



Liikenteen hallinnan vaikutukset tie-, rautatie- ja meriliikenteessä

Anna Schirokoff | Anne Silla | Saara Hänninen |
Veli-Pekka Kallberg | Hanna Askola



Liikenteen hallinnan vaikutukset tie-, rautatie- ja meriliikenteessä

Anna Schirokoff, Anne Silla, Saara Hänninen,
Veli-Pekka Kallberg & Hanna Askola

ISBN 978-951-38-8035-4 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

VTT Technology 111

ISSN-L 2242-1211

ISSN 2242-122X (verkkojulkaisu)

Copyright © VTT 2013

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT

PL 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

02044 VTT

Puh. 020 722 111, faksi 020 722 7001

VTT

PB 1000 (Teknikvägen 4 A, Esbo)

FI-02044 VTT

Tfn +358 20 722 111, telefax +358 20 722 7001

VTT Technical Research Centre of Finland

P.O. Box 1000 (Tekniikantie 4 A, Espoo)

FI-02044 VTT, Finland

Tel. +358 20 722 111, fax +358 20 722 7001

Liikenteen hallinnan vaikutukset tie-, rautatie- ja meriliikenteessä

The effect of traffic management on road, railway and maritime traffic.

Anna Schirokoff, Anne Silla, Saara Hänninen, Veli-Pekka Kallberg & Hanna Askola.

Espoo 2013. VTT Technology 111. 64 s. + liitt. 5 s.

Tiivistelmä

Liikenteen hallinnan tavoitteena on parantaa liikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta, vähentää liikenteen päästöjä sekä hyödyntää väyläkapasiteettia tehokkaammin. Työn päätavoitteena oli selvittää, mitä tiedetään liikenteen hallinnan vaikuttavuudesta etenkin turvallisuuteen, mutta myös liikenteen sujuvuuteen ja ympäristöön, kuten CO₂-päästöihin ja energian kulutukseen.

Työ kattoi tie-, rautatie- ja meriliikenteen. Työ rajattiin kattamaan vain sellaiset liikenteen hallinnan keinot, jotka ovat oleellisia Suomen olosuhteissa. Samaten tässä työssä raportoidaan vain sellaista vaikutustietoa, joka on oleellista Suomen olosuhteiden kannalta. Menetelminä olivat kirjallisuuskatsaus ja lisäksi rautatie- ja meriliikenteen asiantuntijoiden ryhmäkeskustelut.

Tieliikenteessä liikenteen hallinnan vaikuttavuudesta tiedetään jo jonkin verran, mutta liikenteen hallinnan eri osa-alueiden välillä on suuria eroja. Eniten on arvioitu eri järjestelmien ja palveluiden turvallisuusvaikutuksia.

Rautatieliikenteen liikenteen hallinnan vaikutuksista turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön on niukasti tutkimustuloksia. Poikkeuksena tästä on rautatie- ja tieliikenteen kohtaamisten hallinta. Siihen liittyen on tutkittu erityisesti rautatien tasoristeyksiin tehtävien toimenpiteiden vaikutuksia turvallisuuteen.

Meriliikenteen hallintakeinojen vaikuttavuutta ei ole juurikaan tutkittu kvantitatiivisesti. Tulokset vaihtelevat suuresti ja perustuvat useimmiten ennen liikenteen hallintakeinon käyttöönottoa tehtyihin riskianalyysiin. Lisäksi kansainväliset tutkimukset eivät ole suoraan verrattavissa Suomeen, koska toimintaympäristö ja olosuhteet eroavat alueellisesti toisistaan.

Julkaisussa on esitetty liikennemuodoittain, millaista tietoa löytyi. Lisäksi on listattu suosituksia ja ehdotuksia tulevaisuudessa tehtävistä tutkimuksista. Listauksilla ei oteta kantaa ehdotettujen tutkimustarpeiden tärkeysjärjestykseen, vaan viranomaisten on arvioitava ja valittava toteutettavat hankkeet.

Avainsanat traffic management, road, railway, maritime, effectiveness

The effect of traffic management on road, railway and maritime traffic

Liikenteen hallinnan vaikutukset tie-, rautatie- ja meriliikenteessä.

Anna Schirokoff, Anne Silla, Saara Hänninen, Veli-Pekka Kallberg & Hanna Askola.

Espoo 2013. VTT Technology 111. 64 p. + app. 5 p.

Abstract

The aim of traffic management is to improve the safety and fluency of traffic, to cut emissions, and to exploit the existing capacity more efficiently. The main aim of this study was to investigate current knowledge on the effectiveness of traffic management, especially on safety but also on the fluency of traffic, the environment such as CO₂ emissions, and energy consumption.

This study covered road, railway and maritime traffic. Only traffic management practices considered relevant to Finnish circumstances were considered; thus only the relevant results are presented here. The main research method used was literature review. Additionally, two group discussions (one on railway traffic and one on maritime traffic) were conducted.

The effects of some road traffic management practices are fairly well known, whereas few studies have been conducted on the effects of other traffic management practices. Most evaluations merely cover the safety effects of different systems and services.

Not a lot of information is available on the effects of traffic management on safety, fluency and environment in railway traffic. The only exception is the management of encounters between railway and road traffic. The research in this field chiefly includes studies on the safety effects of measures implemented for level crossings.

Few if any quantitative results can be found on the effects of traffic management practices on maritime traffic. The results of available studies vary significantly and are mostly based on risk analysis conducted prior to the implementation of specific traffic management practices. International studies cannot be directly applied to Finland because of differences in the operational environment and prevalent circumstances.

The obtained results are presented in this publication by transport mode. In addition, some recommendations and proposals for future study are suggested; however, this is not prioritised by the authors since the final selection of future studies should be evaluated and decided by the relevant authorities.

Key words traffic management, road, railway, maritime, effectiveness

Esipuhe

Tutkimus tehtiin VTT:llä Turvallinen liikenne 2025 -tutkimusohjelmassa. Ohjelman jäseniä vuonna 2013 olivat A-Katsastus Oy, Liikennevirasto, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi, Nokian Renkaat Oyj ja VTT.

Tutkimuksen tieliikenneosuudesta vastasi erikoistutkija Anna Schirokoff. Rautatieliikenteen osuudesta vastasivat erikoistutkija Anne Silla ja johtava tutkija Veli-Pekka Kallberg. Meriliikenteen osuudesta vastasivat tutkijat Saara Hänninen ja Hanna Askola.

Työtä ohjasi asiantuntijaryhmä, johon kuuluivat Liikennevirastosta Risto Kulmala (pj.), Tuomas Martikainen, Heli Mattila, Maija Nurkka ja Trafista Kirsi Pajunen.

Tekijät

Sisältö

Tiivistelmä	3
Abstract	4
Esipuhe	5
1. Johdanto	8
1.1 Tausta.....	8
1.2 Tavoitteet ja rajaus.....	8
1.3 Aineisto ja menetelmät.....	9
2. Tieliikenne	11
2.1 Tieliikenteen liikenteen hallinnan osa-alueet.....	11
2.2 Liikenteen ohjaus.....	11
2.2.1 Liikenteen kiinteä ohjaus (nopeusrajoitukset).....	11
2.2.2 Vaihtuvat nopeusrajoitukset.....	13
2.2.3 Kaistaohjaus	13
2.2.4 Ramppiohjaus	14
2.2.5 Liityntäpysäköintiopastus.....	14
2.2.6 Valo-ohjaus.....	15
2.2.7 Dynaaminen liikennevalojen optimointi.....	15
2.2.8 Liikennevaloetuudet	15
2.3 Liikenteen tiedotus.....	16
2.3.1 Yleistä.....	16
2.3.2 Kelitiedotus ja -varoitukset	17
2.3.3 Liikennetilannetiedotus	17
2.3.4 Tiedotus häiriöistä	18
2.3.5 Matka-aikatiedotus	18
2.3.6 Tienvarsivaroitukset eläimistä	18
2.4 Häiriötilanteiden hallinta	18
2.5 Kysynnän hallinta.....	19
2.5.1 Kimppakyydit.....	19
2.5.2 Autojen yhteiskäyttö	19
2.6 Kaluston ja kuljetusten hallinta.....	19
2.7 Yhteenvedo vaikutusarvioista	20
3. Rautatieliikenne	22
3.1 Rautatieliikenteen liikenteen hallinnan osa-alueet	22
3.2 Ratakapasiteetin hallinta	23
3.3 Poikkeus- ja häiriötilanteiden hallinta	26
3.4 Liikenteenohjaus.....	26
3.5 Rautatie- ja tieliikenteen kohtaamisten hallinta	28

3.6	Matkustajainformaatio	29
3.7	Kameravalvonta.....	30
3.8	Yhteenveto vaikutusarvioista	31
4.	Meriliikenne	33
4.1	Liikenteen hallinta meriliikenteessä.....	33
4.2	Alusliikennepalvelu	34
4.3	Valvonta ja ohjaus.....	35
4.3.1	Liikennetiedon hallinta	35
4.3.2	Liikenteen seuranta	35
4.3.3	Liikenteen järjestely	36
4.3.4	Kuljettajan tuki.....	40
4.4	Liikennöitävyydestä annettava informaatio	41
4.4.1	Liikenteestä ja olosuhteista annettava tieto.....	42
4.4.2	Tiedot aluksen lastista	42
4.4.3	Tieto väylä- ja turvalaitteiden kunnosta.....	43
4.4.4	Sää- ja jäätiedot	43
4.4.5	Informaatoratkaisujen kehittäminen	44
4.5	Häiriö- ja poikkeustilanteisiin varautuminen ja niiden hallinta	44
4.5.1	Toimijat	44
4.5.2	Varautuminen.....	44
4.5.3	Satamien pelastustoiminta.....	45
4.5.4	Meripelastustoiminta.....	45
4.5.5	Talvimerenkulku.....	46
4.6	Väyläturvallisuus.....	46
4.6.1	Merikartoitus	47
4.6.2	Väyläluokittelu	47
4.6.3	Luotsinkäyttövelvollisuus	48
4.7	Yhteenveto vaikutusarvioista	49
5.	Yhteenveto ja suositukset.....	53
5.1	Yhteenveto	53
5.2	Suosituksien liikennemuodoittain.....	54
5.2.1	Tieliikenne.....	54
5.2.2	Rautatieliikenne.....	55
5.2.3	Meriliikenne.....	55
	Lähdeluettelo	57
	Liitteet	
	Liite A: Kuljettajien tukijärjestelmien turvallisuusvaikutuksia	
	Liite B: Ryhmähaastattelujen osallistajat	

1. Johdanto

1.1 Tausta

Liikenteen hallinnan toimien tavoitteena on parantaa liikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta, vähentää liikenteen päästöjä sekä hyödyntää väyläkapasiteettia tehokkaammin. Liikenteen hallinnan toimilla myös hillitään liikenteen kysyntää sekä vaikutetaan kulkutavan, reitin tai matkan ja kuljetuksen ajankohdan valintaan.

Liikenteenhallinnalla on eri liikennemuodoissa perinteisesti tarkoitettu ja siihen on sisällytetty eri asioita. Tähän on vaikuttanut erityisesti se, että liikenteenhallinnan ja liikenteenohjauksen kattavuus, merkitys ja tehtävät poikkeavat toisistaan eri liikennemuodoissa. Myöskään käytetyt termit eivät ole täysin yhteneviä tai samansisältöisiä. Liikenteenhallinnan voidaan yleisesti sanoa muodostuvan seuraavista toiminnallisista kokonaisuuksista, jotka palvelevat suoraan liikennejärjestelmää, sen käyttäjiä, liikennettä ja liikenneväyliä:

- verkon kysynnän ja käytön hallinta
- liikennöitävyyden (liikenteen ja liikenneolosuhteiden) seuranta
- liikennöitävyydestä (liikenteestä ja liikenneolosuhteista) annettava tieto sisältäen kuljettajan tuen ja tiedotuksen matkustajille
- liikenteen valvonta
- liikenteen ohjaaminen
- häiriö- ja poikkeustilanteiden hallinta.

Lukujen 2, 3 ja 4 alaluvuissa on tarkemmin esitetty, mitä muuta liikenteen hallinnalla eri liikennemuodoissa tässä tutkimuksessa on ymmärretty.

1.2 Tavoitteet ja rajaus

Työn päätavoitteena oli selvittää, mitä tiedetään liikenteenhallintakeinojen vaikuttavuudesta etenkin turvallisuuteen mutta myös liikenteen sujuvuuteen ja ympäristöön, kuten CO₂-päästöihin ja energian kulutukseen. Turvallisuus ja sujuvuus ovat tärkeitä matkojen palvelutasotekijöitä (Ikkänen ym. 2012). Tavoitteena oli myös selvittää, millä menetelmin vaikuttavuutta on selvitetty ja tutkittu. Tavoitteena oli

siis selvittää sekä se, mitä vaikuttavuudesta tiedetään, että se, mitä puutteita nykytietämyksessä on.

Työ kattoi kaikki pintaliikennemuodot eli tie-, rautatie- ja meriliikenteen. Työ rajattiin kattamaan vain sellaiset liikenteen hallinnan keinot, jotka ovat oleellisia Suomen olosuhteissa. Samaten tässä raportoidaan vain sellaista vaikutustietoa, joka on oleellista Suomen olosuhteiden kannalta.

Tieliikenteessä työstä rajattiin pois kiinteä liikenteen ohjaus nopeusrajoituksia lukuun ottamatta, tiemaksujärjestelmät, valvonta, liityntäpysäköinti, pysäköintipolitiikka ja -maksut, verotus sekä tunneleiden ohjausjärjestelmät. Kysynnän hallinnan keinoista selvitykseen otettiin mukaan vain autojen yhteiskäyttö ja kimpppydyt. Myös liikkumisen ohjaus rajattiin tämän tarkastelun ulkopuolelle. Koska kuljettajan tukijärjestelmät eivät ole perinteistä liikenteen hallintaa ja koska eri sovelluksia on todella lukuisa määrä, tietoa niiden turvallisuusvaikutuksista Suomen oloissa on esitetty liitteessä A. Rautatieliikenteessä rajattiin pois vaikutukset, jotka koskevat EU:n direktiivin 1991/440 edellyttämää rataverkon hallinnan ja liikennöinnin erottamista toisistaan, sekä rautatietoiminnan yksityistämisen vaikutukset. Meriliikenteessä tämän tutkimuksen ulkopuolelle jätettiin jäänmurto ja luotsaus. Järvialueiden liikennettä ei suljettu pois, mutta ei myöskään käsitelty erikseen.

1.3 Aineisto ja menetelmät

Kunkin liikennemuodon tutkimus aloitettiin kirjallisuuskatsauksella, jossa selvitettiin käytettäviä liikenteenhallinnan keinoja sekä niiden vaikutuksia liikenteen turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön. Erityistä huomiota kiinnitettiin siihen, miten olennaisia tutkimuksissa esitetyt tulokset ovat tämän tutkimuksen kannalta. Aiheeseen liittyvää kirjallisuutta etsittiin kotimaasta ja ulkomailta. Kotimaisia dokumentteja haettiin Liikenneviraston Internet-sivuilta sekä Internetin hakutoiminnon (Google) avulla. Kansainvälisiä dokumentteja haettiin Science direct-, TRB:n TRID- ja Transport-tietokannoista, Internetin hakutoiminnon avulla (Google) sekä RSSB:n (Railway Safety and Standards Board) Internet-sivuilta. Lisäksi käytiin läpi viimeisimpien ITS World ja ITS Europe -konferenssien julkaisut sekä Risto Kulmalan toimittamat Älyliikenneuutisia maailmalta -koosteet viimeisen vuoden ajalta.

Sekä meri- että rautatieliikenteestä aiheeseen liittyvää tutkimustietoa löytyi hyvin rajallisesti. Tästä syystä ohjausryhmän kokouksessa sovittiin, että kirjallisuuskatsauksen tuloksia täydentämään järjestettiin ryhmähaastattelut, johon kutsuttiin asiantuntijoita kyseisten liikennemuotojen liikenteenhallinnan eri osa-alueilta. Tämän lisäksi tietoa aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta saatiin ohjausryhmän jäseniltä ja ryhmähaastattelun osallistujilta (osallistujalistat liitteenä B). Ryhmähaastatteluiden tavoitteena oli koota tietoa liikenteenhallinnan eri osa-alueiden vaikutuksista:

- (i) mitä tutkimuksia aiheeseen liittyen on tehty ja millainen vaikutus tutkimusten perusteella on, tai miten suureksi vaikutus tutkimusten puuttuessa voidaan arvioida
- (ii) mistä vaikutuksista tarvittaisiin nykyistä tarkempaa tietoa ja miksi.

1. Johdanto

Ryhmähaastattelussa vahvistettiin lisäksi liikenteen hallintakeinojen määrittelyt ja täsmennettiin niiden vaikutusmekanismeja. Haastatteluissa liikenteenhallintakeinojen vaikutusta turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön arvioitiin seuraavalla asteikolla:

- ++ merkittävä positiivinen vaikutus
- + positiivinen vaikutus
- 0 ei juuri vaikutusta
- negatiivinen vaikutus
- merkittävä negatiivinen vaikutus.

Jo tutkimusta aloitettaessa oli melko hyvin tiedossa, mistä liikenteenhallinnan palveluista on löydettävissä vaikutustietoutta ja mistä ei. Tästä syystä tieliikenteestä ei järjestetty ryhmähaastattelua. Kirjallisuudesta löytyviä tietoja täydennettiin kyselyin eri palveluiden asiantuntijoille. Tieliikenteessä kirjallisuudesta oli löydettävissä tietoa lähes kaikkien liikenteen hallinnan keinojen vaikutuksista. Osa arvioista oli numeerisia, osa laadullisia. Koska numeeriset positiiviset vaikutukset turvallisuuden on loogisinta ilmoittaa esimerkiksi onnettomuuksien prosentuaalisena vähenemisenä eli negatiivisena lukuna, yllä olevaa asteikkoa ei käytetty raportoitaessa tieliikenteen arvioita, vaan on käytetty vain sanoja positiivinen ja negatiivinen vaikutus.

2. Tieliikenne

2.1 Tieliikenteen liikenteen hallinnan osa-alueet

Tieliikenteessä liikenteen hallinta muodostuu seuraavista osa-alueista:

- 1) liikenteen ohjaus
- 2) liikenteen tiedotus
- 3) häiriön hallinta
- 4) kysynnän hallinta
- 5) kuljettajan tuki ja valvonta
- 6) kaluston ja kuljetusten hallinta.

Liikenteen tiedotuksella tarjotaan ajantasaista tietoa tienkäyttäjille sekä ennen matkaa että matkan aikana mm. säästä, kelistä ja liikenteen häiriöistä. Liikennettä ohjataan liittymittäin, tiejaksoittain tai koko tiestöllä joko kiinteällä tai vaihtuvalla liikenteen ohjauksella. Häiriön hallinta on liikenteen häiriötilanteiden, esimerkiksi onnettomuuksien, havaitsemista, hoitamista ja poistamista eri viranomaisten välisenä yhteistyönä. Kysynnän hallinnalla vaikutetaan päätöksiin matkan tai kuljetusten määränpäästä, ajankohdasta, kulkutavasta tai reitistä. Valvontajärjestelmiä ovat muun muassa automaattinen nopeus- ja risteysvalvonta, vaarallisten aineiden kuljetusten valvonta ja automaattinen kaistan käytön valvonta. Kuljettajan tukijärjestelmät ovat kuljettajaa auttavia tieto- ja viestintäteknikan sovelluksia, kuten törmäyksen esto, kaistalla pysymisen tukeminen ja navigointijärjestelmät. Kaluston hallinta on ajoneuvokaluston sekä kuljettajien liikkeiden ja toiminnan suunnittelua, seurantaa, ohjausta ja arviointia. Kuljetusten hallinta on kuljetusketjun toimintojen ja tietovirtojen hoitamista.

2.2 Liikenteen ohjaus

2.2.1 Liikenteen kiinteä ohjaus (nopeusrajoitukset)

Liikenteen hallinnan kannalta kiinteään liikenteen ohjaukseen kuuluvat liikenne-merkit ja muut kiinteät liikenteenohjauslaitteet, jotka muun muassa rajoittavat, varoittavat ja opastavat tienkäyttäjiä. Nopeusrajoitukset vaikuttavat ajonopeuteen ja

sitä kautta aikakustannuksiin ja onnettomuusriskiin sekä polttoaineen kulutukseen, mikä näkyy ajoneuvo- ja ympäristökustannuksissa. Lisäksi nopeusrajoitukset vaikuttavat esimerkiksi tienpitoon, logistiisiin palveluihin, ajomukavuuteen, nopeusvaihteluihin ja maankäyttöön (Tielaitos 1995).

Kiinteiden nopeusrajoitusten vaikutuksesta ajonopeuteen ja liikenneturvallisuuteen on tehty useita tutkimuksia eri puolilla maailmaa. Nilsson (2004) on laatinut niiden perusteella ns. potenssimallin. Mallin mukaan nopeustason muutos x prosentilla muuttaa henkilövahinko-onnettomuuksien määrän $(1+x\%)^2$ -kertaiseksi ja kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrän $(1+x\%)^4$ -kertaiseksi. Eli esimerkiksi jos nopeus laskee 5 % eli muutos on 0,95, onnettomuusmuutos on $0,95^2$. Tämä pätee sekä nopeuksien kasvaessa että alentuessa.

Suomessa nopeusrajoitusten vaikutuksia ajonopeuteen ja turvallisuuteen on tutkittu muun muassa vuodenajan mukaan vaihdettavien nopeusrajoitusten kokeiluissa. Talvinopeusrajoituskokeilussa Peltola (1991a) totesi 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. Kokeilussa nopeusrajoitus alennettiin koko talvikaudeksi, ja luvut ovat keskiarvo erilaisilla keleillä mitatuista nopeusvaikutuksista. Rajoituksen 100 km/h alentaminen talvikauden 80 km/h:iin vähensi kaikkia onnettomuuksia 14 %. Alentaminen vähensi henkilövahinko-onnettomuuksia 11 %, mutta tämä muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Peltola 1991b). Myöhemmin tehdyssä seurannassa Peltola (1997) totesi henkilövahinko-onnettomuuksien vähentyneen talvirajoitusten vaikutuksesta tilastollisesti merkitsevästi, uskottavimmin jopa 28 %.

Blomqvist ja Särkkä (2005) ovat arvioineet Emme/2-ohjelmaa käyttäen vuosina 2004–2005 Suomen tieverkolla tehtyjen nopeusrajoitusmuutosten ajokustannusvaikutuksia. Tulosten perusteella ajonopeudet vaikuttavat merkittävästi tieliikenteen aika-, ajoneuvo-, onnettomuus- ja ympäristökustannuksiin. Nopeusrajoitusten muuttamisesta voi seurata liikenteen siirtymistä reiteiltä toisille, ja muutosten vaikutusalue voi olla hyvin laaja. Toisaalta jos tieverkolla tehdään samansuuntaisia nopeusrajoitusmuutoksia (esim. nopeusrajoitusten alentamisia) laajalti, reittimuutokset eivät ole enää niin merkittäviä, koska kilpailevillakin reittivaihtoehtoilla nopeusrajoitukset ovat alentuneet. Vaikutukset yksittäisen tien nopeusrajoituksen muutosten ajokustannusvaikutuksiin ovat hyvin erilaiset riippuen siitä, otetaanko arvioissa huomioon siirtymät vai ei. Blomqvistin ja Särkän (2005) mallin mukaan vuonna 2005 tehdyillä nopeusrajoitusten alentamistoimenpiteillä olisi säästetty 21 henkilövahinko-onnettomuudelta vuodessa, mutta samalla ajokustannusten summa kasvoi 20 miljoonaa euroa vuodessa, eli yhden säästyneen henkilövahinko-onnettomuuden hinnaksi tuli 1,3 miljoonaa euroa.

Helsingin kaupungissa nopeusrajoitusten alentamisen on todettu laskeneen henkilövahinko-onnettomuuksien määriä ja ajonopeuksia paitsi muuttuneilla kaduilla myös ilmeisesti rajoitukseltaan muuttumattomilla kaduilla. Tutkimuksessa saatiin viitteitä siitä, että laaja ja johdonmukainen nopeusrajoitusten alentaminen muuttaa ajokäyttäytymistä ja vaikuttaa näin muutettuja katuja laajemmalla alueella. Kesällä 2010 tehtyjen nopeusrajoitusten laskemisten vaikutuksia ilmanlaatuun ja hiilidioksidipäästöihin voidaan pitää melko pieninä, sillä liikenteen ruuhkaisuus ja

liikennevalotiheys vaikuttavat ajotapaan enemmän kuin nopeusrajoitus. (Helsingin kaupunki 2012.)

Nopeusrajoitusten vuositason sujuvuus- tai ympäristövaikutuksista Suomen olosuhteissa ei ole esitetty numeerisia arvioita. Talvinopeusrajoitusten turvallisuusvaikutukseksi on arvioitu 28 %:n vähenemä henkilövahinko-onnettomuuksiin (Peltola 1997).

2.2.2 Vaihtuvat nopeusrajoitukset

Liikenteen vaihtuvalla ohjauksella kuljettajia ohjataan valitsemaan kuhunkin olosuhteisiin parhaiten sopiva nopeus ja muu toimintatapa sekä tasataan liikennevirtaa ja estetään shokkiaaltojen syntyminen. Tavoitteena on liikenneturvallisuuden parantaminen ja ruuhkien vähentäminen.

Schirokoffin ym. (2005) arvion mukaan Suomessa olevat nopeusrajoitusjärjestelmät, joissa rajoitus vaihtui sään ja kelin mukaan suosituslaskennan perusteella, nopeusrajoitukset osoitettiin kuituoptyksellä tai LED-merkillä ja joihin kuului myös vaihtuvia varoitusmerkkejä, pienensivät henkilövahinko-onnettomuusriskiä talvella keskimäärin 10 % ja kesällä 6 %.

