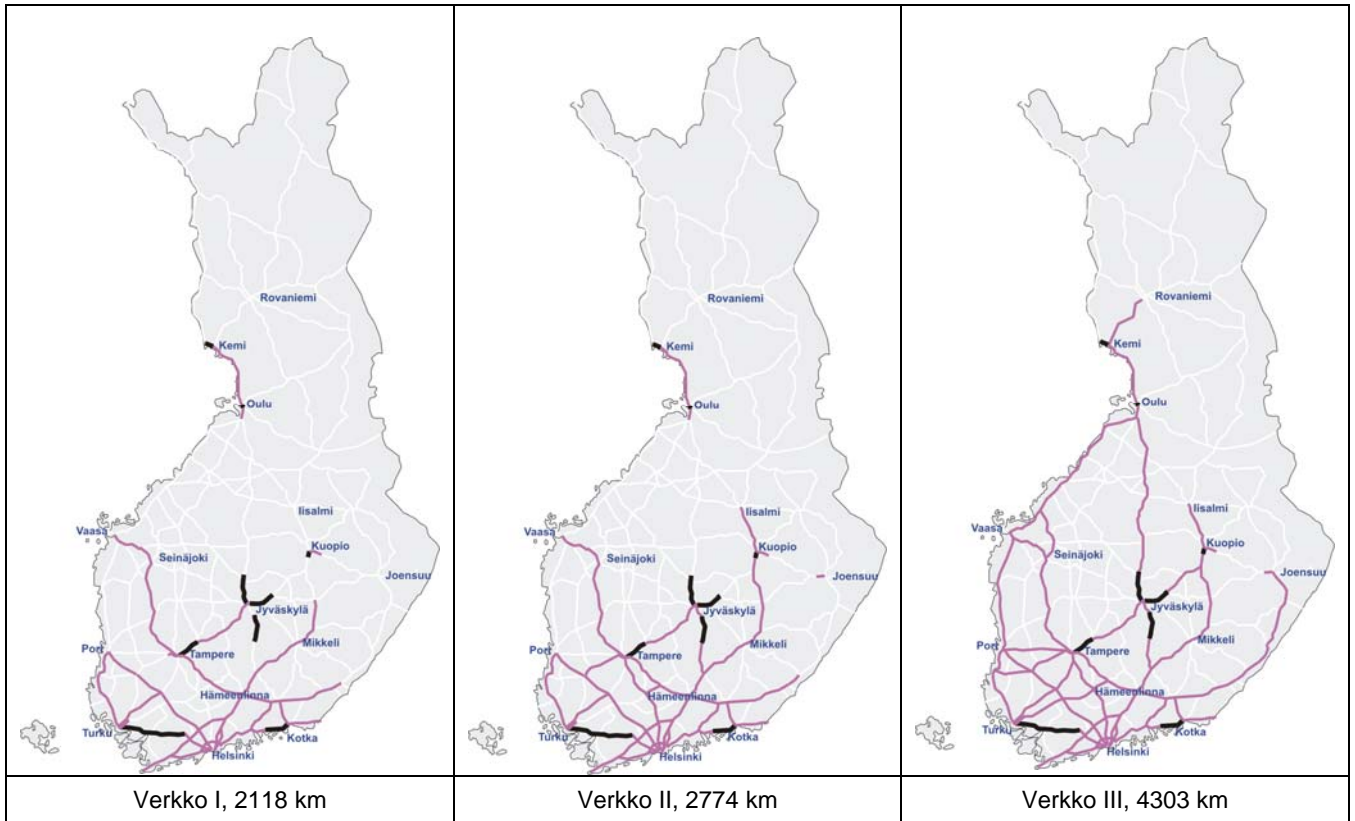
2.3.3 Tiejaksojen priorisointi

Minimiverkoksi vaihtuvien nopeusrajoitusten käytön kannalta määritettiin osuudet, joilla sekä liikennemäärä että kuolemantiheys täyttivät korkeimman luokan kriteerit. Tällaisia tiejaksoja oli yhteensä 1795 kilometriä. Minimiverkkoa laajempi verkko ehdotetaan rajattavan siten, että minimiverkkoon lisätään osuudet, joilla joko liikennemäärä tai kuolemantiheys oli ylimmässä luokassa. Tällaisia osuuksia aineistossa oli 807 tiekilometriä. Laajimmaksi vaihtuvien nopeusrajoitusten verkoksi ehdotetaan tiestöä, jolla liikennemäärä ylittää alimman liikennemääräkriteerin. Tämän verkon laajuus on 4 163 kilometriä (kuva 4).



Kuva 4. Kriteerin täytyminen tiejaksoilla (musta = olemassa oleva järjestelmä, punainen = tiukimmat liikennemäärä- ja -turvallisuuskriteerit täyttävä osuus, sininen = tiukimmat liikennemäärä- tai -turvallisuuskriteerit täyttävä osuus, vihreä = liikennemäärän minimikriteerin täyttävä osuus).

Kuten kuvasta 4 voi havaita, tiukimmat kriteerit täyttävät tieosuudet (punaisella) eivät muodosta kaikin paikoin yhtenäistä verkkoa, ja lisäksi tarkastelun kohteena olevalla verkolla on osuuksia, joilla liikennemäärä oli alle 3000 ajoneuvoa vuorokaudessa, eli osuuksilla ei täyttynyt asetettu liikennemäärän minimikriteeri. Kuljettajan kannalta on kuitenkin tärkeää, ettei ohjaus muutu epäloogisesti yhtenäisellä, muuttumattomalla tiejaksoilla, jolla ei ole liikenteen solmukohtaa. Tästä syystä kriteerit täyttävää minimiverkkoa sekä verkon kokonaislaajuutta ehdotetaan täydennettävän kuvan 5 mukaiseksi. Tällöin verkon eri osien pituudet ovat seuraavat: Verkko I 2118 km, Verkko II 2774 km ja Verkko III 4303 km.



*Kuva 5. Ehdotus vaihtuvien nopeusrajoitusten verkoksi eri laajuisena toteutetta-
essa.*

3 VAIKUTUSARVIOT

3.1 Vaikutukset kuljettajan käyttäytymiseen

Vaihtuvien nopeusrajoitusten yhteiskuntataloudellisesti mitattavat vaikutukset, kuten onnettomuudet, matka-aika ja ympäristövaikutukset, välittyvät kuljettajien toiminnan muutosten kautta. Kuljettajan toimintaa ovat esimerkiksi etäisyyden pitäminen edellä ajaviin, ohitukset, tarkkaavaisuuden kohdistaminen ja valmistautuminen erilaisiin tilanteisiin sekä ajonopeuden valinta.

Nopeusrajoitusten pääasiallinen tarkoitus on ohjata nopeuskäyttäytymistä, ja tämän vuoksi nopeuden muutokset (nopeusjakauman tunnusluvut kuten keskinopeus, hajonta jne.) ovat tärkein liikennekäyttäytymiseen liittyvä järjestelmän vaikutuksia mittaava arviointiperuste. Keskinopeuden ja turvallisuuden välisestä yhteydestä on myös selkeää aikaisempaa tutkimustietoa (ks. esimerkiksi Ranta ja Kallberg 1996).

Kiinteiden nopeusrajoitusten muuttamisen vaikutusta on tutkittu useassa tutkimuksessa. Talvinopeusrajoituskokeilussa (Peltola 1991) todettiin nopeusrajoituksen nostamisen 20 km/h:llä nostavan keskinopeutta noin 4 km/h ja vastaavasti nopeusrajoituksen laskemisen 20 km/h:llä alentavan keskinopeutta noin 4 km/h. Nopeusrajoitus alennettiin koko talvikaudeksi, ja luvut ovat keskiarvo erilaisilla keleillä mitatuista nopeusvaikutuksista. Nopeusrajoitusten alentamisella ei ollut merkittävää vaikutusta linja- ja kuorma-autojen nopeuksiin.

Vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikutuksista on tietoa valtatie 7 moottoritie-, moottoriliikennetie- ja sekaliikennetieosuuksilta sekä valtatie 1 sekaliikennetieosuudelta (Rämä 1997, Rämä ym. 1999, Hautala ym. 2001). Kaikki nämä kohteet ovat rannikon E18-tietä, ja niillä on käytössä kuituoptiset merkit, joiden ohjaus perustuu automaattisesti tuotettuun suosituskäytäntöön. Lisäksi järjestelmiin kuuluu vaihtuvia liukas ajorata -varoituserkkejä. Muiden tyyppisten kuin E18-tiellä käytettyjen järjestelmien nopeusvaikutuksia ei Suomessa ole tutkittu luotettavalla koeasetelmalla.

Taulukkoihin 1 ja 2 on koottu aikaisempien tutkimusten perusteella (Rämä 1997, Rämä ym. 1999, Hautala ym. 2001) arvioita eri rajoitusosuuksien käyttösuuksista kyseisissä kohteissa sekä vaikutuksen suuruuksia keskinopeuteen. Esimerkiksi moottoritieellä, jossa nopeusrajoitus talvella huonolla kelillä alennettiin 80 km/h:iin, kuljettajat ajoivat keskimäärin 2,5 km/h alhaisemmalla nopeudella kuin moottoritieellä, jossa vastaavissa olosuhteissa oli käytössä talvinopeusrajoitus 100 km/h. Vastaavasti, kun nopeusrajoitus sekaliikennetiellä talvella nostettiin vaihtuvilla nopeusrajoitusmerkeillä hyvän kelin aikana 100 km/h:iin, olivat ajonopeudet

2,9 km/h korkeammat kuin tiellä, jolla vastaavissa olosuhteissa oli voimassa talvi-nopeusrajoitus 80 km/h.

Taulukko 1. Vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikutukset talvella. Taulukossa on esitetty rajoitus ennen järjestelmän rakentamista ja rakentamisen jälkeen, kyseisen keliluokan osuus tutkimuskautena ja vaihtuvan järjestelmän vaikutus silloin, kun järjestelmää käytettiin ohjausperiaatteen mukaisesti. (Kelin vaikutus vähennetty vertailutien mittausten perusteella.)

Tieosa	Keliluokka	Rajoitus ennen -> jälkeen (km/h)	Keliluokan osuus (% ajasta)	Vaikutus keskinopeuteen (km/h)
Moottoritie vt7 (koko liikenne)	Huono	100 -> 80	15	-2,5
Sekaliikennetie vt7 (koko liikenne)	Hyvä	80 -> 100	20	+2,9
	Normaali	80 -> 80	59	+1,2
	Hyvä	80 -> 80	15	-3,0
Sekaliikennetie vt1 (jonojen ulkopuoliset)	Hyvä	80 -> 100	-	+6,1
	Normaali	80 -> 80	-	+1,6

Taulukko 2. Vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikutukset kesällä. Taulukossa on esitetty rajoitus ennen järjestelmän rakentamista ja rakentamisen jälkeen, kyseisen keliluokan osuus tutkimuskautena ja vaihtuvan järjestelmän vaikutus silloin, kun järjestelmää käytettiin ohjausperiaatteen mukaisesti. (Kelin vaikutus vähennetty vertailutien mittausten perusteella.)

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

Yleensä ottaen vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikutukset edellä mainituissa tutkimuksissa olivat samaa suuruusluokkaa kuin kiinteiden rajoitusten vaikutukset. Moottoritiellä keskinopeus aleni järjestelmän vaikutuksesta. Huono keli alensi sinälläänkin ajonopeutta, mutta vaihtuvalla alennetulla rajoituksella nopeus aleni tästä vielä lisää. Nopeusrajoitusten alentamisen todettiin moottoritien tutkimuksissa myös pienentävän nopeuksien keskihajontaa.

