

Sääolosuhteiden aiheuttamat liikenteen häiriöt ja vaikutukset liikennejärjestelmän toimintavarmuuteen

**Ida-Reetta Virranjoki, Kristiina Sänhti, Heikki Tuomenvirta,
Matti Aaltonen, Pekka Kivi, Tapio Tourula**

Julkaisun nimi Sääolosuhteiden aiheuttamat liikenteen häiriöt ja vaikutukset liikennejärjestelmän toimintavarmuuteen	
Tekijät Ida-Reetta Virranjoki, Kristiina Sääntti, Heikki Tuomenvirta, Matti Aaltonen, Pekka Kivi, Tapio Tourula	
Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä Liikenteen turvallisuusvirasto ja Liikennevirasto, 20.5.2016	
Julkaisusarjan nimi ja numero Trafin tutkimuksia 20/2017	ISSN (verkkojulkaisu) 2342-0294 ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-311-254-4
Asiasanat Liikennejärjestelmä, toimintavarmuus, mittari, sää, vaikutus, tieliikenne, rataliikenne, häiriötilanne	
Yhteyshenkilö Tapio Tourula	Raportin kieli suomi
Tiivistelmä Sääolosuhteet vaikuttavat monen muun tekijän ohella liikennejärjestelmään, jossa esiintyvät häiriöt vaikuttavat puolestaan liikennejärjestelmän toimintavarmuuteen. Sääolosuhteiden aiheuttamat liikenteen häiriöt ja vaikutukset liikennejärjestelmän toimintavarmuuteen (SÄÄLI2016) –tutkimushanke oli Ilmatieteen laitoksen, Liikenneviraston ja Liikenteen turvallisuusviraston yhteistutkimushanke, jonka tavoitteena oli selvittää, millaisia vaikutuksia sääolosuhteilla on liikenteen toimivuuteen ja sujuvuuteen sekä millä ennakkoinnilla ja toimenpiteillä vaikutuksia voidaan lieventää. Vuoden 2016 aikana toteutuneen hankkeen tarkastelu rajattiin tie- ja rataliikenteeseen ja sääilmiöistä lumisateeseen, myrskyihin ja rajuilmoihin. Selvitystä varten tietoa kerättiin tutkimushankkeen työpajoista, asiantuntijahaastatteluista ja eri toimijoiden keräämästä historiatiedosta. Hankkeessa tehdyn selvityksen tuloksena saatiin tarkempaa tietoa sääolosuhteiden aiheuttamista liikenteen häiriöistä lumisateen, myrskyjen ja rajuilmojen yhteydessä tie- ja rataliikenteessä. Havaittiin, että vaikutukset voivat painottua toiseen liikennemuotoon sääolosuhteesta riippuen ja toisaalta vaikutusten lieventämiseen liittyen on tärkeää tunnistaa ennakkoon potentiaalisia häiriötilanteita ja reagoida niihin. Ennakkoon tehtävät toimenpiteet, kuten liikenteen harventaminen tai teiden suolaaminen, voivat selvästi vähentää häiriötilanteessa havaittuja vaikutuksia. Selvityksen perusteella syntyi lisäksi ehdotus liikenteen toimintavarmuuden mittarista, joka kuvaa voimakkaiden sääilmiöiden ja liikennejärjestelmän toimintavarmuuden välisen yhteyden. Mittari muodostuu neljästä eri toimintavarmuuden tasosta, jotka muodostuvat sääilmiön vakavuuden ja vaikutusluokkien määrän mukaan. Pohjautuen tarkasteltuihin häiriötilanteisiin selvityksessä kuvattiin, mitkä toimintavarmuuden tasot, vaikutukset ja seuraukset voisivat olla samankaltaisissa häiriötilanteissa.	

Lisäksi tarkasteltiin yhteisen toimintamallin eli toimijoiden välisen yhteistyön kehittämistä sää-
hän liittyvissä häiriötilanteissa. Toimintamalliin liittyen esiteltiin eri toimijat ja tehtävät ja kehi-
tystoimenpiteitä. Tärkeimpänä asiantuntijahaastatteluissa ja työpajoissa koettiin kokonaistilan-
teen muodostaminen, tiedottaminen ja viestintä. Toimijoiden välistä yhteistyötä arvostettiin,
mutta yhteistyön tiivistäminen entisestään tukisi päätöksenteossa ja häiriötilanteisiin varautu-
misessa sekä auttaisi häiriötilanteessa toimimista. Tulevaisuudessa hyötyä olisi etenkin vaiku-
tusennustamisesta, mikä vaatii kuitenkin systemaattisista vaikutustiedon keräämistä ja eri toi-
mijoiden välistä tiivistä yhteistyötä.

Publikation Hur väderförhållanden skapar trafikstörningar och påverkar trafiksystemets funktions-säkerhet	
Författare Ida-Reetta Virranjoki, Kristiina Sääntti, Heikki Tuomenvirta, Matti Aaltonen, Pekka Kivi, Tapio Tourula	
Tillsatt av och datum Trafiksäkerhetsverket och Trafikverket, 20.5.2016	
Publikationsseriens namn och nummer Trafis undersökningsrapporter 20 / 2017	ISSN (webbpublikation) 2342-0294 ISBN (webbpublikation) 978-952-311-254-4
Kontaktperson Trafiksystem, funktionssäkerhet, mätare, väder, effekt, vägtrafik, spårtrafik, störningar	
Sammandrag Tapio Tourula	Rapportens språk finska
Sammandrag Vid sidan av många andra faktorer påverkas trafiksystemet av väderförhållandena. Störningar i trafiksystemet påverkar å sin sida systemets funktionssäkerhet. Forskningsprojektet om hur väderförhållanden skapar trafikstörningar och påverkar trafiksystemets funktionssäkerhet (SÄÄLI2016) var Meteorologiska institutets, Trafikverkets och Trafiksäkerhetsverkets gemensamma forskningsprojekt vars mål var att ta reda på hur väderförhållandena påverkar trafikens funktion och smidighet samt med vilka prognoser och åtgärder man kan mildra konsekvenserna. Projektet genomfördes under 2016 och begränsades till väg- och spårtrafik och väderfenomenen snöfall, stormar och oväder. För utredningen samlade man in information via forskningsprojektets workshoppar, intervjuer med experter och historik som samlats in av olika aktörer. Undersökningen inom projektet resulterade i närmare information om trafikstörningar inom väg- och spårtrafiken till följd av väderförhållandena vid snöfall, stormar och oväder. Man noterade att effekterna kan koncentrera sig till den ena trafikformen beroende på väderförhållandena och att det, när det gäller att mildra konsekvenserna, är viktigt att på förhand identifiera potentiella störningssituationer och reagera på dem. Förebyggande åtgärder, såsom att glesa ut trafiken eller salta vägar, kan i stor grad minska konsekvenserna som kan ses i en störningssituation. Undersökningen resulterade även i ett förslag om en mätare för trafikens funktionssäkerhet som beskriver sambandet mellan kraftiga väderfenomen och trafiksystemets funktionssäkerhet. Mätaren består av fyra olika funktionssäkerhetsnivåer som bestäms enligt väderfenomenets allvarlighet och antalet konsekvensklasser. Utifrån de störningssituationer som undersöktes i utredningen beskrevs vilka funktionssäkerhetsnivåerna, konsekvenserna och följderna kan vara i liknande störningssituationer.	

Dessutom undersökte man utvecklingen av en gemensam handlingsmodell dvs. samarbetet mellan olika aktörer i störningssituationer som beror på vädret. I fråga om handlingsmodellen presenterades de olika aktörerna, uppgifterna och utvecklingsåtgärderna. I intervjuerna med experter och i workshopparna ansåg man att det viktigaste är att man skapar en helhetssituation samt kommunikation och information. Man värdesatte samarbetet mellan aktörerna, men ett ännu närmare samarbete skulle vara ett stöd i beslutsfattandet och förberedelserna inför störningssituationer samt vara till hjälp för verksamheten i en störningssituation. I framtiden skulle man i synnerhet ha nytta av att förutse konsekvenser, vilket dock kräver systematisk insamling av information om konsekvenser och ett nära samarbete mellan olika aktörer.

Title of publication Disruptions to traffic and impacts on the reliability of the transport system caused by meteorological conditions	
Author(s) Ida-Reetta Virranjoki, Kristiina Sääntti, Heikki Tuomenvirta, Matti Aaltonen, Pekka Kivi, Tapio Tourula	
Commissioned by, date Finnish Transport Safety Agency (Trafí) and the Finnish Transport Agency 20 May 2016	
Publication series and number Trafí Research Reports 20 / 2017	ISSN (online) 2342-0294 ISBN (online) 978-952-311-254-4
Keywords Transport system, reliability, indicator, weather, impact, road transport, rail transport, disruption	
Contact person Tapio Tourula	Language of the report Finnish
Abstract Along with many other factors, meteorological conditions affect the transport system. In turn, these disruptions have an impact on the reliability of the transport system. The disruptions to traffic and impacts on the reliability of the transport system caused by meteorological conditions (SÄÄLI2016) research project was a joint project by the Finnish Meteorological Institute, Finnish Transport Agency and the Finnish Transport Safety Agency. The project aimed to determine what kinds of impacts meteorological conditions have on the functionality and smoothness of traffic as well as what kind of anticipation and measures can be used to alleviate these impacts. The examination of the project carried out during 2016 was limited to road and rail transport as well as the meteorological phenomena of snowfall, storms and thunderstorms. In order to carry out the investigation, information was collected from workshops held during the research project, interviews of experts and historic data compiled by various actors. The examination carried out in the project produced further information of the disruptions to traffic caused by the meteorological conditions of snowfall, storms and thunderstorms in the context of road and rail transport. It was observed that, on one hand, the impacts can be focused on one of the modes of transport depending on the meteorological condition and that, on the other, it is important to anticipate potential disruptive situations and react to them in advance in the context of the alleviation of the impacts. Measures taken in advance, including cutting back on traffic or salting of roads, can clearly reduce the impacts observed in the disruptive situations. This examination also resulted in a proposal for an indicator for the reliability of traffic, which describes the connection between powerful meteorological phenomena and the reliability of the transport system. The indicator includes four different levels of reliability which are formed based on the severity of the meteorological phenomenon and the number of impact classes. Based on the observed disruptions, this examination described the potential levels of and impacts and consequences on the reliability in similar disruptive situations.	

In addition, the development of a joint operating model, i.e. collaboration between the actors in disruptions related to weather, was examined. The different actors and their duties as well as development measures were presented in connection with the operating model. Based on the expert interviews and workshops, forming an overall picture, provision of information and communications were considered most important. While cooperation between different actors was appreciated, increasingly close cooperation would support decision-making and preparations for disruptions as well as help acting in the disruptive situations. In the future, the anticipation of impacts would be particularly beneficial; however, this requires systematic collection of impact data and close cooperation between different actors.

ALKUSANAT

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millaisia vaikutuksia sääolosuhteilla on liikenteen toimivuuteen ja sujuvuuteen sekä millä ennakkoinnilla ja toimenpiteillä vaikutuksia voidaan lieventää ja toimintavarmuutta parantaa.

Tutkimuksen on toteuttanut Ilmatieteen laitos.

Ohjausryhmään osallistuivat tutkimuksen tilaajien edustajina Ville Autero ja Tapio Tourula Trafista sekä Matti Aaltonen ja Hanna Setälä Liikennevirastosta. Toimittajan edustajana ohjausryhmään osallistui Kristiina Sääntti.

Helsingissä, 15. helmikuuta 2018

Tapio Tourula
Johtava asiantuntija
Liikenteen turvallisuusvirasto (Trafi)

FÖRORD

Målet med denna undersökning var att ta reda på hur väderförhållandena påverkar trafikens funktion och smidighet samt med vilka prognoser och åtgärder man kan mildra konsekvenserna och förbättra funktionssäkerheten.

Undersökningen har utförts av Meteorologiska institutet.

Uppdragsgivarnas representanter i styrgruppen var Ville Autero och Tapio Tourula från Trafi samt Matti Aaltonen och Hanna Setälä från Trafikverket. Utförarens representant i styrgruppen var Kristiina Sääntti.

Helsingfors, den 15 februari 2018

Tapio Tourula
Ledande sakkunnig
Trafiksäkerhetsverket (Trafi)

FOREWORD

The purpose of this study was to determine what kinds of impacts meteorological conditions have on the functionality and smoothness of traffic as well as what kind of anticipation and measures can be used to alleviate these impacts and improve reliability.

The study was conducted by the Finnish Meteorological Institute.

The representatives of the commissioners of the study in the study's steering group were Ville Autero and Tapio Tourula of the Finnish Transport Safety Agency as well as Matti Aaltonen and Hanna Setälä of the Finnish Transport Agency. Kristiina Sääntti represented the Finnish Meteorological Institute in the steering group.