Ruotsalaisten tutkimusten mukaan liikennetilanneohjatut vaihtuvat nopeusrajoitukset lyhensivät vilkkaan liikenteen aikana matka-aikoja 5 % ja jonoutuneessa tilanteessa 15 %. Göteborgissa 3+3-kaistaisella tieosuudella, jossa liikennemäärät ovat noin 70 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, liikennetilanneohjattujen nopeusrajoitusten arvioitiin vähentäneen onnettomuuksia 20 %. (Vägverket 2008.)

Isossa-Britanniassa vaihtuvien nopeusrajoitusten avulla on pyritty hallitsemaan ruuhkia 4+4-kaistaisella moottoritillä. Tutkimukset osoittivat järjestelmän vähentäneen henkilövahinko-onnettomuuksia 15 %, päästöjä päästötyypistä riippuen 2–8 % ja ruuhka-aikana väliillä pysähtelevää ajamista 6 % sekä parantaneen matka-aikojen luotettavuutta, tasanneen ajoneuvojen määrää eri kaistoilla ja parantaneen nopeusrajoitusten noudattamista. (Highways Agency 2007.)

Vaihtuvien nopeusrajoitusten vuositason vaikutuksista Suomen oloissa on esitetty seuraavat arviot: matka-aika ~0 %, henkilövahinko-onnettomuudet –6...–10 % ja CO₂-päästöt –0,2...–0,5 % (Kulmala 2013; Liikennevirasto 2013a; Schirokoff ym. 2005).

2.2.3 Kaistaohjaus

Kaistaohjauksella tarkoitetaan esimerkiksi ajosuunnan muuttamista, kaistan sulkemista tai nopeusrajoituksen muuttamista muuttuvien opastein. Tällainen ohjaus on tarpeellisin kohteissa, joissa usein joudutaan sulkemaan kaistoja liikenteeltä tai joissa on erityinen tarve varoittaa autoilijoita kaistan joutuessa pois käytöstä. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi avattavat sillat sekä tunnelit. Suomessa kaistaohjausjärjestelmiä on muun muassa valtatie 1 sekä Kehä I:n ja II:n tunneleissa sekä Kuopiossa valtatiellä 5 Kallansilloilla.

Kallansiltojen järjestelmän vaikutuksista on tehty kaksi ennen-jälkeen-tutkimusta. Kaistaohjausjärjestelmää pidetään sekä autoilijoiden että kunnossapitotyöntekijöiden

keskuudessa yleisesti hyödyllisenä ja onnistuneena ratkaisuna. Autoilijat suhtautuvat järjestelmään myönteisesti, vaikka huoltotilanteiden aikainen kaistaohjaus lisääkin heidän viivytyksiään jonkin verran. Kaistaohjausjärjestelmä myös parantaa työturvallisuutta ja laskee kynnystä huoltotöihin ryhtymiseen. (Kulmala ym. 1999.)

Kaistaohjauksen vuositason vaikutuksista Suomen oloissa on esitetty seuraavat arviot: matka-aika $-0,1...-0,5$ %, henkilövahinko-onnettomuudet $-5...-10$ %, ja CO₂-päästöt $-0,1...-0,3$ % (Kulmala 2013; Liikennevirasto 2013a).

2.2.4 Ramppiohjaus

Ramppiohjauksen tavoitteena on säädellä moottoritielle tai vastaavalle tulevaa liikennemäärää siten, ettei tiellä olevien ajoneuvojen määrä ylitä paikallisestikaan tien välityskykyä ja ruuhkauta sitä. Joissain tapauksissa ramppiohjaukseen voi kuulua myös opastaminen vaihtoehtoisille reiteille muuttuvien opastein. Ramppiohjausta ei vielä ole sovellettu Suomessa, mutta sopivia kohteita voisivat olla esimerkiksi jotkin pääkaupunkiseudun kehäteiden liittymät. Maailmalla ramppiohjausta on käytössä etenkin Yhdysvalloissa, Saksassa, Hollannissa, Isonsa-Britanniassa ja Ranskassa (Highways Agency, ei vuotta).

Örnin (2004) mukaan tutkimustulokset ramppiohjauksen vaikutuksista ympäristöön ovat ristiriitaisia. Liikenneturvallisuus yleensä paranee ramppiohjauksen myötä, mutta turvallisuuteen vaikuttavat myös mahdollisten vaihtoehtoisten reittien ominaisuudet. Liikennettä voi siirtyä vaihtoehtoisille reiteille, joilla lisääntynyt liikenne voi lisätä haittoja ympäristölle tai joilla liikenneturvallisuus on heikompi kuin moottoriteillä.

Isonsa-Britanniassa ramppiohjauksen on todettu nopeuttaneen läpimenoaikaa liittymissä 13 %, nostaneen liittymän jälkeisiä ajonopeuksia 7,5 % ja nopeuttaneen matka-aikoja 10–14 % (Highways Agency, ei vuotta).

Ramppiohjauksen vuositason turvallisuus-, sujuvuus- tai ympäristövaikutuksista Suomen olosuhteissa ei ole esitetty numeerisia arvioita, mutta vaikutusten Suomessa voidaan olettaa olevan samaa suuruusluokkaa kuin edellä esitettyjen Ison-Britannian tulosten. Örnin (2004) arvion mukaan ramppiohjauksen hyötykustannussuhde Suomen oloissa olisi 4–27.

2.2.5 Liityntäpysäköintiopastus

Uusi-Rauvan (2011) mukaan liityntäpysäköinnin vaikutukset liikennejärjestelmään jakavat asiantuntijoiden mielipiteitä. Hänen Suomessa tekemiensä haastatteluiden perusteella osa asiantuntijoista pitää liityntäpysäköintiä tehokkaana keinona hillitä ruuhkia, mutta osa pelkää liityntäpysäköinnin vievän käyttäjiä joukkoliikenteen liityntälinjoilta sekä edistävän yhdyskuntarakenteen hajautumista ja henkilöauto-riippuvuutta. Eräiden asiantuntijoiden mielestä liityntäpysäköinti tarvitsisi tuekseen ruuhkamaksut, jotta sen hyödyt olisivat merkittävät.

Liityntäpysäköintiopastuksen vuositason vaikutuksista Suomen oloissa on esitetty seuraavat arviot: matka-aika $-0,01...-0,05$ %, henkilövahinko-onnettomuudet ~ 0 % ja CO₂-päästöt $-0,01...-0,03$ % (Kulmala 2013; Liikennevirasto 2013a).

2.2.6 Valo-ohjaus

Liikenteen valo-ohjauksella vähennetään risteävien liikennevirtojen törmäysmahdollisuuksia. Vihreällä aallolla tarkoitetaan peräkkäisten liikennevalojen tahdistamista siten, että vihreän aallon suunnassa liikenne voi edetä pysähtymättä risteyksestä toiseen.

Älykäs liikennevalo-ohjaus on monitavoiteoptimointia, eli ohjauksen vaikutus riippuu paljon siitä, miten eri tavoitteita painotetaan esimerkiksi hyötyfunktiossa, jolla tehokkuutta mitataan. Ohjauksella voidaan esimerkiksi minimoida pelkästään kokonaisviivytyksiä 10–20 %, mutta samalla pysähdysten määrä ja päästöt voivat nousta sekä vihreä aalto pätkiä. Ruotsalaisen simulointitutkimuksen mukaan yhteenkytkettyjen liikennevalojen ohjausta hienosäätämällä CO₂-päästöt voivat vähentyä 7 % ja viivytykset 19 % (Kronborg 2008). Liikennevalojen ohjauksessa tulee myös ratkaista, miten arvioidaan eri käyttäjäryhmien, yksityisliikenteen, joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen, tarpeita. Tämä vaikuttaa edelleen erityyppisten vaikutusten suuruuteen ja suuntaan. (Kosonen 2013; Davidson & Kosonen 1998.)

Suomessa on tutkittu liikennevalo-ohjauksen vaikutusta risteysonnettomuuksiin korkealuokkaisilla väylillä konfliktimittausten ja simuloinnin yhdistelmällä. Menetelmänä oli ennen-jälkeen-tutkimus, jossa jälkeen-tilanteessa liikennevalojen toimintaa oli parannettu huomattavasti. Tulosten mukaan kuolemaan johtaneet onnettomuudet vähenivät 50 %. Henkilövahinko-onnettomuudet pysyivät ennallaan. (Tielaitos 1998.)

Elvikin ym. (2009) tekemän, lukuisiin tutkimuksiin perustuvan arvion mukaan liikennevalo-ohjaus vähentää onnettomuuksia T-risteyksissä 15 % ja risteyksissä 30 % verrattuna tilanteeseen, jossa liikennevaloja ei ole. Vaikutus on sama niin henkilövahinko-onnettomuuksille kuin omaisuusvahinko-onnettomuuksille.

Suomen olosuhteissa valo-ohjauksella voidaan vähentää 15–30 % risteysonnettomuuksista. Valo-ohjauksen vuositason sujuvuus- tai ympäristövaikutuksista Suomen olosuhteissa ei ole esitetty numeerisia arvioita.

2.2.7 Dynaaminen liikennevalojen optimointi

Dynaamisen liikennevalojen optimoinnin tarkoituksena on optimoida matka-aikoja ja viivytyksiä taajamien liikennevaloilla ohjatuilla verkoilla. Järjestelmä ohjaa reaaliaikaisesti vihreiden aikojen kestoja, kiertoaikoja ja vihreitä aaltoja. Klunder ym. (2009) arvioivat kirjallisuuteen perustuen, että liikennevalojen dynaamisella ohjauksella voitaisiin EU27:ssä vähentää CO₂-päästöjä 2 %.

Dynaamisen liikennevalojen optimoinnin vuositason turvallisuus-, sujuvuus- tai ympäristövaikutuksista Suomen olosuhteissa ei ole esitetty numeerisia arvioita.

2.2.8 Liikennevaloetuedet

Liikennevaloetus on liikennevalojen erikoistoiminta. Niiden tavoitteena on yksinkertaisimmillaan taata joukkoliikenneajoneuvojen aikataulussa pysyminen eri liikenneolosuhteissa ruuhkaisinakin aikoina sekä minimoida liikennevalojen aiheuttamat

viivytykset. Etuuksien avulla pyritään lisäksi tekemään joukkoliikenteestä houkuttelevampi vaihtoehto sekä parantamaan joukkoliikenteen kilpailukykyä muuhun liikenteeseen verrattuna. Järjestelmät on mahdollista myös melko vaivattomasti kytkeä antamaan etuuksia muille ajoneuvoille, kuten palo- ja pelastustoimelle.

Joukkoliikenteen liikennevaloetuuksilla voidaan selkeästi vaikuttaa joukkoliikenteen ajoneuvojen täsmällisyyteen ja matka-aikaan ilman, että muu liikenne häiriintyy merkittävästi. Lisäksi etuuksilla saadaan vaikutettua positiivisesti kustannuksiin sekä ennen kaikkea matkustajien kokemaan palvelutasoon ja joukkoliikenteen houkuttelevuuteen täsmällisyyden parantuessa. (Niittyä 2012.)

Vaikutusten suuruuteen ja niiden suuntaan vaikuttaa muun ajoneuvoliikenteen määrä etuusliittymien eri suunnilla. Jos joukkoliikenne-etuudet suosivat muun liikenteen pääsuuntaa, vaikutukset koko liikenteeseen ovat yleensä positiiviset. Mikäli joukkoliikenne-etuudet suosivat sivusuunnan liikennettä, vaikutukset voivat olla kielteisiä koko liikennevirran tasolla. (Lehtonen & Kulmala 2002.)

Helmi-järjestelmä Helsingissä nopeutti Lehtosen ym. (2001) mukaan joukkoliikennettä. Linjalla 23 tehtyjen mittausten mukaan bussin ajoajat vähenivät yli 6,5 minuuttia (n. 10 %) ajokierrosta kohti, vuorovälin täsmällisyys parani 15 % ja sekä pysäkillä saapumisaikojen täsmällisyys jopa 50 %. Myös toisella linjalla tehdyt mittaukset osoittivat matka-aikoja lyhenemisen olevan samaa suuruusluokkaa järjestelmän ansiosta (Seppänen 2007).

Hälytysajoneuvojen liikennevaloetuuksilla pyritään parantamaan hälytysajoneuvojen liikenneturvallisuutta. Tampereen teknillisessä korkeakoulussa on tekeillä diplomityö hälytysajoneuvojen liikennevaloetuksien vaikutuksista. Työ valmistuu vielä tänä vuonna. Työhön kuuluu kirjallisuuskatsaus ulkomaisten järjestelmien vaikutuksista sekä analyysi Oulun järjestelmän etuuksien vaikutuksista. Alustavien tulosten mukaan varsinkaan nykyaikaisilla tekniikoilla toteutettujen järjestelmien vaikutuksia on tutkittu varsin vähän. Maailmalla toteutetut järjestelmät ovat tuoneet hälytysajoneuvoille 1,5–7 minuutin aikasäästöjä tehtävää kohden tai vähentäneet matka-aikoja 10–50 %, tyypillisesti 15–50 %, sekä vähentäneet hälytysajoneuvonnettomuuksia vähintään 70 %. Nykyaikaisissa järjestelmissä muulle liikenteelle aiheutuvat haitat ovat pieniä, mutta järjestelmissä, joissa etuutta ei kuitata pois tarpeen loputtua, muulle liikenteelle aiheutuvat haitat voivat olla merkittäviä jo yhden etuuden jälkeen. (Mustaniemi 2013a; Mustaniemi 2013b.)

Kulmala (2009) on esittänyt arvion, että joukkoliikenteen valoetuuksilla voitaisiin Suomen oloissa vähentää ruuhkautumista 1–2 % ja kasvihuonepäästöjä 1–3 %.

2.3 Liikenteen tiedotus

2.3.1 Yleistä

Varoittamalla ennen matkaa ja matkan aikana odotettavissa olevasta ongelmasta, kuten huonosta kelistä tai säästä, hitaasta ajoneuvosta tai väärään suuntaan kulkevasta ajoneuvosta, helpotetaan kuljettajaa varautumaan reitillä olevaan ongelmaan, muuttamaan reittiään tai yleensä matkasuunnitelmiaan tai kulkumuotoaan.

Ajantasainen matka-aikatieto mahdollistaa tarkan reittisuunnittelun ja lähtöajan-kohdan valinnan, mikä lyhentää matka-aikoja ja lisää matkustusmukavuutta.

2.3.2 Kelitiedotus ja -varoitukset

Sihvolan ja Rämän (2008) tekemien kuljettajahaastattelujen mukaan ne kuljettajat, jotka olivat hakeneet tai saaneet ajokeliin liittyvää tietoa, pitivät keliä huonompana, tienpintaa liukkaampana ja onnettomuusriskiä suurempana kuin ne, joilla ei ollut käytössään ajokeliin liittyvää tietoa. Osassa tutkimuspaikoista ajokelistä tietoa saaneet kuljettajat ajoivat myös hiljempää kuin muut. Haastatteluissa joka viides vastaaja kertoi muuttaneensa tai harkinneensa ennen matkalle lähtöä tai matkan aikana muuttavansa kyseisen matkan matkasuunnitelmia sään tai kelin takia. Useimmin mainittu muutos oli lisääjän varaaminen matkaan. Yleisimmin kuljettajat sanoivat kelitiedotuksen vaikuttavan etäisyyden kasvattamiseen edellä ajavaan, tarkkaavaisuuden kohdistamiseen tienpintaan, ajonopeuden vähentämiseen ja ohitusten välttämiseen.

Liikennesää-palvelun toimivuutta ja ennusteiden onnistumista selvitettiin vuosittain 1997–2004 (Nygård & Rämä 1999; Nygård & Rämä 2000; Anttila ym. 2001; Schirokoff & Anttila 2002; Mankkinen & Schirokoff 2003; Schirokoff & Tuominen 2004; Schirokoff & Aittoniemi 2005). Missään näistä tutkimuksista ei kuitenkaan tutkittu Liikennesää-palvelun vaikuttavuutta. Palvelua tarjotaan edelleen laajalti valtakunnallisissa medioissa.

Liikennevirastolla on myös tiejaksokelipalvelu, jossa tuotetaan tietoa tiejakson kelistä ja ennustetaan sen kehittymistä kuuden seuraavan tunnin kuluessa automaattisesti lähtötietojen avulla. Palvelu on tarjolla Internetissä. Palvelun vaikuttavuutta ei ole tutkittu.

Aittoniemen (2007) Delfoi-menetelmällä tekemän asiantuntijakyselyn mukaan kelivaroituspalvelu vähentäisi Suomessa käyttäjiensä huonon kelin henkilövahinko-onnettomuuksia 11–18 %, mikä vastaa 3–4 %:a koko vuoden henkilövahinko-onnettomuuksista.

Rämä ym. (2003) arvioivat kirjallisuuslähteiden perusteella, että reaaliaikainen tieto liukkaudesta voisi Suomen olosuhteissa vähentää huonoissa oloissa henkilövahinko-onnettomuuksia 8 %.

Kelivaroitusten vuositason vaikutuksista Suomen oloissa on esitetty seuraavat arviot: matka-aika ~0 %, henkilövahinko-onnettomuudet –1...–4 % ja CO₂-päästöt ~0 % (Liikennevirasto 2013a; Aittoniemi 2007; Kulmala 2013).

2.3.3 Liikennetilannetiedotus

Aittoniemen (2007) Delfoi-menetelmällä tekemän asiantuntijakyselyn mukaan liikennehäiriövaroituspalvelu vähentäisi häiriöiden aikaisia sekundäärisiä henkilövahinko-onnettomuuksia reilun prosentin koko vuoden henkilövahinko-onnettomuuksista.

USA:ssa San Franciscon alueella on todettu kenttäkokein, että ”Slow traffic ahead” -varoitukset parantavat kuljettajien tilannetietoutta, minkä seurauksena he lähestyvät tasaisemmalla nopeudella jonon päätä (Nowakowski ym. 2011).

Ruuhkavaroitusten vuositasen vaikutuksista Suomen oloissa on esitetty seuraavat arviot: matka-aika $-0,1...-0,5$ %, henkilövahinko-onnettomuudet $-0,1...-0,5$ % ja CO₂-päästöt $-0,1...-0,3$ % (Liikennevirasto 2013a; Kulmala 2013).

2.3.4 Tiedotus häiriöistä

Tiedottaminen häiriöistä on osa häiriöiden hallintaa. Häiriöiden hallinnan vaikutukset on esitetty luvussa 2.4.

2.3.5 Matka-aikatiedotus

Matka-aikatiedotuksen vaikuttavuudesta on hyvin vähän tietoa. VTT:llä on kuitenkin käynnissä asiasta tutkimus Liikennevirastolle, ja ensimmäiset tulokset ovat käytävissä jo vuoden 2013 lopussa.

2.3.6 Tienvarsivaroitukset eläimistä

Riista-aitojen kulkuaukoissa sekä aitojen päissä voidaan käyttää automaattista havaintoon perustuvaa vaihtuvaa hirvivaroitusjärjestelmää, joka kostuu ilmaisimesta ja vaihtuvasta merkistä tai varoitusmerkistä. Tieto voidaan tuoda myös suoraan kuljettajalle esimerkiksi matkapuhelimeen. Eläinvaroitusjärjestelmien tekninen toteuttaminen on kuitenkin ollut vaikeaa, ja oletettavasti tästä syystä niiden vaikutuksista ei ole luotettavia tutkimuksia.

2.4 Häiriötilanteiden hallinta

Häiriönhallinnalla tarkoitetaan onnettomuuksien ja muiden liikennettä vaarantavien häiriöiden poistamista mahdollisimman nopeasti ja häiriöttömästi. Häiriötilanteiden hallinnan tavoitteena on saada onnettomuuksien uhrin mahdollisimman nopeasti hoitoon sekä minimoida häiriön vaikutukset liikenteen sujuvuuteen, ts. ruuhkat, ja sekundääriset onnettomuudet. Ruuhkautumista voidaan vähentää ohjaamalla liikenne häiriöpaikan ohitse, usein kiertotielle tai muille vaihtoehtoisille reiteille.

Amerikkalaisen simulointitutkimuksen mukaan Seattlessa voitaisiin vähentää viivytyksiä 1–7 % ja pysähdyksiä 5 %, pienentää matka-aikojen hajontaa 2,5 % sekä parantaa matka-aikojen luotettavuutta 1,2 %, jos liikennetiedotus yhdistettäisiin häiriönhallintajärjestelmiin. Vaikutukset olivat suurimmillaan huonolla säällä, suurilla liikennemäärillä, moottoritillä tapahtuneiden onnettomuuksien jälkeen tai näiden tilanteiden yhdistelmillä. Järjestelmän arvioitiin vähentävän polttoaineen kulutusta 0,8 % ja päästöjä 1–3 %. Nämä vaikutukset eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Järjestelmän arvioitiin vähentävän onnettomuuksia 0,6 % ja kuolemaan johtavia onnettomuuksia 0,4 %. (Wunderlich ym. 1999.)

Sane (2008) on arvioinut eri häiriönhallintatoimenpiteiden vaikutuksia kuvitteellisessa iltaruuhkassa Kehä I:llä Otaniemen liittymässä tapahtuvassa onnettomuudessa. Risteyksessä normaalitilanteessa keskimääräinen ajoaika on 2,8 minuuttia ja kuvitteellisessa onnettomuustilanteessa ilman toimenpiteitä 15,6 minuuttia. Nopeutetulla

jälkihoidolla ajoaikaa saataisiin lyhennettyä 18 %, tiedotuksella 23 %, reittiopastuksella 17 % ja kaikkien toimenpiteiden yhtäaikaisella käytöllä 49 %. Nopeimmin tilanne olisi kuitenkin normalisoitunut liikennevalojen erityisohjauksella.

Kulmala (2009) on esittänyt arvion, että häiriötilanteiden hallinnalla voitaisiin Suomen oloissa vähentää ruuhkautumista 5–20 % ja kasvihuonepäästöjä 5–15 %. Kirjallisuudesta ei löytynyt arvioita häiriötilanteiden hallinnan turvallisuusvaikutuksista Suomen oloissa.

2.5 Kysynnän hallinta

2.5.1 Kimppakyydit

Kimppakyydillä tarkoitetaan toimintaa, jossa autonomistaja tarjoaa kyydin toisille samaan määränpähän tai suuntaan matkustaville. Kimppakyyti eroaa liftaamisesta siten, että kyydistä sovitaan etukäteen. Suomessa satunnaisia kimppakyytejä etsitään yleisimmin erilaisten verkkosivujen kautta. (Kimppakyyti.com 2013.)

Suomessa olosuhteet ja kimppakyytien vaikuttavuus eri ongelmiin vaihtelevat voimakkaasti alueellisesti, minkä takia esimerkiksi maaseutukunnissa ja pääkaupunkiseudun työssäkäyntiliikenteessä tulisi vaikuttavuutta arvioida hieman eri lähtökohdista (Rintamäki 2013). Alppivuoren ja Kallbergin (1981) mukaan työmatkakimppakyydeillä voitaisiin vähentää 2,3 % henkilöautojen kokonaiskulutuksesta, mikäli kimppakyytejä käyttäisivät kaikki halukkaat.

2.5.2 Autojen yhteiskäyttö

Autojen yhteiskäyttö on hajautettua ja joustavaa auton vuokrausta. Sen tavoitteena on vähentää ajoneuvojen kokonaismäärää: yhteiskäytössä olemassa olevia ajoneuvoja käytetään enemmän kuin yksityisiä autoja. Lisäksi niiden käytön uskotaan olevan ympäristöystävällisempää, sillä ne ovat yleensä uusia ja niissä on uutta ympäristöystävällistä tekniikkaa. Yhteiskäyttöauton saa käyttöönsä lyhyeksi ajaksi ja yleensä vielä läheltä kotia tai työpaikkaa. Auto varataan Internetissä tai puhelimitse, ja se otetaan käyttöön esimerkiksi älykortilla tai matkapuhelimella.

Voltti (2010) on arvioinut, että yhteiskäyttöautoilija tuottaa noin 300 kg/v tai 35 % vähemmän hiilidioksidipäästöjä kuin vastaavan ikäinen väestö pääkaupunkiseudulla keskimäärin. Kirjallisuudesta ei ole löydettävissä Suomen olosuhteisiin soveltuvia arvioita autojen yhteiskäytön turvallisuusvaikutuksista.

2.6 Kaluston ja kuljetusten hallinta

Älykkäällä rekkaparkilla tarkoitetaan järjestelmiä, joilla muun muassa tiedotetaan raskaan liikenteen pysäköintialueista ja niiden paikkatilanteesta sekä ohjataan ajoneuvot pysäköintipaikalla parkkijonoihin esimerkiksi suunnitellun lähtöajan mukaan (EasyWay 2010). Optimaalisesti käytettyjen ja hyvin hallittujen rekkaparkkien sanotaan parantavan niin liikenne- kuin kuljettajienkin turvallisuutta, parantavan

liikenteen sujuvuutta, vähentävän saasteita ja ehkäisevän rikollisuutta ja vandalismia (EasyWay 2009). Käynnissä olevassa NiHub – Nordic Intelligent Truck Hub -hankkeessa selvitetään innovatiivista konseptia, jossa yhdistettäisiin tavaraliikenteen turvalliset levähdysalueet, kaupungin tavaraliikenteen jakelukeskukset ja niihin liittyvät telematiikan palvelut. Projektissa on myös tehty kirjallisuuskatsaus älykkäiden rekkaparkkien vaikutuksista, mutta luotettavaa vaikutustietoutta ei ole löytynyt. (Ristola 2013.)

2.7 Yhteenveto vaikutusarvioista

Yhteenvetona voidaan todeta, että tieliikenteen liikenteenhallinnan vaikutuksista turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön on jo jonkin verran tutkimustietoa ja arvioita (taulukko 1). Taulukossa esitetyt tulokset perustuvat pääasiassa jo toteutettuihin järjestelmiin ja niiden taustajärjestelmiin. Seurantajärjestelmien taso vaikuttaa ohjauksen laatuun ja sitä kautta liikenteen hallinnan vaikutuksiin. Mikäli taustajärjestelmät olisivat laadukkaampia, vaikutukset voisivat olla suurempia.