Yksiajorataisilla teillä keskinopeudet pääasiassa nousivat, koska alinta mahdollista rajoitusta käytettiin vain noin prosentti ajasta. Myös pelkkä merkkityypin muut-

taminen (kuituoptisiin tai LED-merkkeihin) vaikutti keskinopeuteen. Näiden tilanteiden yksityiskohtainen, keliluokittain tehty tarkastelu osoitti, että keskinopeus pyrki nousemaan huonon ja normaalin kelin mutta ei hyvän kelin aikana (Rämä ym. 1999). Tämä johtunee siitä, että muista liikennemerkeistä poikkeavat kuituoptiset liikennemerkit ja muuttuva järjestelmä ohjaavat nopeuksia tehokkaammin kuin kiinteä järjestelmä (Rämä 2001).

Moottoritien tulokset (Rämä 1997) perustuivat tutkimusasetelmaan, jossa ei ollut käytettävissä tietoa saman tien nopeuksista ennen järjestelmän rakentamista. Työssä tarkasteltiin myös nopeusrajoituksen 10 km/h tai tätä enemmän ylittäneiden osuutta. Osuuden todettiin olleen alentamattomia rajoituksia käytettäessä koe-tiellä pienemmät kuin kahdella vertailutiellä. Toisessa tutkimuksessa osoitettiin, että yksittäinen kuituoptinen vaihtuva alennettu nopeusrajoitus alensi nopeutta sekaliikennetien liittymässä tehokkaammin kuin kiinteä merkki tai tätä ulkonäöltään muistuttava liikennemerkki (Luoma ym. 1998, Rämä ym. 1999b). Nämä kaksi tulosta viittaavat siihen, että vaihtuvia nopeusrajoituksia noudatetaan paremmin kuin kiinteitä nopeusrajoituksia.

Tutkituilla vaihtuvien nopeusrajoitusten tieosilla oli käytössä myös vaihtuvia liukkaan ajoradan varoitusmerkkejä. Viestiä näytettiin noin viisi prosenttia ajasta, ja se alensi keskinopeutta 1–4 km/h (Rämä ym. 1999, Hautala ym. 2001). Tämä vaikutus kohdistui etenkin henkilöautoihin.

Taulukoissa 1 ja 2 esitetyt eri nopeusrajoitusluokkien käyttöosuudet selvitettiin tutkimusajanjaksoilta. Käyttöosuudet ovat todennäköisesti vaihdelleet eri vuosina.

Vaihtuvien sään ja kelin perusteella alennettujen nopeusrajoitusten sekä liukkaan ajoradan merkin on todettu myös pidentävän ajoetäisyyksiä (Rämä ym. 1999). Sääohjattujen merkkijärjestelmien on arvioitu kuljettajahaastattelujen perusteella myös lisäävän varovaisuutta ajamisessa: haastatteluissa kuljettajat ovat maininneet esimerkiksi ohitusten välttämisen ja ajokelin tarkemman havainnoinnin (Luoma ym. 2000).

Häiriöperusteisen nopeusrajoitusohjauksen tavoitteena on alentaa nopeusrajoitusta, ennen kuin väylä ruuhkautuu, jotta liikenne välittyisi optiminopeudella.

3.2 Turvallisuusvaikutukset

Onnettomuusvaikutusten arvioimiseksi aikaisempaa tutkimusaineistoa (Rämä ym. 2003, ks. luku 1) suomalaisten vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikutuksista henkilövahinko-onnettomuuksiin täydennettiin kahden talvi- ja kahden kesäkauden aineistoilla (talvet 2002–03 ja 2003–04, kesät 2003 ja 2004). Lisätarkastelusta jätettiin pois valtatie 9 kohde, josta oli vain kahden vuoden ennen-aineisto, ja Halikko–Paimio, josta vaihtuvat nopeusrajoitusmerkit oli poistettu moottoritien avaa-

misen yhteydessä. Tarkasteltuja kohteita oli näin ollen kuusi, joista kolme oli E18-tien kohteita ja kolme valtateiden 4 ja 9 kohteita (taulukko 3).

Taulukko 3. Vaihtuvien nopeusrajoitusten tutkimuskohteet.

Kohde	Tietyyppi	Pituus	Käyttöön- otto	Merkki- tyyppi	Ohjaustapa	Rajoitus ennen	Rajoitus jälkeen	Vaihtuvat opasteet
Vt1, Lohjanharju–Sammatti	2-kaistainen sekaliikennetie	15 km	kesä 1997	kuituoptinen	automaattinen	kesä 100 km/h talvi 80 km/h	60/80/100	6 kpl
Vt1, Salo–Suomusjärvi	2-kaistainen sekaliikennetie	36 km	joulukuu 1999	kuituoptinen	manuaalinen*	kesä 100 km/h talvi 80 km/h	60/80/100	4 kpl
Vt7, Pyhtää–Kotka	2-kaistainen sekaliikennetie ja moottoriliikennetie	8 km	joulukuu 1997	kuituoptinen	automaattinen	kesä 100 km/h talvi 80 km/h ^ talvi 100 km/h	60/80/100	8 kpl
Vt4, Joutsa–Toivakka	2-kaistainen sekaliikennetie	37 km	syyskuu 2000	sähköme- kaaninen	manuaalinen	kesä 100 km/h talvi 100 km/h	60/80/100	ei
Vt4, Jyväskylä–Äänekoski	2-kaistainen sekaliikennetie	29 km	syyskuu 1996	sähköme- kaaninen	manuaalinen	kesä 100 km/h talvi 80 km/h	60/80/100	ei
Vt9, Tampere–Orivesi	2-kaistainen sekaliikennetie	33 km	tammikuu 2000	sähköme- kaaninen	manuaalinen * *	kesä 100 km/h talvi 80 km/h	70/80/100 60/70/80 ^^	ei

* suosituslaskenta otettiin käyttöön tutkimuksen aikana

** suosituslaskenta ja automaattiohjaus otettiin käyttöön tutkimuksen aikana

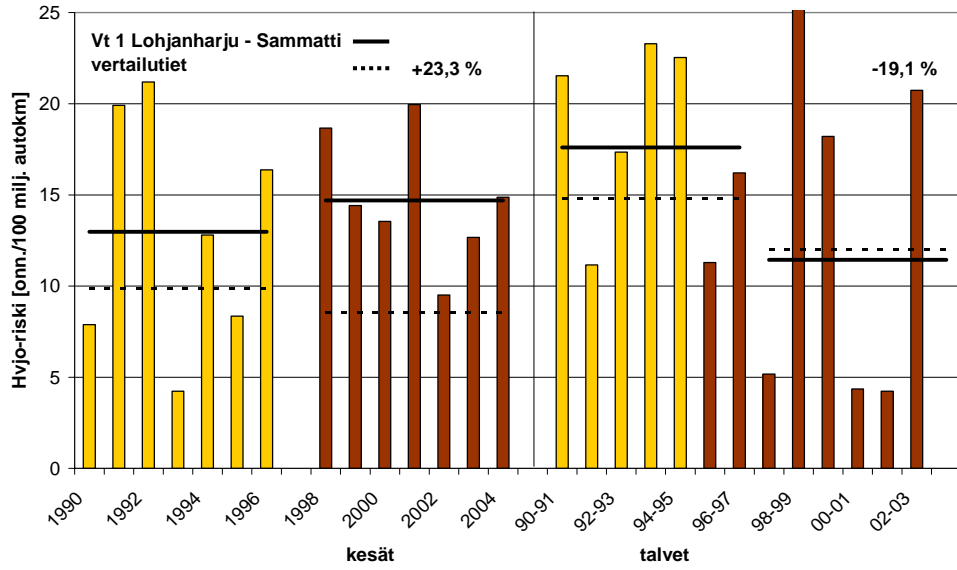
^ sekaliikennetieosuudella talvinopeusrajoitus 80 km/h

^^ liittymissä alhaisemmat rajoitukset kuin linjaosuuksilla

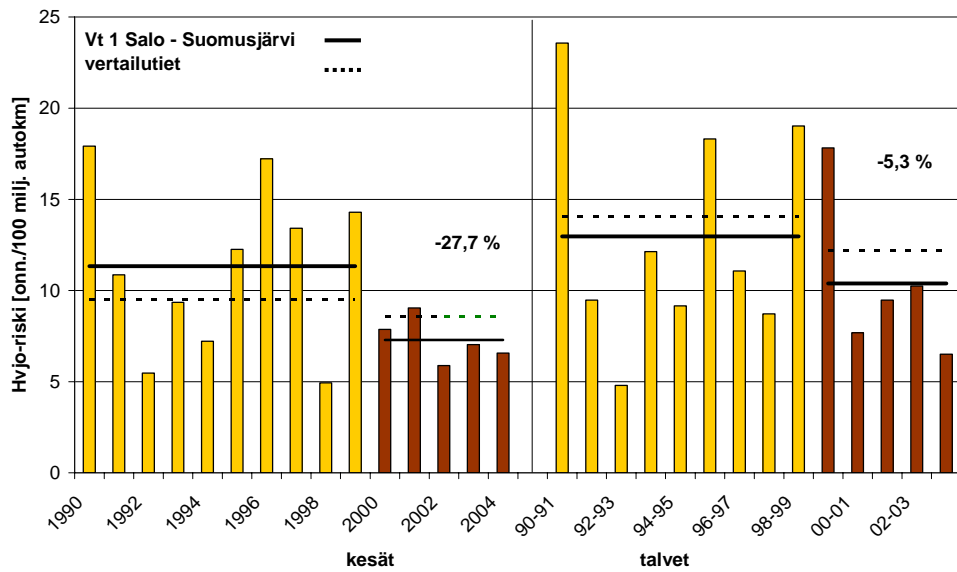
Turvallisuusvaikutuksen tilastollisen merkitsevyyden tarkastelemisessa käytettiin samaa log-lineaarista mallia kuin aiemmin. Jakaumaoletus mallissa oli Poisson. (ks. Rämä ym. 2003.) Vaikka kaikkia tarkasteluun mukaan otettuja kohteita tarkasteltiin yhdessä, aineistoa ei kuitenkaan ollut riittävästi, jotta mallin antamat tulokset olisivat olleet tilastollisesti merkitseviä.