Helsinki, 15 February 2018

Tapio Tourula
Chief Adviser
Finnish Transport Safety Agency (Trafi)

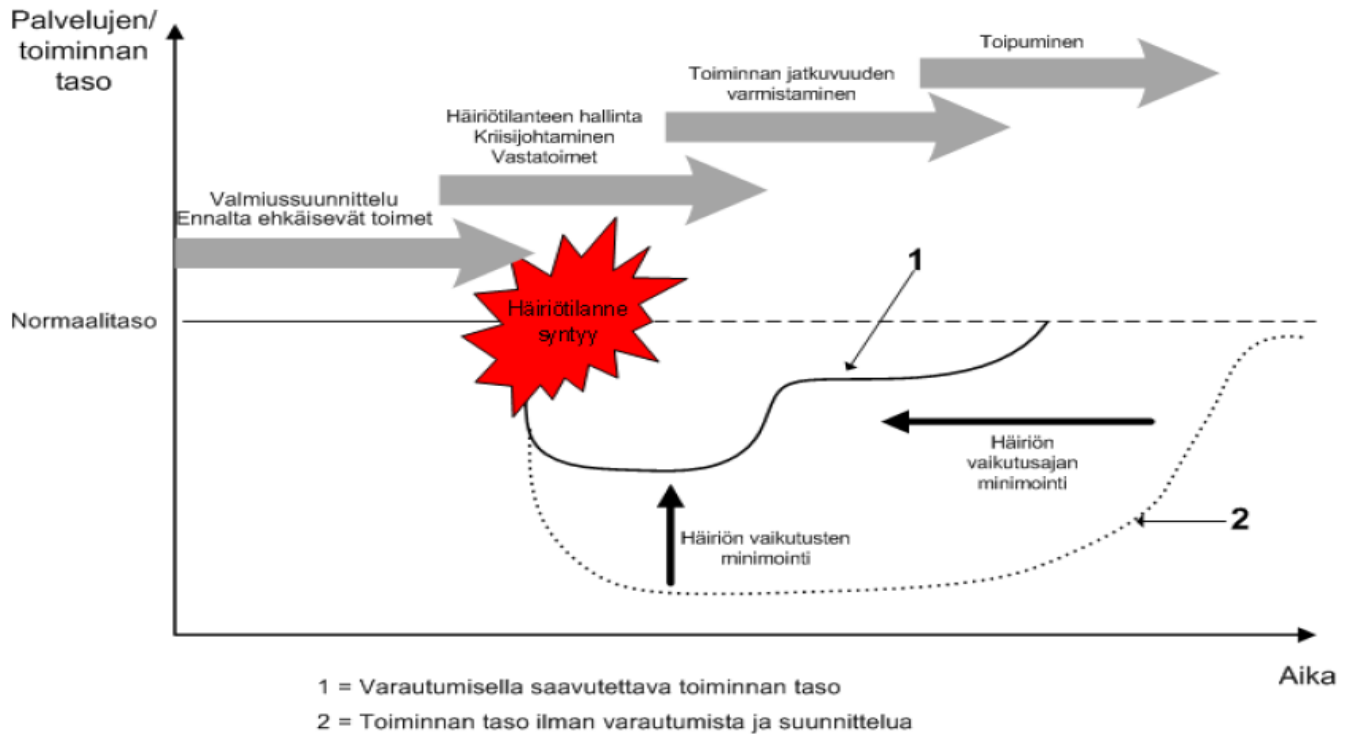
Sisällysluettelo

1. Johdanto	1
2. Tutkimuksessa käytetyt sää- ja vaikutustietolähteet	3
3. Tarkastellut säätapaukset	5
3.1 Pääkaupunkiseudun lumisade 3. Helmikuuta 2012	5
3.2 Helena-rajuilma 31. Heinäkuuta 2014	7
3.1 Valio-myrsky 2. Lokakuuta 2015	9
3.4 Tykkylumi Pirkanmaalla ja Keski-Suomessa 20.-22. Marraskuuta 2015	10
4. Sääolosuhteiden aiheuttamat vaikutukset liikennejärjestelmään	12
4.1 Pääkaupunkiseudun lumisade 3. Helmikuuta 2012	13
4.2 Helena-rajuilma 31. Heinäkuuta 2014	15
4.3 Valio-myrsky 2. Lokakuuta 2015	16
4.4 Tykkylumi Pirkanmaalla ja Keski-Suomessa 20.-22. Marraskuuta 2015	17
4.5 Vaikutusten lieventäminen	19
5. Ehdotus liikenteen toimintavarmuuden mittarista	23
6. Yhteinen toimintamalli ja sen kehittäminen	28
6.1 Toimijat ja niiden roolit ja tehtävät	28
6.2 Toimintamalli säähän liittyvissä liikenteen häiriötilanteissa	28
6.1 Yhteisen toimintamallin kehittäminen	29
7. Johtopäätökset	31
Liite A. Haastatellut asiantuntijat	34

1. JOHDANTO

Sääolosuhteiden aiheuttamat liikenteen häiriöt ja vaikutukset liikennejärjestelmän toimintavarmuuteen (SÄÄLI2016) –tutkimushanke on Ilmatieteen laitoksen, Liikenneviraston ja Liikenteen turvallisuusviraston yhteistutkimushanke, joka toteutettiin vuoden 2016 aikana. Sääolosuhteet vaikuttavat monen muun tekijän ohella liikennejärjestelmään, jonka tässä tutkimuksessa katsotaan koostuvan liikenneväylistä, henkilö- ja tavaraliikenteestä sekä liikennettä ohjaavista järjestelmistä. Liikennejärjestelmässä esiintyvät häiriöt vaikuttavat puolestaan toimintavarmuuteen, jolla tarkoitetaan tässä selvityksessä toiminnan tason ja toimintakyvyn säilymistä halutulla tasolla.

Tutkimushankkeen tavoitteena oli selvittää, millaisia vaikutuksia sääolosuhteilla on liikenteen toimivuuteen ja sujuvuuteen sekä millä ennakkoinnilla ja toimenpiteillä vaikutuksia voidaan lieventää. Vaikutusten lieventämisellä pyritään toisaalta vaikutusten pienentämiseen ja lyhentämiseen ja toisaalta nopeuttamaan tilanteesta toipumista. Varautumisen ja toimien seurauksena liikenteen toimintavarmuus ei heikentyisi ja palvelutaso alenisi yhtä paljon ja pitkäkestoisesti kuin ilman tehtyjä toimenpiteitä. Kuvassa 1 onkin kuvattu, miten varautumisella, jatkuvuussuunnittelulla ja häiriötilanteen hallinnalla pyritään saavuttamaan korkeampi toimintavarmuuden taso kuin ilman toimenpiteitä. Tutkimushankkeen tuloksena syntyi alustava ehdotus liikenteen toimintavarmuuden mittarista, joka kuvaa voimakkaiden sääilmiöiden ja liikennejärjestelmän toimintavarmuuden välisen yhteyden. Lisäksi tutkimushankkeessa tarkasteltiin toimijoiden yhteistä toimintamallia, jota voidaan tulevaisuudessa kehittää tarkastelun pohjalta ja samalla parantaa toimintavarmuutta.



Kuva 1. Varautuminen, jatkuvuussuunnittelu ja saavutettava toiminnan taso. Kuva: Korhonen ja Ström (2012) mukailen ISO Standard 22399:2007

Tässä selvityksessä tarkastelu on rajattu tie- ja rataliikenteeseen ja sääilmiöistä lumisateeseen, myrskyihin ja rajuilmoihin. Selvitystä varten tietoa on kerätty tutkimushankkeen työpajoista, asiantuntijahaastatteluista ja eri toimijoiden keräämästä historiatiedosta, joka esitellään luvussa 2. Luvussa 3 esitellään selvityksessä tarkastellut säätapaukset, vaikutuksia ja niiden lieventämistä tarkastellaan luvussa 4, ja yhteisen toimintamallin kehittämistä luvussa 6. Tapaustutkimusten ja asiantuntijahaastattelujen pohjalta syntynyt ehdotus liikenteen toimintavarmuuden mittarista esitellään luvussa 5.

2. TUTKIMUKSESSA KÄYTETYT SÄÄ- JA VAIKUTUSTIETOLÄHTEET

Tutkimushankkeessa järjestettiin kaksi työpajaa Ilmatieteen laitoksen, Liikenteen turvallisuusviraston ja Liikenneviraston asiantuntijoille. Lisäksi haastateltiin liikenteen asiantuntijoita, laadittiin meteorologisen ja vaikutustiedon yhdistävä analyysi ja järjestettiin loppuseminaari.

Ensimmäisessä työpajassa kesäkuussa 2016 sovittiin tutkimus rajattavaksi tie- ja rataliikenteeseen, ja tarkasteltaviksi sääilmiöiksi valittiin lumisade, rajuilma ja myrsky. Työpajassa päädyttiin käsittelemään sääolosuhteiden ja liikenteen välisiä vuorovaikutussuhteita neljän tapaustutkimuksen pohjalta, jotka esitellään luvussa 3. Toisessa työpajassa lokakuussa 2016 käsiteltiin tapaustutkimusten yhteydessä havaittuja vaikutuksia ja toimenpiteitä, joilla vaikutuksia voidaan lieventää. Työpajassa pohdittiin myös yhteistä toimintamallia sääilmiöön liittyvässä häiriötilanteessa eli eri toimijoiden välistä yhteistyötä ja sen kehittämistä.

Työpajojen lisäksi syys- ja lokakuun aikana 2016 haastateltiin yhteensä 11 asiantuntijaa eri organisaatioista. Haastatellut asiantuntijat on lueteltu liitteessä A. Haastatteluissa käsiteltiin sääolosuhteiden aiheuttamia vaikutuksia liikennejärjestelmään sekä yleisellä tasolla että tapaustutkimusten pohjalta. Lisäksi haastatteluista saatiin arvokkaita ideoita yhteisen toimintamallin kehittämiseen.

Tapaustutkimusten meteorologisen analyysiin on käytetty Ilmatieteen laitoksen sääennusteita ja –varoituksia, havaintoja, analyysseja ja LUOVA-tiedotteita. LUOVA-tiedote on Ilmatieteen laitoksen turvallisuussääpäivystyksen tuottama vaaraa aiheuttavaa säätilannetta koskeva tiedote, joka lähetetään pelastuslaitoksille, muille viranomaisille ja yhteiskunnan kannalta tärkeille toimijoille.

Tapaustutkimuksissa tarvittava vaikutustieto eli sääolosuhteiden aiheuttamat häiriöt ja vaikutukset liikenteelle on kerätty työpajojen ja asiantuntijahaastatteluiden lisäksi Liikenneviraston Extranet-palvelusta ja Digitraffic –palvelusta käyttöluvalla Creative Commons Nimeä 4.0. Liikenneviraston Extranet –palvelusta haettiin sekä Liikenteen automaattisen mittauspisteiden (LAM) että tiesääasemien havaintoja ja Poliisin onnettomuustietoja. Pelastuslaitoksen onnettomuustiedot puolestaan saatiin Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto PRONTO:sta (Pelastuslaitos, 2016).

LAM-pisteistä saatavista tiedoista tämän selvityksen kannalta tärkeimmät ovat keskinopeustiedot ja liikennemäärät. Sekä keskinopeudet että liikennemäärät vaihtelevat viikonpäivittäin ja vuosittain eri tieosuuksilla, minkä vuoksi selvityksessä keskimääräiset arvot on määriteltä mittauspistekohtaisesti. Keskinopeuksiin vaikuttavat lisäksi talvinopeusrajoitukset, joten keskimääräisiä keskinopeuksia laskettaessa on tarkasteltu talvikauden tietoja. Talvinopeuksiin siirrytään usein loka-marraskuun vaihteessa, ja takaisin kesänopeuksiin maaliskuun vaihteessa (Liikennevirasto, 2016), joten tässä selvityksessä on talvikaudeksi on määriteltä marraskuusta maaliskuuhun ulottuva ajanjakso.

Rataliikenteen viiveestä puhutaan, kun juna poikkeaa aikataulustaan lähtö-, väli tai määräasemallaan. Juna luokitellaan myöhästyneeksi, kun viive ylittää sille määritellyn kynnysarvon, joka kaukoliikenteessä on viisi minuuttia. Liikennevirasto tilastoi viiveet ja myöhästymiset eri syykoodeille, joista tässä selvityksessä on käytetty kahta säähän liittyvää syykoodia ja turvalaite-, valvonta- ja viestintälaitteet, sähköistys ja rata –syykoodeja. Tilastoja viiveistä ja myöhästymisistä on haettu Digitraffic –palvelusta ja saatu asiantuntijahaastatteluiden yhteydessä. Muiden kuin säähän liittyvien syykoodien analysoinnissa täytyy tarkastella erikseen, liittyvätkö viiveet vallitsevaan säätilaan. Tämän selvityksen analysointiin tukea on saatu Liikenneviraston asiantuntijoilta.

3. TARKASTELLUT SÄÄTAPAUKSET

Työmäärän rajaamiseksi hankkeen aikatauluun ja resursseihin sopivaksi ensimmäisessä työpajassa päätettiin tarkastella sääolosuhteiden aiheuttamia liikenteen häiriöitä ja vaikutuksia neljän tapaustutkimuksen perusteella. Tässä luvussa esitellään tarkasteltavat säätapaukset:

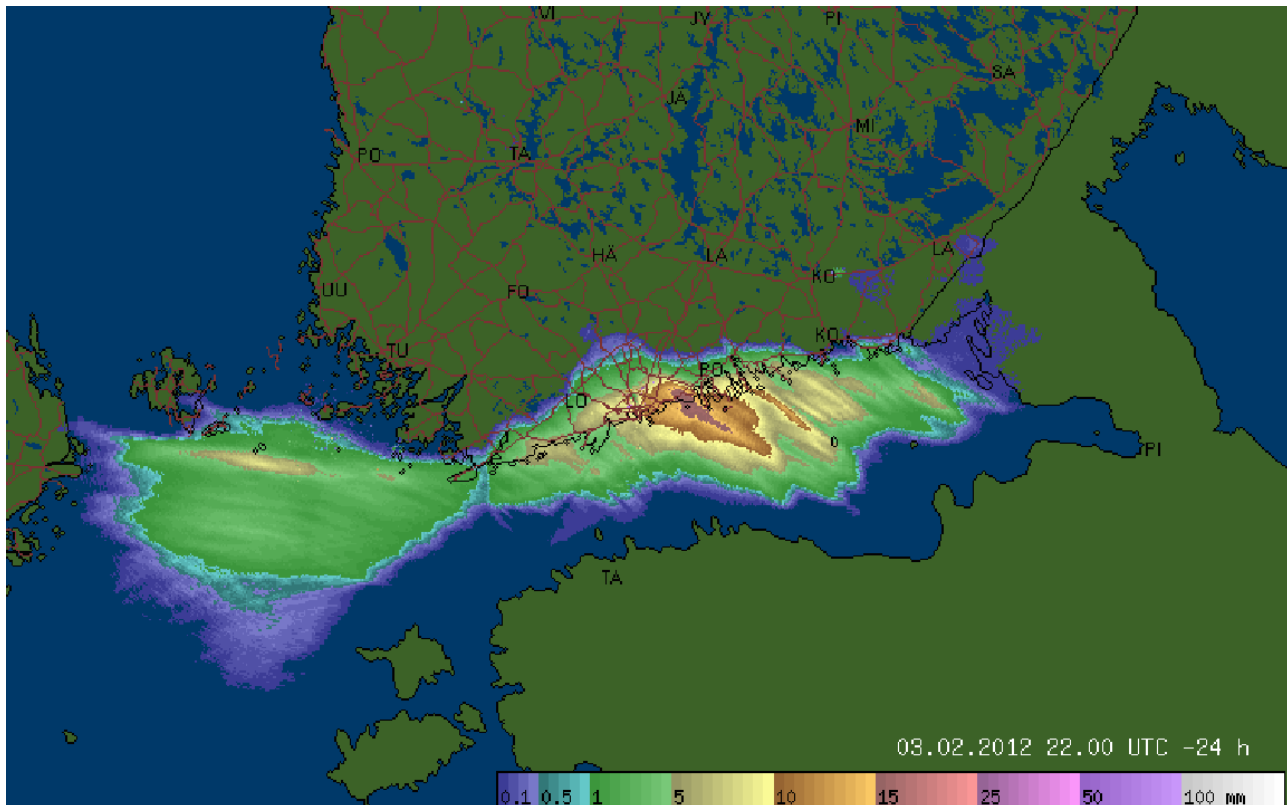
- pääkaupunkiseudun lumisade 3. helmikuuta 2012
- Helena-rajuilma 31. heinäkuuta 2014
- Valio-myrsky 2. lokakuuta 2015
- Tykkylumi Pirkanmaalla ja Keski-Suomessa 20.-22. marraskuuta 2015

3.1 Pääkaupunkiseudun lumisade 3. helmikuuta 2012

Pääkaupunkiseudun lumisateella tarkoitetaan tässä selvityksessä 3. helmikuuta 2012 tapahtunutta etelärannikon lumisadetilannetta. Lumisateen synnyn mahdollistivat suosiolliset olosuhteet meren päällä, josta osa lumisateesta kulkeutui mantereeseen ylle. Lunta satoi mantereella kapealla, noin 30 km levyisellä kaistaleella etelärannikolla, mikä aiheutti nopeasti muuttuvat keliolosuhteet tultaessa pohjoisesta kohti pääkaupunkiseutua.