Taulukko 1. Yhteenveto liikenteenhallinnan arvioituista vaikutuksista tieliikenteen turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön Suomen oloissa. Pos. = positiivinen vaikutus; Neg.= negatiivinen vaikutus; tyhjä ruutu = ei tietoa.

	Turvallisuus (henkilövahinko- onnettomuudet)	Sujuvuus (matka-aika)	Ympäristö (CO₂)
LIIKENTEEN OHJAUS			
Liikenteen kiinteä ohjaus (nop.raj.)	pos.	pos.	pos.
Vaihtuvat nopeusrajoitukset	-6...-10%	~0%	-0,2...-0,5%
Kaistaohjaus	-5...-10%	-0,1...-0,5%	-0,1...-0,3%
Ramppiohjaus	pos.	-10...-14%	neg.
Liityntäpysäköintiopastus	~0%	-0,01...-0,05%	-0,01...-0,03%
Valo-ohjaus	-15...-30%	pos.	pos.
Dynaaminen liikennevalojen opt.	pos.	pos.	-2%
Liikennevaloetuedet		-1...-10%	-1...-3 %
LIIKENTEEN TIEDOTUS			
Kelitetiedotus			
Kelivaroitukset	-1...-4 %	~0 %	~0 %
Ruuhkavaroitukset	-0,1...-0,5 %	-0,1...-0,5 %	-0,1...-0,3 %
Matka-aikatiedotus			
Tienvarsivaroitukset eläimistä			
HÄIRIÖTILANTEIDEN HALLINTA		-5...-20 %	-5...-15 %
KYSYNNÄN HALLINTA			
Kimppakyydit			
Autojen yhteiskäyttö			pos.
KALUSTON JA KULJETUSTEN HALLINTA			
Älykäs rekkaparkki	pos.	pos.	pos.

3. Rautatieliikenne

3.1 Rautatieliikenteen liikenteenhallinnan osa-alueet

Tutkimuksessa mukana olleet liikenteenhallinnan keinot valittiin Liikenneviraston käyttämien rajausten pohjalta ja niitä tarkennettiin projektin puitteissa pidetyssä ryhmähaastattelussa käydyissä keskusteluissa. Rautatieliikenteen liikenteenhallinnan osa-alueet ryhmiteltiin tässä tutkimuksessa seuraavasti:

- 1) Ratakapasiteetin hallinta
 - Rataverkon tasapuolisten käyttömahdollisuuksien varmistaminen
 - Ratakapasiteetin hakeminen
 - Ratakapasiteetin myöntäminen
 - Aikataulujen laadinta
 - Liikenteen ja ratatöiden yhteensovittaminen
 - Rataverkon käytettävyyden seuranta, täsmällisyysanalyysit.
- 2) Poikkeus- ja häiriötilanteiden hallinta
 - Poikkeustilanteiden toimintatapojen suunnittelu
 - Poikkeus- ja häiriötilanteiden koordinointi ja priorisointi sekä tarvittaessa niistä tiedottaminen (Rataliikennekeskus)
 - Poikkeustilanteiden hoitaminen sekä tarvittaessa niistä tiedottaminen (alueelliset liikenteenohjauskeskukset).
- 3) Liikenteenohjaus
 - Rautatieliikenteen valvominen valtakunnallisesti ympäri vuorokauden
 - Rautatieliikenteen sujumisen valvonta alueellisesti
 - Lupien antaminen ratatöihin, ratatöiden suojaaminen ja junien kulkuteiden asettaminen
 - Erilaiset liikenteen ohjaukseen ja junien kuljettamiseen liittyvät automatisointihankkeet
 - Nopeusrajoitusten sekä opasteiden ja merkkien noudattaminen varmistaminen

- Liikkuvan kaluston kunnan seurantajärjestelmät, jotka tunnistavat liikkuvan kaluston vikoja ja välittävät tietoa liikenteenohjaukseen
 - Liikenteenohjaajien työympäristön kehittäminen.
- 4) Rautatie- ja tieliikenteen kohtaamiset
- Tasoristeysten poistaminen
 - Tasoristeysten varustaminen varoituslaitoksilla
 - Tasoristeysten onnettomuusriskin arviointi.
- 5) Matkustajainformaatio
- Kiinteistä aikatauluista tiedottaminen
 - Aikataulussa pysymisestä ja junakokoonpanosta tiedottaminen matkalle lähtijöille
 - Aikataulussa pysymisestä tiedottaminen matkan aikana
 - Varoitukset laiturialueen ohittavista junista.
- 6) Kameravalvonta
- Turvallisuusnäkökulma (safety): (i) ajantasainen tieto matkustajien ja junien liikkeistä ja kulusta asemilla ja (ii) asemien ja ratapihojen kunnan seuranta
 - Turvaamisnäkökulma (security): (i) ajantasainen tieto asemien turvallisuustilanteesta, (ii) asemien ja ratapihojen kunnan seuranta, (iii) vaarallisten aineiden varastointiin käytettävien ratapihojen valvonta.

3.2 Ratakapasiteetin hallinta

Tämän tutkimuksen näkökulmasta ratakapasiteetin hallinta käsittää liikenteen ja ratatöiden yhteensovittamisen (Liikennevirasto), ratakapasiteetin hakemisen (rautatieyrittäjä), ratakapasiteetin myöntämisen ja ratamaksut (Liikennevirasto), aikataulujen laadinnan (rautatieyrittäjä), rataverkon käytettävyyden seurannan ja täsmällisyysanalyysit (Liikennevirasto) sekä rataverkon markkinoinnin (Liikennevirasto).

Hiljattain ilmestyneessä VTT:n tekemässä tutkimuksessa verrattiin radanpidon töiden ja junaliikenteen yhteensovittamisessa ja rataverkolla liikkuvien yksiköiden paikantamisessa noudatettavia käytäntöjä ja menetelmiä Suomessa ja kuudessa muussa Euroopan maassa (Seise ym. 2013). Vastausten perusteella tunnistettiin useita ehdotuksia toimintatapojen ja välineiden kehittämiseksi Suomessa. Monet niistä liittyvät Suomessa tekeillä olevaan ennakkotietojärjestelmän uudistettuun (ETJ-2) sovellukseen ja sen sisällön kehittämiseen.

Rautatieliikenteen täsmällisyyteen liittyvissä tutkimuksissa on selvitetty mm. rautatieliikenteen eri toimijoiden täsmällisyyteen liittyviä tietotarpeita (Paavilainen ym. 2011), täsmällisyydestä jalostamasta kehittyneen data-analytiikan avulla päätöksenteon tueksi (Paavilainen & Matinlauri 2011) sekä täsmällisyysjohtamista Suomen rautateillä (Wallander 2012). Edellä mainittujen tutkimusten yhteisenä tavoitteena on täsmällisyydestä tehokkaampi kerääminen ja hyödyntäminen.

3. Rautatieliikenne

Rautatielain 304/2011 33 § edellyttää, että Liikenneviraston on tarjottava rautatieliikenteen harjoittajille tasapuolisin ja syrjimättömin ehdoin rataverkon käyttöpalveluja, joista säädetään tarkemmin valtioneuvoston asetuksella. Rautatielain 37 §:ssä todetaan, että ratamaksuna valtion rataverkon käytöstä peritään ratamaksun perusmaksua ja muita ratamaksuun liittyviä erikseen säädettyjä maksuja (*ratamaksu*) ja että ratamaksun tulee perustua aina niihin radanpidon kustannuksiin, joita rautatieliikenteen harjoittaminen aiheuttaa suoraan valtion rataverkolle ja radanpidolle. Saman lain 32 § edellyttää, että Liikennevirasto julkaisee ratamaksun määräytymisperusteet aikataulukausittain verkkoselostuksessa. Ratamaksun perusmaksu perustuu Suomessa bruttotonnikilometreihin. Kun perusmaksun lisäksi otetaan huomioon ratavero, tavaraliikenteeltä perittävä ratamaksu on 31–67 % suurempi kuin henkilöliikenteeltä (taulukko 2).

Taulukko 2. Ratamaksu (Liikennevirasto 2012).

Perusmaksu	Tavaraliikenne 0,1350 senttiä/bruttotonnikilometri Henkilöliikenne 0,1308 senttiä/bruttotonnikilometri
Ratavero	Tavaraliikenne – sähkövetoinen 0,05 senttiä/bruttotonnikilometri – dieselvetoinen 0,1 senttiä/bruttotonnikilometri Henkilöliikenne 0,01 senttiä/bruttotonnikilometri
Investointivero (koskee rataosaa Kerava–Lahti)	Tavaraliikenne 0,5 senttiä/bruttotonnikilometri Henkilöliikenne 0,5 senttiä/bruttotonnikilometri

Ratamaksuilla voidaan vaikuttaa rataverkon kysynnän määrään ja sen kohdistumiseen esimerkiksi tietyille reiteille tai ajankohtiin. Suomessa radan luokka, henkilöliikenteen laji (lyhyt- tai pitkämatkainen), junien tai junakilometriä lukumäärä, vuorokaudenaika tai pysähdysten määrä eivät vaikuta ratamaksuihin toisin kuin monissa Euroopan maissa (Nash 2005; Thompson 2008).

Edellä mainituissa tutkimuksissa ei ole tuloksia ratakapasiteetin hallinnan vaikutuksista turvallisuuteen, sujuvuuteen tai ympäristöön.

Liikenteen ja ratatöiden yhteensovittamisessa määritetään ratatyöraot sekä ratatyön aikaiset käytettävyysohjaukset ETJ-järjestelmän sekä liikenteeseen vaikuttavien ratatöiden vuosisuunnitelman avulla. Liikenteen ja ratatöiden yhteensovittamisella voidaan vaikuttaa rautatieliikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen siten, että kokonaistaloudellisesti järkevällä töiden ja liikenteen yhteensovittamisella huomioidaan rakentamisen ja liikennöinnin tarpeet. Tehtyjen arvioiden mukaan yhteensovittamisen vaikutukset rautatieliikenteen turvallisuuteen ovat positiivisia (+) ja vaikutukset sujuvuuteen ovat junaliikenteen kannalta merkittävän positiivisia (++) ja matkustajien kannalta positiivisia (+). Yhteensovittamisella ei todettu olevan vaikutusta ympäristöön (0).

Osana ratakapasiteetin hallintaa on myös aikataulujen laadinta. Rautatieliikenteen aikataulut muodostuvat haettujen ja myönnettyjen ratakapasiteettien perusteella. Säännöllisen ja kiireellisen ratakapasiteetin hakemiseen ja myöntämiseen

käytetään Ratakapasiteetin hallinnan tietojärjestelmää (LIIKE), josta voidaan tulostaa myös kuljettaja-aikataulut sekä jakaa aikataulutietoja kauko-ohjaus- ja matkustajainformaationjärjestelmiin. LIIKE-järjestelmällä hoidetaan myös aikataulujen tilapäiset muutokset sekä junien kulun seuranta. LIIKE-järjestelmästä välitetään aikataulutiedot kauko-ohjaukseen, jotta konflikteja ei syntyisi. Aikataulujen laadinnassa voidaan tarvittaessa priorisoida tietynlaista liikennettä (esim. nopeita kaukojunia) toisenlaisen liikenteen (esim. tavaraliikenteen) kustannuksella (sujuvuus). LIIKE-järjestelmällä arvioitiin olevan merkittävä positiivinen vaikutus junaliikenteen sujuvuuteen (++) sekä positiivinen vaikutus turvallisuuteen (+) ja ympäristöön (+). Positiiviset ympäristövaikutukset perustuvat siihen, että junaliikenteen sujuvuuden parantuessa energiankulutus vähenee.

Junien täsmällisyyden seurannan analysointiin liittyvät sekä rataverkon käytettävyyden seuranta että rautatieliikenteen täsmällisyysanalyysit. Rataverkon käytettävyyttä seurataan mm. suorituskannustinjärjestelmällä, jonka lähtökohtia on kehitetty mm. Ratahallintokeskuksen toimeksiantamassa diplomityössä (Nervola 2009). Suorituskannustinjärjestelmä on Liikenneviraston ja rautatieyritysten välinen järjestelmä, joka on kehitetty edistämään rataverkon tehokasta käyttöä ja rautatieliikenteen täsmällisyyttä sekä vähentämään radanpidosta aiheutuvia rataverkon käytettävyyshäiriöitä. Suorituskannustinjärjestelmässä Liikennevirasto maksaa rautatieyritykselle sanktioita radan käytettävyyden poikkeamista aiheutuvista häiriöistä (esim. ratatyön sovitun ajan ylitys) ja rautatieyritys maksaa Liikennevirastolle sanktioita rautatieyrityksen toiminnasta aiheutuvasta liikenteen häiriöstä (esim. jarru- tai laakerivika). Kyseiset maksut määräytyvät tapauskohtaisesti (rautatiemarkkinoille.fi).

Nervola (2009) arvioi diplomityössään, että suorituskannustinjärjestelmän tuottamat sanktiot toimijaa kohti ovat vuositasolla noin 2–4 miljoonan euron luokkaa. Rautatieliikenteen täsmällisyysanalyysit liittyvät kiinteästi junien aikataulussa pysymisen tilastointiin ja auttavat laatimaan aikataulut niin, että liikennettä haittaavat viivästykset vähenevät. Analyyseillä saadaan nykyistä syvällisempää ja kattavampaa tietoa täsmällisyyttä heikentävistä tekijöistä päätöksenteon tueksi. Täsmällisyysanalyysien avulla on mahdollista tunnistaa nopeasti, havainnollisesti ja monipuolisesti rautatiejärjestelmän ilmiöitä, tarkastella täsmällisyyttä paikka- tai juna-kohtaisesti sekä luokitella viivästymisiä niiden syyn perusteella (Paavilainen & Matinlauri 2011). Rataverkon käytettävyyden seurannalla ja täsmällisyysanalyysillä voidaan arvion mukaan vaikuttaa positiivisesti sekä rautatieliikenteen turvallisuuteen (+) että ympäristöön (+), ja kyseisillä asioilla on merkittäviä positiivisia vaikutuksia rautatieliikenteen sujuvuuteen (++)).

Osana ratakapasiteetin hallintaa ovat ratamaksut, joilla voidaan säädellä ratakapasiteetin kysyntää. Ratamaksuilla ei arvioitu olevan vaikutusta turvallisuuteen (0), mutta sujuvuuteen ja ympäristöön niillä voi olla positiivinen vaikutus (+), etenkin kun viimeistään vuonna 2015 voimaan tuleva EU:n direktiivi 2012/34/EU mahdollistaa ympäristövaikutusten ja rataverkon kapasiteetin niukkuuden huomioon ottamisen ratamaksuissa.

3.3 Poikkeus- ja häiriötilanteiden hallinta

Rautatieliikenteen poikkeustilanteita hallitaan sekä valtakunnallisesti että alueellisesti. Valtakunnallisesta poikkeus- ja häiriötilanteiden koordinoinnista (ja priorisoinnista) vastaa Liikenneviraston Rataliikennekeskus, joka myös tarvittaessa tiedottaa tapahtumista eteenpäin. Poikkeus- ja häiriötilanteiden hoitamisesta ja niistä tarvittaessa tiedottamisesta omalla alueellaan vastaavat alueellisissa liikenteenohjauskeskuksissa työskentelevät alueohjaajat. Sekä valtakunnallisen että alueellisen toiminnan tavoitteena on tehdä päätöksiä, jotka edesauttavat paluuta normaaliin liikenteeseen mahdollisimman pikaisesti. Rataliikennekeskus tekee päätöksiä, jotka koskevat valtakunnallista rautatieliikennettä ja alueelliset liikenteenohjauskeskukset tekevät päätöksiä yksittäisten junien kulusta alueellaan (Koistinen 2011). Poikkeustilanteissa noudatettavia toimintatapoja suunnitellaan yhteistyössä Liikenneviraston Rataliikennekeskuksen, Liikenneviraston muun henkilöstön, liikenteenohjauksen ja rautatieliikenteen operaattoreiden kesken.

Rautatieliikenteen häiriönhallinnan kehittämistä ohjaamaan on kehitetty toimintamalli, jossa painotetaan mm. osapuolten yhteistyötä, keskitettyä tietojen keruuta, koordinoitua tiedottamista ja häiriötilanteisiin varautumista (Levo ym. 2004). Toimintamallin vaikutuksia turvallisuuteen, sujuvuuteen tai ympäristöön ei kuitenkaan ole arvioitu.

Laaditut ohjeet, toimintamallit ja varautumissuunnitelmat määrittävät mm. eri toimijoiden toimintatapoja poikkeus- ja häiriötilanteissa. Ne mahdollistavat tehokkaan toiminnan poikkeus- tai häiriötilanteessa. Poikkeus- ja häiriötilanteiden hallinnan (sekä valtakunnallisesti että alueellisesti) sekä poikkeus- ja häiriötilanteiden toimintatapojen suunnittelun arvioitiin kaikkien vaikuttavan positiivisesti sekä turvallisuuteen (+), sujuvuuteen (+) että ympäristöön (+).

3.4 Liikenteenohjaus

Valtakunnallista rautatieliikennettä koordinoi Liikenneviraston Rataliikennekeskus, ja alueellinen liikenteenohjaus ostetaan vuoden 2013 alussa perustetulta Finrail Oy:ltä, joka on VR-Yhtymä Oy:n sataprosenttisesti omistama tytäryhtiö.

Liikenteenohjauksen aihepiirissä tehdyt tutkimukset keskittyvät voimakkaasti henkilökunnan työhyvinvointiin ja kuormittavuuteen ja sitä kautta työn laatuun. Hankkeissa on mm.

- arvioitu kauko-ohjausjärjestelmän (ESKO) käyttöönoton vaikutuksia liikenteenohjaajien työhön yleisesti sekä erityisesti työn häiriönhallintaan (Ala-Laurinaho ym. 2009)
- kehitetty mittaristo, joka mittaa liikenteenohjaajien kuormittavuutta ohjaajien tekemien toimenpiteiden lukumäärän perusteella (Myyryläinen 2010)
- selvitetty liikenteenohjaajien toimintatapoja ja sitä, miten toiminnan tilaaja- ja tuottajaorganisaatiot sekä säädökset ja valvonta tukevat liikenteenohjaajien työtä ratatöiden aikana, sekä tarkasteltu urakoitsijoiden yhteistyötä liikenteenohjauksen kanssa ja heidän tukitoimintojaan turvalliselle radalla työskentelemiselle (Haavisto ym. 2010).

Mainituissa tutkimuksissa ei kuitenkaan ole tuloksia liikenteenohjauksen vaikutuksista turvallisuuteen, sujuvuuteen tai ympäristöön.

Junaliikenteen ja kulkuteiden turvaaminen mahdollistaa rata- ja vaihtotöiden sekä junaliikenteen turvallisen suorittamisen. Automatisointihankkeilla pyritään siirtämään vastuuta junien ohjauksesta ja junien kulkuun liittyvistä toiminnoista ihmisiltä koneille. Tämä tarkoittaa, että järjestelmät pääosin hoitaisivat liikenteenohjaukseen liittyviä perustoimintoja, mikä vähentää inhimillisen erehdyksen mahdollisuutta ja mahdollistaa sen, että henkilöstö keskittyy pääasiassa häiriötilanteiden hoitoon. Automatisoinnin vaarana tosin on, että automaation pettäessä normaaliin toimintaan palautuminen voi vaikeutua poikkeustilanteissa. Suurimmat turvallisuus-, sujuvuus- ja ympäristövaikutukset arvioitiin olevan junaliikenteen turvaamisella ja kulkuteiden turvaamisella rata- ja vaihtotöiden yhteydessä sekä erilaisilla liikenteenohjauksen ja junien kuljettamisen automatisointihankkeilla, joista molemmilla arvioitiin olevan erittäin positiivinen vaikutus kaikkiin tutkittuihin palvelutasotekijöihin (turvallisuus (++) , sujuvuus (++) sekä ympäristövaikutukset (++)).

Rataliikennekeskus ja alueelliset liikenteenohjauskeskukset valvovat rautatieliikenteen sujumista, Rataliikennekeskus valtakunnallisesti ja alueelliset ohjauskeskukset alueellisesti, ja siten estävät ennakolta vaikeiden häiriötilanteiden syntymistä. Molemmilla liikenteen valvonnan tavoilla arvioitiin olevan positiivinen vaikutus turvallisuuteen (+), merkittävä positiivinen vaikutus sujuvuuteen (++) sekä neutraali vaikutus ympäristöön (0).

Liikenteenohjaajien työympäristön kehittämisellä tavoitellaan hyviä työolosuhteita ja siten pyritään edistämään liikenteenohjaajien työn sujuvaa ja virheetöntä suorittamista. Tällä kehitystyöllä ei arvioitu olevan ympäristövaikutuksia (0), mutta positiivinen vaikutus sujuvuuteen (+) sekä merkittävä positiivinen vaikutus turvallisuuteen (++) .

Teknisinä järjestelminä tarkastelun alla olivat junien automaattinen kulunvalvonta, joka varmistaa nopeusrajoitusten sekä opasteiden ja merkkien noudattamisen, sekä liikkuvan kaluston kunnon seuranta esimerkiksi kuumakäynti- tai pyörävoimaimaisimilla, jotka tunnistavat liikkuvan kaluston vikoja ja hälyttävät niistä liikenteenohjaukseen. Näillä järjestelmillä arvioitiin olevan merkittävä positiivinen vaikutus turvallisuuteen (++) , positiivinen vaikutus sujuvuuteen (+) sekä neutraali vaikutus ympäristöön (0).

Ryhmähaastattelussa tuli lisäksi esille parhaillaan käynnissä oleva junaliikennöinnin Eco drive -hanke, jolla todettiin olevan potentiaalia vähentää rautatieliikenteen ympäristövaikutuksia. Hankkeella pyritään parantamaan rautatieliikenteen energiatehokkuutta, ja yhtenä osana tätä hanketta on veturinkuljettajien kouluttaminen taloudelliseen ajotapaan (VR 2009). Hankkeesta ei ole tällä hetkellä julkisesti saatavilla tämän tarkempaa kuvausta, ja siten tutkijoilla ei ole tietoa siitä, onko kyseisen hankkeen vaikutuksia turvallisuuteen, sujuvuuteen tai ympäristöön selvitetty.

3.5 Rautatie- ja tieliikenteen kohtaamisten hallinta

Rautatie- ja tieliikenteen kohtaamia tapahtuu rautatien tasoristeyksissä, joiden turvallisuudesta on Suomessa ja muualla tehty useita tutkimuksia (esim. Hauer & Persaud, 1987; Kallberg & Hytönen 2001; Saccomanno & Lai 2004; Kallberg 2008; Peltola ym. 2012). Tutkimuksissa on tuloksia mm. tasoristeysten varoituslaitteiden vaikutuksista onnettomuuksiin ja tieliikenteen käyttäytymisestä tasoristeyksissä. Ns. INVE-projektissa on selvitetty suomalaisten tasoristeysten ominaisuuksia ja laadittu tasoristeyskohtaisia suosituksia niiden turvallisuuden parantamiseksi (Kallberg ym. 2011).

Viimeisimpiä ja kattavia lukuja tasoristeysten turvallisuuden parantamiseksi tehtävien toimenpiteiden turvallisuusvaikutuksista löytyy Liikenneviraston ja Trafifin toimeksiantamasta tutkimuksesta, jossa kootun tasoristeysaineiston ja laadittujen onnettomuusmallien avulla kehitettiin tasoristeysten turvallisuuden arviointiohjelma TARVA LC (Peltola ym. 2012).

Tasoristeyksen poistamisen vaikutuksen suuruus turvallisuuteen riippuu siitä, miten korvaava liikenne järjestetään radan yli. Tehtyjen arvioiden mukaan tasoristeyksen sulkeminen vähentää onnettomuuksia 80 %, jos tasoristeyksen liikenne ohjataan ali- tai ylikulkuun, 65 %, jos liikenne ohjataan puomilliseen tasoristeykseen, 15 %, jos liikenne ohjataan valo- ja äänivaroituksella varustettuun tasoristeykseen, ja 5 %, jos liikenne ohjataan parempaan vartioimattomaan tasoristeykseen (Peltola ym. 2012). Olemassa olevien tasoristeysten varustuksen parantamisen turvallisuusvaikutukset on arvioitu seuraaviksi (Peltola ym. 2012):

- valo- ja äänivaroituslaitoksen rakentaminen risteykseen, jossa on pelkät varoitusmerkit, vähentää onnettomuuksia 30 %
- puolipuomien rakentaminen tasoristeykseen, jossa on aiemmin ollut ääni- ja valovaroituslaitos, vähentää onnettomuuksia 50 %
- puolipuomien rakentaminen tasoristeykseen, jossa on aiemmin ollut varoitusmerkit, vähentää onnettomuuksia 70 %
- tasoristeyksessä olevien puolipuomien korvaaminen kokopuomeilla tai paripuomeilla, vähentää onnettomuuksia 25 %
- valovaroituslaitoksen rakentaminen tasoristeykseen, joka on aiemmin ollut vartioimaton, vähentää onnettomuuksia 20 %.

Rautatie- ja tieliikenteen risteämisen turvallisuudesta ja sen parantamisen mahdollisuuksista on tutkimusten perusteella varsin kattavat ja hyvät tiedot. Tasoristeyksiin kohdistuvien toimenpiteiden vaikutuksista rautatieliikenteen sujuvuuteen tai ympäristöön ei sen sijaan ole tutkimuksia. Selvää kuitenkin on, että tasoristeysten poistaminen tai niiden turvallisuuden parantaminen edistää rautatieliikenteen sujuvuutta vähentämällä onnettomuuksista aiheutuvia häiriöitä aikataulunmukaiseen liikenteeseen. Suomessa tasoristeyksiä on poistettu enimmäkseen rataosan nopeuden lisäämiseksi mikä osaltaan parantaa liikenteen sujuvuutta. Pelkästään turvallisuusperustein tasoristeyksiä poistetaan harvoin.