Tuloksissa yksittäisten kohteiden henkilövahinko-onnettomuuksien riskejä kuvataan ei-merkitsevinä, suuntaa antavina lukuarvoina. Kuten mallissa tarkastelu perustuu kohteiden ennen- ja jälkeen-jaksojen keskimääräisiin onnettomuusriskeihin ja onnettomuusriskeihin vastaavina ajankohtina vertailuaineistossa. Onnettomuusriskit kohteittain on esitetty kuvissa 6–11. Kuhunkin kuvaan on merkitty koetien vuotuisten onnettomuusriskien lisäksi jakson keskimääräinen onnettomuusriski koetiellä (yhtenäinen viiva) ja vertailuteillä (katkoviiva). Lisäksi kuhunkin kuvaan ja taulukkoon on merkitty vaihtuvien nopeusrajoitusten arvioitu vaikutus turvallisuuteen (suhteellinen muutos) kesällä ja talvella, mikä on laskettu seuraavasti:

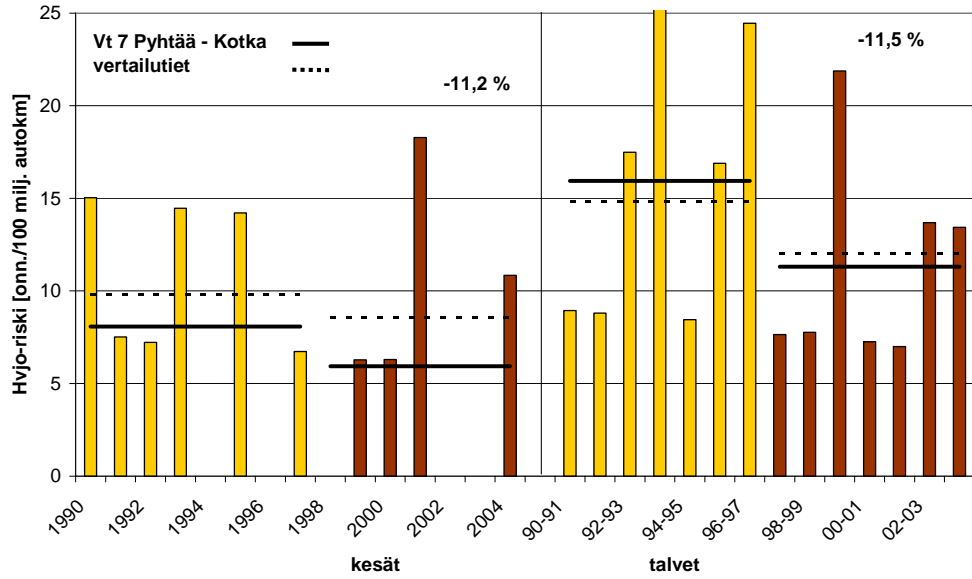
$$100 \times \left(\frac{\text{onn.riski}_{\text{jälkeen, koe}} - \text{onn.riski}_{\text{ennen, koe}}}{\text{onn.riski}_{\text{ennen, koe}}} - \left(\frac{\text{onn.riski}_{\text{jälkeen, vert}} - \text{onn.riski}_{\text{ennen, vert}}}{\text{onn.riski}_{\text{ennen, koe}}} \right) \right)$$



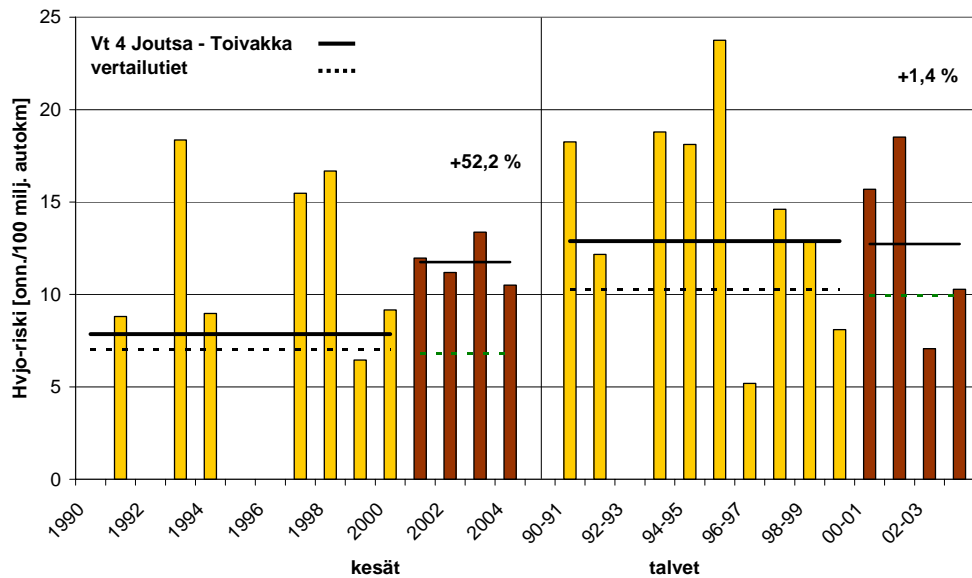
Kuva 6. Henkilövahinko-onnettomuuksien riskit ja riskimuutokset valtatiellä 1, Lohjanharju–Sammatti ($n_{kesät}=44$, $n_{talvet}=35$ hvj-onnettomuutta). Vertailuaineistossa talvinopeusrajoitus 80 km/h. Vaaleat pylväät kuvaavat ennen- ja tummat jälkeen-jaksoa.



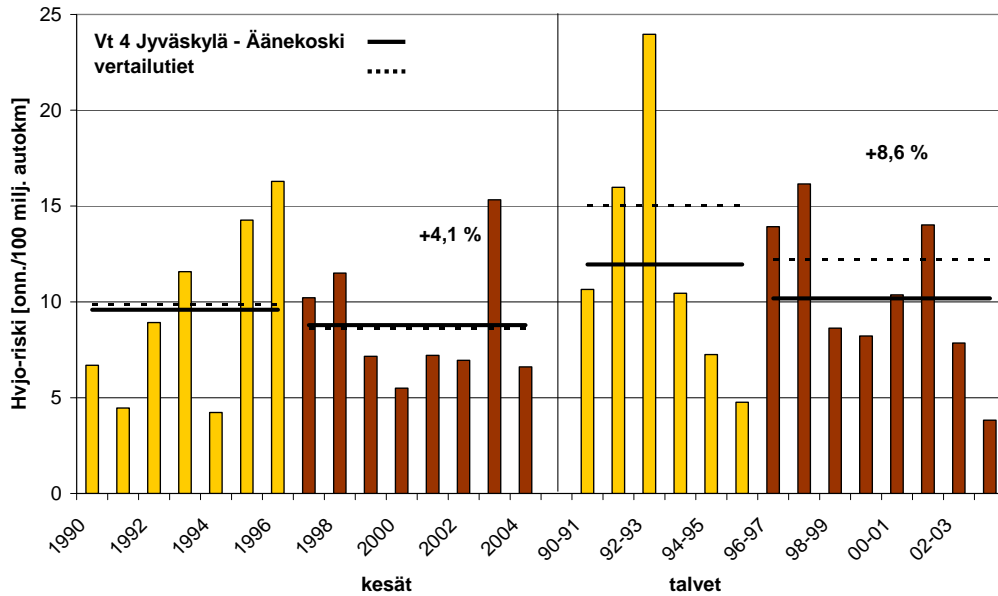
Kuva 7. Henkilövahinko-onnettomuuksien riskit ja riskimuutokset valtatiellä 1, Salo–Suomusjärvi ($n_{kesät}=80$, $n_{talvet}=69$ hvj-onnettomuutta). Vertailuaineistossa talvinopeusrajoitus 80 km/h. Vaaleat pylväät kuvaavat ennen- ja tummat jälkeen-jaksoa.



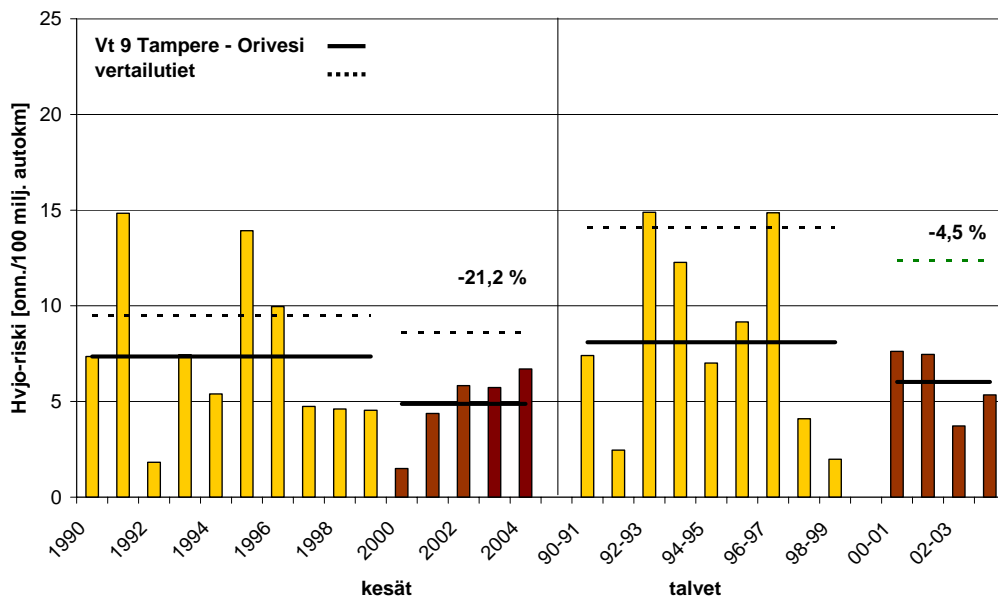
Kuva 8. Henkilövahinko-onnettomuuksien riskit ja riskimuutokset valtatiellä 7, Pyhtää–Kotka ($n_{kesät}=14$, $n_{talvet}=20$ hvj-onnettomuutta). Vertailuaineistossa talvinopeusrajoitus 80 km/h. Vaaleat pylväät kuvaavat ennen- ja tummat jälkeen-jaksoa.



Kuva 9. Henkilövahinko-onnettomuuksien riskit ja riskimuutokset valtatiellä 4, Joutsa–Toivakka ($n_{kesät}=30$, $n_{talvet}=33$ hvj-onnettomuutta). Vertailuaineistossa talvinopeusrajoitus 100 km/h. Vaaleat pylväät kuvaavat ennen- ja tummat jälkeen-jaksoa.



Kuva 10. Henkilövahinko-onnettomuuksien riskit ja riskimuutokset valtatiellä 4, Jyväskylä–Äänekoski ($n_{kesät}=57$, $n_{talvet}=61$ hvj-onnettomuutta). Vertailuaineistossa talvinopeusrajoitus 80 km/h. Vaaleat pylväät kuvaavat ennen- ja tummat jälkeen-jaksoa.



Kuva 11. Henkilövahinko-onnettomuuksien riskit ja riskimuutokset valtatiellä 9, Tampere–Orivesi ($n_{kesät}=51$, $n_{talvet}=40$ hvj-onnettomuutta). Vertailuaineistossa talvinopeusrajoitus 80 km/h. Vaaleat pylväät kuvaavat ennen- ja tummat jälkeen-jaksoa.

Aikaisempaan tutkimukseen perustuen Suomessa on päätetty rakentaa uudet järjestelmät E18-tyyppisten vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien kaltaisiksi. E18-tien järjestelmissä on käytössä suosituslaskenta ja nopeusrajoitukset on osoitettu

kuituoptisella tai LED-merkillä. Lisäksi näissä järjestelmissä on vaihtuvia varoitusmerkkejä.

Kaikissa E18-tien kohteissa järjestelmä näytti pienentävän henkilövahinko-onnettomuusriskiä. Keskimäärin nämä E18-tien suosituslaskentaa käyttävät järjestelmät vähensivät henkilövahinko-onnettomuusriskiä kesällä 11 ja talvella 10 prosenttia. Nämä luvut ovat osuuksien liikennesuoritteilla painotettuja onnettomuusastekeskisarvoja. Mallin suuntaa-antavat tulokset olivat kesälle -6 ja talvelle -14 prosenttia.

3.3 Turvallisuusvaikutustulosten tarkastelua

E18-järjestelmien trendi näytti pysyvän samana kuin aikaisemmassakin tutkimuksessa (Rämä ym. 2003), eli järjestelmät näyttivät parantaneen turvallisuutta sekä talvella että kesällä. Onnettomuusvaikutustutkimuksen ongelmana on kuitenkin tilastollisen epävarmuuden lisäksi se, että tuloksia on osin vaikea selittää tai ymmärtää tutkittujen nopeusvaikutusten ja eri nopeusrajoitusten käyttöosuuksien perusteella.

Tutkimuksessa oli mukana yksiajorataisia tieosia, joilla järjestelmiä oli pääasiassa käytetty nopeusrajoituksen nostamiseen. Aikaisemman tiedon perusteella onnettomuusriskin olisi tällöin pitänyt kasvaa (esim. Ranta ja Kallberg 1996). Alinta nopeusrajoitusta (60 tai 70 km/h) oli ilmeisesti käytetty järjestelmissä erittäin vähän, ja sen käyttöä oli ilmeisesti jopa vähennetty järjestelmien alkuajoista. Rajoitusten käytöstä ei kuitenkaan ollut riittäviä aineistoja koko tutkimuskaudelta, mikä vaikeuttaa huomattavasti tulosten tulkintaa. Viimeisimmät merkkilokit osoittivat, että esimerkiksi valtatie 7 vaihtuvaa järjestelmää olisi käytetty kiinteän talviraajoituksen tapaan tien geometriaan liittyvistä syistä.