Etelärannikolle ennustettiin lumikuuroja kolme vuorokautta aikaisemmin. Vuorokautta aikaisemmin 2. helmikuuta lunta ennustettiin kertyvän Porvoosta länteen 10–30 cm lauantai-iltaan 4. helmikuuta mennessä. Paikallisten erojen ennustettiin olevan suuria ja runsaimpien kertymien sijainnissa oli epävarmuutta.

Lumisadetta syntyi kapealle kaistaleelle etelärannikon tuntumaan. Kuvassa 2 on esitetty säätutkien havaitsema vuorokauden sadekertymä ja huomionarvoista on, että suurimmat sadekertymät havaittiin pienellä alueella Uudellamaalla. Lunta kertyi Ilmatieteen laitoksen mittausasemille pääkaupunkiseudulla perjantain 3. helmikuuta aikana 2-10 cm, tuuli oli puuskaista ja pakkasta oli laajalti noin 15 astetta (Taulukko 1). Satanut kuiva pakkaslumi pöllysi tienpinnalla ja toisaalta kiillottui tienpinnalla tehden tienpinnasta hyvin liukkaan ja aiheuttaen huonon näkyvyyden. Tilanne jatkui myös 4. helmikuuta pahentaen tilannetta. Koska lunta satoi vain kapealla kaistaleella mantereella, ajokeli muuttui lyhyellä matkalla pääkaupunkiseudulle tultaessa.



Kuva 2. Perjantain 3. helmikuuta 2012 havaittu sadekertymä säätutkien yhdistelmäkuvana. Sadekertymien arvot kasvavat sinisestä violettiin violetin sävyisten alueiden sadekertymien ollessa >50 mm. Huomionarvoista on, että suurimmat sadekertymät mitattiin pienellä alueella pääkaupunkiseudulla.

Kuva: Ilmatieteen laitos, 2016

	Kumpula	Hki-Vantaa lentoasema	Kaisaniemi
sadekertymä (mm)	7.0	4.7	3.1
lumen syvyys	37 cm	45	39
keskilämpötila	-15.4	-16.6	-14.8
vrk:n ylin puuska	10.9	11.7	9.1

Taulukko 1. Kolmen mittausaseman vuorokausisadekertymä, lumen syvyys, keskilämpötila ja vuorokauden ylin puuska 3. helmikuuta 2012.

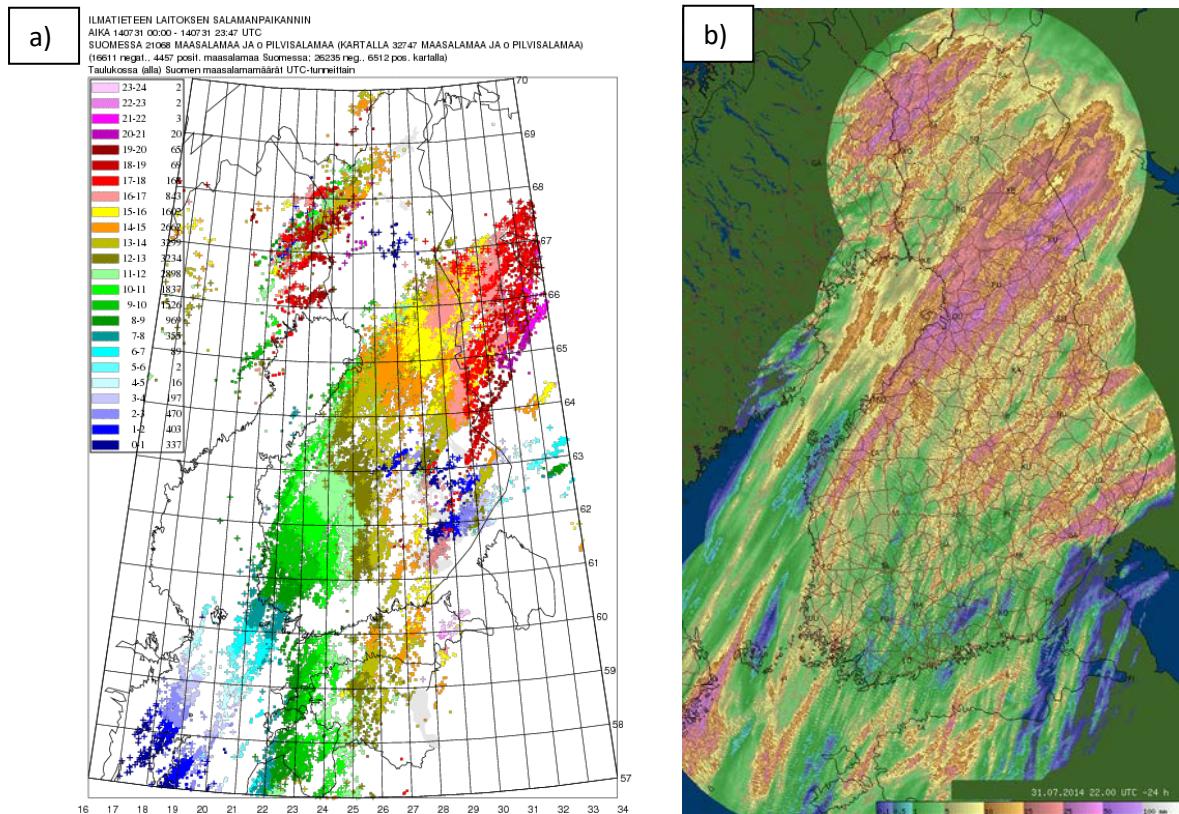
Lumisateen aiheutti Suomenlahdelta rannikolle yltäneet sakeat lumikuurot yhdistettynä kylmään säähän ja puuskaiseen tuuleen. Tällainen ilmiö on usein melko paikallinen ja hankalammin ennustettavissa oleva kuin esimerkiksi laajaan matalapaineeseen liittyvät lumisateet. Usein pystytään tunnistamaan otolliset olosuhteet, mutta tarkempi ennustus tilanteen laajuudesta ja voimakkuudesta saadaan vasta lumikuurojen synnyttyä. Lumikuurojen voimakkuuteen vaikuttaa Suomenlahden jäättilanne. Ilmatieteen laitoksen Jäätiedotuksen mukaan Suomenlahdella oli 3. helmikuuta sisäsaaristossa 5-30 cm paksua jäätä ja ulkosaaristossa ja sen edustalla uutta jäätä ja

uuden jään muodostusta. Ilmatieteen laitos varoitti 3.2.2012 klo 6 huonosta ajokelistä Uudenmaan maakunnassa ja klo 8 erittäin huonosta ajokelistä. Säättiedotuksissa kerrottiin sakeasta lumisateesta etelärannikolla.

3.2 Helena-rajuilma 31. heinäkuuta 2014

Helena-rajuilman yhteydessä havaittiin vuorokauden aikana yhteensä 21 000 salamaa ja päivä oli pelastuslaitoksen kiireisin päivä tehtävämäärältään vuonna 2014. Voimakas salamointi, ukkospuuskat ja tuulituhot ennustettiin kolme vuorokautta aiemmin, ja ennustekoordinaatiokarttojen mukaan eri sääennustusmallit olivat suhteellisen hyvin ajan tasalla ja yksimielisiä. Rajuilman syntyminen aiheutui Suomeen virranneesta lämpimästä, kosteasta ja epävakaisesta ilmamassasta. Ukkosherkän alueen ennustettiin liikkuvan koko maan ylitse, voimakkaimmat ukkoset maan etelä- ja keskiosassa.

Ukkoset liikkuivat lounaasta koilliseen Suomen ylitse ja salamoita havaittiin päivän mittaan suuressa osassa maata. Salamahavainnot esitetään kuvassa 3a. Ilmatieteen laitos varoitti 31.7. klo 6, että koko maassa kehittyi ukkoskuuroja, joiden yhteydessä esiintyy voimakkaita ukkospuuskia, tuulen nopeus puuskissa 15 m/s. Lisäksi Pirkanmaan, Pohjois-Pohjanmaan, Keski-Suomen, Pohjois-Savon ja Kainuun maakunnissa ukkospuuskien yhteydessä esiintyy erittäin voimakkaita puuskia, yli 25 m/s. Lisäksi koko maassa oli voimassa sadevaroitusta rankkasateista (yli 20 mm tunnissa). Suurimmat tuulen puuskanopeudet mitattiin Oulussa (Vihreäsaari satama) 29.3 m/s, Tampereella (Siilinkari) 28.2 m/s ja Kajaanissa (Petäisenniska) 27.8 m/s. Laajoilla alueilla tuulen puuskanopeudet olivat 15-20 m/s. Tutkakuvien perusteella sadekertymät olivat enimmillään vuorokaudessa paikoin yli 50 mm ja suurimmat tuntisadekertymät paikoin 30-45 mm (kuva 3b). Liikenteessä ongelmia aiheuttivat sekä salamointi, voimakas tuuli että rankkasateet.



Kuva 3. a) Salamahavainnot Helenan päivänä 31.7.2014 Salamahavaintojen kellonaika on merkitty karttaan eri väreillä siten, että sinisävyiset värit kuvaavat vuorokauden ensimmäisiä tunteja 0-6 ja punaiset puolestaan viimeisiä 17-24. b) Helenan päivän rajuilman vuorokausisadekertymät 31.7.2014. Sadekertymien arvot kasvavat sinisestä violettiin violetin sävyisten alueiden sadekertymien ollessa >50 mm. Kuvat: Ilmatieteen laitos, 2016.

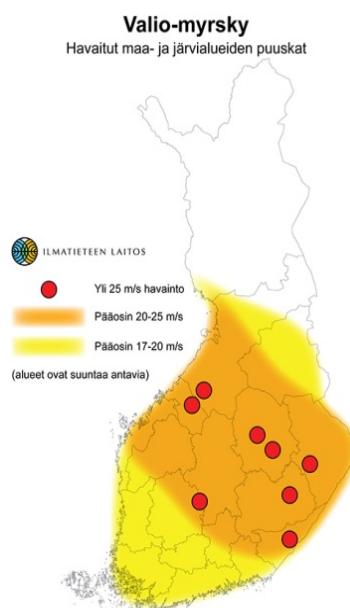
Yli 20 000 salaman päiviä on 2000-luvulla ollut kuusi. Vastaava määrä salamoita havaittiin myös 5. heinäkuuta 2016, mutta silloin vaikutukset liikenteelle ovat voineet olla vähäisempiä, sillä suurin osa salamoista painottui harvemmin asutuille seuduille, joilla ei ole rataliikennettä ja myös tieliikenne on melko vähäistä.

3.1 Valio-myrsky 2. lokakuuta 2015

Valion päivänä lokakuussa 2015 Suomeen saapui myrskymatalapaine, joka aiheutti maan etelä- ja keskiosassa sekä Pohjois-Pohjanmaalla että Kainuussa voimakasta puuskaista tuulta ja puustotuhoja. Neljä vuorokautta aikaisemmin lännestä ennustettiin saapuvan matalapaine, jonka yhteydessä esiintyy puuskaista, voimakasta tuulta. Kolme vuorokautta aikaisemmin matalapaineen tarkka reitti oli vielä epävarma, mutta ennusteen mukaan Suomeen saapuu nopeasti liikkuva, syvenevä matalapaine. Kahtena edellisenä vuorokautena ennuste tarkentui ja Suomeen ennustettiin myrskytuulia meri-alueille ja maa-alueille tuulen nopeudeksi puuskissa 20 m/s (Ilmatieteen laitos, 2015).

Ensimmäinen LUOVA-tiedote annettiin 30.9.2015 klo 9.16 vaaratasona oranssi eli säätilanne on vaarallinen. Tiedotteessa varoitettiin matalapaineen yhteydessä havaittavista tuulen puuskista, joiden nopeus on koko maassa lukuun ottamatta Lappia 15-20 m/s, Pohjois-Pohjanmaalla, Kainuussa ja maan keskiosassa monin paikoin yli 20 m/s, mikä aiheuttaisi puun kaatumisia ja sähkökatkoja. Tiedotteessa huomautettiin pitkäkestoisuudesta (6-9 tuntia). Ennuste oli hieman normaalia epävarmempi ajoituksen suhteen (suihkuvirtaukseen syntyvä matalapaine voi syntyä useasta eri kohdasta). Toinen LUOVA-tiedote annettiin 1.10.2015 klo 13.25, jossa tarkennettiin ajoitusta ja puuskien nopeuksia; ylimmillään 25 m/s puuskia maan keskiosassa ja Pohjois-Pohjanmaan länsiosassa. Vaikutusten suhteen vertailukohtana on käytetty Eino-myrskyä vuodelta 2013. Viimeinen päivitys annettiin 2.10.2015 klo 13.21, jossa mainittiin suurimmaksi epävarmuudeksi yölliset puuskat maan itäosassa. Lisäksi Ilmatieteen laitos varoitti 2. lokakuuta suuressa osassa maata vaarallisen voimakkaasta länsituulesta maa-alueille, tuulen nopeus puuskissa 25 m/s tai tuulen nopeus puuskissa 20 m/s.