Rautatie- ja tieliikenteen kohtaamisten lukumäärään voidaan selkeimmin vaikuttaa tasoristeyksiä poistamalla tai varustamalla niitä varoituslaitteilla. Näiden lisäksi TARVA LC -työkälulla voidaan luotettavasti arvioida, mihin tasoristeyksiin toimenpiteet tulisi ensisijaisesti kohdistaa (ks. luku 3.2.4). Tasoristeysten poistamisella arvioitiin olevan merkittäviä positiivisia vaikutuksia sekä turvallisuuteen (++) että sujuvuuteen (++)). Tasoristeysten varustamisella varoituslaitteilla sekä sillä, että TARVA LC -työkälun käytöllä tasoristeysten turvallisuuden parantamistoimenpiteet voidaan kohdistaa kaikista riskialteimpiin tasoristeyksiin, arvioitiin olevan merkittävä positiivinen vaikutus turvallisuuteen (++) sekä positiivinen vaikutus sujuvuuteen (+). Rautatie- ja tieliikenteen kohtaamisten hallinnalla ei arvioitu olevan selkeitä ympäristövaikutuksia (0).

3.6 Matkustajainformaatio

Matkustajainformaatiolla tarkoitetaan tietoa, jota jaetaan matkustajille ennen matkalle lähtöä tukemaan matkan valmistelua (painetut aikataulut, aikataulut asemilla ja Internetissä; liikennöitsijän vastuulla), matkan alkaessa tiedottamaan matkaan lähtijöille junan aikataulussa pysymisestä ja junakokoonpanosta (asemien ja laiturien näyttölaitteet ja kuulutusjärjestelmät; Liikenneviraston vastuulla) sekä matkan aikana tiedottamaan junan pysymisestä aikataulussa (kuulutukset ja näyttölaitteet junissa; liikennöitsijän vastuulla). Matkan alkaessa jaettava tieto vähentää matkustajien epätietoisuutta matkan alkamisen ja perille saapumisen ajankohdista, kun taas matkan aikana jaettava tieto vähentää matkustajien epätietoisuutta perille saapumisen ajankohdasta. Tiedottaminen on erityisen tärkeää erilaisissa poikkeus- ja häiriötilanteissa.

Penttinen ym. (2011) ovat selvittäneet junamatkustajille suunnatun liikenne- ja häiriötiedotuksen nykytilaa ja arvioineet tiedotuksen parantamiseen tähdänneiden toimenpiteiden vaikutusta. Tutkimuksen tavoitteena oli myös löytää kehittämistoimenpiteitä, joilla junamatkustajien tiedotusta voitaisiin entisestään parantaa. Tutkimuksessa toteutetun matkustajakyselyn perusteella puolet junamatkustajista ilmoitti tarkistavansa ajantasaisen liikennetilanteen joko kotona ennen matkalle lähtöä tai asemalla olevista näytöistä asemalle saavuttuaan.

Muutaman vuoden välein junamatkustajille tehtävien asiakastutkimusten lisäksi kevään 2013 aikana toteutettiin matkustajainformaatiokysely, jossa selvitettiin rautatieasemilla ja junassa jaettavan tiedon (esim. opasteet, näyttötäulut, kuulutukset) hyödyllisyyttä ja luotettavuutta (Liikennevirasto 2013b).

Matkustajainformaatioon liittyvät tutkimukset antavat tietoa matkan sujuvuudesta matkustajan näkökulmasta. Toisaalta ei myöskään ole tiedossa selkeää vaikutusmekanismia, joka antaisi aihetta olettaa, että matkustajainformaatio vaikuttaisi merkittävästi rautatieliikenteen turvallisuuteen, sujuvuuteen tai ympäristöön. Poikkeuksena voivat olla laitureilla annettavat varoitukset saapuvista ja aseman pysähtymättä ohittavista junista.

Matkustajille matkan eri aikoina jaettavalla tiedolla arvioitiin olevan positiivinen vaikutus junaliikenteen sujuvuuteen (+), merkittävä positiivinen vaikutus sujuvuuteen

matkustajien kannalta (++) sekä neutraali vaikutus turvallisuuteen (0) ja ympäristöön (0).

Edellä mainittujen lisäksi laiturialueella olevia matkustajia tai muita siellä olevia henkilöitä varoitetaan automaattisesti (matkustajainformaatio- ja kuulutusjärjestelmän avulla) laiturialueen ohiajajista junista, jotta ihmisillä on mahdollisuus siirtyä kauemmaksi laiturin reunasta junan ajaessa siitä ohi. Tällä automaattisella varoituksella arvioitiin olevan positiivinen vaikutus turvallisuuteen (+) ja neutraali vaikutus sekä sujuvuuteen (0) että ympäristöön (0).

3.7 Kameravalvonta

Tässä tutkimuksessa Liikenneviraston hallinnassa olevia kameravalvontajärjestelmiä arvioitiin sekä turvallisuus- että turvaamisnäkökulmista (safety ja security). Turvallisuusnäkökulmasta katsottuna kameravalvontajärjestelmien avulla saadaan ajantasaista tietoa matkustajien ja junien liikkeistä ja kulusta asemilla. Lisäksi kunnossapito voi seurata asemien ja ratapihojen kuntoa. Turvaamisnäkökulmasta katsottuna järjestelmiä käytetään myös vaarallisten aineiden varastointiin käytettävien ratapihojen valvontaan.

Turvallisuuskäytännöstä katsottuna järjestelmillä saadaan ajantasaista tietoa, joka mahdollistaa täsmällisen tiedottamisen (infokeskus) ja kunnossapitotarpeen arvioinnin. Turvaamisnäkökulmasta katsottuna järjestelmillä saadaan ajantasaista tietoa turvallisuustilanteesta, ja pääasiallisena tavoitteena on vandalismin ehkäisy ja selvittely ajantasaisen tiedon ja tallenteiden avulla.

Ratahallintokeskus on teettänyt kameravalvonnasta selvityksen, jossa arvioitiin eri osapuolten tarpeita juna-asemien kameravalvontajärjestelmille, määriteltiin kameravalvontajärjestelmän toiminnalliset vähimmäisvaatimukset sekä tehtiin ehdotus kameravalvontajärjestelmän toteutusmallista (Bäckström ym. 2008). Siinä todetaan, että yksi keskeinen toimenpide matkustajien turvallisuuden ja koetun turvallisuuden parantamiseksi on ottaa käyttöön korkeatasoinen kameravalvontajärjestelmä, jossa tilannekuvaa seurataan ja ongelmiin puututaan. Kameravalvonnan vaikutuksesta turvallisuuteen (safety ja security) tai koettuun turvallisuuden tunteeseen selvityksessä ei esitetä lukuja.

Australialaisessa tutkimuksessa (Wells ym. 2006) todetaan, että kameravalvonnan vaikutus rikosten ehkäisemiseen rautatieasemilla on kyseenalainen. Se kuitenkin auttaa havaitsemaan rikoksia ja saattaa lisätä niiden tilastoinnin kattavuutta. Samantapaisia tuloksia saatiin toisessa, kameravalvontaa yleensä koskevassa tutkimuksessa (Gill & Sprigg 2005). Siinä todettiin kameravalvonnan parantaneen turvallisuuden tunnetta, vaikkakaan ei tilastollisesti merkitsevästi. Kyseisessä tutkimuksessa esitetään myös päätelmiä kameravalvontajärjestelmän ominaisuuksien vaikutuksista sen tehokkuuteen.

Ulkomaiset tulokset eivät välttämättä ole sellaisenaan sovellettavissa Suomeen erilaisen infrastruktuurin ja kulttuurierojen takia. Edellä mainittujen tutkimusten perusteella on kuitenkin varottava yliarvioimasta kameravalvonnan vaikutuksia turvallisuuteen. Tutkimukselle kameravalvonnan vaikutuksista suomalaisessa rau-

tatieympäristössä on kuitenkin selvä tarve, jotta saadaan nykyistä parempi käsitys kameravalvonnan hyödyistä suhteessa kustannuksiin. Tämä tuli esille myös ryhmähaastatteluissa.

Turvallisuustarkoituksissa käytettävillä kamerajärjestelmillä arvioitiin olevan merkittävä positiivinen vaikutus turvallisuuteen (++), positiivinen vaikutus junaliikenteen sujuvuuteen (+), merkittävä positiivinen vaikutus sujuvuuteen matkustajien kannalta (++) ja neutraali vaikutus ympäristöön (0). Turvaamistarkoituksissa käytettävillä kamerajärjestelmillä arvioitiin olevan positiivinen vaikutus turvallisuuteen (+) ja junaliikenteen sujuvuuteen (+), merkittävä positiivinen vaikutus sujuvuuteen matkustajien kannalta ja positiivinen vaikutus ympäristöön (+). Ympäristövaikutus arvioitiin positiiviseksi jäljempässä tapauksessa vaarallisten aineiden varastointiin käytettävien ratapihojen valvonnan takia.

3.8 Yhteenveto vaikutusarvioista

Rautatieliikenteen asiantuntijoiden ryhmähaastattelussa antamien arvioiden perusteella liikenteenhallinnalla voidaan vaikuttaa turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön hyvin monella tavalla ja liikenteenhallinnalla näyttäisi olevan vaikutuksia erityisesti rautatieliikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen ja vähemmän ympäristöön. Huomioitavaa kuitenkin on, että rautatieliikenteen asiantuntijoiden arviot eivät välttämättä anna täysin todenmukaista kuvaa vaikutuksista. Vaikka ne usein antavat perustellun ja oikeansuuntaisen arvion erilaisten liikenteenhallintakeinojen vaikutuksista, vaikutuksen suuruutta on usein vaikea arvioida luotettavasti. Asiantuntijoiden arvioita ei juuri voitu verrata tutkimusten antamiin tuloksiin, koska tutkimuksia asiasta on niukasti. Kameravalvonnan vaikutuksia asiantuntijat pitivät suurempina kuin kahden aiheesta tehdyn tutkimuksen perusteella voisi odottaa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että rautatieliikenteen liikenteenhallinnan vaikutuksista turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön on niukasti tutkimustuloksia, poikkeuksena tasoristeysten turvallisuutta koskevat tutkimukset (taulukko 3).

3. Rautatieliikenne

Taulukko 3. Yhteenvedo liikenteen hallinnan arvioituista vaikutuksista rautatieliikenteen turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön.

	Turvallisuus	Sujuvuus	Ympäristö
RATAKAPASITEETIN HALLINTA			
Aikataulujen laadinta (LIIKE)	+	++	+
Rataverkon käytettävyyden seuranta, täsmällisyysanalyysit	+	++	+
Liikenteen ja ratatöiden yhteensovittaminen (ETJ, ratatyölistat)	+	++	0
Rataverkon markkinointi ja ratamaksut	0	+	+
POIKKEUS- JA HÄIRIÖTILANTEIDEN HALLINTA			
Rataliikennekeskuksen ja alueellisten liikenteenohjauskeskusten toiminta, joka tähtää paluuseen aikataulunmukaiseen liikenteeseen	++	++	(+)
LIIKENTEENOHJAUS			
Valtakunnallinen ja alueellinen liikenteen valvonta (mm. ESKO, TAKO)	+	++	0
Vaihto- ja ratatöiden suojaaminen, junien kulkuteiden turvaaminen	++	++	+
Automatisointihankkeet	++	++	+
Nopeusrajoitusten ja opasteiden noudattamisen valvonta (JKV)	++	+	0
Liikenteenohjaajien työympäristön kehittäminen	++	+	0
Liikkuvan kaluston vikojen tunnistaminen	++	+	0
RAUTATIE- JA TIELIIKENTEEN KOHTAAMISET¹			
Tasoristeysten poistaminen	++	++	0
Tasoristeysten varustaminen varoituslaitteilla	++	+	0
Tasoristeysten turvallisuuden arviointi (RAUTATARVA)	++	+	0
MATKUSTAJAINFORMAATIO²			
Kiinteät aikataulut ja niiden saatavuus matkustajille	0	++ ³	0
Tiedot myöhästymisistä ja junien kokoonpanosta (MIKU)	0	++ ³	0
Varoitukset ohittavista junista laitureilla	+	0	0
Ajantasainen tieto matkan etenemisestä ja perille saapumisesta	0	++ ³	0
KAMERAVALVONTA⁴			
Asemien ja ratapihojen kamerajärjestelmät	++	++	0

¹ Runsaasti käyttökelpoisia tuloksia tasoristeysten poistamisen ja parantamisen vaikutuksista turvallisuuteen.

² Jonkin verran tuloksia informaation vaikutuksesta matkustajien kokemaan matkan sujumiseen.

³ Matkustajien kannalta.

⁴ Ulkomaisia tuloksia, joiden perusteella kameravalvonnan vaikutukset turvallisuuteen (safety ja security) voivat jäädä odotettua pienemmiksi.

4. Meriliikenne

4.1 Liikenteen hallinta meriliikenteessä

Tässä projektissa käsiteltävät meriliikenteen hallintakeinot jakaantuvat neljän pääotsikon ja useamman alaotsikon alle:

- 1) Valvonta ja ohjaus
 - Liikennetiedon hallinta
 - Liikenteen seuranta
 - Liikenteen järjestely
 - Kuljettajan tuki.
- 2) Liikennöitävyydestä annettava informaatio
 - Liikenne- ja olosuhdetiedot, ml. luotsien ja jäänmurron saatavuus
 - Alusten lastitiedot
 - Väylä- ja turvalaitteiden toimintatiedot
 - Sää- ja jäätiedot
 - Informaatoratkaisujen kehittäminen.
- 3) Häiriö- ja poikkeustilanteisiin varautuminen ja niiden hallinta
 - Varautuminen
 - Satamien pelastustoiminta
 - Meripelastustoiminta
 - Talvimerenkulku.
- 4) Väyläturvallisuus
 - Merikartoitus
 - Väyläluokittelu
 - Luotsinkäyttövelvollisuus.

Liikenteenhallinnan perusedellytys on tilannetietoisuus ja ajantasainen meritilannekuva, josta käy ilmi VTS-alueen (Vessel Traffic Service) alusliikenne, tilannekuvaan vaikuttava sää-, jää- ja vedenkorkeustilanne, väylien ja turvalaitteiden kunto ja käytettävyys sekä muut turvalliseen navigointiin vaikuttavat tekijät. Keskeiset

elementit tilannekuvan muodostamisessa ovat liikenteen merialueen seurantalaitteisto ja meriliikennekeskus, joka yhdistää kerättävän tiedon ja analysoi sitä, sekä niitä yhdistävä tiedonsiirtoverkko. (Paavilainen & Mäkelä 2011.)

Meriliikenteessä operatiivista liikenteenhallintaa on alusliikennepalvelu eli VTS. Sen tarkoituksena on alusliikenteen turvallisuuden ja tehokkuuden lisääminen sekä alusliikenteestä ympäristölle aiheutuvien haittojen ehkäiseminen. Tarjottavia palveluja ovat alusliikenteen liikennejärjestelyt, erilaiset tiedotukset ja navigointiapu. Vaaratilanteiden ja ruuhkien ehkäisemiseksi alusliikennettä ohjataan pysyvillä liikennejärjestelyillä, joita ovat ohitus- ja kohtaamiskiellot, liikenteen porrastus matkan suhteen sekä lähtölupamenettelyt. Tiedotuksia annetaan muusta liikenteestä, sää- ja jääolosuhteista sekä vedenkorkeudesta, väylien ja turvalaitteiden kunnosta sekä muista turvalliseen liikennöintiin vaikuttavista seikoista. Alusliikennepalvelua ylläpidetään rannikon kauppamerenkulun pääväylillä ja Saimaan syväväylällä. Alusliikennepalveluun osallistuminen on pakollista Suomen aluevesillä, ja sitä annetaan kaikille yli 24-metrisille aluksille ja erikseen määräytyille muille aluksille. (Paavilainen & Mäkelä 2011; LVM 2009.)

4.2 Alusliikennepalvelu

Alusliikennepalvelun vaikuttavuutta turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön on tutkittu, mutta tulokset ovat hyvin vaihtelevia. Eiden ym. (2007) mukaan VTS-keskus pienentää onnettomuusriskejä 20–80 % riippuen maantieteestä, liikennetiheydestä ja VTS:n resursseista. Parkin ja Redfenfin (1995) mukaan VTS:n perustamisesta saadaan noin 46 %:n maksimihyöty. He arvioivat, että VTS:n käyttöön otolla voidaan välttää karilleajoista 47 %, yhteentörmäyksistä 36 % ja uppoamisista 21 % ja että yhteentörmäykset vähentyvät noin 50 %, kun VTS-järjestelmässä on mukana tutkaseuranta. Tutkimuksessa todettiin lukujen vastaavan aiemmin tehtyjen tutkimusten vastaavia. Park ja Redfenf (1995) arvioivat lisäksi, että yhteentörmäysten osalta VTS:n avulla voidaan vähentää noin 68 % ympäristötekijöistä johtuvista onnettomuuksista, 40 % ihmisen toiminnasta johtuvista onnettomuuksista ja 35 % teknisistä vioista johtuvista onnettomuuksista. Kokonaisuudessaan 60 % ympäristötekijöistä, 41 % ihmisen toiminnasta ja 20 % teknisistä vioista johtuvista onnettomuuksista voidaan estää VTS:n toiminnalla. Kyseisessä tutkimuksessa annettiin varsin tarkkoja lukuarvoja VTS:n vaikuttavuudelle, mutta täytyy ottaa huomioon, että tutkimus on jo 18 vuotta vanha.

Suomessa VTS-keskusten vaikuttavuutta on tutkittu tehostamalla liikenteeseen puuttumistapahtumien raportointia talvella 2010–2011 kahdesti kahden viikon ajan kolmessa meriliikennekeskuksessa. Kahden ajanjakson raportointien vertailun perusteella voidaan todeta, että VTS-operaattorien työnkuva vaihtelee vuodenaikojen mukaisesti. Avovesiaikaan VTS-työ on enimmäkseen normaalia, kuten liikenteenjärjestelyä ja tilannetiedon välittämistä, kun taas talviolosuhteissa työnkuva on monimuotoisempi. Molemmat raportointijaksot kuitenkin osoittavat VTS:n tarpeellisuuden vuodenaikasta riippumatta. (EfficienSea 2011a; EfficienSea 2011b.) Vastaavanlaisia seurantajaksoja pidetään säännöllisesti kaksi kertaa vuodessa.

4.3 Valvonta ja ohjaus

4.3.1 Liikennetiedon hallinta

Liikennöitävyydestä annetaan informaatiota pääasiassa tiedonhallintatyökalujen eli nykyisen PortNetin ja tulevaisuudessa mahdollisesti myös Single Window -ratkaisujen avulla. Liikennöitävyydinformaatio vaikuttaa eniten turvallisuuteen (++) ja sujuvuuteen (++) , mutta myös ympäristöön (+).

PortNet on Suomessa 1990-luvun alussa kehitetty kansallinen merenkulun tavaraliikenteen eri osapuolia palveleva tietoverkko. Alun perin sen tavoitteena oli järjkeistä eri viranomaistahoille annettavien alusilmoitusten käytäntöä ja tehostaa merenkulun tavaraliikenteen osapuolien toimintoja. PortNet-järjestelmään saadaan tiedot käytännöllisesti katsoen kaikista Suomen satamissa käyvistä aluksista ja niiden lasteista. PortNet on laaja käyttäjien muodostama yhteisö, joka on ollut koko elinkaarensa sopimuksellinen (keskinäiset sopimukset) yhteisö ilman virallista juridista rakennetta. Tietojärjestelmällä on noin 1 300 käyttäjää.

Hautalan ym. (2003) mukaan PortNetin käyttö tehostaa vaarallisten aineiden kuljetusten seuranta ja alusliikenteen valvontaa, mikä parantaa turvallisuutta. Lisäksi logistisen prosessin tehostuminen parantaa sujuvuutta. Suorien taloudellisten vaikutusten lisäksi on paljon laadullisia hyötyjä, kuten

- yksityisen ja julkisen sektorin välinen edistyksellinen toimintamalli tehostaa eri osapuolten toimintatapoja ja yhteistyötä sekä ulkomaankaupan toimintaedellytyksiä
- välilliset hyödyt logististen prosessien tehostumiseen
- tiedon oikeellisuuden ja laadun sekä työmukavuuden paraneminen.

PortNet edesauttaa erityisesti liikennejärjestelmän palvelutasoa ja kustannuksia koskevien tavoitteiden saavuttamista. Lisäksi se vaikuttaa myönteisesti tietoyhteiskunnan edistämiseen ja auttaa saavuttamaan tavoitteita, jotka koskevat turvallisuutta ja terveyttä, alueiden ja yhdyskuntien kehittämistä sekä luontoon kohdistuvia haittoja. PortNet ei vaikuta kielteisesti minkään tavoitteen saavuttamiseen. (Hautala ym. 2003.)

4.3.2 Liikenteen seuranta

Liikenteen seurannan vaikutusmekanismi liittyy ennakointiin ja siten karilleajojen estämiseen. Meriliikennekeskukset seuraavat liikennettä ja antavat tarvittaessa varoituksia laivalle nopeuden ylityksistä tai väylätilan rajojen ylityksistä. ”Törttöilijöistä” raportoidaan suoraan Trafin merenkuluntarkastajille, aluksen lippuvaltioon sekä Euroopan meriturvallisuusviraston (European Maritime Safety Agency, EMSA) järjestelmään, ja sieltä viranomaiset myös saavat tietoa, jolloin riskialttiiden alusten seuranta voidaan tehostaa.

Sekä meriliikennekeskusten seurantajärjestelmissä että alusten navigointijärjestelmissä voidaan hyödyntää automaattisia hälytysrajoja, joita käyttäjät asettavat

saadakseen hälytyksiä alusten ylittäessä nopeuksia tai väylien reuna-alueita. Ryhmähaastattelussa todettiin, että automaattiset hälytysrajat eivät ole tarkoitukseenmukaisia mutkaisilla ja kapeilla väyläosuuksilla. Avomerellä järjestelmät toimivat paremmin. Automatisoidut hälytykset olisi saatava oikea-aikaisiksi, vaikka marginaalit olisivat pieniä. Automaattisten hälytysrajojen odotetaan kehittyvän järjestelmien kehittymisen tahdissa. Tällä hetkellä niiden vaikutusten katsottiin olevan melko pieniä: turvallisuuteen 0/+, sujuvuuteen 0 ja ympäristöön 0/+. Hälytysrajat lisäävät turvallisuutta ja pienentävät ympäristöriskiä avovesissä sekä pitkillä tai suorilla väyläosuuksilla. Samoin riskialttiiden laivojen seuraamisen tehostamisesta nähdään olevan hyötyä.

4.3.3 Liikenteen järjestely

Liikennevirasto huolehtii jäänmurtaaja-avustuksen saatavuudesta nimeämiinsä talvisatamiin sekä huolehtii jäätilanteen edellyttämien, kantavuuteen ja jääluokkaan perustuvien liikennerajoitusten asettamisesta (LVM 2009.) Talvimerenkulkuviranomainen voi talviaikaan rajoittaa annettavan jäänmurto-avustuksen liikennerajoitusten piiriin kuuluviin aluksiin sekä alusten turvallisen liikennöinnin mahdollistaviin väyliin (Paavilainen & Mäkelä 2011). Meriliikennekeskukset tarkastavat jääluokkia pistokoemaisesti sekä raportoivat jäänmurron koordinoitijärjestelmään IBNetiin alusten suoriutumisen vallitsevista jääolosuhteista, jolloin alueella ei pitäisi liikennöidä jäävahvistamattomia aluksia ja toisaalta jäänmurtoapua riittää sitä tarvitseville.

Ryhmähaastattelussa ei varsinaisesti keskusteltu talvisatamien määrästä, mutta kyseenalaistettiin kuitenkin vanhojen jääluokkalaivojen tehottomuus. Yleisesti ottaen jäänmurtokaudella liikenteessä oleva kalusto koostuu melko vanhoista tavanomaisista rahtilaivoista. Liikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden parantamiseksi annettavilla talviliikennerajoituksilla pyritään takaamaan se, että liikenteessä on olosuhteisiin kelvollinen aluskanta. Jos jollakin aluksella on ongelmia etenemisessä, Trafirin tarkastaja pyrkii selvittämään, miksi alus kulkee huonosti jäissä. Ryhmähaastattelun asiantuntijat pohtivat, olisiko liikennerajoituksista tiedottamisessa parantamisen varaa: niitä julkistetaan kyllä hyvin, mutta eikö tieto kuitenkaan saavuta kohteita. Tilastoja talviliikennerajoituksista ja toisaalta taas laivojen jäävaurioista on hyvin saatavilla, ja tutkimusta aiheesta on tehty etenkin Aalto-yliopistossa. Jäänmurtaajien operoimistakin seuraa jonkin verran kolhuja aluksille. Rajoitukset toimivat kuitenkin hyvin. Niiden vaikutus turvallisuuteen on positiivinen (+) erityisesti siksi, että peräänajot ja runkovauriot ovat vähentyneet, mutta ilmeisesti muistakin syistä. Niillä on merkittävä positiivinen vaikutus (++) sujuvuuteen, koska jääpisteinformaatio on entistä helpommin saatavilla. Lisäksi niillä arvioitiin olevan myös positiivinen vaikutus ympäristöön (+).

Reittijakojärjestelmillä ohjataan alusliikennettä vilkkaasti liikennöidyillä alueilla. Niiden tarkoituksena on ohjata alukset omille kaistoilleen siten, että alusten on mahdollista ennakoida muiden alueella olevien alusten liikkumista. Tietyille merialueille on perustettu erityisiä reittejä suurella syvyydellä kulkeville aluksille. Niitä on yleensä matalilla ja kapeilla vesialuilla, joissa suurten alusten liikkuminen on syvyyden rajoittamaa. Syvänvedenreittiä (DW-route, DW-reitti) käyttävät suuret

tankkialukset ja muut alukset voivat ilmoittaa valojen ja merkkikuvioiden avulla, että niiden liikkuminen on syvyyksen rajoittama. Tällöin muut alueella liikkuvat alukset ovat väistämisvelvollisia. (LVM 2009.)