Turvallisuusvaikutuksia ei arvioitu välillisesti nopeusvaikutusten avulla, koska vaihtuvien nopeusrajoitusten käytöstä ja vaikutuksista nopeuteen ei ole riittävän kattavaa kuvaa. Lisäksi turvallisuusvaikutustutkimuksen vaihtuvilla nopeusrajoituksilla näyttää olevan turvallisuutta parantavaa vaikutusta, jota tällainen tarkastelu ei kata. Vaihtuvien järjestelmien myönteisten turvallisuusvaikutusten taustalla lienevätkin seuraavat seikat:

- Onnettomuusriski on merkittävän suuri kaikkein huonoimmissa olosuhteissa. Järjestelmien tavoitteena on vaikuttaa juuri näihin harvoin esiintyviin ajanjaksoihin eli saada onnettomuudet vähenemään näissä ajallisissa onnettomuuksien kertymäkohdissa.
- Liukkaan ajoradan merkkiä oli kuitenkin käytettävissä olleiden aineistojen mukaan käytetty noin viisi prosenttia ajasta. Merkin on tutkimuksissa todettu alentavan keskinopeutta. Todennäköisesti merkkiä oli käytetty korkean riskin aikana.

- Korkeimman nopeusrajoituksen (100 km/h yksiajorataisilla teillä) käyttö ajoitetaan talvikaudella pienimmän riskin ajankohtiin hyvälle kelille. Tämä pienentää turvallisuuden kannalta kielteisiä vaikutuksia mutta ei niinkään selitä myönteisiä.
- Koska kuljettajat tietävät järjestelmän olevan sää- ja kelitiedon perusteella ohjattuja tai koska merkit ovat muista merkeistä poikkeavia, nopeusrajoituksia noudatetaan ko. osuuksilla yleensä paremmin. Järjestelmä saattaa vähentää nopeusrajoituksen ylittäneiden osuutta.
- Järjestelmiä oli käytetty osittain kiinteän talvirajoituksen tapaan. Näin käytettäessä järjestelmä alentaa keskinopeutta hyvällä kelillä, mikä parantaa turvallisuutta. Tämän vaikutus kuitenkin heikentää ajan myötä järjestelmän uskottavuutta ja pidemmällä tähtäyksellä myös vaikutuksia.

Aikaisemman tutkimuksen (Rämä ym. 2003) jälkeen valtateiden 4 ja 9 järjestelmissä oli lisätty suosituskentaperusteista ohjausta. Näiden järjestelmien vaikutukset näyttivät kuitenkin edelleen olevan liikenteen turvallisuuden kannalta osin kielteisiä. Käytettävissä olevien merkkilokien perusteella korkeinta nopeusrajoitusta (100 km/h) käytettiin näissä järjestelmissä suurempi osa ajasta kuin E18-tiellä.

Uudenkin selvityksen tulos tukee päätöstä, jonka mukaan Suomeen rakennetaan jatkossa E18-tyyppisiä vaihtuvia järjestelmiä. Järjestelmien pääasiallinen käyttö liittyy talviajan korkean onnettomuusriskin pienentämiseen. Järjestelmien käyttö kesäkaudella lienee jatkossakin vähäistä. Toisaalta tarve nopeusrajoitusten vaihtuvaan ohjaukseen voi olla erityisen suuri syksyllä (syys–lokakuussa), kun talvirajoitukset eivät vielä ole voimassa, tai keväällä (maalis–huhtikuussa), kun kesärajoitukset on jo otettu käyttöön.

3.4 Laskentaperusteet

Vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien vaikutusten arvioimiseksi tarkastelukoilla aineiston käsittelyä varten tehtiin seuraavat oletukset:

- vuodesta talviaikaa 6 kuukautta, kesäaikaa 6 kuukautta
- kunkin osuuden KVL vakio vuoden joka päivänä, samoin raskaan liikenteen osuus
- vaikutukset kevyeen ja raskaaseen liikenteeseen erilaiset
- loukkaantuneet ja kuolleet jakautuneet tasaisesti tarkasteluväleille
- kaikista kesän 100 km/h -osuuksista 66 % talvinopeusrajoituksen 80 km/h piirissä (ks. Peltola ym. 2003, taulukko 2)
- järjestelmällä ei vaikutuksia osuuksilla, joissa nykyinen nopeusrajoitus alle 80 km/h.

Henkilöautojen ennen-tilanteen keskinopeudet tieosuuksilla (taulukko 4) arvioitiin liikenteen automaattisten mittausasemien vuosien 1999–2004 tilastoista, jossa on

keskinopeudet autolajeittain eri tie- ja nopeusrajoitusluokissa talvi- ja kesäkausittain (Prokkola 2005).

Taulukko 4. Laskennalliset keskinopeudet ilman vaihtuvia nopeusrajoituksia eri tietyypeillä.

Keskinopeus (km/h)	Tietyyppi	Kevyet ajoneuvot				Raskaat ajoneuvot			
		Nopeusrajoitusluokka kesällä (km/h)				Nopeusrajoitusluokka kesällä (km/h)			
		80	100 (talvi 80)	100	120	80	100 (talvi 80)	100	120
Kesä	2-ajoratainen	83,5		101,0	115,0	79,0		87,8	88,0
	1-ajoratainen	81,0	94,0	98,0		80,0	85,0	86,0	
Talvi	2-ajoratainen	81,5		96,0	102,0	78,0		85,5	86,0
	1-ajoratainen	78,0	85,0	92,0		78,0	82,0	84,0	

Arvio eri nopeusrajoitusten tulevasta käyttösuuksista eri tietyypeillä (taulukko 5) tehtiin eri kelien osuksista olevan tiedon, olemassa olevien järjestelmien lokitietojen sekä tulevien järjestelmien tavoitteellisen käyttöpolitiikan perusteella. Lähtökohtana oli se, että tieosuuden maksiminopeusrajoitus ympäri vuoden on vuoden 2004 kesäajan nopeusrajoitus, eli nykyisillä talvinopeusrajoituksen alaisilla teillä nopeusrajoituksia sekä lasketaan että nostetaan nykyisistä.

Taulukko 5. Nopeusrajoitusten oletetut käyttösuudet.

Osuus ajasta (%)	Tietyyppi	Vaihtuva rajoitus	Nopeusrajoitus ennen (km/h)			
			80	100 (talvi 80)	100	120
Kesä	kaksiajoratainen	120	0		0	90
		100	0		99	9
80		100		1	1	
yksiajoratainen	100	0	90	90		
	80	99	9	9		
	70	1	1	1		
Talvi	kaksiajoratainen	120	0		0	10
		100	0		85	75
80		99		14	14	
70		1		1	1	
yksiajoratainen	100	0	20	20		
	80	85	65	65		
	70	14	14	14		
	60	1	1	1		

Arviot vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikutuksista ajonopeuksiin (taulukko 6) perustuvat aikaisempiin tutkimustuloksiin vaihtuvista ja kiinteistä nopeusrajoituksista. Aikaisemmissa tutkimuksissa on raportoitu muutoksia koko liikenteelle sekä jonon ulkopuolisille henkilöautoille. Nyt tuloksia jouduttiin sovittamaan jaon henkilöautot ja raskaat ajoneuvot mukaan. Aikaisemmin tehtyjen tutkimusten pe-

rusteella (Peltola 1991 ja Lähesmaa 1997) oletettiin, että vaikutukset raskaan liikenteen nopeuksiin ovat vähäisiä.

Taulukko 6. Oletus nopeusrajoituksen muutoksen vaikutuksesta henkilöautojen ja raskaiden ajoneuvojen keskinopeuteen. Esimerkiksi, jos kaksiajorataisella tiellä, jolla on ollut kesällä nopeusrajoitus 120 km/h, nopeusrajoitus lasketaan erittäin huonojen ajo-olosuhteiden takia 80 km/h:iin, kevyiden ajoneuvojen keskinopeuden oletetaan olevan 8 km/h alhaisempi kuin vastaavissa olosuhteissa keskinopeus olisi ollut ennen vaihtuvien nopeusrajoitusten käyttöönottoa.

Keskinopeuden muutos (km/h)	Tietyyppi	Nopeusrajoitus ennen (km/h)	Vaihtuvalla merkillä osoitettu rajoitus (km/h)									
			Kevyet ajoneuvot					Raskaat ajoneuvot				
			120	100	80	70	60	120	100	80	70	60
Kesä	kaksiajoratainen	120	0	-5,6	-8			0	0	-1		
		100		0	-4				0	-1		
		80			0				0			
	yksiajoratainen	100		0	-3				0	-1		
		80			0	-2				0	0	
Talvi	kaksiajoratainen	100	+4	0	-3	-4		0	0	-1	-2	
		80			0	-2				0	0	
	yksiajoratainen	100		0	-4	-6	-6		0	-1	-2	-2
		80		+4	+1	-2	-4		+2	0	0	0

Työssä käytettiin vaihtuville nopeusrajoitusjärjestelmille seuraavia henkilövahinko-onnettomuusanalyysiin perustuvia vaikutusarvioita. Talven arviona käytettiin aineistoista laskettua painotettua keskiarvoa -10 %. Arvioon sisältyvän epävarmuuden takia herkkyystarkasteluissa käytettiin myös mallin antamaa -14 prosentin vähenemää henkilövahinko-onnettomuuksiin. Kesän arviona käytettiin henkilövahinko-onnettomuuksien vähenemää -6 %, joka on mallin antama arvo sekä noin puolet painotetusta kesän keskiarvosta..

4 JÄRJESTELMIEN TOTEUTTAMISPERUSTEET

Järjestelmien rakentamiskustannukset on arvioitu taulukossa 7 esitetyn toteutusperiaatteen mukaan. Näillä periaatteilla lasketut liikenteen seurantalaitteiden määrät on esitetty taulukossa 8. Vaihtuvilla opasteilla tarkoitetaan LED-tekniikalla toteutettuja opasteita.

Taulukko 7. Vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien rakentamisperiaatteet.

Tietyyppi	Nopeusrajoitusmerkit	Tiedotusopasteen ja varoituserkin yhdistelmät	LAM-pisteet	Tiesääasemat	Liikennekamerat
Moottori- ja kaksiajorataiset tiet	6 kpl / eritasoliittymä toistomerkit (4 kpl) jos eritasoliittymäväli pidempi kuin 5 km	2 kpl / eritasoliittymäväli	1 kpl / eritasoliittymäväli	1 kpl / 15 km*	1 kpl / eritasoliittymä
Yksiajorataiset tiet	4 kpl / liittymä toistomerkit (2 kpl) jos liittymäväli pidempi kuin 5 km	1 kpl / 2 liittymäväliä	1 kpl / 20 km	1 kpl / 15 km	1 kpl / 20 km

* Nykyisissä järjestelmissä yleisesti käytetty keliohjausjakson pituus

Taulukko 8. Tarvittavat liikenteen seurantalaitteiden määrät eri verkkovaihtoehdoilla.

Verkko	Nykyiset ja lisättävät seurantalaitteet				
	LAM-pisteet		Tiesääasemat		Kamerat
	Nykyiset	Lisättävät	Nykyiset	Lisättävät	Nykyiset ja lisättävät yhteensä
Verkko I	83	152	63	50	251
Verkko II	106	191	82	67	317
Verkko III	136	237	120	104	393

Tiesääasemien kustannukset laskettiin kokoonpanolla, johon kuuluvat tuulimittarit, ilman lämpötilan ja kosteuden mittarit, näkyvyyden ja sateen olomuodon mittarit sekä tienpinnan tilaa mittaavat anturit.