Valio-myrsky saapui Suomeen perjantaina 3. lokakuuta 2015 ja iltapäivällä matalapaineen keskus oli Lapin yllä. Myrsky oli voimakkuudeltaan Eino-myrskyn (17.11.2013) luokkaa (Ilmastokatsaus, 2015). Havaitut puuskat olivat Lappia lukuun ottamatta pääosin 18-22 m/s, mutta voimakkaampiakin puuskia esiintyi. Kuvaan 4 on merkitty punaisilla palloilla maa-alueiden mittausasemat, joilla havaittiin Valio-myrskyn aikana yli 25 m/s tuulen puuskanopeuksia. Lännen ja luoteen välinen tuulen suunta ja pitkäkestoisuus (~12h) pahensivat vaikutuksia. Kosteaa ja roudaton maaperä sekä puissa olevat lehdet altistivat puiden tuulituhoille. Valio-myrskyn yhteydessä liikenteessä ongelmia aiheuttivat etenkin voimakkaan tuulen kaatamat puut raiteille, teille ja tuulituhojen aiheuttamat häiriöt yleisessä sähkö- ja viestintäverkossa.



Kuva 4. Valio-myrskyn yhteydessä havaitut maa- ja järviolueiden puuskat. Yli 25 m/s puuskat on merkitty punaisilla ympyröillä. Kuva: Ilmatieteen laitos, 2016

3.4 Tykkylumi Pirkanmaalla ja Keski-Suomessa 20.-22. marraskuuta 2015

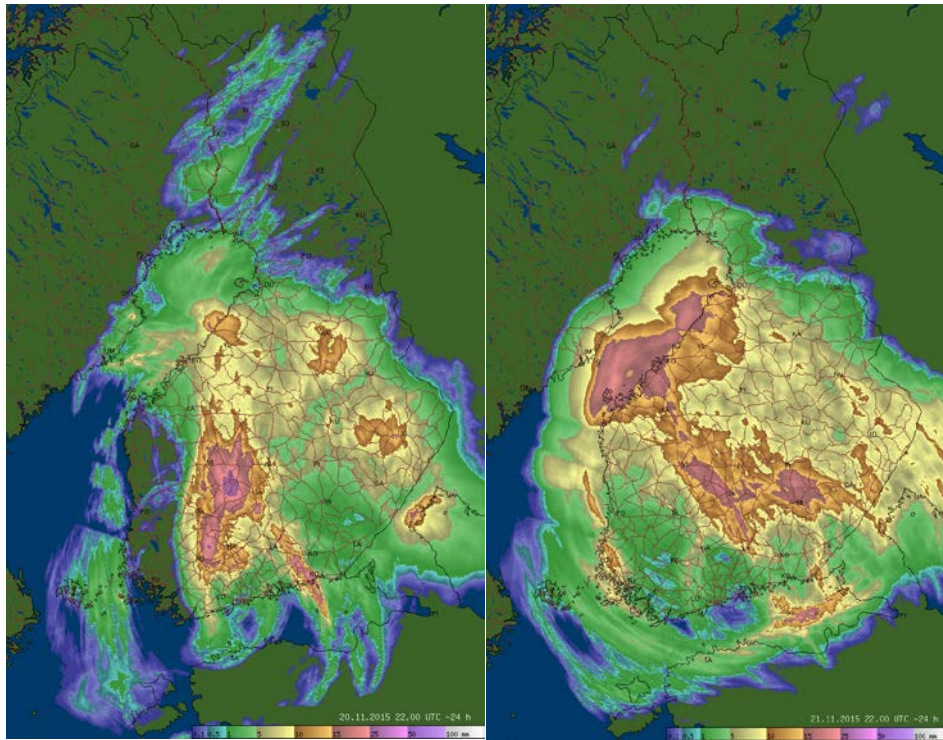
Tykkylumi on raskas lumikertymä, joka kasaantuu sekä erilaisille rakenteille että puun oksille ja latvaan. Tykkylumi voidaan jakaa huurre- ja nuoskatykyyn¹, ja tässä tilanteessa kyseessä oli nuoskatyky. Nuoskatyky liittyi voimakkaaseen matalapaineeseen, joka saapui Suomeen etelästä. Suomenlahden ylitse liikkueensa matalapaine syveni ja jäi lopulta täyttymään Suomen ylle vaikuttaen koko maan säähän viikonlopun ajan. Sääennusteiden mukaan vuorokausisadekertymäksi arvioitiin pääosin 5-15 cm/vrk, paikoin 20 cm/vrk. Suurimmat kertymät arvioitiin osuvan maan kaakkoisosaan perjantaina 20. marraskuuta ja Pirkanmaalta Pohjanmaalle ulottuvalle alueelle lauantaina 21. marraskuuta. Sateen olomuodon ennustettiin olevan rannikolla ja maan eteläosassa vettä tai räntää, muualla räntää tai lunta.

Ilmatieteen laitoksen turvallisuussääpäivystys antoi aiheesta myös varoituksia ja LUOVA-tiedotteita. Varoitukset koskivat huonoa tai erittäin huonoa ajokeliä maan etelä- ja keskiosassa räntä- ja lumisateen vuoksi. Ensimmäisen LUOVA-tiedotteen, joka annettiin perjantaina 20. marraskuuta iltapäivällä, mukaan maan etelä- ja keskiosassa on vaaraa runsaalle lumisateelle, nopealle lumen kinostumiselle ja runsaalle tykkylumen kertymiselle. Tilannetta päivitettiin lauantaina 21. marraskuuta iltapäivällä, jolloin lunta arvioitiin kertyvän Pirkanmaalle ja Keski-Suomeen jopa 20-35 cm.

1. Tykkylumen kaksi pääalajia ovat huurre- ja nuoskatyky. Huurretykylä tarkoitetaan tilanteita, joissa lumihiuksia ja jääkiteitä kertyvät rakenteisiin huurtumalla. Nuoskatykyä syntyy puolestaan kosteana lumena sataneesta lumesta tai

kostean lumen sitomista lumihiuksista. Nuoskatykyä syntyy tehokkaimmin, kun ilman lämpötila on nollan ja puolen lämpöasteen välillä ja tuulen nopeus on 3 m/s ja 6 m/s välillä. Vesisade ja lämpötilan laskeminen lyhyeksi aikaa (muutamiksi tunneiksi) pakkasen puolelle tehostavat nuoskatykyyn syntymistä. (Hoppula, 2005)

Suomenlahden ylitse liikkuneen matalapaineen sateet saavuttivat mantereen myöhään torstai-iltana ja levisivät perjantain vastaisen yön aikana laajemmin maan etelä- ja keskiosaan. Matalapaine oli lähes paikoillaan maan etelä- ja keskiosan yllä perjantaista sunnuntaihin. Suurimmat lumikertymät mitattiin viikonlopun aikana Kanta-Hämeessä, Pirkanmaalla, Keski-Suomessa ja Pohjanmaan rannikolla (kuva 5). Esimerkiksi Juupajoella lunta kertyi perjantaiaamusta lauantaiamuun 33 cm ja koko viikonlopun aikana 44 cm, mikä on Suomen olosuhteissa paljon (Jokinen, 2015). Ilmassa oli runsaasti kosteutta ja lämpötila oli maanpinnalla lähellä 0°C, joten sade oli kosteaa lunta mahdollistaen otolliset olosuhteet tykkylumen syntymiselle. Liikenteelle häiriöitä aiheutui etenkin tykkylumen painosta tielle ja radalla kaatuneet tai taipuneet puut ja runsas lumisade, joka lisäsi avaraus- ja liukkaudentorjuntatarvetta.



Kuva 5. Havaittu 24 tunnin sadekertymä perjantaina 19.11.2015 (vasemmalla) ja lauantaina 20.11.2015 (oikealla) usean sääatutkan yhdistelmänä. Suurimmat sadekertymät on merkitty kuvaan punaisen ja lilan sävyillä. Ilmatieteen laitos, 2016.

4. SÄÄOLOSUHTEIDEN AIHEUTTAMAT VAIKUTUKSET LIIKENNEJÄRJESTELMÄÄN

Tässä luvussa tarkastellaan ensin sääolosuhteiden aiheuttamia vaikutuksia liikennejärjestelmässä yleisellä tasolla, jonka jälkeen vaikutuksiin paneudutaan tarkemmin luvussa 3 esitellyissä säätapauksissa. Luvussa 4.5 tarkastellaan keinoja vaikutusten lieventämiseksi.

Sääolosuhteet vaikuttavat monin tavoin liikennejärjestelmän eri osiin. Liikennejärjestelmän herkkyyks sään vaikutuksille riippuu useista tekijöistä, kuten esimerkiksi infrastruktuurin haavoittuvuudesta ja liikennemäärästä. Myös eri liikennemuotojen herkkyyks sääilmiöille- ja olosuhteille vaihtelee, sillä esimerkiksi tieliikenteessä tienkäyttäjät pystyvät hakeutumaan uusille reiteille esimerkiksi kolarin tai suljetun tieosuuden vuoksi. Sen sijaan rataliikenteessä, etenkin yksiraiteisilla rataosuuksilla, vaihtoehtoisia kulkuteitä ei ole tai niitä on rajoitetusti, jolloin matkustaja- tai tavarajunat ovat herkempiä myöhästymisille tai peruutuksille häiriötilanteissa. Erilaisista varautumis-, ohjaus- ja kunnossapitotoimista huolimatta liikennejärjestelmä kokee sääilmiöiden aiheuttamia häiriöitä. Tässä selvityksessä vaikutuksiin paneudutaan lumisateen, myrskyjen ja rajuilmojen osalta. Lumisade tekee teistä liukkaita ja se heikentää näkyvyyttä. Näkyvyys voi heiketä myös tuulen tai liikenteen pöllyttäessä kuivaa pakkaslunta. Liukas ajokeli yhdistettynä huonoon näkyvyyteen lisää usein onnettomuusriskiä tieliikenteessä. Rataliikenteessä lunta voi kertyä sekä ratarakenteisiin, kuten vaihteisiin ja ajolangoille, että kalustoon. Oma vaikutuksensa on myös lumen kertymisellä teiden ja radan läheisyydessä oleviin puihin, jotka voivat lumen painosta taipua tielle tai radalle.

Myrskyjen ja rajuilmojen yhteydessä esiintyvät voimakkaat tuulenpuuskat kaatavat puita joko suoraan tielle tai radalle tai aiheuttavat häiriöitä sähkö- ja viestintäverkkoon. Yleisen sähköverkon häiriöt näkyvät etenkin rataliikenteessä, sillä ratainfrastruktuuri koostuu monista eri komponenteista, jotka tarvitsevat sähköä sekä kanta- että alueverkosta. Myös tieliikenteen ohjausjärjestelmät tarvitsevat sähköä ja viestintäyhteyksiä, joiden häiriöt voivat aiheuttaa ongelmia esimerkiksi tunneleiden valvonnassa. Viestintäverkko on tärkeä myös eri toimijoiden välisen kommunikoinnin kannalta, esimerkiksi rataliikennekeskuksen ja liikenteenohjauksen välillä.

Rajuilmojen yhteydessä salamointi aiheuttaa etenkin turvalaitevikoja joko rikkomalla suoraan turvalaitteita tai sähkö- ja viestintäyhteyden ongelmien vuoksi. Runsaat vesisateet voivat puolestaan paikallisesti kerryttää vettä tielle tai vaihtoehtoisesti nostaa vettä alavilla alueilla maalta tielle niin paljon, että turvallinen liikennöinti estyy. Näin käy etenkin alikulkutunneleissa. Runsaat

vesisadekertymät voivat aiheuttaa myös yksittäisiä rata- ja tienpenkkojen sortumisia.

Sortumisongelmia esiintyy etenkin rataosuuksilla, jossa radan alusrakenne on savea, jonka alla on kallio. Saven ja kallion väliin voi muodostua sateen johdosta liukupinta, joka voi aiheuttaa saven suistumisen pois.

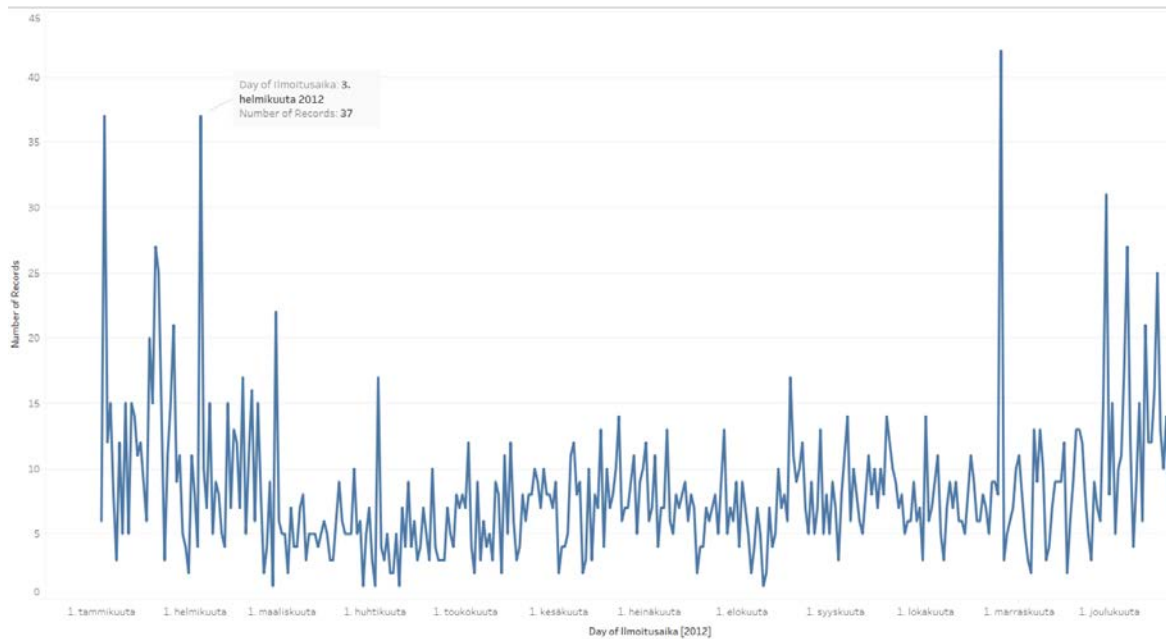
4.1 Pääkaupunkiseudun lumisade 3. helmikuuta 2012

Rataliikenteen osalta pääkaupunkiseudun lumisateen vaikutuksia ei pystytty tarkastelemaan yhtä kattavasti kuin muissa tapauksissa tietojärjestelmän muutosten vuoksi, joten tässä luvussa painopiste on tieliikenteen vaikutuksissa.