Suomenlahden VTMS:n (Vessel Traffic Management and Information System) käyttöönotto perusteltiin riskianalyysitutkimuksella (VTT & TKK 2002). FSA-tutkimuksen (Formal Safety Assessment, järjestelmällinen turvallisuuden arviointi) mukaan VTMS:n vaikutuksesta mm. yhteentörmäystiheys Suomenlahdella saadaan harvennettua kolmesta vuodesta 14 vuoteen (taulukko 4).

Taulukko 4. Suomenlahden turvallisuustutkimuksen tulokset (VTT & TKK 2002).

	Törmäys- tiheys, isot tankkerit	Törmäys- tiheys, pienet tankkerit	Elinkaari- kustannus (M€)	Odotettu yh- teiskunnallisten kustannusten lasku (M€)	Odotettu kokonais- tuotto	Suosi- tus
Lähtötaso	0,35247	1,73235	-	-		
Järjestelmä 1	0,32213	1,47757	12,8	16,5	1,16	
Järjestelmä 2	0,07349	0,33709	30,5	4126,1	122,1	x

Taulukon lähtötaso kuvastaa nykytasoa, ja järjestelmävaihtoehdot on määritelty niin, että Järjestelmä 1 tarkoittaa uutta reittijakojärjestelmää yhdistettynä pakolliseen ilmoittautumisjärjestelmään ja Järjestelmä 2 on kuten Järjestelmä 1, johon on yhdistetty tutkaseuranta. Riskianalyysitutkimuksessa Järjestelmä 2 osoittautui kustannustehokkaammaksi ja sen käyttöönottoa suositeltiin.

Ahvenanmeren reittijakojärjestelmän käyttöönotto perusteltiin niin ikään riskianalyysitutkimuksella (VTT 2010). Tutkimuksen mukaan yhteentörmäysten todennäköisyys pienenee reiluun kolmannekseen, jos otetaan käyttöön seuraavat järjestelmät: reittijakoalue, syvänvedenreitti, monitorointijärjestelmä sekä ilmoittautumisjärjestelmä. Lähtötasossa yhteentörmäys tapahtui neljän vuoden välein, ja riskinvähentämiskeinojen käyttöönoton jälkeen yhteentörmäystiheyden arvioitiin harvennevan kertaan kymmenessä vuodessa. Tulokset eri riskinvähentämisvaihtoehdoille (RCO = Risk Control Option) on esitelty taulukossa 5. Vaihtoehdot 1 ja 3 todettiin tutkimuksessa kustannustehokkaimmiksi.

4. Meriliikenne

Taulukko 5. Ahvenanmeren turvallisuustutkimuksen tulokset (VTT 2010).

Riskinvähentämiskeino	Törämäystiheys/v	Karilleajotiheys/v	Hyöty mitattuna yhteiskunnallisissa kustannuksissa (k€)	Investoinnin elinkaari-kustannus (k€)	Odotettu kokonais-tuotto	Suositus
Lähtötaso	0,2486	0,792				
RCO 1	0,1503	0,753	1391	20	83,4	x
RCO 2	0,1187	0,751	1885	562	3,95	
RCO 3	0,0971	0,642	2241	662	5,28	x
RCO 4	0,0971	0,511	2241	5640	0,82	

RCO 1: Reittijakojärjestelmä + DW-reitti

RCO 2: Reittijakojärjestelmä + DW-reitti + seurantajärjestelmä

RCO 3: Reittijakojärjestelmä + DW-reitti + seurantajärjestelmä + ilmoittautumisjärjestelmä

RCO 4: Reittijakojärjestelmä + DW-reitti + seurantajärjestelmä + ilmoittautumisjärjestelmä + VTS-navigointiapu.

Itämeren alueella Bornholmin ympäristön meriliikenteen riskienhallintaa selvitettiin FSA-tutkimuksella ennen sen käyttöönottoa (COWI A/S 2008). Riskianalyysin tulosten mukaan liikenteenjakoalueen käyttöönotto Bornholmstgatisissa pienentäisi onnettomuustiheyttä 37 prosenttia. Se olisi myös kustannustehokkaampi kuin toinen tutkimuksessa arvioitu vaihtoehto eli liikenteenjakojärjestelmä Gdanskinlahdella. Tulokset on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Bornholmin ympäristön turvallisuustutkimuksen tulokset (COWI A/S 2008).

	Muutos onnettomuustiheydessä	Kustannusten ero verrattuna tilanteeseen "ennen"	Suositus
Liikenteenjakoalue Bornholmstgatisissa	-37 %	-1 400 000 €	x
Liikenteenjakojärjestelmä Gdanskinlahdella	-2 %	+490 000 €	

Norjan rannikolle ehdotetun laivojen reittijakojärjestelmän vaikutuksia on tutkittu etukäteen alueittain. Alueella 1 (Røst-Utsira) reittijakojärjestelmä vähentäisi tankkerionnettomuuksia 23 %, kun otetaan huomioon liikenne-ennuste vuodelle 2025. Tulokset on esitetty taulukossa 7. (TØI 2009.) Reittijakojärjestelmä tuli voimaan 2011.

Taulukko 7. Norjan rannikolle ehdotetun laivojen reittijakojärjestelmän vaikutuksia (TØI 2009).

Liikenne- määrä/ ennuste	Vähennys kaikki onnet- tomuudet/ kaikki laivat	Vähennys öljy- onnettomuuksi- en volyymissa/ kaikki laivat	Vähennys kaikki onnettomuudet/ tankkerit	Vähennys öljy- onnettomuuksien volyymissa/kaikki laivat
2008	-5 %	-13 %	-28 %	-15 %
2025	-6 %	-29 %	-23 %	-29 %

Reittijakojärjestelmien ja syvän veden reittien käyttöönotto on perusteltu riskianalyysin, ja niitä perustetaan yhteentörmäysriskien pienentämiseksi. Kun uusia reittijakojärjestelmiä otetaan käyttöön, on aluksi yleensä käyttöönottoaikeuksia eli reittijakoa ei heti noudateta. Arvioitiin kuitenkin, että ajan saatossa järjestelmät ovat toimivia ja vaikutukset turvallisuuteen ja ympäristöön ovat merkittäviä (++) ja sujuvuuteenkin positiivisia (+), koska samankaltaisten ajolinjojen valinnat edistävät sujuvuutta.

Suomenlahdella on käytössä Suomen, Venäjän ja Viron merenkulkuhallintojen yhteistyössä ylläpitämä Suomenlahden pakollinen ilmoittautumisjärjestelmä GOFREP (Gulf of Finland Reporting System), jossa Suomenlahden eteläistä osaa valvoo Viro, pohjoista osaa Suomi ja Suomenlahden pohjukkaa Venäjä. Alusten tulee ilmoittautua ja niiden kulkua valvotaan tutkien ja alusten automaattisen tunnistusjärjestelmän avulla ja niille annetaan tietoa turvallisuuteen tai liikenteen sujuvuuteen vaikuttavista seikoista. Aluksen lippuvaltion viranomaisille ilmoitetaan, mikäli alukset rikkovat ilmoittautumisjärjestelmän sääntöjä tai meriteiden sääntöjä. (LVM 2009.)

Ryhmähaastattelussa todettiin, että sen lisäksi että GOFREP ottaa vastaan ilmoitukset, se myös seuraa liikennettä ja puuttuu kehittyviin lähtilanteisiin; tämä on yhtenä vaikutusmekanismina. Seuranta lisää sekä turvallisuutta (+) että ympäristöturvallisuutta (+), vaikka voidaankin kyseenalaistaa erilaisten ilmoittautumispaikkojen ja -järjestelmien paljous. Asiantuntijat hahmottelivat, että jonkinlainen kokeilu yksittäisen varustamon kanssa lisäautomaation hyödyntämisestä voitaisiin kenties tehdä. GOFREP:n käyttöönotto on perusteltu riskianalyysillä, jonka päivitystarvetta asiantuntijat pitivät tärkeänä. Jälkikäteistä vaikutusarviointia kaivataan muuallakin, koska jotkin tahot kaipaisivat samanlaista järjestelmää Pohjanlahdelle.

Ohjeistuksen sekä luotsien, meriliikennekeskusten ja muiden toimijoiden välisen vuorovaikutuksen avulla liikennealueiden kriittiset paikat havaitaan ja riskejä voidaan pienentää. Suomenlahden alueella tällaisia paikkoja ovat mm. Kustaanmiekkan salmi ja Vuosaaren väylä. Vuosaaren sataman suurin ero verrattuna muihin satamiin on siellä toimiva lähtölupamenettely ja aktiivinen liikenteen järjestely. Liikenteen järjestelyn vaikutus turvallisuuteen ja ympäristöön on positiivinen (+), sillä varsinkin hankalilla talviväylillä tai mutkissa yhteentörmäyksen riski on olemassa. Vuosaarissa sen vaikutus sujuvuuteen on positiivinen (+), ja muilla vesialueilla neutraali (0).

4.3.4 Kuljettajan tuki

Kuljettajien tukijärjestelmien tavoitteena on, että aluksen vahtipäällikkö ja muut navigoinnista vastaavat tietävät oman ja muiden sijainnin ja että informaatio toimijoiden välillä kulkee.

Yleisenä huomiona ryhmähaastattelussa todettiin, että laituripaikkoja, luotsin saatavuutta, jäänmurtajien saatavuutta jne. koskeva tiedonkulku on aina jonkin verran myös turvallisuuteen vaikuttava seikka. Esimerkkeinä toimivat hyvin tilanteet, jolloin laiva on tulossa mereltä satamaan mutta luotsia tai hinaajia ei olekaan saatavilla. Tilanne voi johtaa melko riskialttiisiin ohjausliikkeisiin väylillä, kun huonossa kelissä laiva joudutaan ohjaamaan takaisin merelle. Meriliikennekeskukset antavat navigointiapua tarvittaessa, vaikkakin sen pyytäminen on harvinaista. Kaiken kaikkiaan tällainen tiedonvaihdon tehostaminen vaikuttaa positiivisesti (+) turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön.

Etäluotsaus ei ole käytössä suomalaisilla väylillä, mutta sitä voidaan käyttää poikkeustapauksissa. Sen vaikutuksista on saatu haastattelutietoa EU:n luotsiselvityksessä (ks. luku 4.6.3). Etäluotsauksen tarkoituksena on taata turvalliset toimintatavat silloin, kun normaalit luotsaustoimenpiteet eivät ole mahdollisia. Ryhmähaastattelussa mietittiin, voitaisiinko Suomessa edes tehdä näin, kun luotsauspalvelun on katettava luotsaus laituriin asti. Vaikutuksia ei osattu arvioida.

ENSI-palvelussa meriliikennekeskukset tarkastavat (tankkerien) reittisuunnitelman. Tuloksena saadaan turvallinen reittisuunnitelma sekä ajankohtaisia säätiedotuksia, varoituksia ja ennakkotietoja. ENSI-palvelua on testattu Nesteen laivoilla ja Merikotka on tehnyt kevyen esiselvityksen. Testit ovat vielä kesken ja jatkuvat vuoden 2013 loppuun, jonka jälkeen palaute analysoidaan. Asiantuntijoiden mielestä palautetta kannattaa ehdottomasti kerätä ja palvelun vaikutukset tutkia. Vaikutuksia ei osattu kokemuksen puutteessa arvioida.

Elektroninen navigointijärjestelmä ECDIS on jo tällä hetkellä pakollinen useimmille suomalaisille aluksille (Trafi 2013). Perinteisten painettujen karttojen ammattimainen käyttö ja ajan tasalla pitäminen kuitenkin jatkuu, sillä ECDIS ei tule pakolliseksi kaikkien pienimmille aluksille. Lisäksi paperikarttoja käytetään ECDIS-järjestelmän varajärjestelmänä.

Asiantuntijoiden mielestä ECDIS-järjestelmien käyttö on tuonut mukanaan uhan navigointitaitojen katoamisesta. Jos luotetaan liikaa järjestelmiin, ei osata enää havainnoida navigointiympäristöä. Kuitenkin arvio vaikutuksista oli hyvin positiivinen: turvallisuus ja ympäristö (++) sekä sujuvuus (+). Asiantuntijat muistuttivat, että tilannetietoisuutta sekä navigointi- ja tulkintataitoja vaaditaan teknisten järjestelmien rinnalla. Järjestelmiä pidettiin hyvinä apuvälineinä, joiden avulla vähennetään inhimillisen virheen mahdollisuutta, karilleajoja ja yhteentörmäyksiä.

Navtex on maailmanlaajuinen turvallisuusjärjestelmä, jossa lähetetään navigointi- ja hätähälytysviestejä sekä meteorologisia viestejä rannikkoradioasemilta aluksille. Asiantuntijat pitivät sitä jokseenkin vanhanaikaisena järjestelmänä Itämerellä. Tämän takia ryhmähaastattelussa vaikutuksia ei siis arvioitu. Tiedon tuottamista suoraan ECDIS-järjestelmään pitäisi kehittää edelleen, sillä tällä hetkellä tieto tulee liian hitaasti. Ryhmähaastattelussa todettiin tiedotteen julkaisemisen

olevan hidas prosessi, ja Suomen aluevesillä julkaistavat varoitukset kulkevat Ruotsin kautta.

VHF on kommunikoinnin apuväline, joka yhdessä AIS-laitteiden kanssa avustaa ja tukee monipuolisesti alusten vahtipäälliköiden toimintaa. Vaikutus on merkittävästi positiivinen (++) kaikilla tarkastelluilla osa-alueilla. Aikaisemmin VHF-taajuuksilla oli paljon ylimääräistä ja häiritsevää radioliikennettä, nykyisin keskustelu VHF-kanavalla on ammattimaisempaa. Vaikka VHF-kommunikointia pidettiin merkittävänä liikenteen hallintaa edistävänä apukeinona, DSC-laitteen (digital selective call) merkityksen voidaan katsoa vähentyneen AIS-laitteiden yleistyessä.

Myös differentiaalikorjaukseen pohjautuvan GPS-paikannuksen (DGPS) differentiaalikorjauksen tarpeesta keskustellaan. Vaikutuksen nähtiin kuitenkin olevan positiivinen (+) kaikkiin osa-alueisiin. Galileo-satelliittijärjestelmä on eurooppalainen uusi järjestelmä, jolla toivotaan olevan tulevaisuuden potentiaalia.

LRIT-järjestelmä (long-range identification and tracking diversion) on avomeri-alueiden apuväline, jota ei käytetä Itämerellä normaalitilanteissa. Asiantuntijoiden mukaan sillä ei ole vaikutusta (0) turvallisuuteen, ympäristöön tai sujuvuuteen Suomen lähivesillä.

4.4 Liikennöitävyydestä annettava informaatio

Rahdinantajien edustajat eli agentit välittävät tietoa meriliikennekeskusten kautta laivoille ensisijaisesti syöttämällä PortNetiin tiedot satamapalveluista, kuten laituri-paikoista ja hinaajatilanteesta. Näin sujuvoitetaan liikennettä.

Ryhmähaastattelussa todettiin, että PortNetiä pitäisi laajentaa ja hyödyntää paremmin. Osapuolten roolit nähdään epäselvinä, koska tuontiliikenteen osalta satama syöttää tiedot järjestelmään, mutta vientiliikenteessä tiedon syöttävä osapuoli on epäselvempi. Satamaoperaattorin kautta voisi kulkea nykyistä enemmän tietoa. PortNetistä otetaan käyttöön seuraava versio vuoden 2015 kesäkuun alkuun mennessä EU-direktiivin (2010/65/EU) vaatimusten mukaisesti. Alusliikenteen ilmoitusmuodollisuusdirektiivin mukaan jäsenmaiden pitää pystyä välittämään alusliikenteen ilmoitukset kansallisten vastuuviranomaisten ja EU:n jäsenmaiden kesken kansallista Single Window -järjestelmää (NSW) käyttäen. Lisäksi uusi NSW-konsepti tulee käsittämään EU-jäsenvaltioiden välisen tiedonvaihdon SafeSeaNet-järjestelmän välityksellä.

Meriliikennekeskusten asema toimijoiden välissä on nykyisin tärkeä, ja useat erilaiset tietojärjestelmät ovat haaste tiedonkululle monitoimijaympäristössä. Toimijoiden väliseen informaation välittämiseen kaivataan yleisemminkin "national single window" -tyyppisiä "yhden luukun" -ratkaisuja, jotka vastaisivat monenlaisiin tarpeisiin: väyläpäätökset, ehdotukset yms. "Yhden luukun" ratkaisuihin voitaisiin koota kansallisesti vaadittua informaatiota NSW-järjestelmää laajemmin (esim. laiva karilla, tietoa monelle eri toimijalle, satamakohtainen riskitieto). Ryhmähaastatteluun osallistuneiden asiantuntijoiden mukaan Kansainvälisen merenkulkujärjestö IMO:n GISIS-palvelua (Global Integrated Shipping Information System) voitaisiin hyödyntää Suomessakin useimpiin edellä mainittuihin tietotarpeisiin.

Tarvetta olisi myös merellisten tietokantojen kokonaisuudelle, joka nähdään kansantaloudellisena asiana. Merellisten tietovarantojen hallinta, joka on nyt Trafissa, pitäisi asiantuntijoiden mukaan saada laajemmin muidenkin toimijoiden käyttöön.

4.4.1 Liikenteestä ja olosuhteista annettava tieto

Alusten navigointiin vaikuttavista asioista, kuten väylien ja turvalaitteiden kunnosta sekä poikkeavista sääolosuhteista, annetaan merivaroituksia. Merivaroitujärjestelmä on keskeinen osa turvallisuusradiotoimintaa, jota Liikennevirasto hoitaa Turku Radion välityksellä. Navtex-järjestelmän mukaiset merivaroitukset sen sijaan välitetään Turku Radiosta Stockholm Radioon, josta ne välitetään alusten vastaanottamiin. (LVM 2009.)

Samoilla henkilöresursseilla alusliikennepalvelun kanssa hoidetaan merenkulun turvallisuusradioliikennettä (Turku Radio) (Paavilainen & Mäkelä 2011). Ryhmähaastattelussa asiantuntijat kertoivat, että Turku-radiota ei yleisesti ottaen aluksilla kuunnella juurikaan. Tutkimustietoa aiheesta ei ole, mutta asiantuntijat arvioivat vaikutukset merkityksettömäksi (0). Tietojen pitäisi mieluummin mennä suoraan Navtexiin, vaikka Itämerellä ECDIS onkin ajamassa sen käytössä ohi. Säädökset kuitenkin määrittävät radiopalvelun olemassaolon.

Tiedot laituripaikoista, hinaajien, luotsien ja jäänmurron saatavuudesta auttavat suunnittelemaan matkanopeuden niin, että ollaan perillä oikea-aikaisesti. Tällä voidaan säästää polttoainetta ja aiheuttaa vähemmän päästöjä. Ryhmähaastattelussa vaikutuksen arvioitiin olevan sujuvuuteen ja ympäristöön positiivinen (+), mutta turvallisuuden merkityksetön (0). Asiantuntijoiden mukaan tällä hetkellä PortNet on paras tietolähde, tulevaisuudessa National single window. GISIS-tietokannassa on tietoa satamapalveluista (esim. satamien valmiudesta ottaa vastaan laivojen jätevesiä), mutta tiedot eivät ole ajan tasalla, joten ylläpitoon pitäisi kiinnittää enemmän huomiota. Trafilla olisi tarve tiedoille vaarallisten aineiden kuljetuksista.

4.4.2 Tiedot aluksen lastista

Yleensä agentit syöttävät tiedot laivan lastista ja oletetusta saapumisajasta Port-Netiin jo laivan lähtiessä. Vaikutus sujuvuuteen arvioitiin positiiviseksi (+). Positiivista vaikutusta hieman heikentää se, että ennakkotieto on vajavaista, mihin Single Window -järjestelmät voisivat tuoda parannusta.

Laivojen lastikapasiteetin käytön parantaminen olisi hyödyllistä ilmaston kannalta, ja tehokkuuden lisääntyminen vaikuttaisi positiivisesti myös kansantalouteen. Laivat kulkevat liian usein paino- tai vajaalastissa. Asiantuntijoiden mukaan tulevaisuudessa liikenne keskittyy joihinkin satamiin ja reiteille varustamoiden ja kuljetusasiakkaiden päätösten mukaisesti. Jo nykyään lastinantajilla on suuri vaikutus valittuihin kuljetusreitteihin (esim. Suomen vientiliikenne). Nykyisen liikenteen jakauman ja toimintatavan arvioitiin perustuvan ns. ”kunnan kassaan”, erilaisiin tukijärjestelmiin ja ajattelutapaan, että ”markkinatalous hoitaa” asiat oikeille raiteilleen. Osa toimijoista on kuitenkin jo alkanut tehostaa toimintatapojaan. Vaikutus sujuvuuteen ja ympäristöön on positiivinen (+), mutta turvallisuuden ei ole vaikutusta (0).

4.4.3 Tieto väylä- ja turvalaitteiden kunnosta

Meriliikennekeskukset raportoivat turvalaitteiden vioista saamansa tiedot Liikenneviraston väylänpidon Pooki-järjestelmään, jotta kunnossapitäjä saisi tiedon nopeasti ja vaivattomasti. Liikenneviraston ylläpitämien väylien turvalaitteiden kunnossapito tilataan ulkopuolisilta toimijoilta, joilla on pääsy järjestelmään. Satamien turvalaitteiden kunnosta ei järjestelmässä ole tietoja eikä vikailmoituksia välitetä tätä kautta.

Tässäkin voisi apu tulla Single window'n myötä: yksi yhteinen tietokanta, joka on kaikkien käyttäjien saatavilla. Ratkaisu vaatisi kuitenkin lisäksi sopimuksen vastuista turvalaitteiden ylläpidosta ja vikojen raportoinnista. Satamien vesialueilla olevat turvalaitteet ovat pääsääntöisesti satamien vastuulla eivätkä satamien vesialueet kuulu VTS-alueisiin ilman erillistä sopimusta. Helsingin sataman ja Liikenneviraston väliillä on sopimus, jossa on sovittu myös, että VTS ilmoittaa turvalaitevioista satamalle. Muiden satamien kanssa vastaavaa sopimusta ei tällä hetkellä ole. Laittevikavaroituksilla on tärkeä merkitys turvallisuuden (++) ja ympäristön (+) kannalta.

4.4.4 Sää- ja jäätiedot

Alusliikenteelle annettavista palveluista on säädetty alusliikennepalvelulaissa. Sen mukaan alusliikennepalvelu antaa aluksille tiedotuksia sää- ja jääolosuhteista sekä vedenkorkeudesta. Ilmatieteen laitos seuraa merialueiden jäätymistä, jääkenttien laajuutta ja vahvuutta, jäänmuodostusta alusten kansirakenteisiin sekä ylläpitää merenkulkijoille tarkoitettua jäätiedotuspalvelua ja julkaisee jääkarttoja. Sekä Suomen että Ruotsin viranomaiset käyttävät näitä tietoja ja karttoja tehdessään talviliikenteen rajoituksia koskevia päätöksiä ja tiedottaessaan talviliikenteestä. Jäätiedotuksia ja karttoja käytetään lisäksi suunniteltaessa jäänmurtajien avustustoimintaa sekä itse toiminnassa. (LVM 2009.)

Sää- ja jäätietojen sekä vedenkorkeusennusteiden saatavuus herätti keskustelua ryhmähaastattelussa. Asiantuntijoiden mielestä käytännöt ovat sekavat, sillä satamilla on omia tietoja, Ilmatieteen laitoksella omia jne. Esimerkiksi tuulitietojen saamista ECDIS-järjestelmään pitäisi edistää. Uusissa laitteissa ominaisuus onkin, eikä sää- ja jäätietoja sekä vedenkorkeusennusteita enää siis tarvitse kysyä meriliikennekeskuksesta.

Vedenkorkeuteen liittyvissä palveluissa olisi parannettavaa, sillä etenkin vedenkorkeusennusteita voitaisiin hyödyntää meriliikenteessä. Poikkeuksellisen alhaisten vedenkorkeuksien vallitessa tietoa tarvittaisiin, jotta voitaisiin suunnitella erityisesti kuivalastialusten lastaus oikein. Ilmatieteen laitos tekee tilauksesta ennusteen, mutta Ruotsin ilmatieteen laitoksesta olisi saatavilla kolmen vuorokauden ennuste myös moniin Suomen satamiin. Asiantuntijat arvioivat Ilmatieteen laitoksen ennusteiden, tiedotteiden ja varoitusten vaikuttavan turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön positiivisesti (+). Tilastojen ylläpidolla ei sen sijaan nähty olevan suoraa vaikutusta (0) näihin osa-alueisiin.

Meneillään olevassa Älyviitta-projektissa Liikennevirasto kartoittaa kyselyllä merellisten olosuhdetietojen saannin kattavuutta ja tarpeita, mm. kauppamerenkulun

väyliä Suomenlahden ja Saaristomeren alueella. Vastausten avulla kehitetään ja parannetaan tulevaisuuden havaintolaitteita, merellisten olosuhdetietojen saata- vuutta sekä oikeanlaisen tiedon välittämistä niiden loppukäyttäjille. Kysely keskittyy kolmeen veteen liittyvään olosuhdetietoon: aallonkorkeuteen, vedenkorkeuteen ja virtaukseen.

4.4.5 Informaatiotarkaisujen kehittäminen

Liikennevirasto ja muutkin toimijat kehittävät palveluitaan jatkuvasti tavoitteenaan saada parempaa ja ajantasaisempaa tietoa laivoille. Informaatiotarkaisujen edelleen kehittäminen hillitsee ilmastonmuutosta, sillä on positiivinen vaikutus ympäristöön (+), ja se lisää sujuvuutta (+). Verkon ja palveluiden tehostamista pidettiin ehdottoman tärkeinä.