Tietoliikennejärjestelmien kustannukset laskettiin seuraavassa esitettyjen tietoliikennekennerkäisujen perusteella:

- Moottori- ja kaksiajorataisten teiden tiedonsiirron runkokuitukaapelina käytetään yksimuotokuitukaapelia. Laitekaapeleina käytetään yksi- tai

monimuotokuitukaapeleita. Runkokytkimien tiedonsiirron kapasiteetti on vähintään 2 Gb/s, ja niiden palvelun laatu-, palveluluokka-, valvonta- ja hallintaominaisuudet ovat riittävät takaamaan luotettavan ja häiriöttömän videokuvan- ja tiedonsiirron.

- Yksiajorataisten teiden tiedonsiirtoon käytetään valokuitukaapelia, jolloin tiedonsiirron palvelutaso vastaa kaksiajorataisten teiden palvelutasoa. Laitekaapeleina käytetään yksi- tai monimuotokuitukaapeleita. Valokuitukaapeliratkaisussa verkkoon tarvitaan runkokytkimiä noin 30–50 kilometrin välein. Toisena vaihtoehtona on käyttää dataliittymäkohtaisia ADSL-liittymiä, joiden kapasiteetti on vähintään 1 Mb/s. ADSL-ratkaisulla saadaan luotettava hidaskuvansiirto 600...800 kb/s -kaistalla ja muun tiedonsiirto vähintään 200 kb/s -kaistalla.
- Kameroiden kuvaa voidaan nauhoittaa tarvittaessa kuvatallentimille. Tiehallinnon kuvatuotepalvelin kerää kameroiden still-kuvia Tiehallinnon intranet- ja internet-palveluihin. Kuvansiirtoon tarvittavan tiedonsiirron kapasiteetin tarve perustuu kamerasiirtojärjestelmän tai tallentimen välisen tiedonsiirron kytkentään vain silloin, kun kuvaa katsotaan tai nauhoitetaan. Esitysjärjestelmät liikennekeskuksissa ovat digitaaliseenälementtejä.
- Tienvarsilaitteet liitetään tiedonsiirtoverkkoon ethernet-liitännällä. Tiesäasemat liitetään ethernet-verkkoon päätepalvelimien avulla. Tiedotusopasteet liitetään suoraan liikenteenhallintaohjelmistoon ethernet-verkossa. Vaihtuvat nopeusrajoitusmerkit ja kaksiajorataisten teiden keskikaistojen sulkupuomit liitetään I/O-hajautusyksiköiden avulla päälogiikkaan ethernet-verkossa. Kaikkien laitteiden tiedonsiirto verkossa tapahtuu TCP/IP-protokollan avulla. Kaikki IP-osoitteelliset laitteet liitetään Tiehallinnon hallinta- ja valvontapalveluun. Tiejaksoille rakennettaviin laitetiloihin sijoitetaan sähkökeskukset, logiikat, tietoliikenneverkon kytkimet ja UPS-laitteet.
- Tiehallinnon tiesääjärjestelmä laskee keli- ja liikennetieto-ohjausta varten ohjaussuosituksia, jotka lähetetään liikenteen hallintaohjelmistolle OPC-rajapinnan välityksellä (OPC Foundation 1998). Liikenteenhallinnassa tarvittavat valvomolaitteet ja niiden ohjelmistot tarvitaan neljään liikennekeskukseen. Laajimmassa toteutusvaihtoehdossa ohjausjärjestelmien kahdennettuja palvelintietokoneita on 24 kappaletta ja ohjaustietokoneina PC-laitteita 16 kappaletta sekä erillisiä tietokantapalvelimia 4 kappaletta.

Laajamittaisten järjestelmien arvioidaan lisäävän liikennekeskusten henkilötönmäärää viidellä henkilötövuodella jokaisessa neljässä liikennekeskuksessa riippumatta verkon laajuudesta.

5 JÄRJESTELMIEN KANNATTAVUUS

5.1 Vaikutukset vuotuisiin turvallisuus- ja aikakustannuksiin

Vaikutukset liikenteeseen arvioitiin luvussa 3.4 esitettyjen nopeusmuutosten, turvallisuusmuutosten ja nopeusrajoitusten tulevan käytön perusteella. Näiden oletamusten mukaan minimiverkolla vuotuiset kustannushyödyt verrattuna vuoden 2004 tilanteeseen olisivat verkolla I 16,7 miljoonaa euroa, verkolla II 20,5 miljoonaa euroa ja verkolla III 26,9 miljoonaa euroa. Taulukossa 9 on esitetty hyötyjen kohdistuminen kesä- ja talvikausiin.

Taulukko 9. Vaihtuvan nopeusrajoitusjärjestelmän vuotuiset matka-aika- ja turvallisuusvaikutukset vuoden 2004 tilanteeseen verrattuna.

	Verkko	Matka-aika				Henkiövahingot		Kuolleet	
		Kevyet		Raskaat		kpl	milj. euroa	kpl	milj. euroa
		h*10 ³	milj. euroa	h*10 ³	milj. euroa				
Talvi	Verkko I	27,0	0,3	3,4	0,1	-28	-6,9	-3	-5,9
	Verkko II	38,7	0,4	5,0	0,1	-35	-8,7	-4	-7,3
	Verkko III	60,0	0,7	5,9	0,2	-45	-11,2	-4	-9,7
Kesä	Verkko I	76,3	0,8	2,5	0,1	-11	-2,8	-1	-2,4
	Verkko II	112,6	1,2	3,2	0,1	-14	-3,5	-1	-2,9
	Verkko III	138,8	1,5	4,7	0,1	-18	-4,5	-2	-3,9
Talvi + kesä	Verkko I	103,2	1,1	5,9	0,2	-39	-9,6	-4	-8,3
	Verkko II	151,2	1,7	8,1	0,2	-49	-12,1	-5	-10,2
	Verkko III	198,8	2,2	10,7	0,3	-63	-15,7	-6	-13,6

5.2 Rakentamiskustannukset ja vuotuiset ylläpitokustannukset

Järjestelmien rakentamiskustannukset arvioitiin luvussa 4 esitettyjen laskentaperusteiden mukaan. Kaksiajorataisilla teillä rakentamiskustannukset ovat noin kaksinkertaiset verrattuna yksiajorataisiin teihin. Suurin kustannus muodostuu kaapeleinneista (taulukko 10). Rakentamiskustannusten lisäksi esitetään arvio vuotuisista ylläpito- ja käyttökustannuksista (taulukko 11).

Taulukko 10. Keskimääräiset toteuttamiskustannukset, 20 vuoden ylläpitokustannukset ja kustannusosuudet rakentamiskustannuksista.

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

Taulukko 11. Vaihtuvan nopeusrajoitusjärjestelmän rakentamiskustannukset ja vuotuiset ylläpitokustannukset vuoden 2004 hintatasolla.

Kustannuslaji		Verkon laajuus	M€
Investointi	Järjestelmä	Verkko I	101,7
		Verkko II	129,0
		Verkko III	181,4
	Liikennekeskusten tekniset järjestelmät	ei merkitystä	1,7
Käyttö, hoito ja ylläpito	Järjestelmä	Verkko I	7,0
		Verkko II	8,9
		Verkko III	12,1
	Liikennekeskusten tekniset järjestelmät	ei merkitystä	0,4
	Henkilötyökustannukset liikennekeskuksissa	ei merkitystä	1,2

Yksiajorataisten tiedonsiirto voidaan toteuttaa runkokuitukaapeloinnin sijaan ADSL-dataliittymänä, jolloin investointikustannukset ovat tällöin laajimmalla tarkastellulla verkolla 84 miljoonaa euroa edullisemmat, mutta vuotuiset käyttökustannukset ovat noin kaksi miljoonaa euroa suuremmat.

5.3 Hyödyntäminen muissa palveluissa

Tiheämmän ympäristö-, keli- ja liikennetiedonkeruuverkon avulla saadaan tarkempaa tietoa tienpidon suunnittelun tarpeisiin liikenteen toimivuudesta, turvallisuudesta sekä ympäristövaikutuksista.

Tiesääsemaverkon tihentämisen ansiosta talvihoidon laatu ja laadunseuranta paranevat. Paremman tiedon ansiosta lisäksi urakoitsijoiden toiminta tehostuu, mikä vähentänee myös kustannuksia. Parantunut talvihoidon laatu vähentää huonon

ajokelin osuutta ja siten myös onnettomuuksia. Tiheämpi tiesääasemaverkko mahdollistaa lisäksi tiesääjärjestelmän laskennassa korvaavan tiesääaseman käytön, millä tarkoitetaan vikaantuneen tiesääaseman tietojen korvaamista lähimmän tiesääaseman redusoiduilla tiedoilla.

Riittävän kattavalla ja ajantasaisella seurantajärjestelmän avulla yhdistettynä Häätäkeskuksen ja liikennekeskusten väliseen tiedonvaihtoon häiriöt voidaan havaita nopeasti sekä saada selville myös häiriöiden vakavuus ja laajuus. Näin häiriötilanteiden hoito pystytään aloittamaan nopeasti, minkä ansiosta häiriötilanteista johtuvat seurannaisoikeudet ja aikakustannukset vähenevät. Ajantasaisen seurannan avulla runkoteiden matka- ja kuljetusketjujen ennustettavuus ja luotettavuus paranevat sekä varareittien käyttöönotto häiriötilanteissa nopeutuu.

Kattavan ja ajantasaisen seurantatiedon sekä tiedotus- ja varoitusopasteiden yhdistelmien avulla tienkäyttäjille voidaan esittää alennetun nopeusrajoituksen perusteet sekä varoittaa heitä huonosta kelistä. Häiriötilanteissa tiedotusopasteita voidaan käyttää matka-ajasta tiedottamiseen ja varareittiopastukseen.

Valokuitukaapeleihin perustuva tiedonsiirtoverkko mahdollistaa opasteiden ohjauksessa tarvittavan tiedonkeruun ja ohjaustiedon välittämisen lisäksi myös muiden palveluiden, kuten ajoneuvotunnistukseen perustuvien palveluiden ja täysin digitaalisen nopeusvalvonnan käyttöönottamisen. Tiedonsiirto ajoneuvon ja tiedonsiirtojärjestelmän välillä edellyttää standardoitujen ratkaisujen käyttöä. Valokuitukaapelilla toteutettu tiedonsiirtoverkko mahdollistaa myös videokuvaatuisen seurantakuvan välittämisen liikennekeskuksiin, jolloin kelin ja liikennetilanteen analysointi voidaan tehdä luotettavammin kuin still-kuvien avulla.

Tiedonsiirtoverkko voidaan jakaa eri viranomaisten käyttötärpeitä vastaaviin VLAN-kapasiteetteihin. Ajoneuvon sekä mahdollisen kuljettajan ja kuorman sähköiseen tunnistukseen tarvittavilla lähettimillä voidaan siirtää ajoneuvoista tietoa verkon välityksellä palvelu-, valvonta- ja kysynnän ohjauksen käyttöön.

Palvelukäytössä ajoneuvotunnistin voi toimia lisäksi myös ajonestolaitteena tai ajoneuvon informaatiolaitteiden ja tiedonsiirtoverkkoon liitettyjen lisäarvopalveluiden välittäjänä. Ajoneuvon ja palvelutoimittajien välillä voidaan verkon avulla välittää lisäarvopalveluita, kuten pysäköintipaikkavarauksia ja -maksuja, sekä kuljetusten logistiikkaan liittyviä viestejä. Ajoneuvoihin voidaan välittää myös viranomaisten liikennetiedotteita. Ajoneuvotunnistuksen perusteella tietojärjestelmällä voidaan tehdä automaattisesti määräraikkatutkimuksia.