Tässä tapauksessa lumisade ja pöllyävä lumi heikensivät näkyvyyttä ja alensivat kitkaa tehden tienpinnasta liukkaan. Pakkasta oli laajalti noin -15 astetta Celsiusta, mikä vaikeutti kunnossapitotoimenpiteitä, sillä tavanomaisia talvihoitotoimenpiteitä, kuten suolaamista, ei pystytty tekemään kireän pakkasen vuoksi. Kuten luvussa 3.1 kerrottiin, lunta satoi kapealla alueella etelärannikolla, mikä loi pohjoisesta päin ajaville ajoneuvoille lyhyellä matkalla muuttuvat keliolosuhteet. Tämä on voinut vaikuttaa autoilijoiden kykyyn sopeuttaa ajonopeus kelin mukaiseksi.

Liukas ajokeli yhdistettynä huonoon näkyvyyteen lisää usein onnettomuusriskiä tieliikenteessä. Helmikuun 3. päivänä 2012 havaittiinkin Uudellamaalla paljon onnettomuuksia, erityisesti peräänajoja. Päivä oli yksi pahimmista onnettomuuspäivistä vuonna 2012 (kuva 6).

Pääkaupunkiseudun pääväylillä sattui myös useampia ketjukolareita, joista pahimmat tapahtuivat Lahden väylällä puolilta päivän. Pelastustoimen onnettomuustilastojen mukaan Viikin kohdalla sattuneessa ketjukolarissa osallisena oli noin 150 ajoneuvoa ja Jakomäen kohdalla noin 350 ajoneuvoa. Ketjukolareissa ajoneuvot vaurioituvat pahoin ja pakkautuvat yhteen (kuva 7), joten onnettomuusraivaus vie usein useita tunteja. Raivauksen helpottamiseksi Poliisi tai pelastuslaitos voi sulkea tien, kuten tehtiin Lahden väylällä.



Kuva 6. Vuoden 2012 Uudenmaan liikenneonnettomuudet, joihin pelastuslaitos on kutsuttu paikalle. Helmikuun 3. päivä oli yksi vuoden 2012 pahimpia onnettomuuspäiviä. Toinen paha onnettomuuspäivä oli lokakuun 26. päivä, jolloin ajokeliä huononsi lumisade. Kuva: Pelastuslaitos, 2016.

Keskinopeuden ja liikennemäärän poikkeamista keskimääräisestä tarkasteltiin tässä tapaustutkimuksessa laskemalla ensin talvikauden 2011–2012 perjantaipäivien (helmikuun 3. päivä oli perjantai vuonna 2012) kaikkien ajoneuvojen (kevyet ja raskaat ajoneuvot) keskimääräiset keskinopeudet ja liikennemäärät kussakin LAM-pisteessä ja vertaamalla helmikuun 3. päivän arvoihin. Tarkasteluun otettiin LAM-pisteet valtateillä (vt) 1, 3, 4 ja 7, kantatiellä (kt) 50 (Kehä III) ja seututiellä (st) 101. Tulokset on esitetty liitteessä B. Yleisesti ottaen sekä keskinopeudet että liikennemäärät laskivat keskimääräisestä. Merkittävimmät poikkeamat keskimääräisestä vuorokausikeskinopeudesta havaittiin Jakomäen mittauspisteessä, jossa keskinopeus laski 29,7 km/h ja Viikinmäen mittauspisteessä, jossa keskinopeus laski 19,2 km/h keskimääräisestä. Suurin yksittäinen liikennemäärän muutos oli Viikinmäen mittauspisteessä, jossa liikennemäärä tippui noin 36 700 ajoneuvolla.

Keskinopeuden että liikennemäärän laskeminen keskimääräisestä johtuneet sekä vaikeista keliolosuhteista suoraan että onnettomuuksien aiheuttamista ruuhkista ja teiden sulkemisesta. Keskinopeuksia voi tarkastella myös tuntitasolla, jolloin huomataan, että Jakomäen mittauspisteessä keskinopeus oli alhaisimmillaan alkuiltapäivästä klo 13 ja 14 välillä.



Kuva 7. Huono näkyvyys ja alhainen kitka vaikeuttivat pääkaupunkiseudulla erittäin huonon ajokelin 3. helmikuuta 2012, ja useilla pääteillä sattui tavanomaista enemmän tieliikenneonnettomuuksia. Pahimmat onnettomuudet olivat Lahdenväylän ketjukolarit, joiden raivaustyöt kestivät useita tunteja. Kuva: Poliisi, 2012.

4.2 Helena-rajuilma 31. heinäkuuta 2014

Rajuilmat aiheuttavat asiantuntijahaastatteluiden perusteella häiriöitä enemmän rata- kuin tieliikenteessä. Kummassakin liikennemuodossa kaatuvat puut ja yleisen sähkö- ja viestintäverkon häiriöt aiheuttavat häiriöitä.

Rataliikenteessä havaittiin paljon turvalaitevikoja, radalle ja ajolangoille kaatuneita puita ja yleisen sähköverkon häiriöitä. Sääkoodeille myöhästymisminuutteja oli merkitty 31. heinäkuuta 2014 yhteensä 460 minuuttia, jotka painoutuivat Kouvola-Lahti-Tampere-akselille. Turva-, valvonta- ja viestintälaitteet, sähköistys ja rata –syykoodeille oli merkitty noin 2 200 myöhästymisminuuttia, jotka liittyvät vallitsevaan säätilaan. Myöhästymisten lisäksi rataliikenteessä jouduttiin sulkemaan neljä rataosuutta joko sähköratavikojen tai liikenteen turvallisuuden vuoksi. Suljetut rataosat olivat Orivesi-Jämsä, Parikkala-Joensuu, Kouvola-Mikkeli ja Kuopio-Siilinjärvi, ja rataosien sulkeminen johti yhteensä 28 matkustajaliikenteen junavuoron perumiseen. Vikojen korjaus kesti osittain

seuraavaan päivään, mistä johtuen myöhästymisiä havaittiin myös 1. elokuuta 2014. Edellä mainitut myöhästymiset ovat primäärisiä, mutta myös sekundääriä myöhästymisiä, kuten vaihtoyhteyden odotuksia, esiintyi rajuilman yhteydessä tavanomaista enemmän.

Tieliikenteessä Helena-rajuilma näkyi lähinnä tuulen kaatamina puina teillä. Pelastuslaitoksen onnettomuustilastojen mukaan Helenan päivänä sattui onnettomuuksia, joissa ajoneuvo on törmännyt tielle kaatuneeseen puuhun tai matka on keskeytynyt tiellä olevaan sadeveteen. Myös tieliikenteessä havaittiin ohjausjärjestelmien häiriöitä, jotka painottuivat tunnelien liikenteen valvontaan. Runsaat hetkelliset sateet voivat aiheuttaa myös ajonopeuden laskemista, mutta niiden erottuminen keskinopeustilastoista on vaikeaa, sillä rajuilman yhteydessä esiintyy usein paikallista vaihtelua ja suurimmat sadeintensiteetit ovat pienialaisia.



Kuva 8. Salamointi aiheuttaa rajuilmojen yhteydessä häiriöitä etenkin liikenteen ohjausjärjestelmiin. Helena-rajuilman vaikutukset näkyivät enemmän rata- kuin tieliikenteessä ja matkustaja- ja tavarajunaliikenteessä havaittiin myöhästymisiä ja peruutuksia. Kuva: Ilmatieteen laitos, 2016.

4.3 Valio-myrsky 2. lokakuuta 2015

Valio-myrsky oli voimakas matalapainemyrsky, jonka vaikutukset näkyivät etenkin rataliikenteessä. Eniten häiriöitä aiheutui tuulen kaatamista puista. Puita kaatui sekä teille, radalle, ajolangoille että sähkölinjoille aiheuttaen yleisen sähkö- ja viestintäverkon häiriöitä.

Rataliikenteessä säähän liittyville syykoodeille merkittiin noin 700 myöhästymisminuuttia ja turva-, valvonta- ja viestintälaite, sähköistys ja rata –syykoodeille noin 2 300 myöhästymisminuuttia Valio-myrskyyn liittyviä myöhästymisiä 2.-4. lokakuuta 2015. Lisäksi liikennöinti jouduttiin

keskeyttämään Pieksämäki-Kuopio, Pieksämäki-Joensuu ja Simpele-Joensuu –rataosilla. Yksittäisistä tapauksista vakavin oli Intercity-junan törmäminen radalle kaatuneeseen puuhun Kesälahdella 3. lokakuuta. Törmäys aiheutti mittavia vaurioita ratainfrastruktuurissa rikkoen muun muassa ajolangoitusta ja liikennöinti jouduttiin keskeyttämään Simpeleen ja Joensuun. Kokonaan rataosuus saatiin avattua 5. lokakuuta 2015. Yhteensä Valio-myrskyn liittyen peruttiin 58 matkustajajunaa 2.-5. lokakuuta 2015. Junavuorot korvattiin pääasiallisesti linja-autoilla, mutta myös takseja käytettiin. Valio-myrskystä aiheutui haittaa myös tavaraliikenteelle: tavarajunien myöhästymisminuutit olivat noin 1 700 minuuttia.

Tieliikenteessä vaikutukset olivat samantyyppisiä kuin Helena-rajuilmassa. Eri puolilla Suomea sattui muutamia liikenneonnettomuuksia, joissa ajoneuvo törmäsi tielle kaatuneeseen puuhun. Pelastuslaitoksen onnettomuustietojen mukaan onnettomuuksien henkilövahingot olivat lieviä.



Kuva 9. Tielle tai radalle kaatuvat puuta aiheuttavat merkittäviä häiriöitä liikenteessä. Valio-myrskyn yhteydessä kaatuvat puut aiheuttivat häiriöitä etenkin rataliikenteessä. Kuva: Ilmatieteen laitos, 2016.

4.4 Tykkylumi Pirkanmaalla ja Keski-Suomessa 20.-22. marraskuuta 2015

Voimakkaaseen matalapaineeseen liittyvä pitkäkestoinen ja runsas lumisade aiheuttivat häiriöitä sekä rata- että tieliikenteessä. Häiriöitä aiheutui etenkin nuoskatykn kertymisestä puihin, jotka lumen painosta taipuivat teille, radalle ja ajolangoille. Lisäksi yleisessä sähkö- ja viestintäverkossa esiintyi häiriöitä, mikä vaikutti myös liikenteeseen.

Rataliikenteessä havaittiin 20.-22. marraskuuta myöhästymisiä ja peruutuksia sekä matkustaja- että tavaraliikenteessä. Kahdelle säähän liittyvälle syykoodille myöhästymisiä merkittiin noin 370 myöhästymisminuuttia. Radalle kaatuneiden puiden, sähköratavaurioiden ja liikenteenohjausjärjestelmän vikojen vuoksi rataliikenne jouduttiin keskeyttämään tarkasteltavana päivänä neljällä eri rataosuudella: Tampere-Jyväskylä, Orivesi-Haapamäki, Jyväskylä-Haapamäki ja Tampere-Parkano. Osa rataosuuksista avattiin liikenteelle vasta 24. marraskuuta. Liikennöinnin keskeyttäminen johti yhteensä 33 matkustajajunan ja 45 tavarajunan perumiseen. Matkustajajunat korvattiin linja-autoilla ja tavaraliikenteen kuljetuksia uudelleen reititettiin, siirrettiin rekoille tai keskeytettiin. Edellä mainittujen häiriöiden lisäksi rataliikenteen matkustajainformaatiojärjestelmän toiminnassa esiintyi häiriöitä ja katkoksia, minkä vuoksi esimerkiksi asemien laiturinäytöissä esiintyi virheellisiä tietoja. Tässä tarkasteltavan ajanjakson jälkeen rataliikenteen häiriöitä esiintyi myös seuraavina päivinä, sillä myöhemmin sään lauhutuessa lumikuormat putosivat puilta aiheuttaen uusia vikatilanteita.

Tieliikenteessä havaittiin hieman tavallista enemmän liikenneonnettomuuksia, kuten tieltä suistumisia, nokkakolareita ja peräänajoja lumisten ja liukkauden teiden vuoksi. Tienkäyttäjän linjalle tulleet toimenpidepyynnöt koskivat tiestölle kaatuneiden puiden raivausta, liukkaudentorjuntaa ja auraustarvetta. Vaikeimmat olosuhteet vallitsivat Koillis-Pirkanmaalla, jossa teitä oli poikki kaatuneiden puiden vuoksi.

Tieliikenteen osalta tarkasteltiin myös keskinopeuden ja liikennemäärän muutoksia LAM-pisteillä. Keskimääräisten arvojen laskemiseksi tarkasteltiin talvikauden 2015-2016 perjantain, lauantain ja sunnuntain liikennemääriä ja keskinopeuksia, joita verrattiin kyseiseen viikonloppuun. Liikennemäärissä ei esiintynyt merkittäviä muutoksia, mutta keskinopeuksissa havaittiin sen sijaan kahdella LAM-pisteellä 13-15 km/h keskinopeuden alenemista keskimääräisestä (Lempäälä, Vt3 ja Längelmäki, Vt9).