Trafin PURKKI-tietokanta on kehitysvaiheessa. Tarkoitus on, että Trafissa kerätään tietoa aluksista, katsastuksista jne. keskitettyyn järjestelmään, johon olisi avoin pääsy. Avoin tietokanta lisäisi läpinäkyvyyttä. Vaikutuksia ei osattu ryhmähaastattelussa vielä arvioida. Palvelun tarpeellisuus kyseenalaistettiin, koska erilaisia tietokantoja on jo olemassa.

4.5 Häiriö- ja poikkeustilanteisiin varautuminen ja niiden hallinta

4.5.1 Toimijat

Meriliikenteen hallinnassa tehdään yhteistyötä useiden kansallisten ja kansainvälisten toimijoiden kanssa. Yhteistyötahoja ovat muun muassa Rajavartiolaitos (meripelastus), Merivoimat (aluevalvonta ja varautuminen), Finnpiilot (luotsaus), Arctia Shipping (jäänmurto), satamat, varustamot, viranomaisyhteistyö (EU, Helcom, Ruotsi, Viro, Venäjä, IALA, IMO), Suomen ympäristökeskus SYKE (öljyntorjunta), Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi (sääntely ja valvonta, ISPS-turvassäännöt) ja Häätäkeskuslaitos (suuronnettomuudet, satamien öljyntorjunta, Saimaan järvi-pelastus).

Keskeinen viranomaisyhteistyön muoto on METO-yhteistyö. Se tarkoittaa ns. merellisten toimijoiden keskinäiseen aktiivisuuteen perustuvaa viranomaisyhteistyötä, jossa merialueen teknisiä valvonta- ja tietoliikennejärjestelmiä kehitetään ja käytetään yhteistyössä ja yhteisesti sovittujen periaatteiden mukaisesti. METO-viranomaisia ovat Merivoimat, Rajavartiolaitos, Liikenteen turvallisuusvirasto ja Liikennevirasto. (Paavilainen & Mäkelä 2011; LVM 2009.)

4.5.2 Varautuminen

Trafin tarkastajat tekevät ISPS- (International Ship and Port Facility Security) ja ISM (International Safety Management) -turvatarkastuksia, joilla parannetaan alusten turvallisuusjohtamista ja turvallista toimintaa. Tämä ehkäisee aluksista aiheutuvaa ympäristön pilaantumista ja lisää turvallisuutta sekä aluksilla että satamissa. Vaikutus sekä turvallisuuteen että ympäristöön on merkittävä (++)

Trafissa tekeillä oleva poikkeamaraportoinnin kehittämishanke (sekä Foresea että satamien turvallisuusraportointi) liittyy tavallaan ISM:ään, mutta on vapaaehtoinen. Tavoitteena on oppiminen poikkeamista sen sijaan, että tapahtuisi onnettomuuksia. Asiantuntijat uskovat tällä olevan positiivinen vaikutus (+) turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön.

Suomen ympäristökeskus (SYKE) ja Rajavartiolaitos valvovat merellisiä öljy- ja kemikaalipäästöjä yhteistyössä. Laki kieltää öljyn päästämisen mereen, ja kiellon rikkomisesta määrätään öljypäästömaksu. Öljypäästöjen lentovalvonta toimii ja ehkäisee ympäristövahinkoja merkittävästi (++), vaikka joskus julkisuudessa esiintyy tapauksia, joissa öljypäästön aiheuttajaa ei ole saatu selvitettyä ja rangaistua.

Polttoaineiden valvontaan käytetään perinteisen näytteenoton lisäksi myös lentovalvontaa ja antureita tai nuuskijoita, joiden avulla valvotaan ilmanlaatua (tuuli tosin vaikeuttaa toimintaa). Näin pyritään estämään väärän polttoaineen käyttö (esim. liian suuri rikkipitoisuus) "sakon uhalla". Järjestelmä ehkäisee ympäristövahinkoja (++).

Esimerkiksi Helsingin satamassa mitataan kaupungin ilmanlaatua ja laivoista aiheutuvat päästöt, esimerkiksi rikki, ovat selkeästi havaittavissa. Ympäristölupa velvoittaa pitämään päästöt kurissa. Vaikutus ympäristöön on positiivinen (+).

Viranomaisten toimivien järjestelmien ja yhteistyön (METO) avulla pyritään minimoimaan onnettomuusriskit (riski = todennäköisyys * seuraus). Vaikutus turvallisuuteen ja ympäristöön on positiivinen (+).

4.5.3 Satamien pelastustoiminta

Satamien pelastustoiminnalla pyritään minimoimaan onnettomuuksien seuraukset. Meripelastuskeskus hoitaa pelastustoiminnan tarpeesta ilmoittamisen. Tällä voidaan vaikuttaa turvallisuuteen ja ympäristöön positiivisesti (+). Hätäkeskuksilla on tärkeä merkitys turvallisuuteen (++), sillä niiden pelastuskaluston ja -henkilöstön avulla voidaan pelastaa ihmishenkiä. Pelastuslaitokset taas hoitavat öljyntorjunnan satama-alueella ja vaikuttavat siten ympäristöön (+). Vaikutusarviot edellä ovat ryhmähaastattelussa annettuja asiantuntijoiden arvioita. Ryhmähaastattelussa pohdittiin myös, kuka hoitaa jälkitorjunnan hätäkeskuksen ja pelastuslaitoksen hoitaessa ensitorjunnan. Vahinkojen jälkitorjuntaan tarvitaan ostopalvelua. Öljyterminaaleilla on kenties tähän muita paremmin resursseja, asiantuntijat arvelivat.

4.5.4 Meripelastustoiminta

Meripelastusseurojen, pelastusyhtiöiden ja Rajavartiolaitoksen toiminnalla pyritään onnettomuuksien seurausten minimoimiseen. Meripelastusseura pelastaa ihmishenget tavoitteenaan vähentää henkilövahinkoja ja vaikuttaa siten turvallisuuteen (+). Pelastusyhtiö pelastaa laivan ja pyrkii estämään omaisuusvahinkoja sekä öljyvetoja ja vaikuttaa siten turvallisuuteen (+) ja ympäristöön (+). Rajavartiolaitos pelastaa ihmishenget ja osallistuu öljyntorjuntaan ja vaikuttaa siten turvallisuuteen (++) ja ympäristöön (+). Hätäkeskukset osallistuvat henkilö-, omaisuus- ja ympäristö-

vahinkojen minimoimiseen suuronnettomuuksissa ja Saimaan järvipelastuksessa ja vaikuttavat siten turvallisuuteen (+) ja ympäristöön (+).

Ilmatieteen laitos ennustaa öljynkulkeutumisen öljynkulkeutumismalleillaan, jotta liikenne ja öljyntorjuntatoimet voidaan ohjata oikein. Tällä arvioitiin olevan vaikutusta sekä sujuvuuteen (+) että turvallisuuteen (+). SYKE on öljyntorjunnan vastuuviranomainen, joka pyrkii estämään öljyvahingot. Ympäristövaikutuksen arvioitiin olevan merkittävä (++).

Liikennevirasto on määritellyt suojapaikat, joiden tarkoituksena on minimoida onnettomuuden seuraukset, esimerkiksi rajata öljyvuoto ja välttää liikenneverkon pullonkaulojen tukkeutuminen (esim. Kustaanmiekka). Onnettomuuden sattuessa suojapaikka valitaan tilanteen mukaan ja vaurioitunut laiva siirretään johonkin ennalta sovittuun suojapaikkaan. Suomenlahden alueen suojapaikat on jo määritelty, ja seuraavaksi vuorossa on Saaristomeren alue. Öljynkulkeutumismallit saadaan tarvittaessa tilattua Ilmatieteen laitokselta. Asiantuntijat pitivät suojapaikkoja hyvänä asiana, vaikutus kohdistuu sekä turvallisuuteen, sujuvuuteen että ympäristöön (+).

4.5.5 Talvimerenkulku

Liikenneviraston talvimerenkulkutoiminto vastaa liikenteen turvaamisesta jääolosuhteissa. Asiantuntijoiden mukaan jäämurtopalvelut liikenteen varmistamiseksi talvella vaikuttavat erittäin paljon turvallisuuteen (++) ja sujuvuuteen (++) sekä jonkin verran myös ympäristöön (+). Liikenne rajoitukset (kantavuus, lastimäärä, jääluokka) ja erivapaudet niistä takaavat jäämurtopalvelujen riittävyyden (sujuvuus ++) ja lisäävät alus- ja ympäristöturvallisuutta (++).

Liikennevirasto määrittelee käytettävät väylät myös jäämurtopalveluiden riittävyyden takaamiseksi ja alus- ja ympäristöturvallisuuden lisäämiseksi (+). Talvimerenkulussa poikkeustilanteisiin varaudutaan myös keskittämällä liikenne yksittäisille väylille, mm. Suomenlahdella rantaväylälle, Perämerellä ROK-väylälle (Raahe-Oulu-Kemi) tai sulkemalla tiettyjä väylänpätkiä esimerkiksi Orregrundin alueella. Näin voidaan lisätä liikenteen sujuvuutta merkittävästi (++) . Säännöllinen matkustajalaivaliikenne pitää väylät hyvin avoinna talvella. Reittijakojärjestelmiä (TSS) voidaan poistaa käytöstä jäätalanteen niin edellyttäessä. Tällöin liikenne ohjautuu uudelleen vesialueella. Asiantuntijat eivät kuitenkaan nähneet tämän vaikuttavan negatiivisesti, vaikutus on neutraali turvallisuuteen ja ympäristöön, sujuvuutta se sen sijaan lisää (+). Luotsipaikkoja voidaan keskittää talviaikana, millä parannetaan sekä turvallisuutta (+) että sujuvuutta (+).

4.6 Väyläturvallisuus

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisemassa Itämeren meriturvallisuusohjelmassa väyläturvallisuus määritellään seuraavasti: *”Alusliikenteen käytössä olevan väylästäön tasolla on suuri merkitys alusliikenteen turvallisuudelle ja sujuvuudelle. Riittävän syvä, leveä ja tasokkaiden merenkulunturvaväylä on turvallinen ja helppo navigoida.”* (LVM 2009.)

4.6.1 Merikartoitus

Suomessa Liikennevirasto vastaa merikartoitustietojen, kuten veden syvyytietojen, hankinnasta, merikartta-aineistojen käsittelystä ja säilyttämisestä sekä merikarttojen julkaisusta ja päivityksestä. Tällä hetkellä merenkulussa voidaan käyttää joko painettuja tai elektronisia merikarttoja. Elektronisten merikarttojen tulee olla virallisia (ENC = Electronic Navigational Chart), ja niissä on käytettävä IMO:n standardien mukaisesti tyyppihyväksytyä elektronista navigointijärjestelmää (ECDIS = Electronic Chart Display and Information System). (LVM 2009.)

Ryhmähaastattelussa kävi ilmi, että muun muassa luotsit kaipaavat nykyistä tarkempaa karttatietoa. Nykyisin vedensyvyydet ilmoitetaan kymmenen metrin välein ENC-kartoissa, mutta esimerkiksi kolmen metrin välein ilmoitettu syvyys olisi parempi ja turvallisempi. Myös syvyytiedon ”kerrostaminen” kiinnostaisi. Tämä lienee kustannuskysymys, sillä se on teknisesti mahdollista. Asiantuntijoiden mukaan kustannustehokkaampaa monikeilaluotausta käytetään jo jonkin verran sitä kalliimman harauksen rinnalla. Asiantuntijat pitivät luotausta, väyläsuunnittelua, merikartoitusta ja luotettavien navigointitietojen jakamista käyttäjille erittäin tärkeänä ja vaikuttavuutta turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön merkittävänä (++).

4.6.2 Väyläluokittelu

Liikennevirasto huolehtii väylien turvallisuudesta ja väylänhoidon toimivuudesta tavoitteenaan ohjata liikennevirtoja siten, että väylällä on oikea aluskoko. Vaikutus turvallisuuteen (++) , sujuvuuteen (++) ja ympäristöön (+) on positiivinen ryhmähaastattelun asiantuntijoiden mukaan.

Suomalaiset väylät eroavat eurooppalaisista kivipohjaisuutensa takia. Uusi kulkusyvyyskäytäntö otettiin Suomessa käyttöön vuonna 2004. Syvyyskäytäntöväylillä ilmoitetaan kulkusyvyvyyden lisäksi väyläalue ja haraussyvyys. Vedenkorkeuden mukaan kulkusyväydessä voidaan näillä väylillä joustaa. Siitä olisi hyötyä esimerkiksi matalalla vedellä, kun aluksen ei tarvitsisi välttämättä jäädä odottamaan vedennousua (vaikutus sujuvuuteen positiivinen, +). Tarvittaessa voidaan ajaa hitaammin tai vaikkapa hinauksessa. Erityisesti kuivalastisatamat voisivat hyödyntää tätä. Uutta käytäntöä ei tietävästi juuri käytetä (luotsit eivät pidä riittävän turvallisenä), mutta asiasta ei ole tutkimustietoa. Asiantuntijoiden mielipide vaikutuksesta turvallisuuteen vaihteli negatiivisesta neutraaliin ja positiiviseen (- / 0 / +). Aluksia on lastattu niin, että alus on ottanut satamassa kiinni pohjaan ja vaurioita on tullut. Ympäristövaikutus katsottiin kuitenkin neutraaliksi (0).

Liikennevirasto huolehtii kulkuväylien turvaamisesta, mm. väylämerkein liikenteen ohjaamisesta ja vaaroista varoittamisesta. Väylällä pysyminen ja paikkatiedon varmentaminen on erittäin tärkeää, ja sen vaikutus turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön on merkittävä (++) . Ryhmähaastattelussa asiantuntijat kritisoivat hieman sitä, että väylämerkintöjen osalta on Suomessa jämähdetty paikoilleen. Uutta teknologiaa ja sen tuomia mahdollisuuksia ei ole riittävästi hyödynnetty, vaikkakin käyttöön on jo otettu kaukovalvottuja poijuja ja kiinteästi asennettuja AIS-laitteita.

Uusi teknologia hyödyttää tällä hetkellä alusliikenneoperaattoreita ja muita viranomaispuolen toimijoita, sillä tietoa ei toistaiseksi välitetä suoraan aluksille.

Virossa sen sijaan on otettu käyttöön ja saatu hyviä kokemuksia kaukovalvosta, AIS:n välityksellä tilatietoa lähettävistä merimerkeistä, kuten tutkamerkeistä ja sektoriloistoista. Suomessa kehitystä haittaavat asiantuntijoiden mukaan sekä kustannukset että väylänpidon monet osapuolet. Etähuolto olisi tärkeä saada toimivaksi. Varsinkin talvella tulee kalliiksi lähteä tarkistamaan merkkejä, joissa on ilmoitettu olevan vikaa. Kustannuksia nostavat myös turhat vikailmoitukset. Tiedon tulisivatkin olla ajantasaista ja luotettavaa; esimerkiksi talviolosuhteissa poijujen toimintakunnon tarkistaminen on kallista. Virossa poijuissa on polttimot, jotka vaihdetaan jopa neljän vuoden välein. Suomessa sellaiset eivät välttämättä toimisi ankarampien jääolosuhteiden takia.

4.6.3 Luotsinkäyttövelvollisuus

Luotsaustoiminnan tarkoituksena on edistää alusliikenteen turvallisuutta ja ehkäistä alusliikenteestä ympäristölle aiheutuvia haittoja. Luotsauksella tarkoitetaan alusten ohjailuun liittyvää toimintaa, jossa luotsi toimii aluksen päällikön neuvonantajana sekä vesialueen ja merenkulun asiantuntijana.

Suomen aluevesillä luotsia on käytettävä kaikkien sellaisten alusten ja alusyhdistelmien, jotka kuljettavat vaarallista tai ympäristöä pilaavaa lastia tai joiden suurin pituus on yli 70 metriä tai suurin leveys yli 14 metriä tai suurin sallittu kesälästisyvyys suolaisessa vedessä yli 4,5 metriä. Saimaan vesialueella ja Saimaan kanavassa luotsinkäyttö on pakollista kaikille aluksille, joiden suurin kokonaispituus on vähintään 25 metriä. Käyttövelvollisuudesta on vapautettu Suomen valtion omistamat alukset, joita ei käytetä kaupalliseen toimintaan, lautat ja yhteysalukset sekä Saimaan kanavan vuokra-alueella liikennöivät venäläiset alukset. Lisäksi aluksen kokoon perustuvasta luotsinkäyttövelvollisuudesta on vapautettu alus, jonka päällikölle Merenkululaitos on myöntänyt väylä- ja aluskohtaisen linjaluotsikirjan tai erivapauden. (LVM 2009.) Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi valvoo luotsauslain noudattamista.

PwC1:n ja Panteia2:n (2012) mukaan ei ole juurikaan merkitystä, onko laivassa paikallinen luotsi vai linjaluotsi. Luotsauksella on tässäkin tutkimuksessa todettu olevan kiistatta vaikutus turvallisuuteen. Tutkimuksessa haastateltiin eurooppalaisia luotseja, satamaviranomaisia ja varustamoja. Haastatelluilta tahoilta kysyttiin, onko heidän mielestään linjaluotsikirjoilla positiivinen, negatiivinen vai neutraali vaikutus turvallisuuteen. Vastaukset eivät olleet yksikäsitteisiä. Luotsit vaikuttavat olevan konservatiivisin vastaajaryhmä (taulukko 8). Tutkimuksen perusteella Väli­meren alueen kansalliset viranomaiset ovat vastahakoisimpia linjaluotsikirjojen suhteen, ja heidän mielestään linjaluotsin käytöllä on negatiivinen vaikutus turvallisuuteen. Varustamoilla sen sijaan oli positiivisempi näkökanta. Niiden edustajat itse asiassa väittävät, että linjaluotsaus lisää turvallisuutta, koska linjaluotsikirjan saa vasta, kun tietty määrä kokemusta on saavutettu, ja koska päällikkö tuntee laivansa paremmin kuin luotsi.

Taulukko 8. Luotsaustutkimukseen vastanneiden mielipiteet linjaluotsauksen vaikutuksista turvallisuuteen vastaajaryhmittäin (PwC1 & Panteia2 2012).

	Positiivinen	Negatiivinen	Neutraali
Luotsit	23 %	60 %	15 %
Viranomaiset	16 %	25 %	59 %

PwC1 & Panteia2 (2012) tutkivat myös etäluotsausta. Suurimmassa osassa satamia ja väyliä ei käytetä etäluotsausta. Niissä harvoissa tapauksissa, kun sitä käytetään, siihen turvaudutaan vain poikkeustapauksissa, kuten joissakin säätilanteissa tai hätätapauksissa. Vaikutuksista oltiin hyvin ristiriitaista mieltä (taulukko 9). Luotsit ovat selvästi etäluotsausta vastaan lukuun ottamatta huonoja sääolosuhteita, ja silloinkaan kaikki eivät sitä hyväksy. Varustamot taas ihmettelivät, miksi etäluotsausta ei sitten voisi käyttää hyvälläkin säällä. Satamaviranomaiset, kuten eivät muutkaan vastaajat, näe etäluotsausta vaihtoehtona luotsaukselle vaan enemmänkin lisäpalveluna silloin, kun luotsin saaminen laivaan on syystä tai toisesta mahdotonta. Kansallisten viranomaisten mielipiteissä oli maantieteellistä eroa: yleensä Etelä-Euroopassa lukuun ottamatta Espanjaa etäluotsaus nähtiin hyödyllisenä käytäntönä, kun taas pohjoisempana sen ei katsottu olevan houkutteleva ratkaisu.

Taulukko 9. Linjaluotsitutumukseen vastaajien mielipide etäluotsauksen vaikutuksesta turvallisuuteen vastaajaryhmittäin.

	Positiivinen	Negatiivinen	Neutraali
Luotsit	28 %	58 %	14 %
Viranomaiset	13 %	42 %	45 %

Luotsauksen merkitys turvallisuudelle on yleisesti tunnustettu, sillä aluksen ohjaajalla täytyy olla riittävä paikallistuntemus väylällä. Asiantuntijoiden mukaan luotsaus lisää myös sujuvuutta (+) etenkin jäissä ajettaessa, koska laiturista lähtö ja laituriin saapuminen on sujuvampaa. Yleensä luotsauksen vaarallisimmat hetket ovat luotsin otto ja jättö. Luotsauksen vaikutus turvallisuuteen on merkittävä (++) , etenkin jää- ja tuuliolosuhteissa. Myös ympäristövaikutus on positiivinen (+). Luotsaus on muutoksessa. On jopa esitetty, että satamat hoitaisivat luotsausjärjestelyt tulevaisuudessa.

4.7 Yhteenveto vaikutusarvioista

Kirjallisuuskatsauksen rajallisten tulosten perusteella voitaneen todeta, että meriliikenteen hallintakeinojen vaikuttavuutta ei ole juurikaan tutkittu kvantitatiivisesti. Tulokset vaihtelevat suuresti ja perustuvat useimmiten ennen liikenteenhallintakeinon käyttöönottoa tehtyihin riskianalyyseihin, joilla on usein perusteltu esimerkiksi liikennejakovalueen käyttöönottoa. Lisäksi asiantuntija-arvioiden mukaan kansainvälisiä

tuloksia on vaikea verrata Suomeen, koska toimintaympäristö ja olosuhteet eroavat alueellisesti toisistaan: Suomessa on esimerkiksi karikkoisia väyliä ja rannikoita, väylien pohjalla on kalliota hiekan sijaan ja talvella on jäätä. Kirjallisuudesta ei löytynyt vaikutustietoa liikennöitävyydestä annettavasta tiedosta eikä häiriö- ja poikkeustilanteisiin varautumisesta.

Liikenteenhallinnalla arvioitiin olevan varsin paljon suotuisia vaikutuksia (taulukko 10). Suurin osa taulukon arvioista perustuu ryhmähaastatteluun, tutkimustieto on merkitty taulukkoon erikseen. Valvonnan ja ohjauksen alueella suurimmat vaikutukset turvallisuuteen liittyivät liikennetiedon hallintaan, VTS-alusliikennepalveluun, reittijakojärjestelmiin ja liikenteenjakoalueisiin sekä laivan komentosillalla käytössä oleviin tukijärjestelmiin. Sujuvuuteen vaikuttavat selvimmin liikennetiedon hallinta ja talviliikennerajoitukset. Ympäristövaikutusten osalta tärkein hallintakeino (avomerialueilla) ovat reitti- ja liikenteenjakojärjestelmät – yhteentörmäysvaara pienee selvästi näillä ratkaisulla. Väyläalueella ympäristövaikutusten kannalta tärkeintä on merikartoitus ja väylällä pysymisen varmentaminen. Kuljettajan tukijärjestelmillä on tässä tärkeä rooli.

Informaation osalta tärkein turvallisuuteen vaikuttava tekijä on väylä- ja turvalaitteet sekä tieto niiden kunnosta. Sujuvuuden ja turvallisuuden kannaltakin informaationkulku on tarpeellista ja vaikuttaa niihin positiivisesti.

Häiriö- ja poikkeustilanteisiin varautumisen lisäksi talvimerenkulun palvelut vaikuttavat turvallisuuteen selvästi, kuten tietenkin myös meripelastustoiminta. Ympäristön kannalta varautuminen ja talvimerenkulun palvelut ovat ensiarvoisen tärkeitä. Jäänmurto ja talviliikennerajoitukset vaikuttavat merkittävästi myös liikenteen sujuvuuteen talvella.

Väyläturvallisuus ja sen eri osa-alueet vaikuttavat selvästi sekä turvallisuuteen, sujuvuuteen että ympäristöön. Tarkka ja täsmällinen merikarttatieto ja paikkatiedon varmentaminen ovat välttämättömiä merenkulussa.

Taulukko 10. Yhteenveto liikenteenhallinnan arvioituista vaikutuksista meriliikenteen turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön (kirjallisuuskatsauksessa löydetty tutkimustieto merkitty punaisella).

	Turvallisuus	Sujuvuus	Ympäristö
VALVONTA JA OHJAUS			
Liikennetiedon hallinta (PortNet ja Single Window -ratkaisut) (alaluku 4.3.1)	++ +	++ ++	+ +
Liikenteen seuranta			
VTS-alusliikennepalvelu (alaluku 4.2.2)	++		+
Automaattiset hälytysrajat	0/+	0	0/+
Liikenteen järjestely			
Talviliikennerajoitukset	+	++	+
Reittijakojärjestelmät ja liikenteenjakoalueet (alaluku 4.2.2)	++ (+)	+	++ (+)
GOFREP-ilmoittautumisjärjestelmä	+		+
Tilannesidonnainen liikenteenj järjestely	+	0/+	+
Kuljettajan tuki	+	+	+
ECDIS-järjestelmä	++	+	++
VHF- ja AIS-laitteet	++	++	++
GPS-paikannuksen differentiaalikorjaus	+	+	+
LRIT-järjestelmä Itämeren alueella	0	0	0
LIKENNÖITÄVYYDESTÄ ANNETTAVA INFORMAATIO			
Liikenne- ja olosuhdetiedot			
Turku Radio (turvallisuusradioliikenne)	0	0	0
Tiedot laituripaikoista ja palveluiden saatavuudesta	0	+	+
Alusten lastitiedot		+	
Kuljetusten suunnittelun tehostaminen	0	+	+
Väylä- ja turvalaitteiden toimintatiedot (laitteikavaroitukset)	++		+
Sää- ja jäätiedot (ennusteet, tiedotteet ja varoitukset)	+	+	+
Informaatoratkaisujen kehittäminen		+	+
HÄIRIÖ- JA POIKKEUSTILANTEISIIN VARAUTUMINEN JA NIIDEN HALLINTA			
Varautuminen			
Viranomaistarkastukset	++		++
Poikkeamaraportoinnin kehittäminen	+	+	+
Öljypäästöjen, polttoaineiden ja ilmapäästöjen valvonta			++

4. Meriliikenne

Viranomaisjärjestelmät ja -yhteistyö	+		+
Satamien pelastustoiminta	++		+
Meripelastustoiminta	++		+
Talvimerenkulku			
Jäänmurtopalvelut	++	++	+
Liikennerajoitukset	++	++	++
Liikenteen keskittäminen tietyille väylille	0	+	0
Luotsipaikkojen keskittäminen	+	+	
VÄYLÄTURVALLISUUS			
Merikartoitus	++	++	++
Väyläluokittelu	++	++	+
Väylien joustava kulkusyvyyys	-/0/+	+	0
Väylällä pysyminen ja paikkatiedon varmentaminen	++	++	++
Luotsinkäyttövelvollisuus	++	+	+
Linjaluotsin käyttö ja etäluotsaus (alaluku 4.2.3)	(+/-)		

5. Yhteenveto ja suositukset

5.1 Yhteenveto

Liikenteen hallinnan toimien tavoitteena on parantaa liikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta, vähentää liikenteen päästöjä sekä hyödyntää väyläkapasiteettia tehokkaammin.