Valvontakäytössä vastaanottimet liitetään tiedonsiirtoverkon osaksi, jolloin poliisin suorittama nopeusvalvonta voidaan tehdä linkkivälien matka-aikojen perusteella. Kuljettajan sähköinen tunnistus mahdollistaa rangaistusvaatimuksen (sakon) määrittämisen Verohallinnon tietojärjestelmän avulla sekä lähettämisen ilman poliisin henkilötyötä. Tiedonsiirtoverkkoa voidaan hyödyntää ajoneuvojen

tunnistamisessa. Esimerkiksi vaarallisten aineiden ja erikoiskuljetusten seuranta voidaan toteuttaa ajoneuvojen ja kuorman tunnistuksen avulla. Poliisin, Tullin ja Rajavartiolaitoksen rikosten ennalta ehkäisevään toimintaan tarvittava ajoneuvojen valvonta ja seuranta on mahdollinen viranomaisten tietojärjestelmien ja tiedonsiirtoverkon avulla.

Kysynnän ohjauksen käytössä ajoneuvon ja kuljettajan tunnistuksen avulla voidaan toteuttaa suurten kaupunkiseutujen ruuhkautuvien väylien kysynnän ohjaus esimerkiksi aikatariffeja käyttämällä. Myös suoriteperusteisten tienkäyttömaksujen käyttöönotto runkoverkolla on mahdollista.

Ajoneuvojen tunnistus valvontakäyttöön ja kysynnän ohjauksen käyttöön edellyttää poliittisia päätöksiä ja lakimuutoksia.

5.4 Hyöty-kustannuslaskelma

Järjestelmien elinaikaisia hyötyjä ja kustannuksia määritettäessä käytettiin seuraavia olettamuksia:

- Vaihtuvien nopeusrajoitusten verkko (verkon laajuudesta riippumatta) rakennetaan viidessä vuodessa siten, että ensimmäinen rakennusvuosi on 2006. Verkon rakentamiskustannukset jakautuvat tasaisesti koko rakennusajalle. Koska verkon eri osien valmistumisen arviointi kunkin verkon osan kohdalta erikseen ei olisi ollut mielekästä, laskelmien yksinkertaistamiseksi kaikkien kustannusten oletettiin kuitenkin syntyvän vuonna 2008 eli rakentamisen aikavälin 2006–2010 puolivälissä. Näin ollen myös hyötyjä laskettiin kertyvän vasta vuodesta 2008 alkaen.
- Liikenteen vuotuinen kasvuprosentti on kaksi.
- Liikenneturvallisuus on suoraan suhteessa liikennesuorituksen muutokseen, mutta yleinen liikenneturvallisuuskehitys parantaa turvallisuutta vuosittain 5 % ($y_2 = y_1 * 1,02 * 0,95$).
- Vaihtuvien nopeusrajoitusten aikaansaamat turvallisuusmuutokset ovat kertaluonteisia eivätkä vaikuta yleiseen turvallisuuskehitykseen.
- Tämän tyyppisissä hankkeissa muiden hankearviointien kehikon erien, kuten päästöjen ja melun, vaikutukset ovat korkeintaan marginaalisia eivätkä vaikuta laskelmien kokonaistasoon. Täten niitä ei otettu laskelmissa huomioon.

Hankkeesta saatavat välittömät hyödyt laskettiin 20 vuoden ajalta (2008–2027). Käytön aikaiset vuotuiset hyödyt ja kustannukset muutettiin vastaamaan nykyarvoa diskonttaamalla tulevat hyödyt perusvuoteen 2006, joka on investoinnin to-

teuttamisen aloitusvuosi. Diskonttokorkona käytettiin 5 prosenttia. Diskonttaus tehtiin jokaiselta tarkastelujakson vuodelta. Vuotuiset käyttökustannukset diskontattiin investoinnin perusvuoteen 2006. Investointien kokonaishintaa ei diskontattu eri vuosilta.

Kuten edellä on esitetty, vaihtuvien nopeusrajoitusten käyttöpolitiikan ehdotetaan perustuvan sekä säähän ja keliin että liikennetilanteeseen perustuvaan ohjaukseen. Koska liikennetilanteen mukaan ohjattujen vaihtuvien nopeusrajoitusten liikenteellisistä vaikutuksista Suomessa ei ole tutkimustietoa, järjestelmien rakentamiskustannuksia kohdennettiin tässä erikseen sää- ja keliohjauksiseen järjestelmään, jolle hyöty-kustannussuhteen laskeminen oli rahallisesti arvioitavissa olevien hyötyjen perusteella mahdollista. Sää- ja keliohjattujen vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien kustannuksiksi laskettiin

- 25 % tiesää- ja liikenteenlaskentalaitteista
- 50 % tiedotusopasteista
- 80 % kaksiajorataisten teiden kaapeloinnista.

Yksiajorataisten teiden runkokaapelointikustannusten sijaan laskelmassa käytettiin paikallisten ADSL-dataliittymien kustannuksia. Keli- ja liikennekameroiden kustannuksia ei ole käytetty laskelmassa.

Vuotuisiin ylläpitokustannuksiin laskettiin 20 vuoden käyttöajalla kaapelointia lukuun ottamatta tienvarsilaitteiden 80-prosenttinen korvausinvestointi sekä käyttö- ja hoitokustannuksina 4 prosenttia investointikustannuksista kaapelointia lukuun ottamatta.

Kahdenkymmenen vuoden aikana sää- ja keliohjauksen ansiosta (turvallisuusvaikutus -10 % talvella, -6 % kesällä) laajimmalla verkolla vältetään 107 liikennekuolemaa ja 964 loukkaantumista. Verkko I:n osuus näistä luvuista on 65 ja 591 henkilöä. Verkko I:n 20 vuoden kustannusten arvioitiin olevan 185 M€ Verkko II:n 234 M€ ja Verkko III:n 325 M€. Sää- ja keliohjatun järjestelmän osuuksien kustannuksista arvioitiin olevan vastaavasti 118 M€, 149 M€ ja 203 M€ (taulukko 12). Alennetut nopeusrajoitukset lisäävät aikakustannuksia sekä kesällä että talvella. Käytetyin laskentaperustein sää- ja keliohjatun järjestelmän välittömien hyötyjen perusteella laskettu hyöty-kustannussuhde on 1,2–1,4.

Taulukko 12. Vaihtuvan nopeusrajoitusjärjestelmän vuoteen 2006 diskontatut hyödyt ja kustannukset 20 vuoden ajalta (2008–2027) vuoden 2004 hintatasossa, miljoonaa euroa.

Verkko	Sää- ja keliohjattu järjestelmä				Sää-, keli- ja liikennetieto-ohjattu järjestelmä	
	Hyödyt (M€)		Kustannukset (M€)		Kustannukset (M€)	
	Turvallisuus	Aika	Toteuttaminen	Käyttö, hoito ja ylläpito	Toteuttaminen	Käyttö, hoito ja ylläpito
Verkko I	170,0	-18,9	64,5	53,7	101,7	83,7
Verkko II	211,8	-27,5	81,3	67,2	129,0	105,3
Verkko III	278,3	-36,1	111,2	92,1	181,4	143,6

Vaikutusarviosta laadittiin herkkyystarkasteluja käyttäen erilaisia arvioita järjestelmän turvallisuusvaikutuksista ja käytettävien nopeusrajoitusten jakaumasta. Herkkyystarkastelut osoittivat, että järjestelmän hyöty-kustannussuhde on sitä korkeampi, mitä enemmän nopeusrajoitusten ohjauksessa oletetaan käytettävän korkeampia rajoituksia (taulukko 13). Koska turvallisuusvaikutuksen voidaan olettaa olevan verrannollinen käytettävien nopeusrajoitusten aikajakaumaan, ei hyötykustannustarkasteluun otettu mukaan näiden ääri vaihtoehtoja. Aikakustannusten osuus hyöty-kustannussuhteessa on merkittävä: ilman niiden mukaan ottamista hyöty-kustannussuhde olisi oletetuilla onnettomuusvaikutuksilla (taulukko 13) noin 1,2, 1,4 tai 1,8.

Taulukko 13. Sää- ja keliohjatun järjestelmän välittömien hyötyjen perusteella lasketut hyöty-kustannussuhteet eri turvallisuusvaikutusarvioilla ja nopeusrajoitusten käyttösuuksilla.

Vaikutus turvallisuuteen (%) talvella / kesällä	Nopeusrajoitusten käyttöpolitiikka *	H/K-suhde		
		Verkko I	Verkko II	Verkko III
-7 / -6	Vaihtoehto B	1,14	1,11	1,24
-7 / -6	Vaihtoehto C	1,46	1,22	1,41
-10 / -6	Vaihtoehto A	1,28	1,24	1,40
-10 / -6	Vaihtoehto B	1,41	1,38	1,55
-10 / -6	Vaihtoehto C	1,73	1,49	1,71
-14 / -6	Vaihtoehto A	1,64	1,60	1,68
-14 / -6	Vaihtoehto B	1,77	1,74	1,95

*

Nopeusrajoitusten ajallinen osuus (%)	Yksiajorataiset tiet				Kaksiajorataiset tiet			
	100	80	70	60	120	100	80	70
A	20	65	14	1	10	75	14	1
B	20	76	5	1	10	86	5	1
C	55	39	5	1	20	76	5	1

6 TARKASTELUA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli luoda arvio siitä, millaisia vaikutuksia päätieverkoston tai sen merkittävän osan kattavilla, sään ja kelin mukaan vaihtuvilla nopeusrajoituksilla olisi liikenteeseen ja mitä tällaisen järjestelmän rakentaminen ja ylläpito edellyttäisi ja maksaisi. Työn lähtökohdaksi valittiin tieverkko, jota liikenne- ja viestintäministeriön ja Tiehallinnon uusimpien suunnitelmien mukaan pyritään jatkossa muutenkin kehittämään. Tieverkko jaettiin osiin ja näistä osista muodostettiin kolme eri laajuista verkkoa. Valintaperusteina olivat liikenneturvallisuus ja liikennemäärät.

Työssä tutkittiin sää- ja keliohjauksisen järjestelmän kannattavuutta. Liikennetilanteen mukaan ohjattujen vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien kannattavuutta ei tutkittu, koska tällaisten järjestelmien liikenteellisistä vaikutuksista Suomessa ei ole tutkimustietoa. Järjestelmien rakentamis-, käyttö-, hoito- ja ylläpito-kustannukset arvioitiin viime vuosina toteutettujen järjestelmien mukaisesti, ja kaikki kustannukset, myös liikennetieto-ohjauksesta syntyvät, pyrittiin ottamaan mukaan. Syntyvät kustannukset kohdennettiin kuitenkin erikseen sää- ja keliohjauksiseen järjestelmään, jolle hyöty-kustannussuhteen laskeminen oli rahallisesti arvioitavissa olevien hyötyjen perusteella mahdollista.

Sääohjatun järjestelmän vaikutukset liikenteeseen arvioitiin turvallisuusmuutosten, nopeusmuutosten ja nopeusrajoitusten tulevan käytön perusteella. Turvallisuusvaikutusten laskennan perustana oli aikaisempi tutkimus vaihtuvien nopeusrajoitusten turvallisuusvaikutuksista Suomessa (Rämä ym. 2003). Tuon työn aineistoja täydennettiin kahden viimeisimmän vuoden käytettävissä olevilla aineistoilla. Päätulos oli samansuuntainen kuin aikaisemminkin. Suosituslaskentaan perustuvat järjestelmät näyttivät vähentävän henkilövahinkoja noin 10 %, vaikka järjestelmillä saavutettiin myös aikahyötyä. Vaikutukset kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen nykyisiin matkanopeuksiin arvioitiin tietyypeittäin nopeusrajoitusten käyttö-osuuksien ja nopeusrajoitusten vaikutusten perusteella.