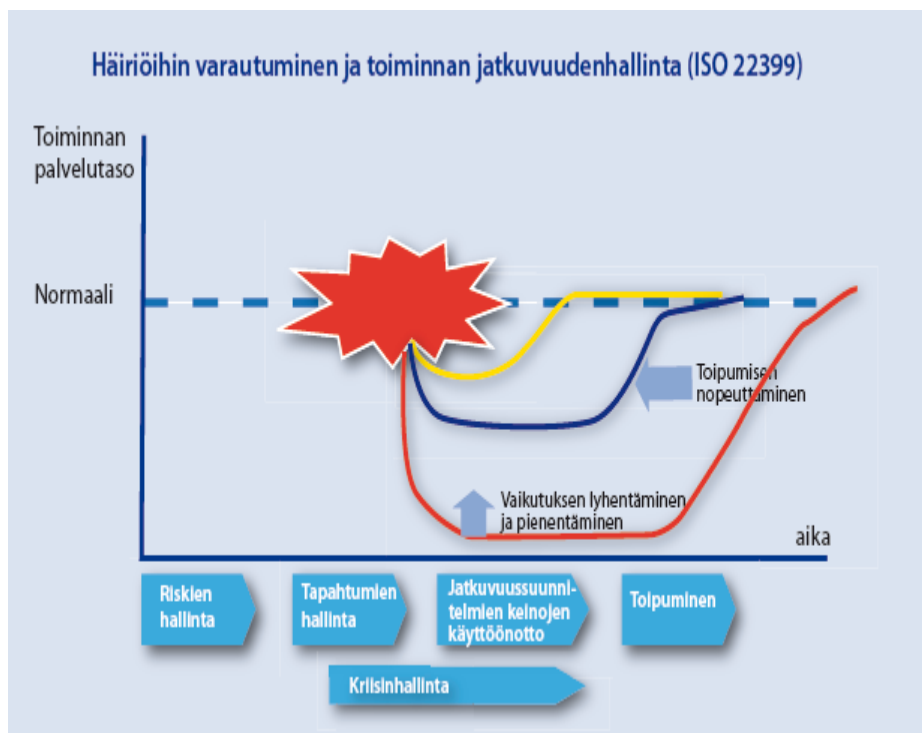


Kuva 10. Lumisateen aikana ajokeli huononee lumen pölyytessä tai tehden tienpinnasta liukkaan. Kuva: Ilmatieteen laitos, 2016.

4.5 Vaikutusten lieventäminen

Tässä luvussa tarkastellaan, miten sääolosuhteiden aiheuttamia liikenteen häiriöiden vaikutuksia voidaan lieventää. Vaikutusten lieventämisellä pyritään toisaalta vaikutusten pienentämiseen ja lyhentämiseen ja toisaalta nopeuttamaan tilanteesta toipumista. Varautumisen ja toimien seurauksena liikenteen toimintavarmuus ei heikentyisi ja palvelutaso alenisi yhtä paljon ja pitkäkestoisesti kuin ilman tehtyjä toimenpiteitä. Vaikutusten lieventämistä kuvaava kaavio on esitetty kuvassa 11.

Tapaustutkimusten perusteella pitkäkestoiset ja laaja-alaiset sääilmiöt aiheuttavat liikenteessä merkittäviä häiriöitä, joten oikea-aikaiset ja laadukkaat sää- ja keliennusteet auttavat häiriöihin varautumisessa. Asiantuntijahaastatteluiden perusteella tärkeää on toipumisen nopeuttamiseksi myös ennustaa säätilanteen päättyminen. Samoin on syytä tarkastella huonon ja erittäin huonon ajokelin varoitustasoa, jotta varoitus ei menetä vaikuttavuuttaan. Lisäksi sää- ja keliennusteiden tuottaminen mahdollisimman tarkasti alueellisesti auttaisi asiantuntijahaastatteluiden perusteella keskittämään kunnossapitotoimenpiteet alueille, joissa vaikutusten ennustetaan olevan suurimmat.



Kuva 11. Häiriöihin varautuminen ja toiminnan jatkuvuudenhallinta. Kuva: Turvallisuus- ja puolustusasiain komitean sihteristö, 2012.

Myös erilaisilla väylän ympäristön olosuhteilla on merkityksensä häiriöihin, kuten esimerkiksi kostealla maaperällä, joka altisti puita kaatumiselle Valio-myrskyn yhteydessä.

Tie- ja rataliikenteessä häiriötilanteiden estämiseen ja niistä toipumiseen vaikuttaa infrastruktuurin ja kuljetuskaluston kunnossapidon taso. Tieliikenteessä etenkin teiden talvihoidolla on suuri merkitys. Liikennevirasto on määritellyt talvihoidon laatuvaatimukset (Liikennevirasto, 2015), jotka on kuvattu kuvassa 12. Nämä laatuvaatimukset koskevat yleistä maantieverkkoa, joiden hoidosta ja ylläpidosta ELY-keskukset vastaavat. Kuntien katuverkolla ja yksityisteillä vaatimukset voivat poiketa. Talvihoidossa on määritelty myös poikkeukselliset olosuhteet, jolloin kuvassa määritellyistä arvoista voidaan poiketa.

Taulukko 2. Lumen poiston laatuvaatimukset sään ja kelin muutostilanteessa.

Talvihoito- luokka	Maksimilumisyvyys sateen aikana (cm)		Toimenpideaika (h)	
	Irtolumi	Sohjo	Irtolumi	Sohjo
Is	4	2	2,5	2
I	4	2	3	2,5
Ib ja TIb	4	2	3	3
II	8	4	4	4
III	10	5	6	6

Kuva 12. Lumen poiston laatuvaatimukset sään ja kelin muutostilanteista eri talvihoitoluokan teille. Kuva: Liikennevirasto, 2015.

Poikkeukselliseksi lumimyrskyksi on talvihoidon laatuvaatimuksissa (Liikennevirasto, 2015) määritelty tilanteet, joissa lunta sataa yhtäjaksoisesti vähintään 10 cm neljän tunnin aikana, ilman lämpötila on vähintään -2°C, tuuli on sateen aikana voimakasta ja puuskissa vähintään 8 m/s ja satava lumi on kuivaa ja aiheuttaa voimakasta kinostumista. Maanteiden talvihoidon laatuvaatimuksissa (Liikennevirasto, 2015) määritellään lisäksi vaatimukset liikenteenohjausvälineille, risteysalueille ja pientareille, joiden talvihoito on tärkeää liikenteen turvallisuuden ja toimivuuden kannalta.

Liukkautta torjutaan Suomessa vilkasliikenteisillä teillä useimmiten suolaamalla ja muilla teillä hiekoittamalla. Vilkasliikenteisillä teillä hiekkaa ei voida käyttää, sillä hiekka ei pysy ei-polanteisella tiellä ja toisaalta liikenne kuljettaa hiekan pois ajoradalta. Suolaa puolestaan käytetään estämään tienpinnan jäätyminen, sillä suola laskee veden jäätympistettä. Suolaamalla voidaan myös sitoa satavaa lunta. Suolaaminen toimii tehokkaimmillaan, kun lämpötila on -6 astetta Celsiusta tai korkeampi. Kireämmällä pakkasella on vaarana, että kertaalleen sulanut jää ja lumi jäätyvät uudelleen ja tie tulee entistä liukkaammaksi. Uudet tutkimukset osoittavat kuitenkin, että

kireällä pakkasella pienikin määrä suolaa tiellä voi sitoa satavaa lunta eikä siten lumi pölyä niin paljon. Liukkautta voidaan torjua myös karhentamalla tietä, mikä lisää tienpinnan ja ajoneuvon välistä kitkaa. Satava lumi voi myös liikenteen ja suolaamisen johdosta muuttua sohjoksi, mikä on vaarallista etenkin ohitustilanteista. Sekä pölyävän lumen että tiellä olevan lumen määrään vaikuttaa myös tuuli, jonka huomioimiseen tulisi asiantuntijahaastatteluiden perusteella kiinnittää enemmän huomiota.

Usean kymmenen tai sadan ajoneuvon ketjukolarit vaativat riittävän määrän liikennettä, mistä johtuen ketjukolarit ovat Suomessa todennäköisempiä vilkkaasti liikennöidyillä teillä suurten kaupunkien läheisyydessä. Vilkas liikenne lisää myös pölyävän lumen määrää. Pääkaupunkiseudun lumisateessa 3. helmikuuta 2012 nimenomaan pölyävän lumen aiheuttama huono näkyvyys lisäsi merkittävästi onnettomuusriskiä. Yleisesti ottaen kuljettajan kokema näkyvyys on tieliikenteessä yksi hankalimmin hallittavista ilmiöistä asiantuntijahaastatteluiden perusteella. Tilannenopeudella on suuri merkitys onnettomuustilanteissa ja tieliikennelain 23§ edellyttää, että ajoneuvon nopeus on sovitettava vallitseviin olosuhteisiin. Tulevaisuudessa autojen kehittynyt automaatio ja keskenään kommunikoivien autojen tuottama informaatio voivat varoittaa tiellä kulkijoita edessä olevasta vaarasta ja laskea onnettomuusriskiä.

Rataliikenteessä lumen kertyminen aiheuttaa ongelmia kertymällä vaihteisiin ja kalustoon. Lumi voi estää vaihteen kääntymisen, jolloin junan turvallista kulkutietä ei voida taata, mikä johtaa liikennöinnin keskeyttämiseen. Ennakkoon on määritelty kriittisiä vaihteita, joita puhdistetaan henkilötyövoimalla tilanteissa, joissa vaihteiden lämmitys ei riitä. Radan turvalaitteet vaativat sekä sähkö- että viestintäyhteyden, joten turvalaitevikoja syntyy, jos yleisessä sähkö- tai viestintäverkossa esiintyy häiriöitä. Lisäksi salama voi aiheuttaa yksittäisen turvalaitteen vikaantumisen, joiden estämistä asiantuntijahaastatteluiden perusteella on vaikeaa toteuttaa teknisesti toisin. Yleisesti turvalaitevikoja esiintyy enemmän sähköistämättömällä rataosuudella, esimerkiksi Karjaan ja Hangon välisellä rataosuudella, sillä sähköistetty rataosuus on maadoitettua. Lisäksi maaperän sähkönjohtavuus vaikuttaa vikaherkkyyteen.

Tilanteesta toipumiseen voisi asiantuntijahaastatteluiden perusteella auttaa riittävän pitkä liikennöintikatkos, jolla taataan korjaustoimien tehokkuus ja turvallisuus ja toisaalta matkustajille voidaan informoida mahdollisten myöhästymisten suuruudesta, jos katkos tehdään hallitusti. Korjaustoimenpiteiden tehokkuutta voidaan lisätä myös lisäresursseilla esimerkiksi toiselta kunnossapitoalueelta. Korjaustoimenpiteiden kestot ovat riippuvaisia osittain myös

kunnossapitoalueiden laajuudesta. Toisilla alueilla välimatkat ovat pidempiä, ja siten vasteajat voivat olla pidempiä.

Asiantuntijahaastatteluiden perusteella sääolosuhteiden aiheuttamat häiriötilanteet aiheuttavat kuljetusketjuissa tieliikenteessä myöhästymisiä ja rataliikenteessä myös keskeytyksiä.

Tieliikenteessä voidaan usein hakeutua uudelle ajoreitille, mutta rataliikenteessä tavarakuormat voivat olla liian suuria kuljetettavaksi esimerkiksi rekoilla. Kuljetusketjuille vaikeimpia ovat pitkäkestoiset (yli 24 tuntia) katkokset kuljetuksissa, sillä ne voivat johtaa esimerkiksi kuorman pilaantumiseen. Asiantuntijahaastatteluiden perusteella sekä aineellisten että taloudellisten vahinkojen minimoimiseksi tärkeää olisi saada ennakkotietoa esimerkiksi erittäin huonosta ajokelistä, jotta kuljetusketjun toimijoita ja sen asiakkaita voidaan informoida mahdollisista myöhästymisistä. Tärkeää on myös huoltaa kalustoa sekä kouluttaa liukkaan ja talvikelin ajoon.

Vaikutuksia voi lieventää myös ennakoivilla toimenpiteillä, kuten harventamalla liikennettä. Liikenteen harventamisesta on positiivisia kokemuksia pääkaupunkiseudun lähijunaliikenteestä, jossa harvennettu vuoroväli vapauttaa ratakapasiteettia ja parantaa ajettavien junavuorojen täsmällisyyttä. Tapaustutkimusten perusteella radalle ja tielle kaatuvat puut aiheuttavat paljon häiriöitä. Häiriöiden vähentämiseksi voidaan myös parantaa infrastruktuurin kestävyyttä, ja tehokas toimi onkin puiden raivaaminen riittävältä etäisyydestä ajoväylistä. Uusi ratalaki mahdollistaa puiden kaatamisen ennakoivasti 30 metrin etäisyydeltä radan keskilinjasta. Puiden raivaaminen edellyttää kuitenkin ilmoituksen maanomistajalle. Maantiellä puut on pidettävä laatuvaatimusten mukaan 4,4 metrin korkeudelta pois tieltä. Ennakoivista toimenpiteistä syntyy kuitenkin kustannuksia, joten kaikissa häiriötilanteissa ennakkointi, kuten liikenteen harventaminen, ei välttämättä ole kannattavinta. Yleisesti ottaen vaikutusten lieventämisen kannalta on tärkeää tunnistaa potentiaaliset häiriötilanteet, jotta tilanteeseen voidaan varautua.