Työn päätavoitteena oli selvittää, mitä tiedetään liikenteenhallintakeinojen vaikuttavuudesta etenkin turvallisuuteen mutta myös liikenteen sujuvuuteen ja ympäristöön, kuten CO₂-päästöihin ja energian kulutukseen. Tavoitteena oli myös selvittää, millä menetelmin vaikuttavuutta on selvitetty ja tutkittu. Tavoitteena oli siis selvittää sekä se, mitä vaikuttavuudesta tiedetään, että se, mitä puutteita nykytietämyksessä on.

Työ kattoi tie-, rautatie- ja meriliikenteen. Työ rajattiin kattamaan vain sellaiset liikenteen hallinnan keinot, jotka ovat oleellisia Suomen olosuhteissa. Samaten tässä raportoidaan vain sellaista vaikutustietoa, joka on oleellista Suomen olosuhteiden kannalta.

Aiheeseen liittyvää tutkimustietoa löytyi sekä meri- että rautatieliikenteestä hyvin rajallisesti, ja sen takia kirjallisuuskatsauksen tuloksia täydentämään järjestettiin ryhmähaastattelut, joihin kutsuttiin asiantuntijoita kyseisten liikennemuotojen liikenteenhallinnan eri osa-alueilta. Tieliikenteestä tiedettiin pääosin jo ennestään, mitä tutkimustietoa on saatavilla ja mitä ei.

Tieliikenteessä liikenteenhallinnan vaikuttavuudesta tiedetään jo jonkin verran, mutta liikenteenhallinnan eri osa-alueiden välillä on suuria eroja. Samoin on eroja tulosten luotettavuudessa ja tutkimusmenetelmissä sekä siinä, mitä vaikutuksia on arvioitu. Eniten on arvioitu eri järjestelmien ja palveluiden turvallisuusvaikutuksia.

Rautatieliikenteen liikenteenhallinnan vaikutuksista turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön on niukasti tutkimustuloksia. Vain harvat tutkimukset käsittelivät tämän tutkimuksen kohdealuetta eli nykyisin käytössä olevien liikenteenhallinnan toimien vaikutusta tai liikenteenhallinnan vaikutuspotentiaalia rautatieliikenteen turvallisuuteen, sujuvuuteen ja/tai ympäristöön. Poikkeuksena tästä on rautatie- ja tieliikenteen kohtaamisten hallinta, josta on paljon tutkimuksia. Rautatie- ja tieliikenteen kohtaamisissa on tutkittu erityisesti tasoristeyksiin tehtävien toimenpiteiden vaikutuksia turvallisuuteen. Liikenteenhallinnalla arvioitiin olevan paljon vaikutuksia turvallisuuteen ja sujuvuuteen, mutta vähemmän vaikutuksia ympäristöön. Suurimmat vaikutukset turvallisuuteen liittyivät liikenteenohjaukseen ja tasoristeyksiin.

Suurimmat vaikutukset sujuvuuteen arvioitiin saatavan ratakapasiteetin hallintaa ja liikenteenohjausta koskevilla toimenpiteillä.

Kirjallisuuskatsauksen rajallisten tulosten perusteella voitaneen todeta, että meriliikenteen hallintakeinojen vaikuttavuutta ei ole juurikaan tutkittu kvantitatiivisesti. Tulokset vaihtelevat suuresti ja perustuvat useimmiten ennen liikenteenhallintakeinon käyttöönottoa tehtyihin riskianalyysseihin, joilla on usein perusteltu esimerkiksi liikennejakoalueen käyttöönottoa. Lisäksi asiantuntija-arvioiden mukaan kansainvälisiä tuloksia on vaikea verrata Suomeen, koska toimintaympäristö ja olosuhteet eroavat alueellisesti toisistaan. Kirjallisuudesta ei löytynyt vaikutustietoa liikenneitävyydestä annettavasta tiedosta eikä häiriö- ja poikkeustilanteisiin varautumisesta. Liikenteenhallinnalla arvioitiin kuitenkin olevan varsin paljon suotuisia vaikutuksia.

Seuraavassa esitetään liikennemuodoittain, millaista tietoa löytyi. Lisäksi on listattu suosituksia ja ehdotuksia tulevaisuudessa tehtävistä tutkimuksista. Listauksilla ei oteta kantaa ehdotettujen tutkimustarpeiden tärkeysjärjestykseen, vaan viranomaisten on arvioitava ja valittava toteutettavat hankkeet.

5.2 Suositukset liikennemuodoittain

5.2.1 Tieliikenne

Eniten vaikutustietoutta on liikenteen ohjauksesta. Arviot nopeusrajoitusten vaikutuksista ovat luotettavia. Opastukseen (kaista, pysäköinti) liittyvä vaikutustietous perustuu pääosin asiantuntijoiden arvioihin. Kaistaohjausjärjestelmien määrä on tällä vuosikymmenellä lisääntynyt lukuisten uusien tunneleiden myötä. Vaikuttaa siltä, ettei kaistaopasteita noudateta kuten liikennevaloja. Suositellaan, että tutkitaisiin sekä kaistaohjauksen noudattamista että kuljettajien asennoitumista kaistaopasteiden velvoittavuuteen.

Liikenteen tiedotuksen vaikuttavuudesta on esitetty paljon asiantuntija-arvioita, mutta luotettavia tutkimuksia on vähän, mikä johtunee siitä, että tiedotuksen vaikutusten tutkiminen on vaikeaa ja työlästä. Tutkimuksia on tehty lähinnä yksittäisten varoitusten vaikutuksista kuljettajien käyttäytymiseen. Suositellaan, että liikennetiedotuksen vaikuttavuutta tutkitaan perusteellisesti.

Liikenteen valo-ohjauksen vaikutuksista on olemassa melko paljon tutkimustietoa. Valo-ohjauksen vaikutukset kohdistuvat usein melko rajatulle alueelle, ja vaikutuksia voidaan mallintaa simuloimalla. Suositellaan, että valo-ohjauksen vaikutuksia selvitetään laajemmin alue- tai liikennejärjestelmätasoisesti.

Kuljettajien tukijärjestelmiä on jo olemassa sekä kehitteillä hyvin paljon erilaisia. Niiden turvallisuusvaikutuksia on tutkittu etukäteisarvioinnin menetelmin monissa EU-projekteissa, ja useiden tulevaisuuden järjestelmien turvallisuusvaikutuksia on arvioitu myös Suomen oloissa. Suomessa on myös käynnissä kenttäkokeita joidenkin järjestelmien vaikutusten arvioimiseksi. Kuljettajien tukijärjestelmien, niin jo olemassa olevien kuin vasta kehitteillä olevienkin, runsauden, päätelaitteiden kehityksen ym. takia tukijärjestelmien vaikutusten arvioiminen ja tutkiminen edelleen on suositeltavaa.

Kysynnän hallinta, lukuun ottamatta tienkäyttömaksuja, jotka rajattiin tästä selvityksestä pois, on liikenteen hallintakeinojen tutkimattomin aihealue. Kimpakyytien ja autojen yhteiskäytön vaikutuksista Suomen oloissa ei juurikaan ole tietoa. Näitä suositellaan tutkittavaksi.

5.2.2 Rautatieliikenne

Rautatieliikenteen hallinnan vaikutuksiin liittyvän tutkimustiedon tarve on ilmeinen. Asiantuntijat arvioivat, että monilla liikenteenhallinnan toimenpiteillä tai toimintatavoilla on positiivinen vaikutus turvallisuuteen, sujuvuuteen ja/tai ympäristöön, mutta nämä arviot tulisi tarkentaa tutkimuksella. Toteutettavaksi suositeltavien tutkimusten listamista tai suositusten antamista siitä, mitä aihealueita (turvallisuus, sujuvuus, ympäristö) tai liikenteenhallinnan osa-alueita tulisi tutkimuksissa priorisoida, ei tämän projektin puitteissa tehty, koska lopulliset valinnat riippuvat Liikenneviraston omaan toimintaan liittyvistä painotuksista. Muutamia suosituksia tehtävistä tutkimuksista voidaan kuitenkin antaa ryhmähaastattelussa käytyjen keskusteluiden perusteella, joiden mukaan rautatieliikenteen liikenteenhallinnan vaikutuksista pitäisi tutkia

- ratamaksujen potentiaalia vaikuttaa entistä tehokkaammin junaliikenteen sujuvuuteen ja ympäristövaikutuksiin. Tutkimuksessa ehdotetaan selvitetäväksi ratamaksujen perustumista aiempaa useampiin tekijöihin, joita ovat esim. radan luokka, liikenteen laji, junien ja junakilometrien lukumäärä, vuorokauden aika ja pysähdysten määrä. Kyseiset tekijät ovat osaltaan vaikuttamassa ratamaksun suuruuteen monissa Euroopan maissa.
- kameravalvonnan vaikutuksia suomalaisessa rautatieympäristössä, jotta saataisiin nykyistä parempi käsitys sen hyödyistä suhteessa kustannuksiin.
- käynnissä olevan Eco drive -hankkeen vaikutuksia rautatieliikenteen ympäristöön, turvallisuuteen ja sujuvuuteen (ellei niitä ole jo selvitetty). Em. hankkeella todettiin olevan potentiaalia vähentää erityisesti ympäristövaikutuksia.

Huomionarvoista on, että kunnollisten tutkimusten tekeminen liikenteenhallintaan liittyvien toimenpiteiden vaikutuksista on vaikeaa, koska vaikutukset tyypillisesti näkyvät pitkällä aikavälillä ja niitä voi olla vaikea erottaa muiden samanaikaisesti muuttuvien tekijöiden vaikutuksista. Liikenteenhallinnan toimenpiteiden toteutukseen pitäisi järjestelmällisesti kytkeä niiden vaikutusten seuranta tavalla, joka mahdollistaa vaikutuksen suuruuden luotettavan arvioinnin.

5.2.3 Meriliikenne

Meriliikenteen asiantuntijoiden arvioiden perusteella vaikutustutkimuksia olisi hyvä tehdä joistakin liikenteenhallintakeinoista. Kustannus-hyöty- tai kustannus-vaikuttavuusanalyysijä voisi tehdä jo suunnitteluvaiheessa. Ryhmähaastatteluun osallistuneet asiantuntijat katsoivat vanhojen riskianalyyysien päivitystarpeen olevan välttämätön. Muut asiantuntijoiden ryhmähaastattelussa esiin tulleet tutkimus-suositukset esitetään lyhyesti osa-alueittain alla.

5. Yhteenveto ja suositukset

Valvonta ja ohjaus

- Tehostetun raportoinnin tapa kaikissa VTS-keskuksissa otettiin jatkuvaan käyttöön EfficienSea-projektissa tehdyn raportoinnin jälkeen. Kahden ajanjakson raportointien vertailun perusteella voitiin todeta, että VTS-operaattorien työnkuva vaihtelee vuodenaikojen mukaisesti. Nyt liikenteeseen puuttumistapahtumista on jo paljon tietoa. Aineistoa suositellaan käytettävän laajaan VTS-keskusten vaikuttavuustutkimukseen.
- Reittijakojärjestelmistä (TSS) ja Suomenlahden ilmoittautumisjärjestelmästä (GOFREP) on tehty vaikutusarvioinnit riskianalyyseina jo ennen järjestelmien perustamista. Vanhat riskianalyytit tulisi päivittää.
- Testausvaiheessa olevasta ENSI-palvelusta on tehty vain kevyt esiselitys, laivoilta ei ole vielä kerätty palautetta. Palaute kannattaisi ehdottomasti kerätä ja vaikutukset tutkia.

Liikennöitävyydestä annettava informaatio

- Meriliikenneympäristön monilla viranomaisilla ja muilla toimijoilla on käytössään useita irrallisia tietojärjestelmiä, eikä lainsäädännön velvoittama tuleva NSW-järjestelmä tule kattamaan kaikkia monitoimijaympäristön tietotarpeita. Tulisi selvittää, voitaisiinko GISIS-palvelua tai muita tietojärjestelmäratkaisuja hyödyntää meriliikenteen tiedonkulun, liikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden parantamisessa.

Häiriö- ja poikkeustilanteisiin varautuminen ja niiden hallinta

- Liikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden parantamiseksi annettavilla talviliikenerajoituksilla pyritään takaamaan se, että liikenteessä on olosuhteisiin kelvollinen aluskanta. Tulisi selvittää liikenerajoituksista tiedottamisen onnistumista.
- Tilastoja talviliikenerajoituksista ja toisaalta taas laivojen jäävaurioista on hyvin saatavilla, ja tutkimustakin aiheesta on tehty etenkin Aalto-yliopistossa.

Väyläturvallisuus

- Tehostetun raportoinnin tapa kaikissa VTS-keskuksissa otettiin jatkuvaan käyttöön EfficienSea-projektissa tehdyn raportoinnin jälkeen. Kahden ajanjakson raportointien vertailun perusteella voitiin todeta, että VTS-operaattorien työnkuva vaihtelee vuodenaikojen mukaisesti. Nyt liikenteeseen puuttumistapahtumista on jo paljon tietoa. Aineistoa suositellaan käytettävän laajaan VTS-keskusten vaikuttavuustutkimukseen. Kulkusyvyyskäytännön toteutuminen käytännössä tulisi selvittää.
- Tulisi selvittää merimerkkeihin liittyviä tarpeita (mitä, minne, mikä hyöty), ovatko viitat yleensä hyödyllisiä, miten väyläsuunnittelusäädökset vaikuttavat, etäohjaus ja -valvonta jne. Uusien merimerkkien sijoittamispaikkojen suhteen olisi hyvä tehdä kustannus-vaikuttavuusanalyyssi.
- Julkaistavan syvyystiedon tarkentaminen: tarkempi tieto kuin nykyinen kymmenen metrin välein todennettu syvyystieto olisi tarpeen.

Lähdeluettelo

- Aittoniemi, E. (2007). Tieliikenteen tietopalveluiden vaikutusmahdollisuudet liikenneturvallisuuteen. AINO-julkaisuaja 46/2007. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki.
- Ala-Laurinaho, A., Launis, K., Lehtelä, J., Piispanen, P. (2009). Etelä-Suomen kauko-ohjausjärjestelmän (ESKO) käyttöönotto ja muutokset liikenteenohjaustyössä. Ratahallintokeskuksen julkaisuaja A 8/2009. Ratahallintokeskus, Helsinki. 83 s. + 6 liitettä.
- Alppivuori, K., Kallberg, H. (1981). Henkilöautojen yhteiskäyttö. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tie- ja liikennelaboratorio, tiedonanto: 65. VTT, Espoo. 48 s. + liitt. 11 s. ISBN 951-38-1074-7.
- Anttila, V., Nygård, M., Rämä, P. (2001). Liikennesää-tiedotuksen toteutuminen ja arviointi talvikaudella 1999–2000. Tiehallinnon selvityksiä 41/2001. Tiehallinto, Liikenteen palvelut, Helsinki. 79 s. + liitt. 16 s.
- Blomqvist, P., Särkkä, T. (2005). Nopeusrajoitusten vaikutukset ajokustannuksiin.. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuaja 51/2005. Tiehallinto, Asiantuntijapalvelut, Helsinki. 42 s. + liitt. 18 s.
- Bäckström, J., Lappeteläinen, J., Lehtinen, T. (2008). Ratahallintokeskuksen valtakunnallinen kameravalvontaselvitys. Ratahallintokeskus. Strategioita ja selvityksiä 1/2008.
- COWI A/S (2008): Risk analysis for sea traffic in the area around Bornholm. Report no. P-65775-002.
- Davidsson, F., Kosonen, I. (1998). Capacity Improvements at Signalised Intersections Using Advanced UTC. Third International Symposium on Highway Capacity, Copenhagen, Denmark, June 22–27, 1998. Copenhagen, Denmark, Danish Road Directorate & Transportation Research Board, Committee on Highway Capacity and Quality of Service. Pp. 367–382.
- EasyWay (2009). Intelligent Truck Parking. Integrated Highlights. http://www.easyway-its.eu/publications/publications_highlights/publications_highlights_ew1/ [viitattu 28.5.2013].
- EasyWay (2010). European workshop on Intelligent Truck Parking. <http://www.easyway-its.eu/events/2010-workshops/intelligent-truck-parking/> [viitattu 28.5.2013].

- EfficienSea (2011a). The Risk Reducing Effect of VTS in Finnish Waters. Part A: The Risk Reducing Effect of VTS in Open Water. Date: 05.07.2011.
- EfficienSea (2011b). The Risk Reducing Effect of VTS in Finnish Waters. Part B: The Risk Reducing Effect of VTS in Winter Navigation. Date: 05.07.2011.
- Eide et al. (2007). Prevention of oil spill from shipping by modeling dynamic risk. *Marine Pollution Bulletin*, 54 (2007), 1619–1633.
- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T., Sørensen, M. (2009). The handbook of road safety measures. Second edition. Emerald Group Publishing Limited, UK.
- Gill, M., Spriggs, A. (2005). Assessing the Impact of CCTV. Home Office Research Study 292. <https://www.cctvusergroup.com/downloads/file/Martin%20gill.pdf>.
- Haavisto, M.-L., Ruuhilehto, K., Oedevald, P. (2010). Rautateiden liikenteenohjaus ratatöiden aikana ja ratatöiden hallinta. VTT Tiedotteita 2563. VTT, Espoo. 79 s. + liitt. 7 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/T2563.pdf>.
- Hauer, E., Persaud, B. (1987). How to estimate the safety of rail-highway grade crossings and the safety effects of warning devices. *Transportation Research Record* 1114, 131–140.
- Hautala, R., Leviäkangas, P., Kulmala, R., Auvinen, S., Berglund, R. (2003). PortNetin vaikuttavuuden arviointi. FITS-julkaisuja 15/2003. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki. ISBN 951-723-776-6.
- Helsingin kaupunki (2012). Selvitys nopeusrajoitusten tarkistamisen vaikutuksista. Kslk 17.4.2012. http://www.hel.fi/static/public/hela/Kaupunkisuunnittelu_lautakunta/Suomi/Paatos/2012/Ksv_2012-04-17_Kslk_13_Pk/CC856A4_8-2B11-4A2F-9573-29279D343672/Liite.pdf [viitattu 3.6.2013].
- Highways Agency (2007). M25 Controlled Motorways. Summary Report March 2007. Highways Agency Publications Group, Iso-Britannia.
- Highways Agency (ei vuotta). Ramp metering. Keeping traffic running smoothly http://www.direct.gov.uk/prod_consum_dg/groups/dg_digitalassets/@dg/@en/documents/digitalasset/dg_185831.pdf [viitattu 24.6.2013].
- likkanen, P., Räsänen, J., Touru, T. (2012). Matka- ja kuljetusketjujen palvelutaso. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 7/2012. Liikennevirasto, liikennejärjestelmätoimiala. Helsinki.

- Kallberg, V.-P. (2008) (muokattu 29.4.2009). Tasoristeysten turvallisuutta koskevat tekniset ohjeet. Tutkimusraportti VTT-R-11053-08. VTT, Espoo.
- Kallberg, V.-P., Hytönen, J. (2001). Rautatietasoristeysten turvaaminen 2001–2020. Tutkimusraportti RTE1290/01. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Espoo.
- Kallberg, V.-P., Seise, A., Hytönen, J., Ahonen, T. (2011). Safety Audits at Finnish Level Crossings. The Open Transportation Journal 5, pp. 80–87.
- Kimppakyyti.com (2013). Kimppakyydit, kätevä tapa matkustaa -verkkosivusto. <http://www.kimppakyyti.com/> [viitattu 2.6.2013].
- Klunder, G., Malone, K., Mak, J., Wilmink, I. R., Schirokoff, A., Sihvola, N., Holmén, C., Berger, A., de Lange, R., Roeterdink, W., Kosmatopoulos, E. (2009). Impact of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency in Road Transport- Final Report. TNO report for the European Commission. TNO, Delft, The Netherlands. http://ec.europa.eu/information_society/activities/esafety/doc/studies/energy/energy_eff_study_final.pdf [viitattu 20.3.2013].
- Koistinen, M. (2011). Tilannetietoisuus ja tilannekuva operatiivisessa liikenteenhallinnassa. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Insinööri-tieteiden koulu, Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos, Espoo. 112 s. + 28 liitettä.
- Kosonen, I. (2013). Sähköposti 16.5.2013.
- Kronborg, P. (2008). Matsis – Minskade CO₂-utsläpp genom Adaptiva TrafikSignaler I Stockholm. Förbättringar i sex områden med samordnade trafiksignaler. Versionsnummer 1.01, Datum 2008-12-02 Movea Trafikkonsult AB.
- Kulmala, R. (2009). Yhteenveto älykkään liikenteen sovellusten vaikutuksista ja kannattavuudesta Suomen oloissa. Osa luentomateriaalia. VTT 5.6.2009.
- Kulmala, R. (2013). Haastattelu 14.6.2013.
- Kulmala, R., Karhunen, M., Miikkulainen, T., Linna-Varis, H., Korhonen, A., Goebel, A. (1999). Kallansiltojen kaistaopastuksen vaikutusselvitys 1999. Liikenneministeriön mietintöjä ja muistioita B28/99. Liikenneministeriö, Helsinki. 56 s.
- Lehtonen, M., Anttila, V., Koskinen, O., Kulmala, R., Pajunen-Muhonen, H., Pesonen, H., Rintanen, J., Ristola, T. (2001). Liikennevaloetuuksien ja ajantasaisen tiedotuksen vaikutukset raitiolinjalla 4 ja bussilinjalla 23 Helsingissä. Liikenne-

ja viestintäministeriön mietintöjä ja muistioita B41/2001. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki. 80 s.

Lehtonen, M., Kulmala, R. (2002). The Benefits of a Pilot Implementation of Public Transport Signal Priorities and Real-Time Passenger Information. Transportation Research Board, 81st Annual Meeting, January 13–17.2002, Washington, D.C., Transportation Research Record. Transportation Research Board. Washington, D.C. No. 1799, pp. 18–25.

Levo, J., Lähesmaa, J., Hautala, R., Pajunen, K. (2004). Rautatieliikenteen häiriönhallinnan toimintamalli. FITS-julkaisuja 46/2004. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki. 92 s. http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2004/fits46_2004.pdf.

Liikennevirasto (2012). Rautateiden verkkoselostus 2014. Liikenneviraston väylätietoja 2/2012. Liikennevirasto, Helsinki.

Liikennevirasto (2013a). Tieliikenteen vaihtuvan ohjauksen palvelutasot. Liikenneviraston toimintalinjoja 1/2013. Liikennevirasto, Helsinki.

Liikennevirasto (2013b). Liikenneviraston matkustajainformaatiokysely 2013. Liikennevirasto, Helsinki. 21 s. + 1 liite. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lr_2013_liikenneviraston_matkustajainformaatiokysely_web.pdf [viitattu 18.6.2013].

LVM (Liikenne- ja viestintäministeriö) (2009). Itämeren meriturvallisuusohjelma. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 13/2009. http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=339549&name=DLFE-7220.pdf&title=Julkaisuja [viitattu 29.4.2013].

Mankinen, E., Schirokoff, A. (2003). Julkaisematon. Liikennesää-tiedotuksen toteutuminen ja arviointi talvikaudella 2002–2003.

Mustaniemi, A. (2013a). Sähköpostiviesti: Hälytysajoneuvojen pakkoetudesta. 14.6.2013.

Mustaniemi, A. (2013b). Hälytysajoneuvojen liikennevaloetuksien vaikutukset. Diplomityö. Luonnos 14.6.2013. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.

Myryläinen, T. (2010). Liikenteenohjauksen työn kuormittavuuden mittaaminen ja mittariston kehittäminen. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 34/2010. Liikennevirasto, Helsinki. 104 s. + 4 liitettä.

Nash, C.A. (2005). Rail infrastructure charges in Europe. Journal of Transport Economics and Policy, 39(3), pp. 259–278.

- Nervola, A. (2009). Rautatieliikenteen täsmällisyyden kehittäminen suorituskanustinjärjestelmällä. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 19/2009. Ratahallintokeskus, Helsinki.
- Niittyä, L. (2012). Joukkoliikenteen liikennevaloetuuksien vaikutukset Tampereella. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, Tietojohtamisen koulutusohjelma, Tampere. 92 s.
- Nilsson, G. (2004). Traffic Safety Dimensions and the Power Model to describe the effect of speed and safety. Bulletin 221. Department of Technology and Society, Lund University, Sweden.
- Nowakowski, C., Gupta, S. D., Vizzini, D., Sengupta, R., Mannasseh, C., Spring, J., VanderVerf, J., Sharafsaleh, A. (2011). SafeTrip21 Initiative: Networked Traveler Foresighted Driving Field Experiment Final Report. California PATH Research Report UCBITS-PRR-2011-05, University of California, Berkeley, USA. <http://www.path.berkeley.edu/PATH/Publications/PDF/PRR/2011/PRR-2011-05.pdf> [viitattu 21.3.2013].
- Nygård, M., Rämä, P. (1999). Liikennesää-tiedotuksen toteutuminen ja arviointi talvikaudella 1997–1998. Tiehallinnon selvityksiä 8/1999. Tiehallinto, Liikenteen palvelut, Helsinki. 57 s.
- Nygård, M., Rämä, P. (2000). Liikennesää-tiedotuksen arviointi talvikaudella 1998–1999. Tiehallinnon selvityksiä 24/2000. Tiehallinto, Liikenteen palvelut, Helsinki. 37 s.
- Paavilainen, J., Matinlauri, A.-M. (2011). Rautatieliikenteen täsmällisyydestiedon jalostaminen kehittyneen data-analytiikan keinoin. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 55/2011. Liikennevirasto, Helsinki. 105 s. + 3 liitettä.
- Paavilainen, J., Mäkelä, T. (2011). Liikenteenhallinnan tulevaisuuden rooli ja organisoinnin vaihtoehdot. Liikennevirasto, Helsinki. 87 s. http://www.lvm.fi/docs/fi/1551281_DLFE-11773.pdf [viitattu 2.5.2013].
- Paavilainen, J., Salkonen, R., Rantala, T. (2011). Rautatieliikenteen täsmällisyyteen liittyvät tietotarpeet. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 12/2011. Liikennevirasto, Helsinki. 67 s. + 2 liitettä.
- Park, J.-S., Redfenf, A. (1995). Quantification of the VTS effectiveness. Transactions on the Built Environment vol 11, © 1995 WIT Press, <http://www.witpress.com>, ISSN 1743-3509.