Hyöty-kustannustarkastelu tehtiin 20 vuoden käytölle, ja siinä otettiin huomioon liikennemäärien oletettu kahden prosentin vuosittainen kasvu ja oletettu yleinen vuosittainen viiden prosentin vähenemä henkilövahinko-onnettomuuksissa. Päästö- ja melukustannusten oletettiin olevan korkeintaan marginaalisia, eikä niitä täten otettu laskelmissa huomioon.

Tulosten perusteella näyttää siltä, että sää- ja keliohjatun vaihtuvien nopeusrajoitusten järjestelmän rakentaminen Suomessa olisi kannattavaa. Välittömien hyötyjen perusteella laskettu hyöty-kustannussuhde oli todennäköisimmillä lähtöoletuksilla 1,1–1,9. Skenaariossa, jonka arvioidaan parhaiten vastaavan nykykäytäntöä, eli jossa ylintä sallittua nopeusrajoitusta (100 km/h) käytetään noin 20 % ajasta,

alimpia rajoituksia (70 ja 60 km/h) 6 % ajasta (taulukko 13, vaihtoehto B) ja oletettu turvallisuushyöty talvella oli 10 %, hyöty-kustannussuhde oli noin 1,4.

Tulosten kannalta merkittävää on, että liikenteen telematiikan keinoin näytetään saavutettavan turvallisuushyötyjä järjestelmällä, joka parantaa liikenteen sujuvuutta ja nopeutta silloin, kun olosuhteet ovat hyvät. Lisäksi tulee muistaa, että kaikki järjestelmän hyödyt eivät ole rahassa mitattavia, eivätkä täten sisälly laskettuihin hyöty-kustannussuhteisiin. Tällaisia tarkastelun ulkopuolelle jääneitä mahdollisia hyötyjä ovat muun muassa kuljettajien mukavuuden paraneminen, seurantajärjestelmien hyödyntäminen kunnossapidon ja tiedotuksen lähtöaineistona sekä ohjausjärjestelmän käyttö liikennetiedotuspalveluissa. Viime kädessä on kysymys siitä, minkälaista palvelua tienkäyttäjille voidaan ja halutaan tarjota ja mitkä ovat vaihtoehtoiset keinot saavuttaa asetettu palvelutasotavoite.

Saatujen arvioiden mukaan hyöty-kustannussuhteet eri laajuisilla verkoilla eivät merkittävästi eroa toisistaan. Sen sijaan tässä tutkimuksessa arvottamatta jääneet hyödyt lienevät merkittävimmät vilkkaimmin liikennöidyillä tieosuuksilla. Johtopäätöksenä onkin, että vaihtuvia nopeusrajoitusjärjestelmiä ei kannattane rakentaa hyvin laajasti mutta että niitä kannattaa jatkossa kuitenkin rakentaa lisää vilkasliikenteisille tieosuuksille. Järjestelmiä tulisi käyttää ympärivuotisesti samoin periaattein siten, että käytettäviin rajoituksiin vaikuttavat sää, kelin ja liikennevirta. Ohjauksen tulee perustua automaattiseen, tarkkaan ja luotettavaan seurantaan ja olosuhteiden luokitteluun.

Kiinnostava vaihtoehto voisi olla toteuttaa vaihtuva nopeusrajoitusjärjestelmä suppealle vilkasliikenteisimmälle verkon osalle, esimerkiksi pääkaupunkiseudun sisääntuloväylille. Tällä hetkellä ei kuitenkaan ole käytössä riittävästi tutkimustietoa, johon tällainen ratkaisu voidaan perustaa. Esimerkiksi tieto turvallisuusvaikutuksista on yksiajorataisilta teiltä. Käytännössä pääkaupunkiseudun sisääntuloväylät ovat moottoriteitä, joille tulokset eivät sellaisenaan ole yleistettävissä. Myös tieto liikenneperusteisesta ohjauksesta ja sen vaikutuksista sekä tieto eri rajoitusarvojen käyttösuuksien suhteesta liikenneturvallisuuteen on puutteellista. Järjestelmän laajentaminen esimerkiksi pääkaupunkiseudun sisääntuloväylille olisi näiden syiden vuoksi syytä perustaa kokeiluun, jossa järjestelmän käyttö, hyväksyttävyyden ja vaikutukset tutkitaan.

7 Lähteet

Liikenne- ja viestintäministeriö (2003). Valtakunnallisesti merkittävät liikenneverkot ja terminaalit. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki. 60 s. (Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 38/2003)

Lähesmaa, J. ja Schirokoff, A. (1998). Selvitys muuttuvien nopeusrajoitusten käyttönotosta Suomen pääteillä. Tiehallinto, Liikenteen palvelut. Helsinki. 83 s. + liitt. 61 s. (Tielaitoksen selvityksiä 60/1998)

LVM, ks. Liikenne- ja viestintäministeriö

OPC Foundation (1998) Ole for Process Control Overview ver. 1.0. www.opcfoundation.org

Peltola, H., Toivonen, S., Nuutinen, P. ja Sammallahti, J. (2006). Pääteiden kehittämistoimien kustannustehokkuus turvallisuuden näkökulmasta. Yhteysvälikoh-
taisen kehittämisselvitysaineiston analyysi. Tiehallinto. Helsinki. 61 s. + liitt. 3 s. (Sisäisiä julkaisuja 7/2006)

Ranta, S. ja Kallberg, V-P. (1996). Ajonopeuden turvallisuusvaikutuksia koskevi-
en tilastollisten tutkimusten analyysi. Tielaitos, Keskushallinto. Helsinki. (Tielai-
toksen tutkimuksia 2/1996).

Rämä, P. (1997). Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteen ohjausjärjestelmän vai-
kutukset Kotka–Hamina-moottoritieellä. Tiehallinto, Liikenteen palvelut. Helsinki.
66 s. + liitt. 23 s. (Tielaitoksen selvityksiä 1/1997)

Rämä, P. (2001). Effects of weather-controlled variable message signing on driver
behaviour. VTT. Espoo. (VTT Publications 667).

Rämä, P., Schirokoff, A. ja Rajamäki, R. (2003). Muuttuvien nopeusrajoitusjärjes-
telmien turvallisuus. Tiehallinto, Palvelujen suunnittelu. Helsinki. 66 s. + liitt. 8 s.
(Tiehallinnon selvityksiä 56/2003)

Tiehallinto (2001a). Tiehallinnon liikenteen hallinnan toimintalinjat – taustara-
portti. Tiehallinto, Liikenteen palvelut. Helsinki. 35 s. + liitt. 36 s.

Tiehallinto (2001b). Liikenteen seurannan valtakunnallinen esiselvitys. Tiehallin-
to, xx. Helsinki. xx s. + liitt. xx s. (Tiehallinnon selvityksiä 19/2001)

Tiehallinto (2003a). Valtakunnallinen liikenteen seurannan yleissuunnitelma. Tie-
hallinto, Liikenteen palvelut. Helsinki. 101 s. + liitt. 20 s. (Tiehallinnon selvityk-
siä 58/2002)

Tiehallinto (2003b). Pääteiden kehittämisen periaatteet. Luonnos 15.12.2003.

Tiehallinto (2006). TARVA, versio 6.5.

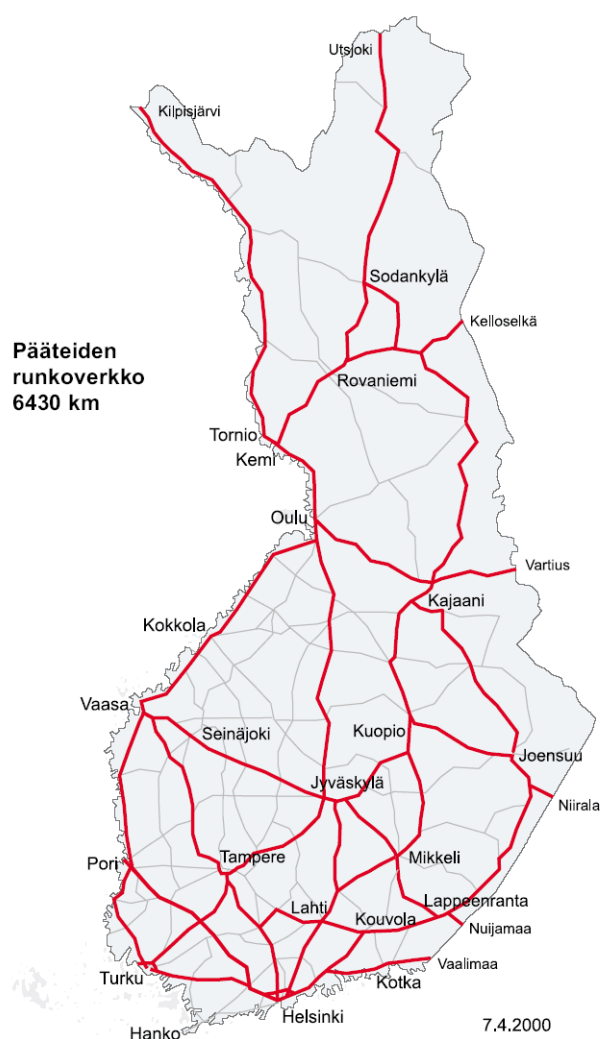
Tielaitos (2000). Tienpidon linjaukset 2015. Raportti. Tielaitos, tiehallinto, tie- ja liikenneolojen suunnittelu. Helsinki. 50 s.

TRB (2000). Highway capacity manual. Transportation research board. Washington D.C.

Liite A

Suunnitelmat Suomen tieverkon kehittämiseksi

Tielaitoksen johtokunta hyväksyi maaliskuussa 2000 strategisen suunnitelman tienpidon linjauksista vuoteen 2015. Strategian mukaan pääteiden kehittäminen painottuu liikenteellisen merkittävyyden ja kansainvälisten yhteyksien perusteella määritellylle runkoverkolle (kuva A). Runkoverkon pituus oli noin 6 630 kilometriä. Linjausten mukaan pääteitä kehitetään yhteysväleittäin ja ongelmakohteiden parantamisessa turvallisuus ja taloudellisuus painavat entistä enemmän. (Tielaitos 2000.)