5. EHDOTUS LIIKENTEEN TOIMINTAVARMUUDEN MITTARISTA

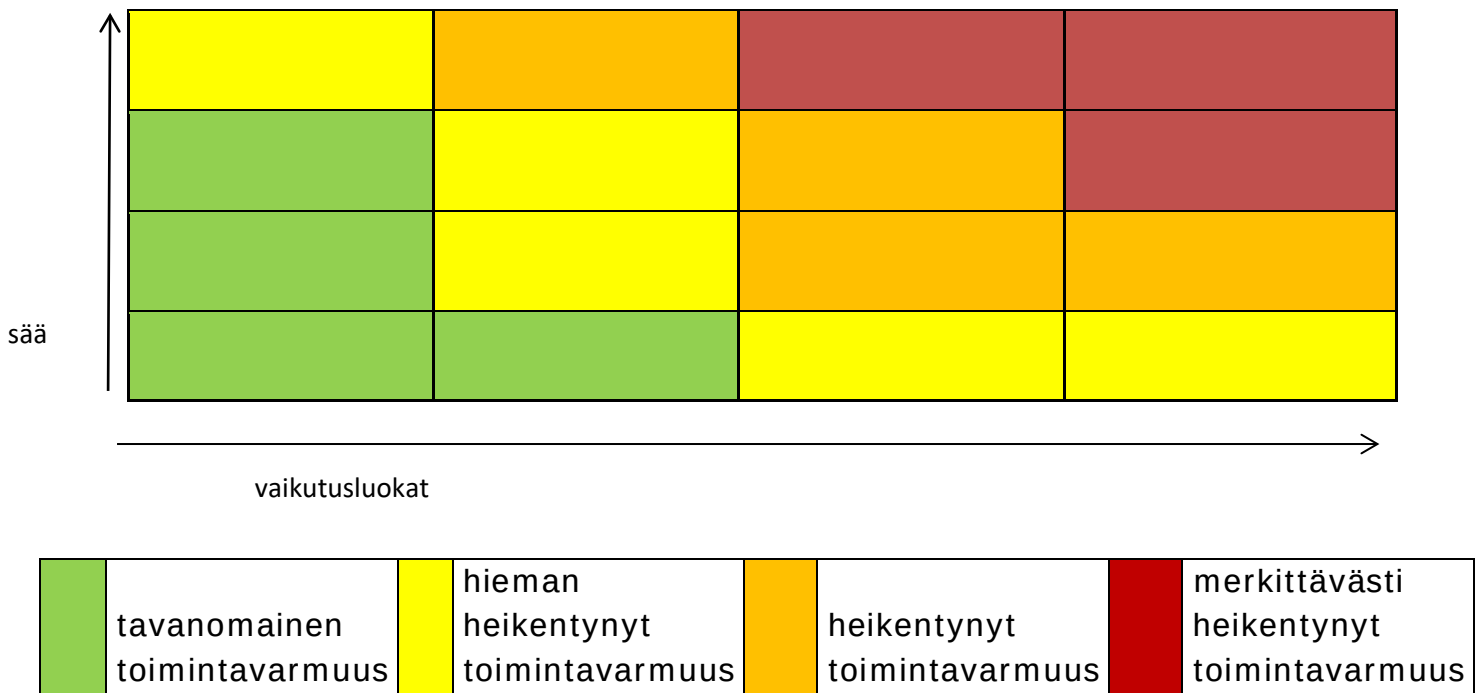
Tässä luvussa esitellään ehdotus liikenteen toimintavarmuuden mittarista. Liikenteen toimintavarmuuden mittari tarkoituksena on tarjota tukea päätöksenteossa ja toimia työkaluna toimintavarmuuden seurannassa. Liikenteen toimintavarmuuden mittari kuvaa voimakkaiden sääilmiöiden ja liikenteessä havaittujen vaikutusten välisen suhteen.

Luvussa 4 tarkasteltiin tapaustutkimuksissa ilmenneitä säätilanteesta seuranneita vaikutuksia, joiden havaittiin kahdessa lumisadetaapauksessa olevan samantyyppisiä. Samoin on myrskyjen ja rajuilmojen kohdalla. Vaikutukset näyttävät tapaustutkimusten perusteella kohdistuvan tiettyihin liikennejärjestelmän osiin. Jatkoa varten vaikutukset luokitellaankin sen mukaan, mihin osaan liikennejärjestelmää vaikutus kohdistuu: liikenneväylät, kuljetusjärjestelmät, ohjausjärjestelmät ja turvallisuus. Liikenneväylät–vaikutusluokka sisältää esimerkiksi tie- ja ratainfrastruktuuriin kohdistuvat vaikutukset, kuljetusjärjestelmä–vaikutusluokka kuljetuksiin kohdistuvat vaikutukset ja ohjausjärjestelmät–vaikutusluokkaan puolestaan liikennettä ohjaavien järjestelmien, kuten liikenteenohjausjärjestelmän häiriöt. Turvallisuus–vaikutusluokka sisältää puolestaan vaikutukset, jotka uhkaavat ihmisten terveyttä ja turvallisuutta, kuten merkittävästi kohonnut onnettomuusriski. Esimerkkejä eri vaikutusluokkien vaikutuksista on koottu taulukkoon 2.

Liikenneväylät	Kuljetusjärjestelmät	Ohjausjärjestelmät	Turvallisuus
• Kaatuneet ja taipuneet puut tiellä tai radalla • Lumiesteet • Tie- ja ratapenkan sortuminen • Tekniset ongelmat • Radan ja tien kuluminen • Kunnossapitotoimenpiteiden vaikeutuminen	• Kaluston rikkoutuminen ja suorituskyvyn heikkeneminen • Yhteiskunnan kannalta kriittiset kuljetukset • Aikakriittiset kuljetukset • Kuljetusten hallintajärjestelmien häiriöt	• Turvalaiteviat • Yleisen sähköverkon häiriöt, jännitekatkot • Yleisen viestintäverkon häiriöt • Liikenteenohjausjärjestelmän häiriöt • Matkustaja-informaatiojärjestelmän häiriöt	• Ihmisten terveyteen ja turvallisuuteen vaikuttavat tapahtumat tai tekijät • Merkittävästi kohonnut onnettomuusriski

Taulukko 2. Esimerkkejä eri vaikutusluokkien vaikutuksista, joita on koottu luvussa 4 tarkasteltujen tapaustutkimusten pohjalta.

Vaikutusluokat toimivat liikenteen toimintavarmuuden mittarin toisena muuttujana ja toisena muuttujana toimii sääilmiö tai -olosuhde, joka vaihtelee vakavuuden, kuten voimakkuuden, pitkäkestoisuuden tai laajuuden, mukaan. Liikenteen toimintavarmuus heikkenee sitä voimakkaammin, mitä useammassa luokassa vaikutuksia havaitaan, ja mitä vakavampi sääilmiö tai -olosuhde on (kuva 13.).



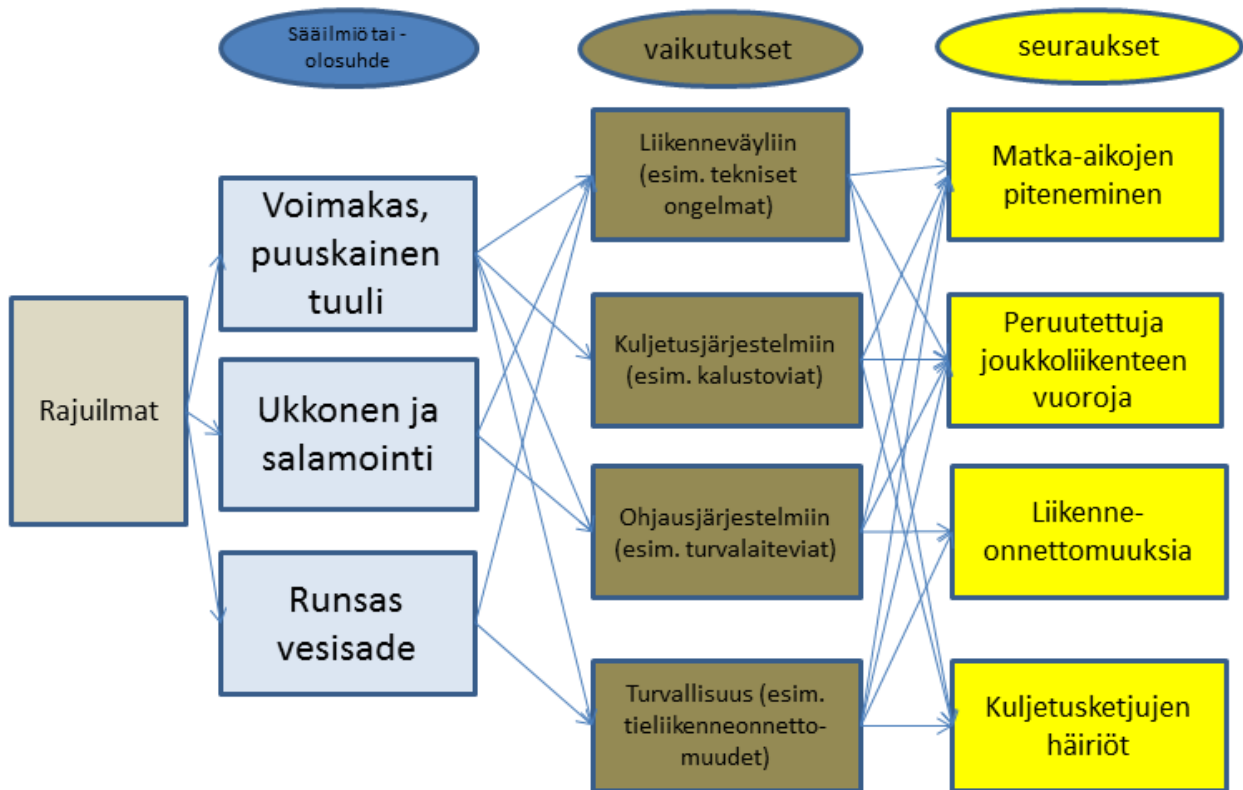
Kuva 13. Liikenteen toimintavarmuuden mittarin tasoa kuvaava matriisi, jossa vaaka-akselilla on vaikutusluokat ja pystyakselilla sää (-ilmiö/olosuhde).

Liikenteen toimintavarmuuden mittarilla on neljä tasoa: tavanomainen, hieman heikentynyt, heikentynyt ja merkittävästi heikentynyt toimintavarmuus. Eri tasojen vastaavia seurauksia on koottu esimerkiksi taulukkoon 3. Esimerkki pohjautuu pääkaupunkiseudun lumisateen yhteydessä havaittuihin vaikutuksiin ja seurauksiin.

Tavanomainen toimintavarmuus	Hieman heikentynyt toimintavarmuus	Heikentynyt toimintavarmuus	Merkittävästi heikentynyt toimintavarmuus
Sääolosuhteet eivät todennäköisesti aiheuta haittaa liikenteelle	- vähäisiä myöhästymisiä rautatieliikenteessä (5-15 min) - tieliikenteen keskinopeudet laskevat 3-6 km/h - kohonnut onnettomuusriski	- merkittäviä myöhästymisiä (15-60 min) ja yksittäisiä peruutuksia rautatieliikenteessä - tieliikenteen keskinopeudet laskevat 6-10 km/h - Tieliikenteen liikennemäärät laskevat - tieliikenneonnettomuuksia sattuu tavanomaista enemmän	- Ihmisten turvallisuus ja terveys uhattuna - tieliikenneonnettomuuksia sattuu selvästi tavanomaista enemmän - rautatieliikenteessä useita peruutuksia, myöhästymiset yli 60 min - rataosuuksia joudutaan sulkemaan liikenteeltä - tieliikenteen keskinopeudet laskevat yli 10km/h - Tieliikennemäärät laskevat merkittävästi

Taulukko 3. Esimerkki liikenteen toimintavarmuuden mittarin eri tasojen seurauksista, jotka on koostettu pääkaupunkiseudun lumisateen perusteella. Tulevaisuudessa olisi hyvä määritellä tarkemmin mittarin eri tasojen raja-arvot, jotta toimintavarmuuden seuraaminen kehittyisi.

Kuvaan 14. on lisäksi koottu rajuilmojen kohdalta tapahtumaketju, joka kuvaa eri häiriötilannetta kokonaisuutena, jossa sääilmiö aiheuttaa vaikutuksia liikenteessä ja lopulta seurauksia.



Kuva 14. Tapahtumaketju, joka kuvastaa häiriötilanteen aiheuttavat sääilmiöt tai -olosuhteet, havaitut vaikutukset ja seuraukset, kun kyseessä on rajuilma.

Havaittuja seurauksia voidaan mitata ja saada siten tarkempaa tietoa toimintavarmuudesta.

Rataliikenteessä voidaan mitata täsmällisyyttä myöhästysminuuteilla ja perutuilla junilla sekä matkustaja- että tavaraliikenteessä. Tieliikenteessä voidaan verrata onnettomuuksia, keskinopeuksia ja liikennemääriä keskimääräiseen. Tieliikenteessä tietoa saadaan myös tienkäyttäjän linjan ilmoituksista. Joukkoliikenteen osalta yksi mahdollinen tietolähde voisivat olla myös asiakaspalautteet, sillä niiden määrän voisi olettaa kasvavan häiriötilanteissa.

Tulevaisuudessa liikenteen toimintavarmuuden mittarin eri tasojen rajat tulisi määritellä, jotta toimintavarmuuden seuraaminen kehittyisi. Rajojen määrittäminen vaatii useiden tapausten tarkastelun ja laajemman tilastollisen analyysin sää- ja vaikutustiedosta. Tarkastelun voisi lisäksi laajentaa kattamaan tässä selvityksessä tarkasteltujen sääilmiöiden lisäksi muita sääilmiöitä, kuten kireää, pitkäkestoista pakkasjaksoa tai jäätäviä sateita. Myös muut liikennemuodot (meri- ja lentoliikenne) tulisi huomioida, sillä kuljetusketjut voivat koostua useasta eri liikennemuodosta. Lisäksi liikennemuotojen herkkyys eri sääilmiöihin vaihtelee, kuten luvussa 4 tuli esille.

Tunnistamalla liikennemuotojen herkkyudet tarkemmin, voidaan liikennettä ohjata häiriötilanteissa yhä sujuvammin muihin liikennemuotoihin ja pienentää seurauksia.. Laajempaa tarkastelua varten olisi tärkeää kerätä systemaattisesti sääolosuhteiden liikenteessä aiheuttamia häiriöitä esimerkiksi yhdessä säätietojen kanssa niin kutsuttuun vaikutustietokantaan. Vaikutustietokannan avulla voitaisiin tulevaisuudessa muodostaa liikenteen toimintavarmuuden mittarin eri tasojen raja-arvot ja työkalu, jolla sääolosuhteiden aiheuttamia häiriöitä voitaisiin ennustaa entistä systemaattisemmin. Jatkossa voitaisiin myös testata ja tutkia, miten liikenteen häiriöiden ennustamisessa on onnistettu ja tarkastella, miten liikenteen toimintavarmuuden taso on vaihdellut esimerkiksi vuoden aikana. Tulosten perusteella liikenteen toimintavarmuuden mittaria voidaan kehittää edelleen.