- Peltola, H. (1991a). Autojen nopeudet vuodenajan mukaan vaihdettavien nopeusrajoitusten kokeilussa. Vuodenajan mukaan vaihdettavien nopeusrajoitusten kokeilu vuosina 1987–1989. Osa 1. VTT Tiedotteita 1222. VTT, Espoo.
- Peltola, H. (1991b). Onnettomuudet vuodenajan mukaan vaihdettavien nopeusrajoitusten kokeilussa. Vuodenajan mukaan vaihdettavien nopeusrajoitusten kokeilu vuosina 1987–1989, osa 3. VTT Tiedotteita 1224. VTT, Espoo.
- Peltola, H. (1997). Talviajan nopeusrajoitukset – onnettomuusseuranta. Liikenne­ministeriön julkaisuja 9. Liikenne­ministeriö, Helsinki.
- Peltola, H., Seise, A., Leden, L., Virkkunen, M. (2012). Rautateiden tasoristeysten turvallisuuden arviointi – TARVA LC. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 38/2012. Liikennevirasto, Helsinki.
- Penttinen, M., Britschgi, V., Jantunen, J. (2011). Junamatkustajatiedotuksen nykytila ja tärkeimmät kehityskohteet. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 56/2011. Liikennevirasto, Helsinki. 30 s. + 6 liitettä.
- PwC1, Panteia2 (2012). Study on Pilotage Exemption Certificates, Final Report. 18 September 2012. http://ec.europa.eu/transport/modes/maritime/studies/maritime_en.htm [viitattu 3.5.2013].
- Rautatiemarkkinoille.fi. <http://www.rautatiemarkkinoille.fi> Liikenne- ja viestintä­ministeriön, Liikenteen turvallisuusviraston (Trafi) ja Liikenneviraston ylläpitämä Internet-sivu. [Viitattu 21.5.2013.]
- Rintamäki, J. (2013). Sähköposti kimppakyydin vaikutuksista 3.6.2013.
- Ristola, T. (2013). Puhelinkeskustelu älykkäistä rekkaparkeista 29.5.2013.
- Rämä, P., Kummala, J., Schirokoff, A., Hiljanen, H. (2003) Tieliikennetiedotus. Esiselvitys. FITS-julkaisuja 21. Liikenne- ja viestintä­ministeriö, Helsinki.
- Saccomanno, F., Lai, X. (2004). Analysis of grade crossing collisions and countermeasures. Paper presented at the 8th International Level Crossing Symposium, Sheffield, UK, 14–16 April 2004.
- Sane, K. (2008). Pääkaupunkiseudun liikenteen­hallinta – visiosta todellisuuteen. Väylät ja liikenne 2008 -esitelmä.
- Schirokoff, A., Anttila, V. (2002). Liikennesää­­tiedotuksen toteutuminen ja arviointi talvikaudella 2000–2001. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 30/2002. Tiehallinto, Liikenteen palvelut, Helsinki. 35 s. + liitt. 4 s.

- Schirokoff, A., Tuominen, A. (2004). Liikennesää-tiedotuksen toteutuminen ja arviointi talvikaudella 2002–2003. Tiehallinnon selvityksiä 46/2004. Tiehallinto, Liikenteen palvelut, Helsinki. 43 s. + liitt. 12 s.
- Schirokoff, A., Aittoniemi, E. (2005). Liikennesää-tiedotuksen toteutuminen ja arviointi talvikaudella 2003–2004. Tiehallinnon selvityksiä 35/2005. Tiehallinto, Liikenteen palvelut, Helsinki. 47 s. + liitt. 14 s.
- Schirokoff, A., Rämä, P., Tuomainen, A. (2005). Vaihtuvien nopeusrajoitusten laajamittainen käyttö Suomessa. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 89/2005. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki.
- Seise, A., Tuominen, R., Silla, A. (2013). Radanpidon töiden ja junaliikenteen yhteensovittaminen ja yksiköiden paikantaminen rataverkolla – vertailututkimus kansainvälisistä käytännöistä ja menetelmistä. VTT Technology 100. VTT, Espoo. 71 s. + liitt. 6 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T100.pdf>.
- Seppänen, J. (2007). Helsingin joukkoliikenteen liikennevaloetus- ja matkustaja-informaatiojärjestelmä (Helmi). Helsingin kaupunki, Liikennelaitos, Helsinki. 20 s.
- Sihvola, N., Rämä, P. (2008). Kuljettajien käsityksiä kelistä ja kelitiedotuksesta – tienvarsihaastattelu talvikelissä. Tiehallinnon selvityksiä 16/2008. Tiehallinto, Helsinki.
- Thompson, L.S. (2008). Railway Access Charges in the EU: Current Status and Developments Since 2004. Thompson Galenson and Associates.
- Tielaitos (1995). Liikenteen optimaalinen nopeus – onko sellaista? Tielaitoksen selvityksiä 77/1995. Tielaitos, Helsinki.
- Tielaitos (1998). Korkealuokkaisten väylien liikennevalojen turvallisuus – osa 2. Tielaitoksen selvityksiä 46/1998. Tielaitos, Helsinki.
- Trafi (Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi) (2013). Aikataulu BNWAS-järjestelmän asentamisesta suomalaisiin aluksiin. http://www.trafi.fi/filebank/a/1325688319/b57ab5dfa1e9bf20fec62c4c67e17ee/4955-Aikataulu_BNWAS-jarjestelman_asentamisesta_suomalaisiin_aluksiin.pdf [Viitattu 20.6.2013].
- TØI (Institute of Transport Economics) (2009). Effects of proposed ship routeing off the Norwegian coast. Part 1 Røst – Utsira. TØI report 1036/2009. Oslo.
- Uusi-Rauva, V. (2011). Helsingin seudun liityntäpysäköintistrategia 2035. Diplomi-työ. HSL.

- Voltti, V. (2010). Autojen yhteiskäytön potentiaali ja vaikutukset pääkaupunkiseudulla, Turussa ja Tampereella. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 45/2010. Liikennevirasto, liikennejärjestelmäosasto, Helsinki. 52 s.
- VR (2009). Vuosikertomus 2008. http://www.vr-konserni.fi/fi/index/vr_konserni_2/newpage_3/vuosikertomukset.html [viitattu 22.5.2013].
- VTT (2010). Åland Sea FSA study. Report VTT-R-08328-08. VTT, Espoo.
- VTT, TKK (2002). The implementation of the VTMS system for the Gulf of Finland. Formal safety assessment study. VAL34-013153. VTT, Espoo.
- Vägverket (2008). Variabel hastighet, Trafikstyrd väg - tillämpningsrapport. Publikation 2008:98. Vägverket, Borlänge.
- Wallander, J. (2012). Täsmällisyysjohtaminen Suomen rautateillä. Tutkimusraportti 85. Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenteen tutkimuskeskus Verne, Tampere. 84 s.
- Wells, H., Allard, T., Wilson, P. (2006). Crime and CCTV in Australia: Understanding the Relationship. Bond University. http://epublications.bond.edu.au/hss_pubs/70.
- Wunderlich, K., Bunch, J., Larkin, J. (1999). ITS Impacts Assessment for Seattle MMDI Evaluation: Modeling Methodology and Results. Executive summary. Mitretec systems. McLean, Virginia. 19 s.
- Öörni, R. (2004). Joukko- ja tieliikenteen telematiikkasovellusten kannattavuus Suomen oloissa. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, Espoo.

Liite A: Kuljettajien tukijärjestelmien turvallisuusvaikutuksia

Rämä ym. (2008) ovat arvioineet ajoneuvojen telemaattisten järjestelmien potentiaalisia vaikutuksia Suomessa tapahtuneisiin liikennekuolemiin ja liikenteessä tapahtuneisiin henkilövahinkoihin. Arvioidut järjestelmät olivat

- elektroninen ajonvakautusjärjestelmä
- ajo- ja liikennetilanteeseen sopeutuva vakionopeuden säädin
- törmäyksen esto- ja varoitusjärjestelmä
- kevyen liikenteen onnettomuuksien seurauksia lieventävä järjestelmä
- kaistanvaihdon tuki
- kaistalla pysymisen tuki
- pimeään ajan tuki
- kuljettajan vireystilaa tarkkaileva järjestelmä
- automaattinen hätäviestijärjestelmä
- dynaaminen nopeusrajoitusjärjestelmä
- paikallisista vaaroista varoitettava järjestelmä
- risteysalueiden varoitusjärjestelmät.

Järjestelmien lyhyet kuvaukset on esitetty seuraavalla sivulla olevassa taulukossa.

Tutkimus perustui vuosien 2002–2006 tilastoihin liikenteen henkilövahingoista. Lisäksi siinä arvioitiin vaikutukset vuonna 2020 ottaen huomioon järjestelmien yleistymisaikataulu. Rämä ym. tarkastelivat turvallisuusvaikutuksia systemaattisesti yhdeksän vaikutusmekanismin avulla ja sovittivat arviot suomalaisiin olosuhteisiin ja onnettomuusaineistoon.

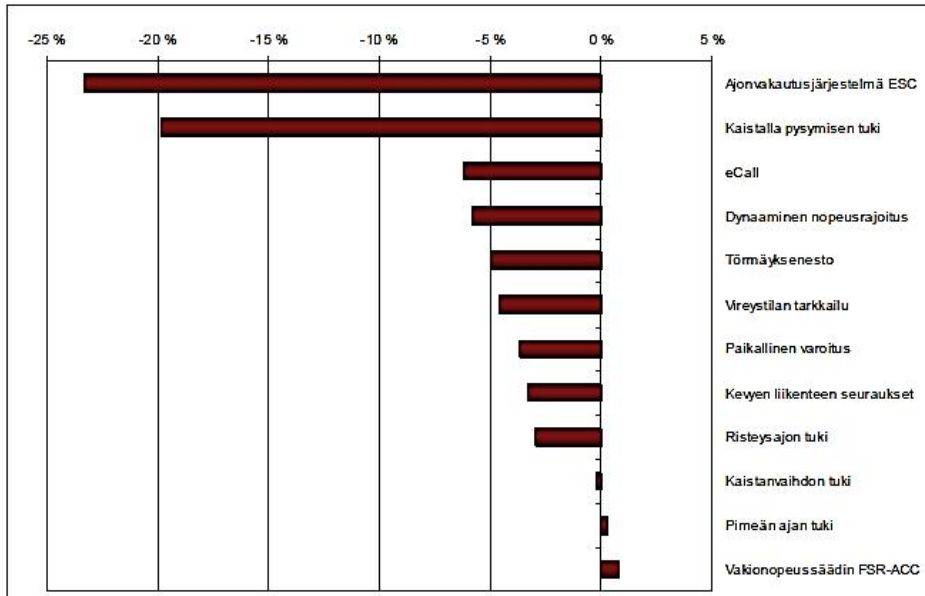
Tulosten mukaan Suomessa eniten liikennekuolemia ja loukkaantumisia vähensivät ajovakauden hallintajärjestelmä ja kaistalla pysymisen tukijärjestelmä. Niiden vaikutusten arvioitiin Suomessa olevan jopa suuremmat kuin EU25-alueella. Seuraavaksi suurimmat potentiaalit vähentää liikennekuolemia olivat eCall-järjestelmällä, dynaamisilla nopeusrajoituksilla ja törmäyksenestojärjestelmällä. Myös kevyen liikenteen seurauksia vähentävän järjestelmän todettiin olevan Suomen tehokkaampi kuin EU25-alueen tarkastelussa.

Kaikkien järjestelmien ei arvioitu parantavan liikenneturvallisuutta: pimeään ajan tukijärjestelmän ja vakionopeudensäätimen arvioitiin lisäävän hieman liikennekuolemia. Teoreettinen kokonaisarvio järjestelmien vaikuttavuudesta osoitti, että järjestelmillä voitaisiin merkittävästi vähentää liikennekuolemia ja loukkaantumisia.

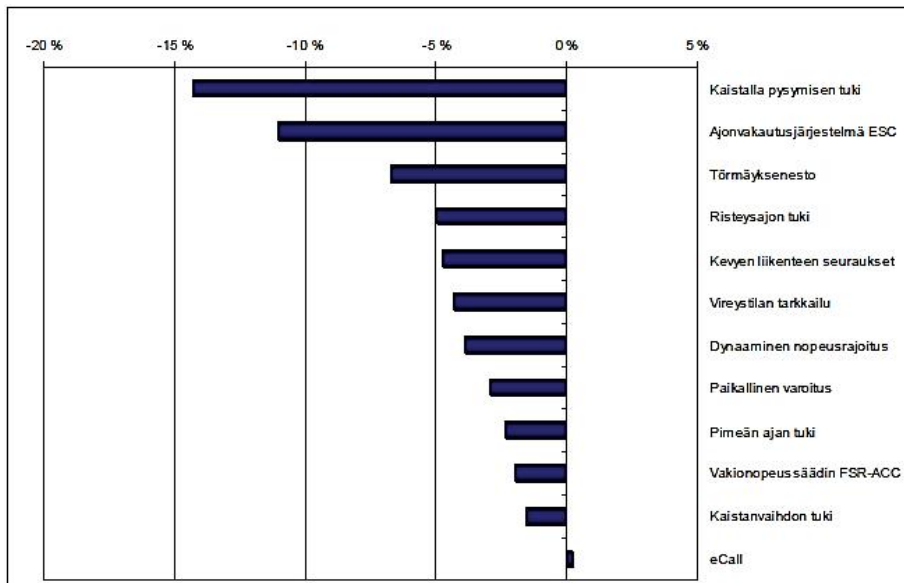
Vaikutusarviot on esitetty seuraavilla sivuilla olevissa kuvissa.

Taulukko. Ajoneuvojen telemaattisten järjestelmien nimet ja lyhyet kuvaukset (Rämä ym. 2008).

Järjestelmän nimi (nimi englanniksi)	Kuvaus toiminnasta
Ajonvakautusjärjestelmä (Electronic stability control, ESC)	Ajonvakautusjärjestelmän tarkoitus on korjata kuljettajan tekemiä ohjausvirheitä ja ehkäistä luisumista aktiivisella jarrujen väliintulolla ja moottorin vääntöä säätelemällä
Koko nopeusalueen kattava ajo- ja liikennetilanteeseen sopeutuva vakionopeuden säädin (ACC FSR)	Järjestelmä pitää ajoneuvon nopeuden kuljettajan määrittämällä tasolla, tai mikäli edellä ajaa hitaampi ajoneuvo, järjestelmä pitää kuljettajan määrittelemän etäisyyden edellä ajavaan ajoneuvoon.
Törmäyksen esto- ja varoitustajärjestelmä (Emergency braking)	Järjestelmässä on erilaisia toimintoja, joiden avulla kuljettaja voi välttää törmäyksiä edellä ajavaan. Järjestelmä lieventää sellaisten törmäyksien seurauksia, joita ei voida välttää. Toimintoihin kuuluvat: ennakoiva jarrutusavustin, ennakoiva törmäysvaroitust, ennakoiva hätäjarrutusavustin.
Keuyen liikenteen onnettomuuksien seurauksia lieventävä järjestelmä	Järjestelmä tunnistaa suojattomat tienkäyttäjät ja tarvittaessa varoittaa kuljettajaa ja tekee automaattisen hätäjarrutuksen (ei passiivisen turvallisuuden lisäystä).
Kaistanvaihdon tuki (Lane change assistant and warning)	Kaistanvaihdon tuki varoittaa lähellä olevista ajoneuvoista (ajoneuvon vieressä tai takana) juuri ennen kaistanvaihtoa.
Kaistalla pysymisen tuki (Lane keeping support)	Kaistalla pysymisen tuen aktiivinen ohjaustuki auttaa kuljettajaa pitämään ajoneuvon oikealla kaistalla.
Pimeään ajan tuki (Night vision warning)	Auttaa kuljettajaa näkemään ajovalojen valokeilaa pidemmälle ja tarvittaessa myös varoittaa kuljettajaa esteistä ajoradalla.
Kuljettajan vireystilan tarkkailu (Driver drowsiness monitoring and warning)	Kuljettajan vireystilaa tarkkaileva järjestelmä varoittaa kuljettajaa vireystilan heikentyessä.
Automaattinen hätäviestijärjestelmä eCall	Järjestelmä lähettää hätäviestin ja avaa puheyhteyden lähimpään hätäkeskukseen onnettomuuden sattuessa.
Dynaaminen nopeusrajoitus	Järjestelmä antaa nopeussuosituksen, joka ottaa nopeusrajoituksen lisäksi huomioon kelin, tiellä olevat esteet ja ruuhkatilanteet.
Paikallisista vaaroista varoitettava järjestelmä (Wireless local danger warning)	Järjestelmä välittää muihin autoihin dynaamista tietoa havaitsemistaan esteistä, huonosta säästä ja kelistä sekä ruuhkista.
Risteysajon turvallisuustuki (Intersection safety)	Järjestelmä tunnistaa muut risteyksessä olevat tai sitä lähestyvät tienkäyttäjät (lyhyellä aikavälillä muut ajoneuvot, pidemmällä myös jalankulkijat ja pyöräilijät). Törmäyskurssilla olevat tienkäyttäjät sekä törmäyksen läheisyys määritetään, ja kuljettajia varoitetaan tilanteesta. Myös punaisesta liikennevalosta varoitetaan tarvittaessa.



Järjestelmien vaikutus (%) liikennekuolemiin, kun järjestelmät on asennettu Suomessa kaikkiin ajoneuvoihin (Rämä ym. 2008).



Järjestelmien vaikutus (%) liikenteessä tapahtuneisiin loukkaantumisiin, kun järjestelmät on asennettu Suomessa kaikkiin ajoneuvoihin (Rämä ym. 2008).

Rämä, P., Sihvola, N., Luoma, J., Koskinen, S., Aittoniemi, E., Kulmala, R. (2008).
Ajoneuvojen telemaattisten järjestelmien turvallisuusvaikutukset Suomessa. Ajoneuvohallintokeskuksen tutkimuksia ja selvityksiä 11/2008. Ajoneuvohallintokeskus AKE, Helsinki.

Liite B: Ryhmähaastattelujen osallistujat

Rautatieliikenteen hallinnan ryhmähaastattelun osallistujat

Karkkonen, Raija	Liikennevirasto
Kitinoja, Jari-Pekka	Liikennevirasto
Kröger, Juha	Liikennevirasto
Nurkka, Maija	Liikennevirasto
Turunen, Kimmo	Liikennevirasto
Schirokoff, Anna	VTT
Silla, Anne	VTT

Meriliikenteen hallinnan ryhmähaastattelun osallistujat

Hagerlund, Ove	Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi
Kallio, Jukka	Helsingin satama
Laine, Valtteri	Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi
Martikainen, Tuomas	Liikennevirasto
Turunen, Mikko	Liikennevirasto
Askola, Hanna	VTT
Hänninen, Saara	VTT

Nimeke	Liikenteen hallinnan vaikutukset tie-, rautatie- ja meriliikenteessä
Tekijä(t)	Anna Schirokoff, Anne Silla, Saara Hänninen, Veli-Pekka Kallberg & Hanna Askola
Tiivistelmä	<p>Liikenteen hallinnan tavoitteena on parantaa liikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta, vähentää liikenteen päästöjä sekä hyödyntää väyläkapasiteettia tehokkaammin. Työn päätavoitteena oli selvittää, mitä tiedetään liikenteen hallinnan vaikuttavuudesta etenkin turvallisuuteen, mutta myös liikenteen sujuvuuteen ja ympäristöön, kuten CO₂-päästöihin ja energian kulutukseen.</p> <p>Työ kattoi tie-, rautatie- ja meriliikenteen. Työ rajattiin kattamaan vain sellaiset liikenteen hallinnan keinot, jotka ovat oleellisia Suomen olosuhteissa. Samaten tässä työssä raportoidaan vain sellaista vaikutustietoa, joka on oleellista Suomen olosuhteiden kannalta. Menetelminä olivat kirjallisuuskatsaus ja lisäksi rautatie- ja meriliikenteen asiantuntijoiden ryhmäkeskustelut.</p> <p>Tieliikenteessä liikenteen hallinnan vaikuttavuudesta tiedetään jo jonkin verran, mutta liikenteen hallinnan eri osa-alueiden välillä on suuria eroja. Eniten on arvioitu eri järjestelmien ja palveluiden turvallisuusvaikutuksia.</p> <p>Rautatieliikenteen liikenteen hallinnan vaikutuksista turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön on niukasti tutkimustuloksia. Poikkeuksena tästä on rautatie- ja tieliikenteen kohtaamisten hallinta. Siihen liittyen on tutkittu erityisesti rautatien tasoristeyksiin tehtävien toimenpiteiden vaikutuksia turvallisuuteen.</p> <p>Meriliikenteen hallintakeinojen vaikuttavuutta ei ole juurikaan tutkittu kvantitatiivisesti. Tulokset vaihtelevat suuresti ja perustuvat useimmiten ennen liikenteen hallintakeinon käyttöönottoa tehtyihin riskianalyysiin. Lisäksi kansainväliset tutkimukset eivät ole suoraan verrattavissa Suomeen, koska toimintaympäristö ja olosuhteet eroavat alueellisesti toisistaan.</p> <p>Julkaisussa on esitetty liikennemuodoittain, millaista tietoa löytyi. Lisäksi on listattu suosituksia ja ehdotuksia tulevaisuudessa tehtävistä tutkimuksista. Listauksilla ei oteta kantaa ehdotettujen tutkimustarpeiden tärkeysjärjestykseen, vaan viranomaisten on arvioitava ja valittava toteutettavat hankkeet.</p>
ISBN, ISSN	ISBN 978-951-38-8035-4 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp) ISSN-L 2242-1211 ISSN 2242-122X (verkkojulkaisu)
Julkaisu-aika	Elokuu 2013
Kieli	Suomi, englanninkielinen tiivistelmä
Sivumäärä	64 s. + liitt. 5 s.
Avainsanat	Traffic management, road, railway, maritime, effectiveness
Julkaisija	VTT PL 1000, 02044 VTT, Puh. 020 722 111

Title	The effect of traffic management on road, railway and maritime traffic
Author(s)	Anna Schirokoff, Anne Silla, Saara Hänninen, Veli-Pekka Kallberg & Hanna Askola
Abstract	<p>The aim of traffic management is to improve the safety and fluency of traffic, to cut emissions, and to exploit the existing capacity more efficiently. The main aim of this study was to investigate current knowledge on the effectiveness of traffic management, especially on safety but also on the fluency of traffic, the environment such as CO₂ emissions, and energy consumption.</p> <p>This study covered road, railway and maritime traffic. Only traffic management practices considered relevant to Finnish circumstances were considered; thus only the relevant results are presented here. The main research method used was literature review. Additionally, two group discussions (one on railway traffic and one on maritime traffic) were conducted.</p> <p>The effects of some road traffic management practices are fairly well known, whereas few studies have been conducted on the effects of other traffic management practices. Most evaluations merely cover the safety effects of different systems and services.</p> <p>Not a lot of information is available on the effects of traffic management on safety, fluency and environment in railway traffic. The only exception is the management of encounters between railway and road traffic. The research in this field chiefly includes studies on the safety effects of measures implemented for level crossings.</p> <p>Few if any quantitative results can be found on the effects of traffic management practices on maritime traffic. The results of available studies vary significantly and are mostly based on risk analysis conducted prior to the implementation of specific traffic management practices. International studies cannot be directly applied to Finland because of differences in the operational environment and prevalent circumstances.</p> <p>The obtained results are presented in this publication by transport mode. In addition, some recommendations and proposals for future study are suggested; however, this is not prioritised by the authors since the final selection of future studies should be evaluated and decided by the relevant authorities.</p>
ISBN, ISSN	ISBN 978-951-38-8035-4 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp) ISSN 2242-122X (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp) ISSN-L 2242-1211
Date	August 2013
Language	Finnish, English abstract
Pages	64 p. + app. 5 p.
Key words	Traffic management, road, railway, maritime, effectiveness
Publisher	VTT Technical Research Centre of Finland P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland, Tel. 020 722 111

Liikenteen hallinnan vaikutukset tie-, rautatie- ja meriliikenteessä

Liikenteen hallinnan tavoitteena on parantaa liikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta, vähentää liikenteen päästöjä sekä hyödyntää väyläkapasiteettia tehokkaammin. Työn päätavoitteena oli selvittää, mitä tiedetään liikenteenhallinnan vaikuttavuudesta etenkin turvallisuuteen, mutta myös liikenteen sujuvuuteen ja ympäristöön, kuten CO₂-päästöihin ja energian kulutukseen Suomen olosuhteissa.

Työ kattoi tie-, rautatie- ja meriliikenteen. Raportissa on esitetty liikennemuodoittain, millaista tietoa löytyi. Lisäksi on listattu suosituksia ja ehdotuksia tulevaisuudessa tehtävistä tutkimuksista.

ISBN 978-951-38-8035-4 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

ISSN-L 2242-1211

ISSN 2242-122X (verkkojulkaisu)