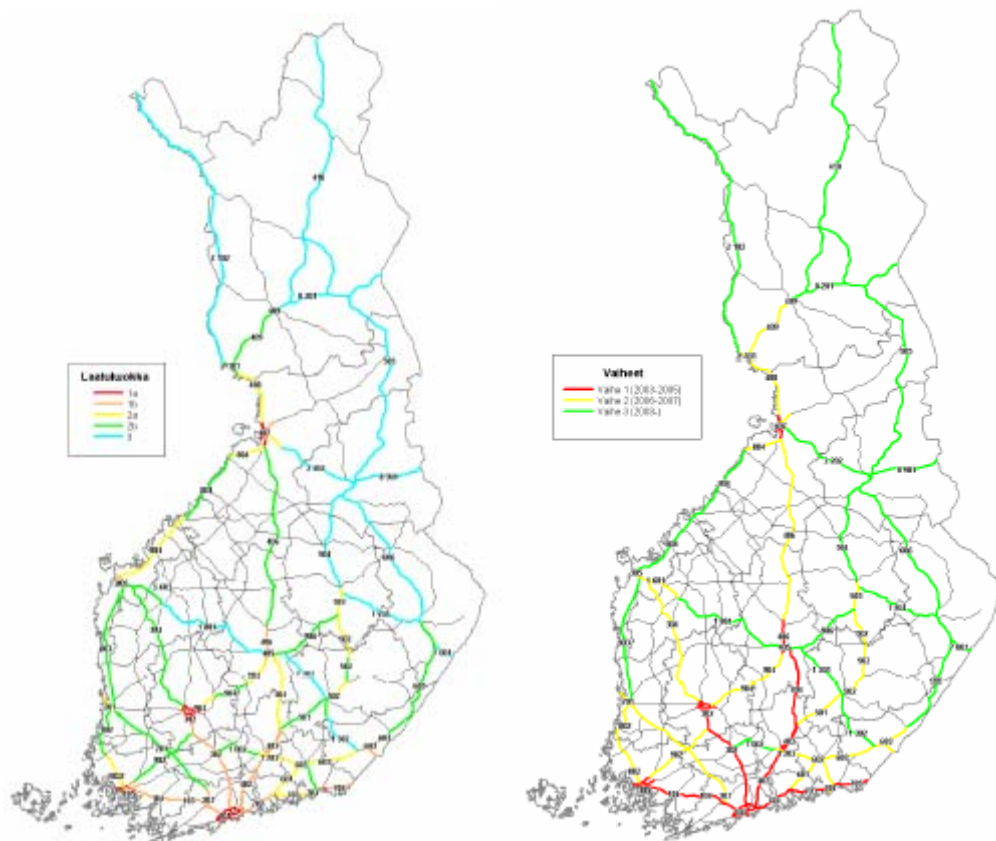


Kuva A. Pääteiden runkoverkko (Tielaitos 2000).

Liikenteen hallinnan toimintalinjat vuoteen 2015 hyväksyttiin Tiehallinnon johtoryhmässä marraskuussa 2000. Linjauksissa liikenteen hallinnan toimintaympäristöt jaoteltiin seuraavasti: moottoriväylät, päätieverkon ongelmakohteet ja

-osuudet, pääteiden runkoverkko, pääkaupunkiseutu, suuren kaupunkiseudut ja muut tiet. Linjauksissa moottoriväylillä todetaan tarvittavan yhteyksien liikenteellisen tärkeyden vuoksi liikenteen ja kelin laadukasta ajantasaista seuranta. Pääteiden runkoverkolla liikenteen hallinnan tulee olla ajantasaista, ja se vaatii siksi liikenteen ja kelin ajantasaista riittävän laadukasta seuranta. Ajantasaisesti olosuhteiden mukaan vaihtuvia nopeusrajoituksia käytetään tarvittaessa moottoriväylillä ja pääverkon ongelmakohteissa. (Tiehallinto 2001a.)

Vastaavaa tieverkon luokittelua käytettiin myös liikenteen seurannan valtakunnallisessa esiselvityksessä (Tiehallinto 2001b), jossa määriteltiin liikenteen hallinnan toimintojen asettamat vaatimukset liikenteen seurannalle ja tarvittaville liikennetiedoille. Valtakunnallinen liikenteen seurannan yleissuunnitelma (Tiehallinto 2003a) rajattiin koskemaan pääteiden runkoverkkoa ja suurten kaupunkiseutujen pääväyliä. Tämän tieverkon pituus oli noin 6 600 kilometriä. Liikenteen seurannan tarpeen arvioimiseksi yhteysvälit luokiteltiin viiteen luokkaan (kuva B) liikenteellistä merkitystä ja liikenteellisiä ongelmia kuvaavien tunnuslukujen perusteella. Lisäksi selvitykseen kuului ehdotus seurata järjestelmän toteuttamisvaiheita (kuva B).



Kuva B. Liikenteen seurannan laatutaso runkoverkon yhteysväleillä ja liikenteen seurannan toteutusvaiheet (Tiehallinto 2003a).

Liikenne- ja viestintäministeriö asetti 11.11.2002 työryhmän selvittämään valtakunnallisesti merkittäviä liikenneverkkoja sekä henkilö- ja tavaraliikennetermi-

naalien yhteyksiä. Työryhmä esitti, valtakunnallisesti merkittäviä teitä ja katuja ovat valtatie, TEN-tiet ja E-tiet, virallisiin rajanylityspaikkoihin johtavat maantiet, TEN-merisatamiin johtavat tiet ja kadut, valtakunnallisesti merkittävälle lentoasemille johtavat tiet ja kadut sekä valtakunnallisesti merkittäviin matkakeskusiin ja tavaraterminaaleihin johtavat tiet ja kadut. Valtakunnallisesti merkittävien teiden ja katujen yhteispituus oli noin 9 660 km. (LVM 2003.)

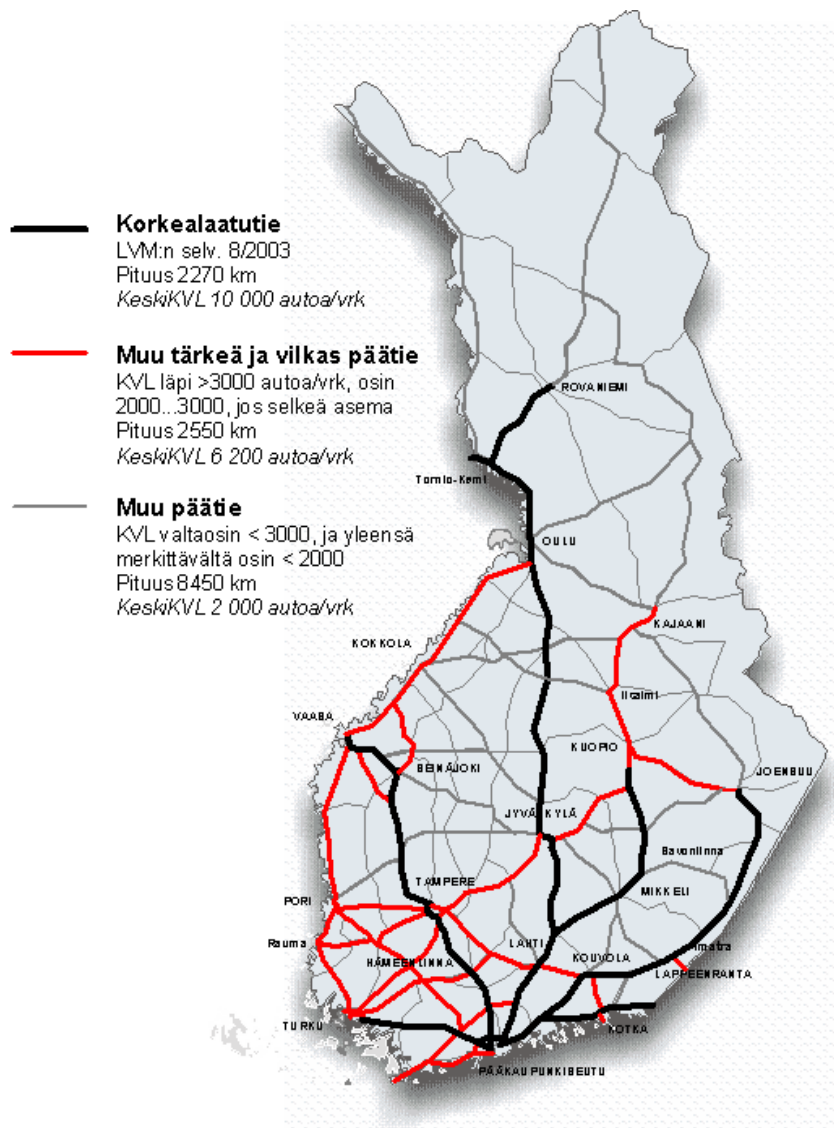
Laajempaa kuin maakunnallista merkitystä omaava liikenneverkko oli siten melko laaja. Työryhmän mukaan rajallisia investointiresursseja voitaisiin tehokkaimmin koko maata hyödyttävästi suunnata nykyistä enemmän kaikkein tärkeimpään liikenneverkon osaan, jolla palvelutaso yhteysväleittäin olisi mahdollisimman korkea ja yhtenäinen. Työryhmä esittikin valtakunnallisesti merkittävät liikenneverkot jaettavaksi kahteen luokkaan niin, että jokaisen liikennemuodon osalta määritellään verkon tärkein osa, ydinverkko. Tieverkon ydinverkkoa kutsuttiin korkealaatutieverkoksi. (LVM 2003.)

Työryhmän määritelmän mukaan korkealaatutiet yhdistävät pääkaupunkiseudun ja valtakunnan suurimmat kaupunkiseudut sekä pääkaupunkiseudun ja valtakunnan osat toisiinsa (kuva C). Korkealaatutiet palvelevat myös keskeisiä kansainvälisiä yhteyksiä. Korkealaatutieverkko ”kutistaa valtakuntaa” erityisesti sen pisimmässä ja toiminnallisesti tärkeimmässä suunnassa. Korkealaatuteilla määriteltiin olevan korkea standardi (moottoritie, 6-kaistatie, ohituskaistatie tai 2-kaistatie voimakkaasti rajoitetuin yksityistie- ja liittymäjärjestelyin), korkea turvallisuustaso, pääsääntöisesti 100 km/h:n nopeustaso, tiukat liittymä- ja maankäyttörajoitukset sekä lyhytmatkaisen paikallisen liikenteen ja kevyen liikenteen erottelu taajamissa ja tienvarsi-asutuksen kohdilla. Ehdotetun korkealaatutieverkon pituus oli 2 270 km eli alle puolet Tiehallinnon aiemmissa tavoitetilakuvauksissa käytetystä runkoverkosta.



Kuva C. Valtakunnallisesti merkittävien liikenneverkkojen ydinverkot (LVM 2003).

Tiehallinnon johtoryhmä hyväksyi vuonna 2003 toimintalinjauksen pääteiden kehittämisen periaatteista (Tiehallinto 2003b). Siinä päätiet esitetään jaettavan kolmeen ryhmään siten, että ensimmäinen on edellä mainittu korkealaatutieverkko. Loput päätiet jaetaan kahteen ryhmään: muihin aluerakenteessa tärkeisiin sekä vilkkaisiin pääteihin (2 501 km) ja muihin pääteiden yhteysväleihin (8 692 km) (kuva D). Suunnitelman mukaan korkealaatuverkolla on tavoitteena valtateiden peruslähtökohtia yhtenäisempi tieliikenteen palvelutaso, jolla tarkoitetaan laajassa mielessä nopeusrajoitustasoa 100 tai 120 km/h, ruuhkattomuutta, konfliktitilanteiden yleistä minimointia, telematiikan hyväksikäyttöä tiedotuksen ja häiriönpurkuvalmiuden apuna. Myös muiden tärkeiden ja vilkkaiden pääteiden linjaosuuksilla on turvallinen 100 km/h -nopeusrajoitustaso. Tavoitteena on lisäksi vuoteen 2030 mennessä näillä verkoilla puolittaa ja muilla pääteillä vähentää liikennekuolemia 10–30 prosenttia.



Kuva D. Pääteiden ryhmittely pääteiden kehittämissuunnitelmassa (Tiehallinto 2003b).

Pääteiden kehittämisen tavoitteita noin 20 vuoden aikajänteellä ovat muun muassa seuraavat:

- Korkealaatuteilla on muita pääteitä yhtenäisempi liikenteellinen palvelutaso. Tien standardi vaihtuu suhteellisen harvoin ja luonteissa liikenteellisissä jakopisteissä.
- Muilla tärkeillä ja vilkkailla pääteillä pyritään yleisesti ottaen turvalliseen 100 km/h -nopeusrajoitukseen.
- Muilla pääteillä on pääsääntöisesti tavoitteen säilyttää nykyisen kaltaiset liikumisolosuhteet.