6. YHTEINEN TOIMINTAMALLI JA SEN KEHITTÄMINEN

Yhteisellä toimintamallilla tarkoitetaan tässä selvityksessä eri toimijoiden välistä yhteistyötä säähän liittyvissä häiriötilanteissa. Tässä luvussa esitellään ensin lyhyesti eri toimijat tehtävineen, minkä jälkeen käsitellään toimintamallia säähän liittyvissä häiriötilanteissa. Lopuksi tarkastellaan, miten yhteistä toimintamallia voisi kehittää.

6.1 Toimijat ja niiden roolit ja tehtävät

Yhteisen toimintamallin eri toimijoita ovat Ilmatieteen laitos, Liikennevirasto ja Liikenteen turvallisuusvirasto, ELY-keskukset, pelastuslaitokset ja eri palveluntuottajat. Ilmatieteen laitos tuottaa sää- ja kelitietoa ja varoittaa vaaraa aiheuttavista säätilanteista. Liikennevirasto on väylänpitoviranomainen, jolle kuuluu väylien suunnittelua ja investointia, liikenteenohjausta ja väylänpitoa. Liikenteen turvallisuusvirasto on puolestaan liikennehallinnon turvallisuusviranomainen sekä lupa- ja valvontaviranomainen, jonka tehtäviin kuuluu säädösten ja määräysten valvonta. ELY-keskukset ovat tienpitoviranomaisia ja eri palveluntuottajat toteuttavat Liikenneviraston ja ELY-keskusten sopimusten edellyttämiä toimenpiteitä. Tässä selvityksessä palveluntuottajiin luetaan kuuluvaksi myös liikennöitsijät, kuten VR, ja kuljetus- ja logistiikka-alan toimijat. Pelastuslaitokset vastaavat puolestaan pelastus- ja siihen liittyvistä välittömästä raivaustoiminnasta.

6.2 Toimintamalli säähän liittyvissä liikenteen häiriötilanteissa

Seuraavaksi esitellään toimintamallia säähän liittyvässä liikenteen häiriötilanteessa. Ilmatieteen laitos tuottaa sää- ja kelitietoa ja varoituksia ja antaa tilanteen mukaan LUOVA-tiedotteen. Usealla toimijalla on tilannekeskuksia, esimerkiksi Liikenneviraston tie- ja rataliikennekeskukset, jotka seuraavat sää- ja kelitietoja, joiden perusteella voidaan tehdä toimenpiteitä ennakkoon. Esimerkiksi liikennöinnin osalta voidaan tehdä supistamissuunnitelmia pääkaupunkiseudun lähijunaliikenteessä. Häiriön jo alettua kunnossapito- ja korjaustoimenpiteisiin ryhdytään vikatiedotteiden perusteella. Tilannekeskuksissa muodostetaan myös tilannekuva tapahtuneesta häiriöstä, mikä tukee päätöksentekoa häiriötä rajoitettaessa ja häiriötilanteesta palaututtaessa. Sää- ja kelitilanteen ja kunnossapito- ja korjaustoimenpiteitä jatketaan tehostetusti, kunnes liikennetilanne palautuu tavanomaiseksi. Häiriötilanteen jälkeen pidetään mahdollisia ”debriefing” –tilaisuuksia, joissa käydään läpi muun muassa tehtyjä toimenpiteitä. ”Debriefing” –tilaisuuksia pidetään sekä sisäisesti

että toimijoiden välillä. Toimijat tiedottavat ja viestivät ennen, aikana ja jälkeen häiriötilanteen sekä keskenään että organisaatioiden ulkopuolelle, esimerkiksi matkustajille ja medialle.

- I. Ilmatieteen laitos tuottaa sää- ja kelitietoa ja varoittaa. Lisäksi mahdollinen LUOVA-tiedote.
- II. Liikenneviraston tie- ja rataliikennekeskukset ja eri palvelutuottajien tilannekeskukset seuraavat tilannetta ja ryhtyvät toimenpiteisiin sekä ennakkoon että vikatiedotteiden perusteella. Tilannekuvan muodostaminen. Tilanteesta viestiminen ja tiedottaminen.
- III. Kunnossapito- ja korjaustoimenpiteitä ja säätilanteen seuraamista jatketaan, kunnes liikennetilanne palautuu normaaliksi.
- IV. Häiriötilanteen jälkeen mahdollinen ”debriefing”.

Kuva 15. Eri toimijoiden välinen yhteinen toimintamalli säähän liittyvissä liikenteen häiriötilanteissa.

6.1 Yhteisen toimintamallin kehittäminen

Tässä luvussa esitellään toisen työpajan ja asiantuntijahaastatteluiden perusteella tehtyjä yhteisen toimintamallin kehittämisideoita. Yksi tärkeimmistä kehityskohteista on kokonaiskuvan hahmottaminen ja kokonaistilanteen hallinta. Nykytilannetta dynaamisempi tiedonvaihto toimijoiden välillä parantaisi toimintaedellytyksiä. Myös tiedottamisen ja viestinnän kehittäminen nousivat vahvasti esille sekä asiantuntijahaastatteluissa että työpajoissa. Tiedottamalla esimerkiksi huonosta ajokelistä voidaan sen yllättävyyttä aamuliikenteessä vähentää. Yllättävyyden vähentäminen madaltaa onnettomuusalttiutta, jos tiellä liikkuvat pystyvät sopeuttamaan ajotyylistä paremmin. Tai erittäin huonon ajokelin tapauksessa voidaan kehottaa pitämään etäpäivä mahdollisuuksien mukaan. Eri toimijat julkaisevat omia tiedotteitaan häiriötilanteissa, mutta ehkä tulevaisuudessa voitaisiin julkaista myös yhteisiä tiedotteita, kuten jo nyt tehdään esimerkiksi juhlapyhien yhteydessä. Virallisten tiedotteiden lisäksi toimijoilla on sosiaalisen median kanavia, joiden etuna on nopea ja laaja jakelu. Esimerkiksi tieliikennekeskukset julkaisevat Twitter-tileillään onnettomuustiedotteita. Eri toimijoiden välisessä tiedonvaihdossa käytetään ensisijaisesti puhelinsoittoja ja erilaisia tietokantoja. Tietojen vaihtaminen on tärkeää kokonaiskuvan muodostamiseen ja auttaa ennustamaan vaikutuksia tilanteen kehittyessä.

Asiantuntijahaastatteluissa tuli esille myös toive siirtää tienkäyttäjän linjan ilmoitukset ja kunnossapitotoimenpiteet avoimiksi esimerkiksi kuljetusyrityksille, mikä onkin suunnitteilla jo Liikennevirastossa. Tienkäyttäjän linjan ilmoitusten perusteella saadaan tietoa esimerkiksi liukkaudesta, minkä perusteella voidaan vaihtaa ajoreittiä. Esimerkiksi tienkäyttäjän linjan ilmoituksia, kunnossapitotoimenpiteitä ja sää- ja keliennusteita yhdistäminen reaaliaikaiseen järjestelmään auttaisi myös kokonaistilanteen hallitsemisessa ja päätöksenteossa.

Tulevaisuudessa sääolosuhteiden aiheuttamien liikenteen häiriöiden ja vaikutusten ennustamista varten tärkeää olisi kerätä systemaattisesti vaikutustietoja ja yhdistää ne säätietojen kanssa luvussa 5 mainittuun vaikutustietokantaan. Tietokantaa hyödyntämällä voidaan tehdä vaikutusennusteita ja –varoituksia. Ilmatieteen laitos suunnittelee siirtymistä ilmiöperusteisesta ennustamisesta yhä enemmän myös vaikutusten ennustamiseen. Tällöin esimerkiksi nykymuotoinen ajokelin varoitus muuttuisi muotoon, jossa ilmaistaan ilmiön sijaan vaikutukset eri sektoreille, muun muassa liikenteelle. Tulevaisuudessa varoitus voisikin olla esimerkiksi muotoa: ”*Perjantaina aamulla pääkaupunkiseudun liikenteessä on odotettavissa **matka-aikojen pitenemistä**, mikä johtuu erittäin huonosta ajokelistä lumisateen ja pöllyävän lumen vuoksi*”. Vaikutusennustaminen vaatii systemaattisen tiedon keräämisen lisäksi myös tiivistä yhteistyötä eri toimijoiden välillä sääolosuhteiden aiheuttamien vaikutusten tunnistamiseksi.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Sääolosuhteiden aiheuttamat liikenteen häiriöt ja vaikutukset liikenteen toimintavarmuuteen oli Ilmatieteen laitoksen, Liikenneviraston ja Liikenteen turvallisuusviraston yhteistutkimushanke, jossa tarkasteltiin sääolosuhteita, jotka aiheuttivat häiriöitä tie- ja rataliikenteeseen. Selvitys tehtiin työpajojen, asiantuntijahaastatteluiden ja meteorologisen ja vaikutustiedon analyysin avulla. Tuloksena saatiin tarkempaa tietoa sääolosuhteiden aiheuttamista liikenteen häiriöistä lumisateen, myrskyjen ja rajuilmojen yhteydessä tie- ja rataliikenteessä. Havaittiin, että sääilmiöstä – tai olosuhteesta riippuen häiriöitä voivat selvästi painottua enemmän rata- kuin tieliikenteeseen tai päinvastoin. Valio-myrskyn ja Helena-rajuilman yhteydessä rataliikenteessä havaittiin tieliikennettä enemmän häiriöitä liikennöinnissä, mutta tykkylumitapauksessa häiriöitä ja vaikutuksia havaittiin kummassakin liikennemuodossa.

Selvityksessä tarkasteltiin myös vaikutusten lieventämistä, jossa tärkeää on ennakkoon tunnistaa potentiaalisia häiriötilanteita ja reagoida niihin. Ennakkoon tehtävät toimenpiteet, kuten liikenteen harventaminen tai teiden suolaaminen, voivat vähentää häiriötilanteessa havaittuja vaikutuksia. Myös häiriötilanteen aikana voidaan lieventää vaikutuksia esimerkiksi tiedottamalla häiriötilanteesta tien- ja radankäyttäjille ja jakamalla kunnossapitoalueiden resursseja alueille, joissa vaikutukset ovat suurimmat.

Selvityksen tuloksena syntyi myös ehdotus liikenteen toimintavarmuuden mittarista, joka tukee päätöksentekoa ja toimintavarmuuden seuraamista. Mittari muodostuu neljästä eri toimintavarmuuden tasosta, jotka muodostuvat sääilmiön vakavuuden ja vaikutusluokkien määrän mukaan. Selvityksessä kuvattiin, mitkä ovat toimintavarmuuden tasot, vaikutukset ja seuraukset voisivat olla pohjautuen tarkasteltuihin häiriötilanteisiin. Tulevaisuudessa mittaria voidaan kehittää eteenpäin määrittelemällä tarkemmin eri toimintavarmuuden tasot ja seuraukset. Kehittäminen vaatii kuitenkin useamman tapauksen laajemman tilastollisen tarkastelun, muiden sääilmiöiden ja olosuhteiden ja liikennemuotojen mukaan ottamisen, jotta mittari kuvaisi liikenteen toimintavarmuutta mahdollisimman kattavasti.

Lisäksi selvityksessä tarkasteltiin yhteisen toimintamallin eli toimijoiden välisen yhteistyön kehittämistä sähän liittyvissä häiriötilanteissa. Toimintamalliin liittyen esiteltiin eri toimijat ja tehtävät ja kehitystoimenpiteitä. Tärkeimpänä asiantuntijahaastatteluissa ja työpajoissa koettiin kokonaistilanteen muodostaminen, tiedottaminen ja viestintä sekä yhteistyö eri toimijoiden välillä. Yhteistyön tiivistäminen tukisi päätöksenteossa ja häiriötilanteisiin varautumisessa sekä auttaisi häiriötilanteessa toimimista etenkin operatiivisella tasolla. Tulevaisuudessa hyötyä olisi etenkin

vaikutusennustamisesta, mikä vaatii kuitenkin systemaattisista vaikutustiedon keräämistä ja eri toimijoiden välistä tiivistä yhteistyötä.

8. KIRJALLISUUS

Hoppula, P., 2005: Tykkylumi ja otolliset säätilanteet sen aiheuttamille puustovaurioille. Pro gradu-tutkielma, HY, Meteorologian suuntautumisvaihtoehto.

IL, 2015: Valio-myrsky saapumassa Suomeen perjantaina. Saatavissa: ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/10672104

Ilmastokatsaus, 2015: Ilmastokatsaus lokakuu 2015. Ilmatieteen laitos, 2015

Jokinen, P., 2015: Ensilumi tuli rytinällä maan keskiosaan. Ilmastokatsaus marraskuu/2015, Ilmatieteen laitos.

Liikennevirasto, 2015: Maanteiden talvihoito. Laatuvaatimukset, moniste 30.1.2015. Liikennevirasto.

Liikennevirasto, 2016: Talvi. ja pimeän ajan nopeusrajoitukset. Saatavilla: <http://www.liikennevirasto.fi/tieverkko/kunnossapito/talvihoito/talvinopeudet#.WFkVvn21fuQ>.

Korhonen, J. ja Ström, M., 2012. Kunnan valmiussuunnitelman yleisen osan malli ja ohje sen käyttöön. Pelastusopiston julkaisu, Kuopio, D-sarja, 82 s.

Pelastuslaitos, 2016: Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto PRONTO <https://prontonet.fi/> Pelastustoimi, 2016.

Turvallisuus- ja puolustusasiain komitean sihteristö, 2012: Varautuminen ja jatkuvuudenhallinta kunnassa. Turvallisuus- ja puolustusasiain komitean sihteristö. Erweko Oy, 2012.

LIITE A. HAASTATELLUT ASIAANTUNTIJAT

Haastatellut asiantuntijat:

Kari Helokivi, Helokivi Oy

Timo Hämäläinen, Liikennevirasto

Sami Luoma, Liikennevirasto

Rauno Kuusela, Destia

Juha Kröger, Liikennevirasto

Otto Kärki, Liikennevirasto

Janne Nieminen, Liikennevirasto

Lasse Otranen, Maakuljetuspooli

Pekka Rajala, ELY-keskus

Riikka Rajamäki, Liikenteen turvallisuusvirasto

Marko Varalahti, PostNord